



Código Técnico de la Edificación

# DOCUMENTO DE APLICACIÓN DEL CÓDIGO

# HR

## Protección contra el ruido

- HR 1 Protección contra el ruido aéreo
- HR 2 Protección contra el ruido de impactos
- HR 3 Acondicionamiento acústico
- HR 4 Protección contra el ruido de las instalaciones



29/03/2002

[◀ IR A INICIO DE DOCUMENTO](#)

[◀ IR A ÍNDICE DE PONENCIA](#)

[◀ IR A ÍNDICE GENERAL DE PONENCIAS](#)

# Preámbulo

## Documento de Aplicación del Código, DAC

Este documento de aplicación del código (DAC en adelante) forma parte del CTE y ha sido aprobado mediante Real Decreto. En el mismo se incluyen los procedimientos y reglas técnicas que permiten comprobar que una solución cumple las exigencias establecidas en el capítulo 5. Protección contra el ruido HR del Título III del CTE, asimismo, incluye soluciones que se considera cumplen dichas exigencias.

Pueden utilizarse otros métodos o soluciones diferentes a las indicadas en este DAC, en cuyo caso deberán seguirse los procedimientos establecidos reglamentariamente en el artículo 5 del CTE. En estos casos, de acuerdo con el artículo 10.2 se deberá documentar en el proyecto el cumplimiento de las exigencias del CTE.

Los métodos de verificación y soluciones aceptadas incluidas en el DAC se refieren únicamente a las exigencias relacionadas en el mismo. El edificio u obra deberá también cumplir el resto de las exigencias relevantes relacionadas en el Título III. Existen otros DAC que proporcionan procedimientos para el cumplimiento del resto de las exigencias.

## Materiales y mano de obra

Los productos utilizados en las obras demostrarán poseer las características técnicas establecidas en el proyecto conforme a lo establecido en el capítulo 3 del CTE. Adicionalmente, de forma voluntaria se podrán utilizar las garantías adicionales establecidas en el artículo 15.

Para verificar que en el edificio se cumplen las exigencias del CTE y por tanto se satisface el requisito básico de protección contra el ruido asimismo se podrán adoptar las verificaciones de la conformidad establecidas en el artículo 13 del CTE.

Adicionalmente deben cumplirse las condiciones establecidas en de este DAC.

## Especificaciones técnicas

Los DAC pueden hacer referencia a otros documentos.

Cuando un DAC haga referencia a un Reglamento o Instrucción determinado, la versión aparecerá especificada. Si existiera una nueva versión, será ésta última la que deba ser utilizada como guía siempre y cuando continúe tratando de las mismas exigencias.

Cuando un DAC haga referencia a una especificación técnica (norma UNE) determinada, la versión aparecerá especificada y, aun existiendo una nueva versión, será ésta y sólo ésta la que deba ser utilizada.

# I GENERALIDADES

## 1. Introducción

- 1 En este DAC se proporcionan los procedimientos y reglas técnicas que permiten comprobar que los edificios cumplen las exigencias establecidas en el CTE relacionadas con el requisito básico de protección contra el ruido.
- 2 El DAC se divide en 4 secciones, que tratan: la protección de los edificios frente al ruido aéreo, y frente a impactos, el acondicionamiento acústico y la protección contra el ruido de las instalaciones.
- 3 En este DAC asimismo se cuantifican los valores de los niveles de aislamiento que se consideran adecuados para los edificios.
- 4 En el DAC se establece un método predictivo de cálculo que permite valorar en proyecto los niveles de aislamiento y un conjunto de soluciones que se considera cumplen las exigencias establecidas.
- 5 Para el cálculo del aislamiento acústico de los edificios se podrán utilizar los programas informáticos validados oficialmente.

## 2. Ámbito de aplicación

- 1 El ámbito de aplicación de este DAC es el indicado en el artículo 2 del CTE restringido a los edificios de nueva construcción y rehabilitaciones de edificios existentes, en aquellos edificios y zonas con los siguientes usos:
  - a) A, Administrativo;
  - b) D, Docente;
  - c) R, Residencial;
  - d) RE, Reunión;
  - e) S, Sanitario.
- 2 Las zonas de otras clases de edificios en las que se realicen actividades similares a las enunciadas en el apartado anterior quedan igualmente incluidas en el ámbito de aplicación de este DAC.

## 3. Conformidad con las exigencias

- 1 La conformidad con las exigencias establecidas para los distintos requisitos debe conseguirse antes de la ocupación del edificio por los usuarios. Es por tanto en los edificios construidos y previamente a la concesión de los permisos de habitabilidad, donde deben aplicarse, en su caso, las reglas y procedimientos de conformidad definitiva, en el caso de edificios de nueva construcción. En el caso de edificios rehabilitados, la conformidad debe conseguirse, también en su caso, antes de iniciar el nuevo uso.
- 2 Siendo los edificios el resultado de un conjunto de acciones sobre unos elementos constructivos, la consecución de la conformidad con las exigencias se facilita utilizando verificaciones de los elementos constructivos, de los equipamientos e instalaciones generales e individuales, de los diseños y proyectos, y de la ejecución de las obras.
- 3 Para conseguir una evaluación apropiada de la conformidad, las verificaciones se podrán realizar a nivel de proyecto y de obra terminada:
  - a) a nivel de proyecto verificando los productos y el diseño;
  - b) a nivel de obra terminada in situ a través de ensayos.
- 4 La verificación de los **productos y elementos constructivos**, así como la de los **equipamientos e instalaciones generales e individuales**, se establece en este DAC mediante la evaluación y en su caso, certificación de las propiedades acústicas de los mismos.
- 5 La **verificación del diseño** se realizará mediante cálculos de acuerdo con los métodos de predicción del aislamiento acústico y del acondicionamiento interior de recintos, establecidos en este DAC y descritos en los anejos. Como método simplificado de diseño se podrán utilizar el conjunto de soluciones aceptadas, siempre y cuando se respeten las limitaciones establecidas en cada caso.
- 6 La **conformidad del edificio terminado** requiere la verificación experimental in situ del edificio terminado a instancias del promotor, usuario o de las administraciones competentes siguiendo lo indicado en el apartado I.4. Para el caso de utilizar el método predictivo indicado en este DAC o adoptar las soluciones constructivas de entre las aceptadas como válidas, esta verificación in situ no será necesaria, salvo en reclamaciones específicas por parte de los destinatarios finales del edificio.
- 7 En las verificaciones relativas al ruido reverberante excesivo, se puede optar, por usar el tiempo de reverberación o el índice de inteligibilidad RASTI.



## 4. Verificación de conformidad con las exigencias

### 4.1 Verificaciones en el proyecto

#### 4.1.1 Características acústicas de los productos y elementos constructivos

- 1 El pliego de condiciones y la memoria del Proyecto de ejecución establecerán las características acústicas de los productos y elementos utilizados, especificando:
  - a) los valores globales del aislamiento acústico a ruido aéreo de los divisorios horizontales y verticales y de las mejoras de aislamiento de revestimientos o tratamientos adicionales, si se contemplan;
  - b) los valores globales del nivel del ruido de impactos de los divisorios horizontales, y las reducciones de este ruido de impactos de los revestimientos o tratamientos adicionales, si se contemplan;
  - c) los niveles de potencia acústicas de los equipamientos;
  - d) los coeficientes de absorción de los absorbentes utilizados;
  - e) las peculiaridades de montaje, particularmente sus incidencias en las uniones a los divisorios;
  - f) las dimensiones y pesos por metro cuadrado de todos los elementos constructivos horizontales y verticales que constituyen cada uno de los recintos del edificio.
- 2 Las propiedades acústicas de los productos y elementos constructivos utilizados se tomarán en base a características y valores de referencia para los distintos productos determinados en laboratorio.

#### 4.1.2 Verificaciones de las soluciones basadas en el método predictivo

- 1 Cuando el proyecto constructivo se haya definido con ayuda del método predictivo adoptado en este DAC, se incluirán los *valores predictivos* obtenidos correspondientes a las exigencias establecidas en el DAC para todas las situaciones de aislamiento diferentes.
- 2 Deberá incluir, como mínimo, un caso representativo del aislamiento a ruido aéreo de:
  - a) todos y cada uno de los casos de recintos diferentes en formas, tamaños y elementos constructivos, lindantes a fachadas, a cubiertas y a espacios comunes;
  - b) un caso representativo de todos y cada uno de los casos diferentes en formas, tamaños y elementos constructivos, de parejas de recintos colindantes de áreas de uso diferentes;
  - c) todos y cada uno de los aislamientos de los recintos lindantes a las salas de máquinas y a los recintos de actividad.
- 3 Igualmente deberá incluir, como mínimo, un caso representativo del aislamiento a ruido de impactos de:
  - a) de todos y cada uno de los casos diferentes en formas, tamaños y elementos constructivos, de parejas de recintos colindantes verticalmente, de áreas de uso diferentes;
  - b) de todos y cada uno de los casos diferentes en formas, tamaños y elementos constructivos, de recintos que comparten un divisorio vertical con escaleras;
  - c) todos y cada uno de los aislamientos de los recintos colindantes verticalmente a las salas de máquinas y a los recintos de actividad., en caso de coexistir en el edificio.
- 4 Se incluirán también los cálculos predictivos del tiempo de reverberación, siguiendo el método desarrollado en el anejo 4, para todos aquellos recintos sujetos a este tipo de exigencias conforme a este DAC.

#### 4.1.3 Verificaciones en el caso de adoptar soluciones aceptadas en este DAC

- 1 Cuando la solución constructiva utilizada constituya una solución de las incluidas en este DAC como aceptadas deberán enumerarse todas las combinaciones de elementos constructivos elegidas. Se deberán incluir también las soluciones adoptadas para que la instalación de tuberías, cajas de registros, enchufes y tomas eléctricas etc., en los divisorios verticales y horizontales, no afecten al aislamiento acústico.
- 2 Cuando los edificios contengan recintos para los que en este DAC se establezcan exigencias relativas al tiempo de reverberación, se incluirán además los valores de calculo resultantes de aplicar el procedimiento descrito en el apartado de predicción del tiempo de reverberación.

### 4.2 Verificaciones en la obra

- 1 Los productos utilizados en las obras demostrarán poseer las características técnicas establecidas en el proyecto conforme a lo establecido en el capítulo 3 del Título I. Adicionalmente, de forma voluntaria se podrán utilizar las garantías adicionales establecidas en el artículo 15.
- 2 Para verificar que en el edificio se cumplen las exigencias del CTE y por tanto se satisface el requisito básico de protección contra el ruido se podrán adoptar las verificaciones de la conformidad establecidas en el artículo 13 del CTE.

### 4.3 Verificación acústica en edificios terminados

- 1 Por razones de lentitud y carestía de los controles acústicos sistemáticos en todas y cada una de las tipologías y situaciones diferentes del edificio, la verificación acústica experimental en edificios terminados se restringe a realizar y de forma voluntaria controles de tipo prospectivo.
- 2 La selección de la muestra representativa se hará incluyendo todas las tipologías de situaciones diferentes tal como se indica para los datos predictivos en el punto 4.1.3. De cada una de estas tipologías se elegirán, al azar, un número de casos no inferior al 10% del total de los existentes, o el número entero superior, en caso de que sea fraccionario, y en todo caso superior a 2.
- 3 A partir de los resultados de estas prospecciones, en su caso, podrá requerirse la realización de mediciones más precisas, en aquellas situaciones en que se superen desviaciones adversas de 3 dB o superiores. En tal caso se utilizarán métodos de los denominados de ingeniería que conlleven una mayor precisión en la determinación de valores de las magnitudes acústicas.
- 4 La ausencia de la obligación de realizar esta verificación, no exime del cumplimiento de las exigencias del CTE; ni impide el derecho de los usuarios del edificio a realizar ensayos in situ a través de una entidad acreditada, y a establecer las acciones oportunas.

#### 4.3.1 Tolerancias de las mediciones in situ

- 1 Para el cumplimiento de las exigencias de este DAC se admiten tolerancias entre los valores de aislamiento y absorción acústicos medidos in situ y los valores exigenciales establecidos en este DAC, que se establecen en 2 dBA para el aislamiento acústico y en 0,2 s para el tiempo de reverberación (o de 5 % en el valor RASTI, en caso de usar esta opción).
- 2 Para los niveles de ruido de los equipamientos e instalaciones se establecen tolerancias de 3 dBA.

## 5 TERMINOLOGÍA

1 A los efectos de este DAC, se establecen las siguientes definiciones de los conceptos fundamentales.

**Aislamiento acústico:** prestación o característica de determinados elementos constructivos que proporciona una reducción de los niveles de ruido entre los recintos que separa.

**Elemento blando a la flexión:** genéricamente aquellos elementos utilizados en particiones y de montaje en seco.

**Elemento separador:** divisorio interpuesto en la vía principal de propagación del ruido entre dos recintos que reduce la transmisión del ruido.

**Fachada:** se entiende por fachada a efectos de aislamiento acústico frente al exterior de un recinto, al conjunto del cerramiento del edificio visto desde el propio recinto, partes ciegas, acristaladas practicables o no incluidas y la parte de la cubierta que no sea la correspondiente a la última planta.

**Método predictivo del DAC:** método analítico para realizar una estimación de las características acústicas de las edificaciones en función de su diseño, partiendo de las características intrínsecas de los productos y elementos de edificación.

**Recinto común:** zonas comunes interiores del edificio respecto a las que hay que considerar el aislamiento acústico, tales como:

Las cajas de escalera, los vestíbulos o pasillos de acceso, los locales de servicio comunitario, garajes, locales deportivos, lavanderías, comedores y las cocinas de uso colectivo.

**Recinto de actividad:** aquellos recintos o zonas del edificio cuyo uso sea diferente al del resto del edificio y sean susceptibles de generar un nivel de ruido superior al generado en el edificio.

**Recintos de distinta unidad de uso:** aquellos recintos en los cuales su uso corresponda a actividades iguales o diferentes pero que sus usuarios puedan no están relacionados por pertenecer a una misma jerarquía o existir entre ellos una relación familiar o afectiva.

**Recintos de misma unidad de uso:** aquellos recintos cuyos usuarios están relacionados por pertenecer a una misma jerarquía o existir entre ellos una relación familiar o afectiva.

**Recinto emisor:** zona del edificio o de su exterior donde se considera que se genera el ruido.

**Recinto habitable:** a efectos de condiciones acústicas aquellos recintos en los que sus usuarios puedan realizar actividades de forma permanente y no se consideren recintos de actividad.

**Recinto receptor:** recinto al que se transmite la energía acústica generada en el recinto emisor.

**Resonadores:** dispositivos absorbentes de acción preferente en bandas estrechas de frecuencias alrededor de una frecuencia de resonancia  $f_r$ , para la cual la absorción es máxima.

**Ruido aéreo:** es el formado por aquellas fuentes que generan el sonido directamente en el aire o bien aquellos que han sido transmitidos al mismo por los elementos de los edificios.

**Ruido de impactos:** es el generado por aquellas fuentes que actúan directamente sobre el edificio o su estructura y no han sido generados por vía aérea sino por medio de impactos o por vibración de equipos o instalaciones.

**Ruido de instalaciones:** es el ruido generado por las instalaciones del edificio, entendiendo como tales todo equipamiento o instalación susceptible de generar ruido o vibraciones en régimen de uso normal, que forme parte de las instalaciones hidráulicas, de ventilación, de climatización, transporte, electricidad, etc.



**Transmisión por flancos:** transmisión de energía acústica desde el recinto emisor hasta el recinto receptor principalmente por vía estructural (vibracional) de la construcción, o a través de las paredes, suelos, techos que sean diferentes del elemento separador.

DOCUMENTO DE TRABAJO

DOCUMENTO DE TRABAJO

## **Sección HR 1 Protección contra el ruido aéreo**





## Exigencias

Definidas en la Parte I del CTE:

### Artículo 47 Protección contra el ruido aéreo HR 1

- 1 Las paredes que configuran y separan cada recinto habitable deben tener unas características tales que le proporcionen un aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado frente al ruido de cada recinto colindante, tanto si ambos pertenecen a una misma unidad de uso, como si pertenecen a unidades diferentes.
- 2 Las paredes que configuran y separan recintos que contienen instalaciones deben tener unas características tales que proporcionen un aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado a cada recinto habitable colindante.
- 3 Las paredes que configuran y separan recintos comunes deben tener unas características tales que proporcionen un aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado a cada recinto habitable colindante.
- 4 Las paredes que configuran y separan un recinto habitable de un recinto de actividad, tanto si ambos pertenecen a una misma unidad de uso como si pertenecen a unidades diferentes, deben tener unas características tales que proporcionen a aquel un aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado.
- 5 Las paredes que separan un recinto habitable del exterior del edificio deben tener unas características tales que le proporcionen un aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado.
- 6 Los elementos de separación horizontales situados entre dos recintos habitables o entre un recinto habitable y un recinto común del edificio, pertenecientes o no a una misma unidad de uso, deben tener unas características tales que, en conjunción con los elementos verticales limítrofes, proporcionen a los recintos habitables un aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado.
- 7 Los elementos de separación horizontales situados entre un recinto habitable y otro que contiene instalaciones deben tener unas características tales que, en conjunción con los elementos verticales limítrofes proporcionen a aquel aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado.
- 8 Los elementos de separación horizontales situados entre un recinto habitable y un recinto de actividad deben tener unas características tales que, en conjunción con los elementos verticales limítrofes proporcionen a aquel un aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado.
- 9 Los elementos de separación horizontales situados entre un recinto habitable y el exterior deben tener unas características tales que, en conjunción con los elementos verticales limítrofes, proporcionen a aquel un aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado.
- 10 Las exigencias de los apartados anteriores se aplican a los elementos constructivos totalmente acabados es decir albergando las instalaciones del edificio o incluyendo cualquier otra actuación que pueda modificar las características acústicas de dichos elementos.



# Índice

<a href="#">I GENERALIDADES</a>	7
<a href="#">II NIVELES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO</a>	9
<a href="#">III MÉTODO DE PREDICCIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO</a>	11
<a href="#">III.1 Introducción</a>	11
<a href="#">III.2 Método de predicción</a>	11
<a href="#">IV SOLUCIONES ACEPTADAS</a>	13
<a href="#">IV.1 Particiones</a>	13
<a href="#">IV.1.1 Observaciones y limitaciones generales de uso</a>	23
<a href="#">IV.2 Fachadas</a>	23
<a href="#">IV.2.1 Observaciones y limitaciones generales de uso</a>	32
<a href="#">IV.3 Cubiertas</a>	32
<a href="#">IV.3.1 Observaciones y limitaciones generales de uso</a>	60
<a href="#">IV.4 Divisores horizontales</a>	60
<a href="#">IV.4.1 Observaciones y limitaciones generales de uso</a>	61
<a href="#">V ENSAYO IN SITU</a>	62



## I GENERALIDADES

- 1 En esta sección se incluyen los procedimientos y reglas técnicas que permiten comprobar que una solución cumple las exigencias expuestas anteriormente, así como posibles soluciones que se considera cumplen dichas exigencias.

DOCUMENTO DE TRABAJO



## II NIVELES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO

- 1 Para satisfacer las exigencias contempladas en la parte I de este Código, cuyas magnitudes se definen en el anejo 1, es suficiente cumplir las especificaciones indicadas a continuación o adoptar cualquiera de las soluciones aceptadas que se especificarán más adelante.
- 2 El aislamiento acústico a ruido aéreo entre dos recintos habitables, colindantes vertical u horizontalmente, ambos pertenecientes a la misma unidad de uso, no será menor que 30 dBA.
- 3 El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y cualquier otro del edificio, colindantes vertical u horizontalmente, que pertenezcan a distinta unidad de uso, no será menor que 50 dBA.
- 4 El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y otro, colindante vertical u horizontalmente con él, en el que se alojen instalaciones o cualquier otro dispositivo que constituya una fuente de ruido necesaria para el funcionamiento del edificio, no será menor que 55 dBA.
- 5 El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y un recinto común del edificio, colindantes vertical u horizontalmente, no será menor que 50 dBA.
- 6 El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y un recinto de actividad, colindantes vertical u horizontalmente, que pertenezcan a distinta unidad de uso, no será menor que 60 dBA.
- 7 El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y el exterior del edificio no será menor que 30 dBA, cuando predomine el ruido de tráfico rodado, ni menor que 32 dBA, cuando predomine el ruido de aeronaves, ni menor de 32 dBA cuando predomine el ruido el ruido de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias, valorados éstos como ruido interior.



## III MÉTODO DE PREDICCIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO

### III.1 Introducción

- 1 La predicción del aislamiento acústico que proporcionan los elementos del edificio se determina a partir de las propiedades acústicas de los productos y elementos constructivos que lo componen y se definen en el proyecto.
- 2 La caracterización adecuada de las propiedades acústicas de los productos, se hará a partir de mediciones en laboratorio, siguiendo los métodos que se indican en este DAC y que eliminan o minimizan las influencias ajenas a ellos.
- 3 Para determinar la contribución de las características geométricas y del sistema constructivo al aislamiento resultante se tendrán en cuenta las transmisiones acústicas indirectas por todos los caminos secundarios posibles, además de las transmisiones directas a través de los elementos constructivos compartidos, de acuerdo al método y los principios seguidos en la norma UNE EN 12354, partes 1 y 3.
- 4 La transmisión sonora tanto desde el exterior del edificio a un local del edificio, como entre dos locales de un edificio, se considera en el método que se produce siguiendo los caminos directos y los indirectos o por vía de flancos. Asimismo se admite que las transmisiones por los diferentes caminos son independientes entre sí.
- 5 Son *transmisiones directas* las que implican exclusivamente al elemento separador. Comprenden las debidas al sonido que incidiendo en el elemento separador es radiado por éste hacia el receptor, y las transmitidas, en forma de ruido aéreo, a través de partes del elemento separador, tales como rendijas, dispositivos de aire acondicionado, respiraderos, etc.
- 6 Son *transmisiones indirectas* todas las demás. Conviene distinguir entre *transmisiones indirectas por vía aérea*, tales como sistemas de ventilación, techos suspendidos, corredores etc., y *transmisiones indirectas por vía sólida*, tales como paredes, techos, suelos, etc.

### III.2 Método de predicción

- 1 El método de predicción del aislamiento acústico a ruido aéreo se define en el Anejo 2 de este DAC.

## IV SOLUCIONES ACEPTADAS

- 1 En este apartado se describen un conjunto de soluciones genéricas cuyo adecuado uso permite garantizar el cumplimiento de las exigencias del Código.
- 2 Las soluciones de aislamiento acústico que se indican corresponden a divisorios netos, carentes de elementos perturbadores que faciliten transmisiones indirectas, o directas, que mermen su eficacia. El aislamiento puede perturbarse por:
  - a) conductos de aire acondicionado o de ventilación natural comunes al edificio;
  - b) anclajes de los conductos de calefacción, de gas etc. a los divisorios, de manera inadecuada;
  - c) empotramientos de cajas eléctricas, interruptores, de telefonía, u otras instalaciones.
- 3 Con las precauciones que se indican, cuando procede, pueden combinarse entre sí dando un conjunto relativamente amplio de soluciones, que solamente abarcan soluciones clásicas contrastadas suficientemente.
- 4 Las siguientes soluciones se consideran aceptadas y suficientes para cumplir las exigencias de este DAC siempre que se observen las limitaciones establecidas en cada caso.

### IV.1 Particiones

- 1 Se incluye la siguiente tabla para mostrar la nomenclatura utilizada en la asignación de soluciones aceptadas a las distintas situaciones de aislamiento especificadas en las exigencias.

**Tabla IV.1 Identificación de validez de soluciones para ruido aéreo.**

Aislamiento entre:	Niveles de aislamiento:	Identificador
Recinto habitable – recinto de actividad	> 60 dBA	A <sub>A</sub> <sup>(1)</sup>
Recinto habitable-recinto con instalaciones	> 55 dBA	B <sub>A</sub>
Recinto habitable – recinto común	> 50 dBA	C <sub>A</sub>
Recinto habitable-otro recinto, distinta unidad de uso	> 50 dBA	D <sub>A</sub>
Recintos habitables, misma unidad de uso	> 30 dBA	E <sub>A</sub>

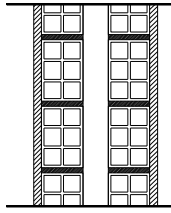
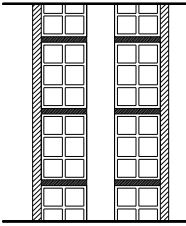
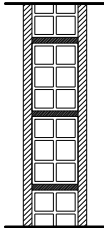
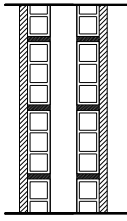
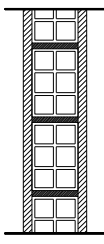
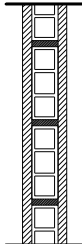
<sup>(1)</sup> Identificador A: Identificador para solución constructiva contra ruido aéreo.

- 2 La siguiente tabla indica las limitaciones particulares a tener en cuenta para las distintas soluciones constructivas, junto a la nomenclatura empleada en su identificación:

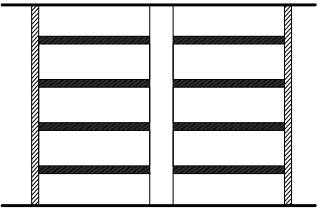
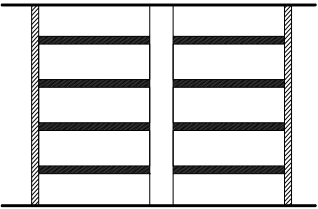
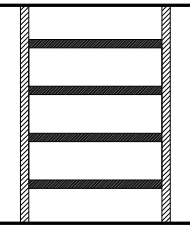
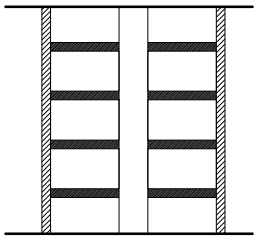
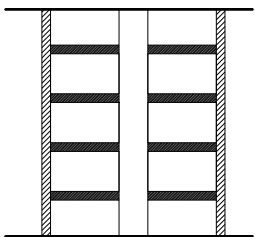
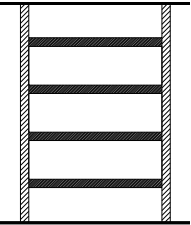
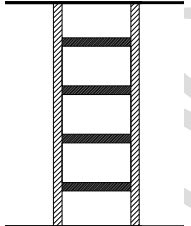
**Tabla IV.2 Identificación de limitaciones a tener en cuenta al utilizar una determinada solución constructiva.**

Identificador	Limitaciones
L <sub>1</sub>	Salvo justificación adicional, no son aptas como divisorios de recintos cuya profundidad respecto a la partición sea inferior a 3m., excepto si en su interior existieran puertas de comunicación entre ambos recintos.
L <sub>2</sub>	No albergarán cajas de electricidad, telefonía, u otras instalaciones, ni anclajes de instalaciones.
L <sub>3</sub>	No válidas para el empotramiento de cajas de profundidad superior al espesor de una de las hojas.
L <sub>4</sub>	No albergarán en su interior conductos ni tuberías de las instalaciones.
L <sub>5</sub>	

Tabla IV.3 Soluciones aceptadas para particiones.

Esquema	Tipo	Soluciones constructivas	Parámetros	Aceptada para:	Limitaciones
<b>Paredes de ladrillo hueco:</b>					
	HR-SA 1	Doble cítara de hueco doble, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 12 + 5 + 12 + 1.5 = 32 \text{ cm.}$ $M = 232 \text{ Kg/m}^2$ (1)	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 2	Doble tabicón de hueco doble, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 9 + 5 + 9 + 1.5 = 26 \text{ cm.}$ $M = 178 \text{ Kg/m}^2$	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 3	Cítara de hueco doble guarnecida y enlucida por ambas caras.	$E = 1.5 + 12 + 1.5 = 15 \text{ cm.}$ $M = 131 \text{ Kg/m}^2$	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 4	Doble tabique de hueco sencillo, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 4 + 5 + 4 + 1.5 = 16 \text{ cm.}$ $M = 108 \text{ Kg/m}^2$	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 5	Tabicón de hueco doble guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 9 + 1.5 = 12 \text{ cm.}$ $M = 104 \text{ Kg/m}^2$	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 6	Tabique de ladrillo hueco sencillo guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 4 + 1.5 = 7 \text{ cm.}$ $M = 69 \text{ Kg/m}^2$	E <sub>A</sub>	
<b>Paredes de ladrillo cerámico perforado</b>					



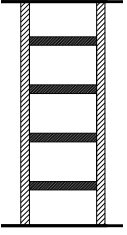
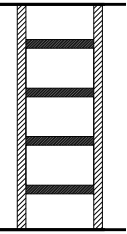
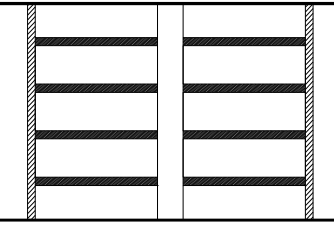
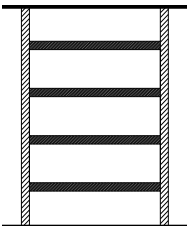
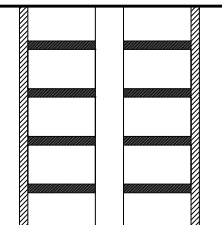
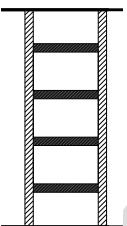
	HR-SA 7	Doble pared de pié de ladrillo cerámico perforado, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 29 + 5 + 29 + 1.5 = 66 \text{ cm.}$ $M = 1.034 \text{ Kg/m}^2$	$A_A, B_A, C_A,$ $D_A, E_A$	
	HR-SA 8	Doble pared de asta de ladrillo cerámico perforado, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 24 + 5 + 24 + 1.5 = 56 \text{ cm.}$ $M = 698 \text{ Kg/m}^2$	$A_A, B_A, C_A,$ $D_A, E_A$	
	HR-SA 9	1 pié de ladrillo cerámico perforado guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 29 + 1.5 = 32 \text{ cm.}$ $M = 532 \text{ Kg/m}^2$	$B_A, C_A, D_A,$ $E_A$	
	HR-SA 10	Doble pared de 1/2 pié de ladrillo cerámico perforado, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 14 + 5 + 14 + 1.5 = 36 \text{ cm.}$ $M = 470 \text{ Kg/m}^2$	$B_A, C_A, D_A,$ $E_A$	
	HR-SA 11	Doble pared de cítara de ladrillo cerámico perforado, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 11.5 + 5 + 11.5 + 1.5 = 31 \text{ cm.}$ $M = 374 \text{ Kg/m}^2$	$C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 12	Asta de ladrillo cerámico perforado guarnecida y enlucida por ambas caras.	$E = 1.5 + 24 + 1.5 = 27 \text{ cm.}$ $M = 364 \text{ Kg/m}^2$	$C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 13	1/2 pié de ladrillo cerámico perforado guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 14 + 1.5 = 17 \text{ cm.}$ $M = 250 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	



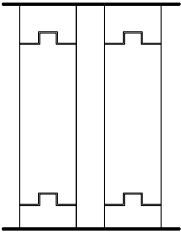
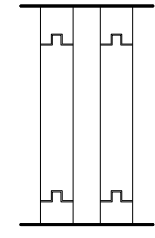
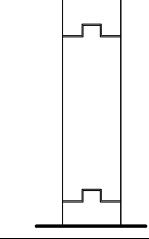
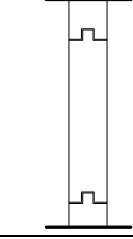
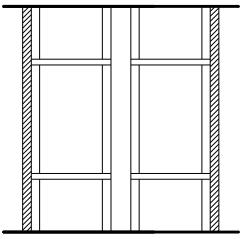
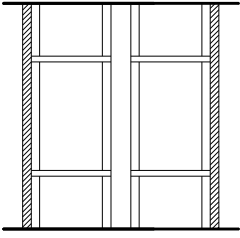
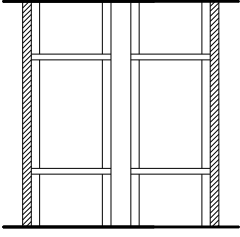


	HR-SA 14	Cítara de ladrillo cerámico perforado guarnecida y enlucida por ambas caras.	$E = 1.5 + 11.5 + 1.5 = 14.5$ cm. $M = 202$ Kg/m <sup>2</sup>	E <sub>A</sub>	
		<b>Paredes de ladrillo cerámico macizo</b>			
	HR-SA 15	Doble pared de pié de ladrillo cerámico macizo, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 29 + 5 + 29 + 1.5 = 66$ cm. $M = 1.034$ Kg/m <sup>2</sup>	A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA 16	Doble pared de asta de ladrillo cerámico macizo, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 24 + 5 + 24 + 1.5 = 56$ cm. $M = 858$ Kg/m <sup>2</sup>	A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA 17	Doble pared de 1/2 pié de ladrillo cerámico macizo, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 14 + 5 + 14 + 1.5 = 36$ cm. $M = 662$ Kg/m <sup>2</sup>	A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA 18	1 pié de ladrillo cerámico macizo guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 29 + 1.5 = 32$ cm. $M = 532$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA 19	Doble pared de cítara de ladrillo cerámico macizo, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 11.5 + 5 + 11.5 + 1.5 = 31$ cm. $M = 454$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA 20	Asta de ladrillo cerámico macizo guarnecida y enlucida por ambas caras.	$E = 1.5 + 24 + 1.5 = 27$ cm. $M = 444$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	

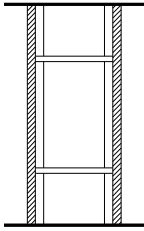
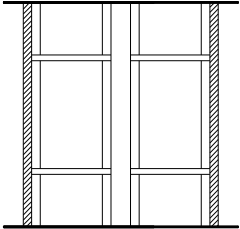
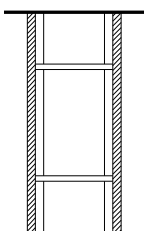
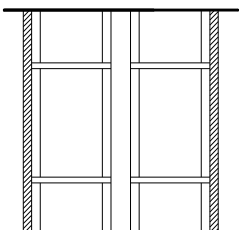
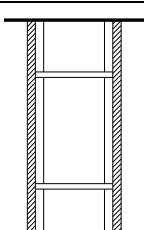
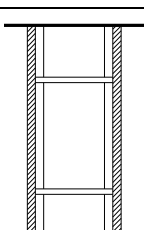
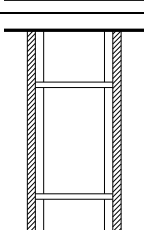


	HR-SA 21	1/2 pie de ladrillo cerámico macizo guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 14 + 1.5 = 17 \text{ cm.}$ $M = 286 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 22	Cítara de ladrillo cerámico macizo guarnecida y enlucida por ambas caras.	$E = 1.5 + 11.5 + 1.5 = 14.5 \text{ cm.}$ $M = 242 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
<b>Paredes de ladrillo silicocalcáreo</b>					
	HR-SA 23	Doble pared de asta de ladrillo silicocalcáreo, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 24 + 5 + 24 + 1.5 = 56 \text{ cm.}$ $M = 938 \text{ Kg/m}^2$	$A_A, B_A, C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 24	Asta de ladrillo silicocalcáreo guarnecida y enlucida por ambas caras.	$E = 1.5 + 24 + 1.5 = 27 \text{ cm.}$ $M = 484 \text{ Kg/m}^2$	$B_A, C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 25	Doble pared de cítara de ladrillo silicocalcáreo, formando cámara de 5 cm. de espesor, con las caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 11.5 + 5 + 11.5 + 1.5 = 31 \text{ cm.}$ $M = 474 \text{ Kg/m}^2$	$B_A, C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 26	Cítara de ladrillo silicocalcáreo guarnecida y enlucida por ambas caras.	$E = 1.5 + 11.5 + 1.5 = 14.5 \text{ cm.}$ $M = 252 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
<b>Placas de escayola</b>					

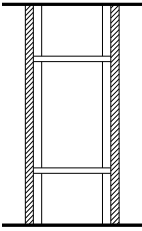

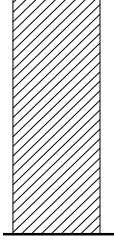

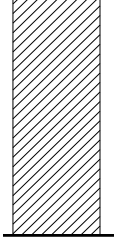
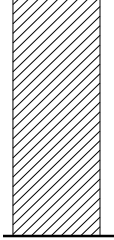



	HR-SA 27	Doble tabique de placas de escayola de 10 cm. de espesor, formando cámara de 5 cm.	$E = 10 + 5 + 10 = 25 \text{ cm.}$ $M = 182 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 28	Doble tabique de placas de escayola de 6 cm. de espesor, formando cámara de 5 cm.	$E = 6 + 5 + 6 = 17 \text{ cm.}$ $M = 120 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 29	Tabique de placas de escayola de 10 cm. de espesor.	$E = 10 \text{ cm.}$ $M = 91 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 30	Tabique de placas de escayola de 6 cm. de espesor.	$E = 6 \text{ cm.}$ $M = 60 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
<b>Paredes de bloques de hormigón</b>					
	HR-SA 31	Doble pared de bloques de hormigón de 19 cm., formando cámara de 5 cm. de espesor, con las dos caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 19 + 5 + 19 + 1.5 = 46 \text{ cm.}$ $M = 510 \text{ Kg/m}^2$	$B_A, C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 32	Doble pared de bloques de hormigón de 14 cm., formando cámara de 5 cm. de espesor, con las dos caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 14 + 5 + 14 + 1.5 = 36 \text{ cm.}$ $M = 420 \text{ Kg/m}^2$	$C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 33	Doble pared de bloques de hormigón de 11 cm., formando cámara de 5 cm. de espesor, con las dos caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 11 + 5 + 11 + 1.5 = 30 \text{ cm.}$ $M = 390 \text{ Kg/m}^2$	$C_A, D_A, E_A$	

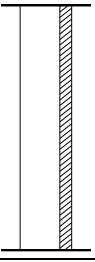
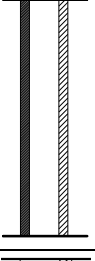
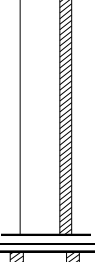
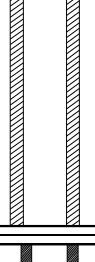
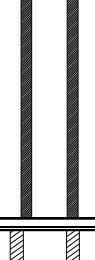
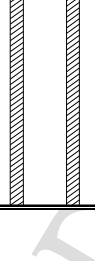


	HR-SA 34	Pared de bloques de hormigón de 29 cm., guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 29 + 1.5 = 32 \text{ cm.}$ $M = 370 \text{ Kg/m}^2$	$C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 35	Doble tabique de bloques de hormigón de 9 cm., formando cámara de 5 cm. de espesor, con las dos caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 9 + 5 + 9 + 1.5 = 26 \text{ cm.}$ $M = 300 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 36	Pared de bloques de hormigón de 19 cm., guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 19 + 1.5 = 22 \text{ cm.}$ $M = 270 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 37	Doble tabique de bloques de hormigón de 6.5 cm., formando cámara de 5 cm. de espesor, con las dos caras exteriores guarnecidas y enlucidas.	$E = 1.5 + 6.5 + 5 + 6.5 + 1.5 = 21 \text{ cm.}$ $M = 250 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 38	Pared de bloques de hormigón de 14 cm., guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 14 + 1.5 = 17 \text{ cm.}$ $M = 225 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 39	Tabique de bloques de hormigón de 11 cm., guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 11 + 1.5 = 14 \text{ cm.}$ $M = 210 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 40	Tabique de bloques de hormigón de 9 cm., guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 9 + 1.5 = 12 \text{ cm.}$ $M = 165 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	

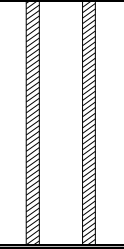
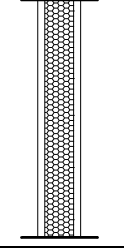
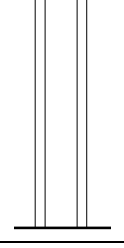
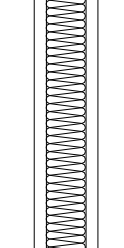
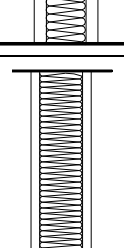
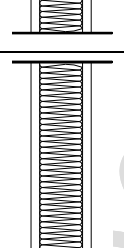


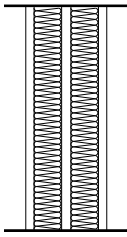
	HR-SA 41	Tabique de bloques de hormigón de 6.5 cm., guarnecido y enlucido por ambas caras.	$E = 1.5 + 6.5 + 1.5 = 9.5 \text{ cm.}$ $M = 140 \text{ Kg/m}^2$	E <sub>A</sub>	
		<b>Paredes de hormigón</b>			
	HR-SA 42	Pared o panel de hormigón de 30 cm. de espesor.	$E = 10 \text{ cm.}$ $M = 720 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA 43	Pared o panel de hormigón de 24 cm. de espesor.	$E = 24 \text{ cm.}$ $M = 570 \text{ Kg/m}^2$	B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA 44	Pared o panel de hormigón de 20 cm. de espesor.	$E = 20 \text{ cm.}$ $M = 470 \text{ Kg/m}^2$	B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA 45	Pared o panel de hormigón de 18 cm. de espesor.	$E = 18 \text{ cm.}$ $M = 420 \text{ Kg/m}^2$	C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA 46	Pared o panel de hormigón de 14 cm. de espesor.	$E = 14 \text{ cm.}$ $M = 320 \text{ Kg/m}^2$	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 47	Pared o panel de hormigón de 10 cm. de espesor.	$E = 10 \text{ cm.}$ $M = 220 \text{ Kg/m}^2$	E <sub>A</sub>	



		Paredes de termoarcilla			
	HR-SA 48	Pared de bloque de arcilla aligerada de 30 cm. de espesor, guarnecida y enlucida por una cara.	$E = 1.5 + 30 = 31.5 \text{ cm.}$ $M = 381 \text{ Kg/m}^2$	$C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 49	Pared de bloque de arcilla aligerada de 29 cm. de espesor, enfoscada por su cara exterior, y guarnecida y enlucida por su interior.	$E = 1.5 + 29 + 1.5 = 32 \text{ cm.}$ $M = 325 \text{ Kg/m}^2$	$C_A, D_A, E_A$	
	HR-SA 50	Pared de bloque de arcilla aligerada de 19 cm. de espesor, guarnecida y enlucida por una cara.	$E = 1.5 + 19 = 20.5 \text{ cm.}$ $M = 264 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 51	Pared de bloque de arcilla aligerada de 24 cm. de espesor, guarnecida y enlucida por las dos caras.	$E = 1.5 + 24 + 1.5 = 27 \text{ cm.}$ $M = 255 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 52	Pared de bloque de arcilla aligerada de 14 cm. de espesor, enfoscada por ambas caras.	$E = 1.5 + 14 + 1.5 = 17 \text{ cm.}$ $M = 180 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	
	HR-SA 53	Pared de bloque de arcilla aligerada de 14 cm. de espesor, guarnecida y enlucida por ambas caras.	$E = 1.5 + 14 + 1.5 = 17 \text{ cm.}$ $M = 178.90 \text{ Kg/m}^2$	$E_A$	



	HR-SA 54	Pared de bloque de arcilla aligerada de 13.5 cm. de espesor, guarnecida y enlucida por ambas caras.	$E = 1.5 + 13.5 + 1.5 = 16.5$ cm. $M = 175$ Kg/m <sup>2</sup>	E <sub>A</sub>	
<b>Paredes de cartón yeso</b>					
	HR-SA 55	Tabique de doble placa de cartón yeso de 10 mm. de espesor, con trillaje de nido de abeja intermedio de 40 mm.	$E = 1 + 4 + 1 = 6$ cm. $M = 18$ Kg/m <sup>2</sup>	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 56	Tabique de doble placa de cartón yeso de 13 mm. de espesor, formando cámara de 46 mm.	$E = 1.3 + 4.6 + 1.3 = 7.2$ cm. $M = 21.50$ Kg/m <sup>2</sup>	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 57	Tabique de doble placa de cartón yeso de 13 mm. de espesor, formando cámara de 46 mm., rellena de fibra de vidrio.	$E = 1.3 + 4.6 + 1.3 = 7.2$ cm. $M = 22$ Kg/m <sup>2</sup>	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 58	Tabique de doble placa de cartón yeso de 15 mm. de espesor, formando cámara de 70 mm., rellena de lana de roca.	$E = 1.5 + 7 + 1.5 = 10$ cm. $M = 24.8$ Kg/m <sup>2</sup>	E <sub>A</sub>	
	HR-SA 59	Tabique de doble placa de cartón yeso de 13 mm. de espesor, formando cámara de 140 mm., rellena de lana de roca.	$E = 1.3 + 14 + 1.3 = 16.6$ cm. $M = 26$ Kg/m <sup>2</sup>	C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	

	HR-SA 60	Tabique de triple placa de cartón yeso de 13 mm. de espesor, formando cámaras de 50 mm. de espesor, rellenas de lana de roca.	$E = 1.3 + 5 + 1.3 + 5 + 1.3 = 13.9 \text{ cm.}$ $M = 46 \text{ Kg/m}^2$	$C_A, D_A, E_A$	
---	----------	---	---	-----------------	--

- (1) E: espesor (cm);  
 M: masa por unidad de superficie ( $\text{Kg/m}^2$ ).

#### IV.1.1 Observaciones y limitaciones generales de uso

- 1 El tabique o pared divisoria cubrirá toda la superficie del hueco, tanto en su horizontal como entre forjados. La unión con el forjado superior se realizará mediante la interposición de un elemento aislante, tal que no proporcione una continuidad estructural; siempre que éste no tenga una función estructural.
- 2 En estancias cuya profundidad respecto a la partición sea inferior a 3 m.; ya que el paso desde R' hasta  $D_{nT,A}$  para el aislamiento a ruido aéreo, implica un término correctivo que se puede expresar como  $+10 \log h$ , en que h es la profundidad de la habitación en sentido perpendicular al divisorio separador referida a 3 m, (h = profundidad/3 m). Esta corrección supone que al disminuir la profundidad de la habitación respecto a los 3 m se reduce o empeora su aislamiento.
- 3 En el caso de utilizar como separación de edificios una solución basada en doble capa de albañilería, cada capa tendrá una masa no inferior a  $200 \text{ Kg/m}^2$ .
- 4 En los casos de paredes de una capa de albañilería y otra blanda a la flexión la hoja blanda a la flexión no debe tener uniones rígidas con la hoja de albañilería, y estar separada de ésta un número de centímetros superior al cociente ( $100/m$ ), en donde m es la masa de la capa, en  $\text{kg/m}^2$ .
- 5 En las particiones formadas por dos o más paredes simples, de montaje en seco, constituidas por elementos blandos a la flexión, tales como fibras o virutas aglomeradas, yeso-cartón, etc., en orden a conseguir la máxima eficacia con este tipo de paramentos, se establecen las siguientes recomendaciones:
  - a) cada hoja estará soportada por elementos independientes entre sí, incluso en el perímetro;
  - b) la separación d, en cm, entre ambas hojas debe cumplir la siguiente expresión en la que  $m_1$  y  $m_2$ , son las masas de las hojas expresadas en  $\text{kg/m}^2$ :
 
$$d \geq 100 \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \quad [\text{cm}] \quad (\text{IV.1})$$
  - c) la cámara debe albergar un material poroso no rígido, acústicamente absorbente;
  - d) el conjunto debe ser estanco al aire.
- 6 Su aislamiento acústico se justificará exclusivamente mediante ensayo.
- 7 Para garantizar el aislamiento acústico entre recintos, excepto para los que sean de la misma unidad de uso, deben usarse puertas de entrada con los valores de aislamiento exigidos. No obstante pueden utilizarse puertas con valores RA de 33 dBA, como mínimo, incluido el marco, siempre que se interponga un local distribuidor, con una alta absorción (3 a 4  $\text{m}^2$  de absorción), seguido de otras puertas acústicas en de acceso a los locales inmediatos, con aislamiento acústico no inferior a 20 dBA. En este caso, el aislamiento puede considerarse como la suma de aislamientos más un término correctivo del vestíbulo interpuesto que se puede valorar en  $10 \log (S/A)$  siendo S la superficie del divisorio común y A la absorción equivalente, ambas en  $\text{m}^2$ .
- 8 En el caso de contener conductos que atraviesen la partición se adoptarán medidas especiales de forma que no se produzca un puente acústico que facilite la transmisión del ruido aéreo.

## IV.2 Fachadas

- 1 Se incluye la siguiente tabla para mostrar la nomenclatura utilizada en la asignación de soluciones aceptadas a las distintas situaciones de aislamiento especificadas en las exigencias:





Tabla IV.4 Identificación de validez de soluciones para ruido aéreo en fachadas.

Aislamiento entre:	Niveles de aislamiento:	Identificador
Recinto habitable-exterior. Predominio ruido aeronaves / ferroviario	> 32 dBA	A <sub>F</sub> <sup>(1)</sup>
Recinto habitable-exterior. Predominio ruido de tráfico	> 30 dBA	B <sub>F</sub>


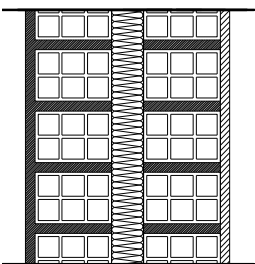
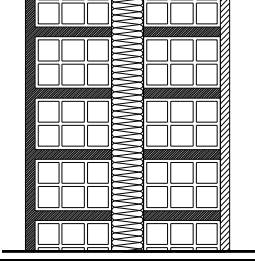
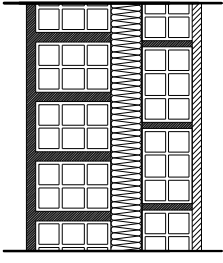
(1) Identificador <sub>F</sub>: Identificador para solución constructiva contra ruido aéreo en fachadas.

- 2 La siguiente tabla indica las limitaciones particulares a tener en cuenta para las distintas soluciones constructivas, junto a la nomenclatura empleada en su identificación:

Tabla IV.5 Identificación de limitaciones a tener en cuenta al utilizar una determinada solución constructiva.

Identificador	Limitaciones
L <sub>1</sub>	
L <sub>2</sub>	
L <sub>3</sub>	
L <sub>4</sub>	
L <sub>5</sub>	

Tabla IV.6 Soluciones aceptadas para fachadas.

Esquema	Tipo	Soluciones constructivas	Parámetros	Aceptada para:	Limitaciones
		<b>Ladrillo cerámico hueco:</b>			
	HR-SA 61	Fachada de dos hojas de 1/2 pie de ladrillo cerámico hueco, la exterior enfoscada, y la interior guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 1.5 + 14 + 5 + 14 + 1.5 = 36 \text{ cm.}$ $M = 246 \text{ Kg/m}^2$ <sup>(1)</sup>	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 62	Fachada de doble cítara de ladrillo cerámico hueco, la exterior enfoscada, y la interior guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 1.5 + 11.5 + 5 + 11.5 + 1.5 = 31 \text{ cm.}$ $M = 232 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 63	Fachada de dos hojas de ladrillo cerámico hueco, la exterior de 1/2 pie enfoscado, y la interior de tabicón de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 1.5 + 14 + 5 + 9 + 1.5 = 31 \text{ cm.}$ $M = 217 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	

	HR-SA 64	Fachada de dos hojas de ladrillo cerámico hueco, la exterior de cítara enfoscada, y la interior de tabicón de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 1.5 + 11.5 + 5 + 9 + 1.5 = 28.5 \text{ cm.}$ $M = 205 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 65	Fachada de dos hojas de ladrillo cerámico hueco, la exterior de 1/2 pie enfoscado, y la interior de tabique de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 1.5 + 14 + 5 + 4 + 1.5 = 26 \text{ cm.}$ $M = 182 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 66	Fachada de dos hojas de ladrillo cerámico hueco, la exterior de cítara enfoscada, y la interior de tabique de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 1.5 + 11.5 + 5 + 4 + 1.5 = 23.5 \text{ cm.}$ $M = 170 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
		<b>Fábrica de ladrillo cerámico perforado:</b>			
	HR-SA 67	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo cerámico, la exterior de 1 pie de perforado, y la interior de tabicón de ladrillo de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 29 + 5 + 9 + 1.5 = 44.5 \text{ cm.}$ $M = 504 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 68	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo cerámico, la exterior de 1 pie de perforado, y la interior de tabique de ladrillo de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 29 + 5 + 4 + 1.5 = 39.5 \text{ cm.}$ $M = 469 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	



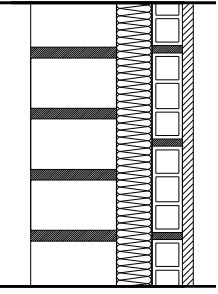
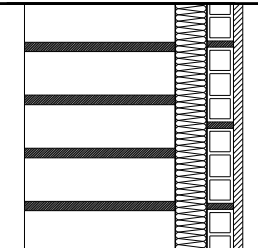
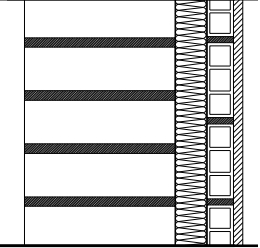
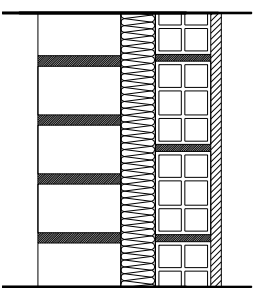
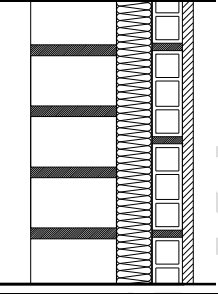
	HR-SA 69	Fachada de dos hojas de 1/2 pie de fabrica de ladrillo cerámico perforado, la interior guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 14 + 5 + 14 + 1.5 = 34.5 \text{ cm.}$ $M = 455 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 70	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo cerámico, la exterior de un asta de ladrillo perforado, y la interior de tabicón de ladrillo de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 24 + 5 + 9 + 1.5 = 39.5 \text{ cm.}$ $M = 408 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 71	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo cerámico, la exterior de un asta de ladrillo perforado, y la interior de tabique de ladrillo de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 24 + 5 + 4 + 1.5 = 34.5 \text{ cm.}$ $M = 373 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 72	Fachada de dos cítaras de fabrica de ladrillo cerámico perforado, la interior guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 11.5 + 5 + 11.5 + 1.5 = 29.5 \text{ cm.}$ $M = 359 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 73	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de cítara de ladrillo cerámico perforado, y la interior de tabicón de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 11.5 + 5 + 9 + 1.5 = 27 \text{ cm.}$ $M = 246 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 74	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de 1/2 pie de ladrillo perforado, y la interior de tabicón de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 14 + 5 + 9 + 1.5 = 29.5 \text{ cm.}$ $M = 217 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	

	HR-SA 75	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de cítara de ladrillo cerámico perforado, y la interior de tabique de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 11,5 + 5 + 4 + 1,5 = 22 \text{ cm.}$ $M = 211 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>		
	HR-SA 76	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de 1/2 pié de ladrillo perforado, y la interior de tabique de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 14 + 5 + 4 + 1,5 = 24,5 \text{ cm.}$ $M = 182 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>		
		<b>Fábrica de ladrillo cerámico macizo:</b>				
	HR-SA 77	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo cerámico macizo de 1/2 pié, la interior guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 14 + 5 + 14 + 1,5 = 34,5 \text{ cm.}$ $M = 527 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>		
	HR-SA 78	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo cerámico, la exterior de 1 pié de macizo, y la interior de tabicón de ladrillo de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 29 + 5 + 9 + 1,5 = 44,5 \text{ cm.}$ $M = 504 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>		
	HR-SA 79	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo cerámico, la exterior de un asta de ladrillo macizo, y la interior de tabicón de ladrillo de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 24 + 5 + 9 + 1,5 = 39,5 \text{ cm.}$ $M = 488 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>		



	HR-SA 80	<p>Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo cerámico, la exterior de 1 pié de macizo, y la interior de tabique de ladrillo de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.</p>	$E = 29 + 5 + 4 + 1.5 = 39.5 \text{ cm.}$ $M = 469 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 81	<p>Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo cerámico, la exterior de un asta de ladrillo macizo, y la interior de tabique de ladrillo de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.</p>	$E = 24 + 5 + 4 + 1.5 = 34.5 \text{ cm.}$ $M = 453 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 82	<p>Fachada de dos citaras de fabrica de ladrillo cerámico macizo, la interior guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.</p>	$E = 11.5 + 5 + 11.5 + 1.5 = 29.5 \text{ cm.}$ $M = 439 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 83	<p>Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de 1/2 pié de ladrillo macizo, y la interior de tabicón de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.</p>	$E = 14 + 5 + 9 + 1.5 = 29.5 \text{ cm.}$ $M = 330 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 84	<p>Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de 1/2 pié de ladrillo macizo, y la interior de tabique de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.</p>	$E = 14 + 5 + 4 + 1.5 = 24.5 \text{ cm.}$ $M = 295 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 85	<p>Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de cítara de ladrillo cerámico macizo, y la interior de tabicón de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.</p>	$E = 11.5 + 5 + 9 + 1.5 = 27 \text{ cm.}$ $M = 286 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	



	HR-SA 86	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de cítera de ladrillo cerámico macizo, y la interior de tabique de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante intermedio.	$E = 11,5 + 5 + 4 + 1,5 = 22 \text{ cm.}$ $M = 254 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
		<b>Fábrica de ladrillo silicocalcáreo:</b>			
	HR-SA 87	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de un asta de ladrillo silicocalcáreo, y la interior de tabicón de ladrillo de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 24 + 5 + 9 + 1,5 = 39,5 \text{ cm.}$ $M = 508 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 88	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de un asta de ladrillo silicocalcáreo, y la interior de tabique de ladrillo de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 24 + 5 + 4 + 1,5 = 34,5 \text{ cm.}$ $M = 473 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 89	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de cítera de ladrillo silicocalcáreo, y la interior de tabicón de hueco doble guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 11,5 + 5 + 9 + 1,5 = 27 \text{ cm.}$ $M = 296 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 90	Fachada de dos hojas de fabrica de ladrillo, la exterior de cítera de ladrillo silicocalcáreo, y la interior de tabique de hueco sencillo guarnecido y enlucido, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 11,5 + 5 + 4 + 1,5 = 22 \text{ cm.}$ $M = 261 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
		<b>Fábrica de bloques de hormigón:</b>			





	HR-SA 91	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón de 29 cm de espesor, la interior de 14 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 29 + 5 + 14 + 1.5 = 49.5 \text{ cm.}$ $M = 565 \text{ Kg/m}^2$	$A_F, B_F$	
	HR-SA 92	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón, la exterior de 29 cm de espesor, y la interior de 11 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 29 + 5 + 11 + 1.5 = 46.5 \text{ cm.}$ $M = 550 \text{ Kg/m}^2$	$A_F, B_F$	
	HR-SA 93	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón, la exterior de 29 cm de espesor, y la interior de 9 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 29 + 5 + 9 + 1.5 = 44.5 \text{ cm.}$ $M = 505 \text{ Kg/m}^2$	$A_F, B_F$	
	HR-SA 94	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón, la exterior de 29 cm de espesor, y la interior de 6.5 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 29 + 5 + 6.5 + 1.5 = 42 \text{ cm.}$ $M = 480 \text{ Kg/m}^2$	$A_F, B_F$	
	HR-SA 95	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón de 19 cm de espesor, y la interior de 14 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 19 + 5 + 14 + 1.5 = 39.5 \text{ cm.}$ $M = 465 \text{ Kg/m}^2$	$A_F, B_F$	
	HR-SA 96	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón, la exterior de 19 cm de espesor, y la interior de 11 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 19 + 5 + 11 + 1.5 = 36.5 \text{ cm.}$ $M = 450 \text{ Kg/m}^2$	$A_F, B_F$	



	HR-SA 97	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón de 14 cm de espesor, la interior guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 14 + 5 + 14 + 1.5 = 34.5 \text{ cm.}$ $M = 420 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 98	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón, la exterior de 14 cm de espesor, y la interior de 11 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 14 + 5 + 11 + 1.5 = 31.5 \text{ cm.}$ $M = 405 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 99	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón, la exterior de 19 cm de espesor, y la interior de 9 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 19 + 5 + 9 + 1.5 = 34.5 \text{ cm.}$ $M = 405 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 100	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón, la exterior de 19 cm de espesor, y la interior de 6.5 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm, de espesor con material aislante.	$E = 19 + 5 + 6.5 + 1.5 = 32 \text{ cm.}$ $M = 380 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 101	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón, la exterior de 14 cm de espesor, y la interior de 9 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 14 + 5 + 9 + 1.5 = 29.5 \text{ cm.}$ $M = 360 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	
	HR-SA 102	Fachada de dos hojas de fabrica de bloques de hormigón, la exterior de 14 cm de espesor, y la interior de 6.5 cm guarnecida y enlucida, formando cámara de 5 cm de espesor, con material aislante.	$E = 14 + 5 + 6.5 + 1.5 = 27 \text{ cm.}$ $M = 335 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub>	

- (1) E: espesor (cm);  
M: masa por unidad de superficie (Kg/m<sup>2</sup>).





## IV.2.1 Observaciones y limitaciones generales de uso

- 1 Las soluciones aceptadas se refieren a las partes ciegas de las fachadas. La relación entre el área de las puertas y las ventanas con respecto al de la fachada es decisivo a la hora de mantener la prestación de aislamiento acústico.
- 2 En la valoración del aislamiento acústico proporcionado por las puertas y ventanas debe tenerse en cuenta el sistema completo, marco, contramarco, acristalamiento, caja de persianas, etc.
- 3 No podrá utilizarse sin una justificación adicional, carpinterías de clase inferior a A3, con vidrio sencillo de 8 mm. y relación de área total de fachada huecos igual a 3 o superior. Los acristalamientos aislantes térmicos con cavidad interpuesta y sellado perimetral pueden a efectos de esta simplificación considerarse equivalentes a los de vidrio monolítico del mismo espesor total.
- 4 Los retranqueos y el uso de balconadas con petos y soffitos absorbentes aportan un incremento de aislamiento frente al ruido exterior que se puede considerar como una contribución de hasta 3dB. Los soffitos reflectantes, por el contrario, pueden producir pérdidas de aislamiento, por lo que no se recomienda su uso.
- 5 Cuando se utilicen fachadas compuestas por más de una hoja, en las zonas colindantes con recintos que no sean de la misma unidad de uso, se romperá la continuidad de la cámara mediante la interposición de un elemento que asegure el cumplimiento de la exigencia del aislamiento entre estos recintos.

## IV.3 Cubiertas

- 1 Se incluye la siguiente tabla para mostrar la nomenclatura utilizada en la asignación de soluciones aceptadas a las distintas situaciones de aislamiento especificadas en las exigencias:

**Tabla IV.7 Identificación de validez de soluciones para ruido aéreo en cubiertas.**

Aislamiento entre:	Niveles de aislamiento:	Identificador
Recinto habitable-exterior. Predominio ruido aeronaves / ferroviario	> 32 dBA	A <sub>C</sub> <sup>(1)</sup>
Recinto habitable-exterior. Predominio ruido de tráfico	> 30 dBA	B <sub>C</sub>

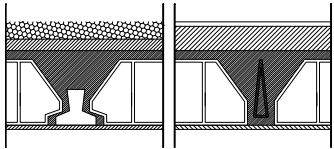
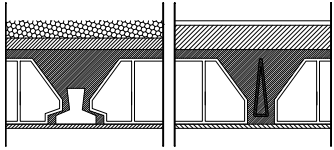
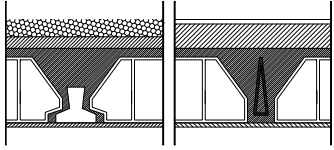
<sup>(1)</sup> Identificador <sub>C</sub>: Identificador para solución constructiva contra ruido aéreo en cubiertas.

- 2 La siguiente tabla indica las limitaciones particulares a tener en cuenta para las distintas soluciones constructivas, junto a la nomenclatura empleada en su identificación:

**Tabla IV.8 Identificación de limitaciones a tener en cuenta al utilizar una determinada solución constructiva.**

Identificador	Limitaciones
L <sub>1</sub>	
L <sub>2</sub>	
L <sub>3</sub>	
L <sub>4</sub>	
L <sub>5</sub>	

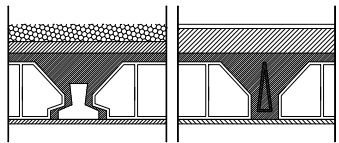
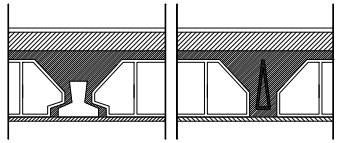
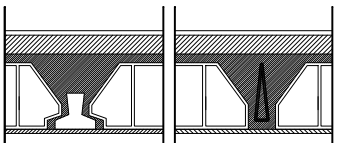
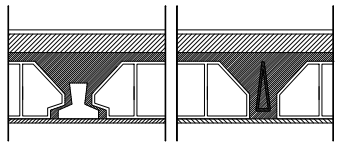
**Tabla IV.9 Soluciones aceptadas para cubiertas.**

Esquema	Tipo	Soluciones constructivas	Parámetros	Aceptada para:	Limitaciones
<b>Forjado cerámico</b>					
	HR-SA 103	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 35 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado cerámico plano, de 35 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 35 + 10 = 46.5 \text{ cm.}$ $M = 445 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>i</sub>	
	HR-SA 104	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 33 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado cerámico plano, de 33 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 33 + 10 = 44.5 \text{ cm.}$ $M = 425 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>i</sub>	
	HR-SA 105	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 30 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado cerámico plano, de 30 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5 \text{ cm.}$ $M = 405 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>i</sub>	



	<p>HR-SA 106</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 35 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre forjado cerámico plano, de 35 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 35 + 10 = 34.5 \text{ cm.}</math>  <math>M = 395 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>	
	<p>HR-SA 107</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 28 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado cerámico plano, de 28 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 28 + 10 = 39.5 \text{ cm.}</math>  <math>M = 385 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>	
	<p>HR-SA 108</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 33 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre forjado cerámico plano, de 33 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 33 + 8 = 42.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 375 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>	
	<p>HR-SA 109</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 25 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado cerámico plano, de 25 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 25 + 10 = 36.5 \text{ cm.}</math>  <math>M = 365 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>	

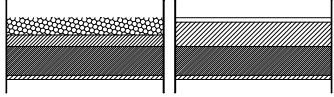
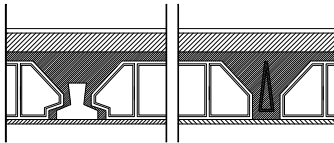
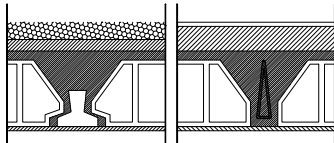
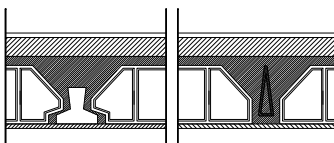


	HR-SA 110	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 23 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado cerámico plano, de 23 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 23 + 10 = 34.5 \text{ cm}$ $M = 355 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 111	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 23 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado cerámico plano, de 23 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 23 + 10 = 34.5 \text{ cm}$ $M = 35.5 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 112	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 30 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre forjado cerámico plano, de 30 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 30 + 8 = 39.5 \text{ cm}$ $M = 355 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 113	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 28 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre forjado cerámico plano, de 28 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 28 + 8 = 37.5 \text{ cm}$ $M = 335 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	



	<p>HR-SA 114</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado cerámico inclinado, de 25 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre forjado cerámico plano, de 25 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 25 + 8 = 34.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 315 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>		
		<p><b>Forjado de hormigón</b></p>				
	<p>HR-SA 115</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 35 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado de hormigón plano, de 35 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 35 + 10 = 46.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 515 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>		
	<p>HR-SA 116</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 33 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado de hormigón plano, de 33 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 33 + 10 = 44.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 495 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>		
	<p>HR-SA 117</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 30 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado de hormigón plano, de 30 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 465 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>		



	HR-SA 118	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 35 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre forjado de hormigón plano, de 35 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 35 + 8 = 44.5 \text{ cm.}$ $M = 465 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>i</sub>	
	HR-SA 119	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 28 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado de hormigón plano, de 28 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 28 + 10 = 39.5 \text{ cm}$ $M = 445 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>i</sub>	
	HR-SA 120	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 33 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre forjado de hormigón plano, de 33 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 33 + 8 = 42.5 \text{ cm}$ $M = 445 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C	
	HR-SA 121	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 25 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado de hormigón plano, de 25 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 25 + 10 = 36.5 \text{ cm}$ $M = 415 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>i</sub>	



	<p>HR-SA 122</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 30 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre forjado de hormigón plano, de 30 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 30 + 8 = 39.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 415 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>	
	<p>HR-SA 123</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 23 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado de hormigón plano, de 23 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 23 + 10 = 34.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 395 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>	
	<p>HR-SA 124</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 28 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre forjado de hormigón plano, de 28 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 28 + 8 = 37.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 395 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>	
	<p>HR-SA 125</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 25 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre forjado de hormigón plano, de 25 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 25 + 8 = 34.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 365 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>i</sub></p>	



	HR-SA 126	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 20 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado de hormigón plano, de 20 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 20 + 10 = 31.5 \text{ cm.}$ $M = 355 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>		
	HR-SA 127	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado de 23 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre forjado de hormigón plano de 23 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 23 + 8 = 32.5 \text{ cm}$ $M = 345 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>		
	HR-SA 128	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado de hormigón inclinado, de 20 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre forjado de hormigón plano, de 20 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 20 + 8 = 29.5 \text{ cm}$ $M = 305 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>		
		<b>Losa de hormigón</b>				
	HR-SA 129	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 30 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 30 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5 \text{ cm}$ $M = 865 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>		





	<p>HR-SA 130</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 28 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 28 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 28 + 10 = 39.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 815 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 131</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 30 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 30 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 30 + 8 = 39.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 815 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 132</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 26 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 26 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 26 + 10 = 37.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 765 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 133</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 28 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 28 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 28 + 8 = 37.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 765 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	



	HR-SA 134	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 24 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 24 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 24 + 10 = 35.5 \text{ cm}$ $M = 715 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 135	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 26 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 26 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 26 + 8 = 35.5 \text{ cm}$ $M = 715 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 136	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 22 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 22 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 22 + 10 = 33.5 \text{ cm}$ $M = 665 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 137	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 24 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 24 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 24 + 8 = 33.5 \text{ cm}$ $M = 665 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	



	<p>HR-SA 138</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 20 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 20 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 20 + 10 = 31.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 615 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 139</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 22 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 22 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 22 + 8 = 31.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 615 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 140</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 18 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 18 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 18 + 10 = 29.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 565 \text{ Kg/m}</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 141</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 20 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 20 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 20 + 8 = 29.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 565 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	

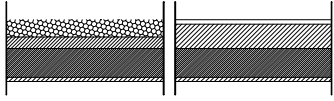
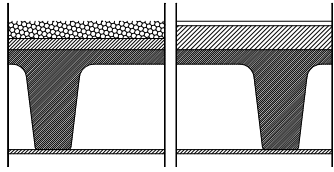
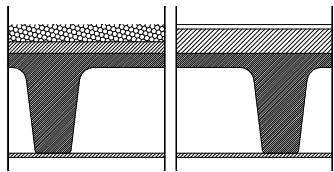
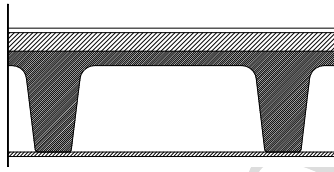


	HR-SA 142	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 16 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 16 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 16 + 10 = 27.5 \text{ cm.}$ $M = 515 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 143	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 18 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 18 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 18 + 8 = 27.5 \text{ cm.}$ $M = 515 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 144	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 14 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 14 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 14 + 10 = 25.5 \text{ cm.}$ $M = 465 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 145	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 16 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 16 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 16 + 8 = 25.5 \text{ cm.}$ $M = 465 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	



	<p>HR-SA 146</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 12 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 12 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 12 + 10 = 23.5</math> cm.  <math>M = 415</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 147</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 14 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 14 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 14 + 8 = 23.5</math> cm.  <math>M = 415</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 148</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 10 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre losas de hormigón plano, de 10 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 10 + 10 = 21.5</math> cm  <math>M = 365</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 149</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 12 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 12 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 12 + 8 = 21.5</math> cm  <math>M = 365</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	



	HR-SA 150	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre losa de hormigón inclinada, de 10 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre losas de hormigón plano, de 10 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 10 + 8 = 19.5 \text{ cm.}$ $M = 315 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
<b>Forjado reticular</b>					
	HR-SA 151	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado reticular inclinado, de 35 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado reticular plano, de 35 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 35 + 10 = 46.5 \text{ cm}$ $M = 475 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 152	Cubierta de 100 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado reticular inclinado, de 30 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado reticular plano, de 30 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5 \text{ cm}$ $M = 435 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	
	HR-SA 153	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado reticular inclinado, de 35 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre forjado reticular plano, de 35 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 35 + 8 = 44.5 \text{ cm}$ $M = 425 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>I</sub>	



	<p>HR-SA 154</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado reticular inclinado, de 25 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado reticular plano, de 25 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 25 + 10 = 36.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 385 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 155</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado reticular inclinado, de 30 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre forjado reticular plano, de 30 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 30 + 8 = 39.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 385 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 156</p>	<p>Cubierta de 100 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado reticular inclinado, de 20 cm de espesor, o plana de 100 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, con pavimento fijo o flotante, o con protección pesada, o ajardinada sobre forjado reticular plano, de 20 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 20 + 10 = 31.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 335 \text{ Kg/m}^2</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	
	<p>HR-SA 157</p>	<p>Cubierta de 50 Kg/m<sup>2</sup> sobre forjado reticular inclinado, de 25 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m<sup>2</sup>, transitable o no, sobre forjado reticular plano, de 25 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.</p>	<p><math>E = 1.5 + 25 + 8 = 34.5 \text{ cm}</math>  <math>M = 335 \text{ Kg/m}</math></p>	<p>A<sub>F</sub>, B<sub>F</sub>                  C<sub>I</sub></p>	



	HR-SA 158	Cubierta de 50 Kg/m <sup>2</sup> sobre forjado reticular inclinado, de 20 cm de espesor, o plana de 50 Kg/m <sup>2</sup> , transitable o no, sobre forjado reticular plano, de 20 cm de espesor, guarnecido y enlucido por su cara inferior en todos los casos.	$E = 1.5 + 20 + 8 = 29.5 \text{ cm}$ $M = 285 \text{ Kg/m}^2$	A <sub>F</sub> , B <sub>F</sub> C <sub>i</sub>	
--	-----------	---	--	---	--

- (1) E: espesor (cm);  
 M: masa por unidad de superficie (Kg/m<sup>2</sup>).

### IV.3.1 Observaciones y limitaciones generales de uso

- 1 En cubiertas inclinadas que separen una zona habitable del exterior si incluyen claraboyas, no podrá utilizarse sin una justificación adicional, carpinterías de clase inferior a A3, con vidrio sencillo de 8 mm. y relación de área total de fachada huecos igual a 3 o superior. Los acristalamientos aislantes térmicos con cavidad interpuesta y sellado perimetral pueden a efectos de esta simplificación considerarse equivalentes a los de vidrio monolítico del mismo espesor total.

## IV.4 Divisores horizontales

- 1 Se incluye la siguiente tabla para mostrar la nomenclatura utilizada en la asignación de soluciones aceptadas a las distintas situaciones de aislamiento especificadas en las exigencias.

**Tabla IV.10 Identificación de validez de soluciones para ruido aéreo en forjados.**

Aislamiento entre:	Niveles de aislamiento:	Identificador
Recinto habitable – recinto de actividad	> 60 dBA	A <sub>A</sub> <sup>(1)</sup>
Recinto habitable-recinto con instalaciones	> 55 dBA	B <sub>A</sub>
Recinto habitable – recinto común	> 50 dBA	C <sub>A</sub>
Recinto habitable-otro recinto, distinta unidad de uso	> 50 dBA	D <sub>A</sub>
Recintos habitables, misma unidad de uso	> 30 dBA	E <sub>A</sub>

- (1) Identificador A: Identificador para solución constructiva contra ruido aéreo.

### IV.4.1 Observaciones y limitaciones generales de uso

- 1 El requisito acústico determinante de los forjados es el nivel de ruido de impactos ya que resulta más restrictivo que el aislamiento a ruido aéreo.
- 2 Salvo justificación adicional, los divisores horizontales no podrán albergar instalaciones embudadas excepto cuando se disponga de falsos techos debidamente aislados de éstas.
- 3 Las soluciones aceptadas se incluyen en la sección HR-2 Protección contra el ruido de impactos, apartado IV Soluciones aceptadas de este DAC.





## V ENSAYO IN SITU

- 1 El método de medición "in situ" del Aislamiento a Ruido Aéreo será el especificado en la Norma UNE EN ISO – 140/4 – 97 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición "in situ" del aislamiento al ruido aéreo entre locales.
- 2 UNE EN ISO – 140/5 – 97 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Mediciones "in situ" del aislamiento acústico al ruido aéreo de las fachadas y de sus componentes.
- 3 ISO 717/1- 96 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.

DOCUMENTO DE TRABAJO

DOCUMENTO DE TRABAJO

**Sección HR 2**  
**Protección contra el ruido de impactos**



## Exigencias

Definidas en la Parte I del CTE:

### Artículo 48 Protección contra el ruido de impactos HR 2

- 1 Los elementos de separación horizontales situados entre recintos habitables o entre un recinto habitable y un recinto común del edificio, pertenecientes o no a una misma unidad de uso, deben tener unas características tales que, en conjunción con los elementos verticales limítrofes, proporcionen a los recintos habitables un aislamiento acústico al ruido de impactos adecuado.
- 2 Los elementos de separación horizontales situados entre un recinto habitable y otro que contiene instalaciones deben tener unas características tales que, en conjunción con los elementos verticales limítrofes, proporcionen al recinto habitable un aislamiento acústico al ruido de impactos adecuado.
- 3 Los elementos de separación horizontales situados entre un recinto habitable y un recinto común deben tener unas características tales que, en conjunción con los elementos verticales limítrofes, proporcionen un aislamiento acústico al ruido de impactos adecuado a cada recinto habitable colindante.
- 4 Los elementos de separación horizontales situados entre un recinto habitable y un recinto de actividad deben tener unas características tales que, en conjunción con los elementos verticales limítrofes, proporcionen a aquél un aislamiento acústico al ruido de impactos adecuado.
- 5 Los elementos de separación horizontales situados entre un recinto habitable y el exterior, cuando éste sea una cubierta transitable deben tener unas características tales que, en conjunción con los elementos verticales limítrofes, proporcionen a aquél un aislamiento acústico al ruido de impactos adecuado.
- 6 Las exigencias de los apartados anteriores se aplican a los elementos constructivos totalmente acabados es decir albergando las instalaciones del edificio, o incluyendo cualquier otra actuación que pueda modificar las características acústicas de dichos elementos.



# Índice

<b><u>I</u></b>	<b><u>GENERALIDADES</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>II</u></b>	<b><u>NIVELES DE AISLAMIENTO ACUSTICO A RUIDO DE IMPACTOS</u></b> .....	<b>9</b>
<b><u>III</u></b>	<b><u>MÉTODO DE PREDICCIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS</u></b> .....	<b>11</b>
	<b><u>III.1</u></b> <b><u>Introducción</u></b> .....	<b>11</b>
	<b><u>III.2</u></b> <b><u>Método de predicción</u></b> .....	<b>11</b>
<b><u>IV</u></b>	<b><u>SOLUCIONES ACEPTADAS</u></b> .....	<b>13</b>
	<b><u>IV.1</u></b> <b><u>Divisorios horizontales</u></b> .....	<b>13</b>
	<b><u>IV.1.1</u></b> <b><u>Observaciones y limitaciones generales de uso</u></b> .....	<b>29</b>
	<b><u>IV.2</u></b> <b><u>Cubiertas</u></b> .....	<b>29</b>
	<b><u>IV.2.1</u></b> <b><u>Observaciones y limitaciones generales de uso</u></b> .....	<b>30</b>
<b><u>V</u></b>	<b><u>ENSAYO IN SITU</u></b> .....	<b>31</b>



## I GENERALIDADES

- 1 En esta sección se incluyen los procedimientos y reglas técnicas que permiten comprobar que una solución cumple las exigencias expuestas anteriormente, así como posibles soluciones que se considera cumplen dichas exigencias.

DOCUMENTO DE TRABAJO



## II NIVELES DE AISLAMIENTO ACUSTICO A RUIDO DE IMPACTOS

- 1 El nivel (de presión) de ruido de impactos en un recinto habitable colindante verticalmente con otro también habitable o con un recinto común del edificio no será mayor que 65 dB.
- 2 El nivel (de presión) de ruido de impactos en un recinto habitable colindante verticalmente con un recinto de actividad o con un recinto en el que se alojen instalaciones o cualquier otro dispositivo que constituya una fuente de ruido necesaria para el funcionamiento del edificio, no será mayor que 60 dB.
- 3 El nivel (de presión) de ruido de impactos en un recinto habitable subyacente a una cubierta transitable no será mayor que 65 Db.

DOCUMENTO DE TRABAJO



## III MÉTODO DE PREDICCIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS

### III.1 Introducción

- 1 La predicción del aislamiento acústico que proporcionan los elementos del edificio se determina a partir de las propiedades acústicas de los productos y elementos constructivos que lo componen y se establecen en el proyecto.
- 2 La caracterización adecuada de las propiedades acústicas de los productos, se hará a partir de mediciones en el laboratorio, siguiendo los métodos que se indican en este DAC y que eliminan o minimizan las influencias ajenas a ellos.
- 3 Para determinar la contribución de las características geométricas y del sistema constructivo al aislamiento resultante se tendrán en cuenta las transmisiones acústicas indirectas por todos los caminos secundarios posibles, además de las transmisiones directas a través de los elementos constructivos compartidos, de acuerdo al método y los principios seguidos en la norma UNE EN 12354, parte 2.
- 4 La transmisión sonora tanto desde el exterior del edificio a un local del edificio, como entre dos locales de un edificio, se considera en el método que se produce siguiendo los caminos directos y los indirectos o por vía de flancos. Asimismo se admite que las transmisiones por los diferentes caminos son independientes entre sí.
- 5 Son *transmisiones directas* las que implican exclusivamente al elemento separador. Comprenden las debidas al sonido que incidiendo en el elemento separador es radiado por éste hacia el receptor, y las transmitidas, en forma de ruido aéreo, a través de partes del elemento separador, tales como rendijas, dispositivos de aire acondicionado, respiraderos, etc.
- 6 Son transmisiones indirectas todas las demás. Conviene distinguir entre *transmisiones indirectas por vía aérea*, tales como sistemas de ventilación, techos suspendidos, corredores etc., y *transmisiones indirectas por vía sólida*, tales como paredes, techos, suelos, etc.

### III.2 Método de predicción

- 1 El método de predicción del aislamiento acústico a ruido de impactos se define en el Anejo 3 de este DAC.



## IV SOLUCIONES ACEPTADAS

- 1 En este apartado se describen un conjunto de soluciones genéricas cuyo adecuado uso permite garantizar el cumplimiento de las exigencias del Código.
- 2 Con las precauciones que se indican, cuando procede, pueden combinarse entre sí dando un conjunto relativamente amplio de soluciones, que solamente abarcan soluciones clásicas contrastadas suficientemente.
- 3 Las siguientes soluciones se consideran aceptadas y suficientes para cumplir las exigencias de este DAC siempre que se observen las limitaciones establecidas en cada caso.
- 4 Las soluciones de aislamiento acústico que se indican corresponden a divisorios netos, carentes de elementos perturbadores que faciliten transmisiones indirectas, o directas, que mermen su eficacia. Puede perturbarse el aislamiento por:
  - a) conductos de aire acondicionado o de ventilación natural comunes al edificio;
  - b) anclajes de los conductos de calefacción, de gas etc. a los divisorios, de manera inadecuada;
  - c) empotramientos de cajas eléctricas, interruptores, de telefonía, u otras instalaciones.

### IV.1 Divisorios horizontales

- 1 Se incluye las siguientes tablas para mostrar la nomenclatura utilizada en la asignación de soluciones aceptadas a las distintas situaciones de aislamiento especificadas en las exigencias. Las soluciones se encuentran en este apartado por ser predominante el ruido de impactos.

**Tabla IV.1 Identificación de validez de soluciones para ruido aéreo en forjados.**

Aislamiento entre:	Niveles de aislamiento:	Identificador
Recinto habitable – recinto de actividad	> 60 dBA	A <sub>A</sub> <sup>(1)</sup>
Recinto habitable-recinto con instalaciones	> 55 dBA	B <sub>A</sub>
Recinto habitable – recinto común	> 50 dBA	C <sub>A</sub>
Recinto habitable-otro recinto, distinta unidad de uso	> 50 dBA	D <sub>A</sub>
Recintos habitables, misma unidad de uso	> 30 dBA	E <sub>A</sub>

(1) Identificador A: Identificador para solución constructiva contra ruido aéreo.

**Tabla IV.2 Identificación de validez de soluciones para ruido de impactos en forjados.**

Aislamiento entre:	Niveles de ruido de impacto:	Identificador
Recinto habitable – recinto de actividad ó con instalaciones	< 60 dB	A <sub>I</sub> <sup>(1)</sup>
Recinto habitable – recinto habitable ó común	< 65 dB	B <sub>I</sub>

(1) Identificador I: Identificador para solución constructiva contra ruido de impactos.

- 2 La siguiente tabla indica las limitaciones particulares a tener en cuenta para las distintas soluciones constructivas, junto a la nomenclatura empleada en su identificación:

**Tabla IV.3 Identificación de limitaciones a tener en cuenta al utilizar una determinada solución constructiva.**

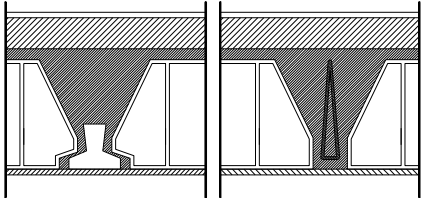
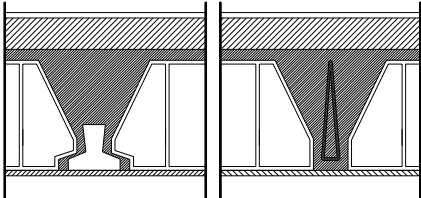
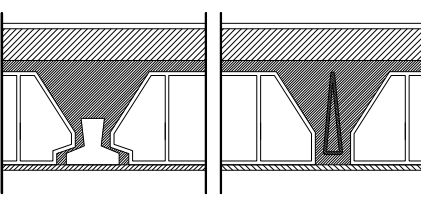
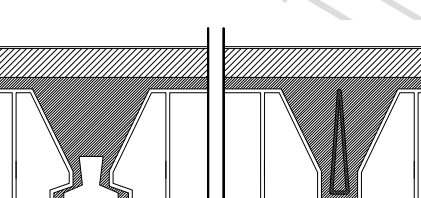
Identificador	Limitaciones
L <sub>1</sub>	
L <sub>2</sub>	
L <sub>3</sub>	



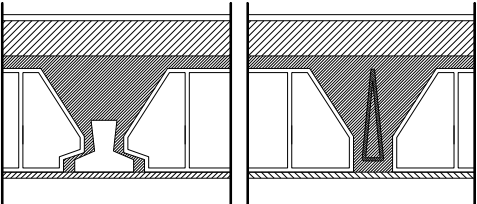
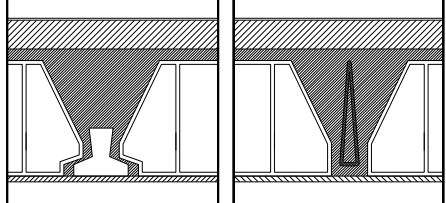
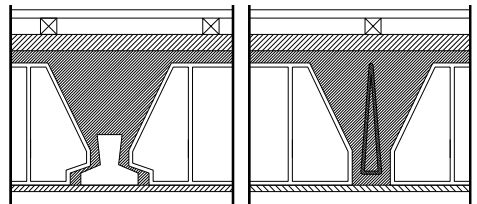
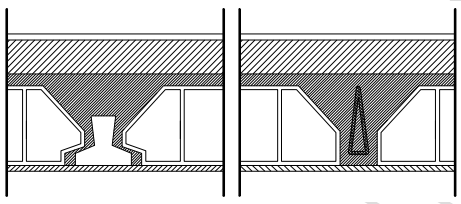
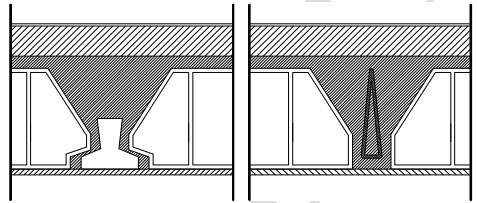


L <sub>4</sub>	
L <sub>5</sub>	

**Tabla IV.4 Soluciones aceptadas para forjados.**

Esquema	Tipo	Soluciones constructivas	Parámetros	Aceptada para:	Limitaciones
<b>Bovedilla cerámica</b>					
	HR-SA-159	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 35 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 35 + 10 = 46.5 cm. M = 465 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-160	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 33 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 33 + 10 = 44.5 cm. M = 445 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-161	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 30 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5 cm. M = 425 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-162	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 35 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 35 + 8 = 44.5 cm. M = 425 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	



	HR-SA-163	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 28 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 28 + 10 = 39.5$ cm. $M = 405$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-164	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 33 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 33 + 8 = 42.5$ cm. $M = 405$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-165	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 35 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 35 + 10 = 46.5$ cm. $M = 395$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-166	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 25 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 25 + 10 = 36.5$ cm. $M = 385$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-167	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 30 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 30 + 8 = 39.5$ cm. $M = 385$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	



	<p>HR-SA-168</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 23 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 23 + 10 = 34.5</math> cm.  <math>M = 375</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-169</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 33 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 33 + 10 = 44.5</math> cm.  <math>M = 375</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-170</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 28 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 28 + 8 = 37.5</math> cm.  <math>M = 365</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-171</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 30 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5</math> cm.  <math>M = 355</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-172</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 25 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 25 + 8 = 34.5</math> cm.  <math>M = 345</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	

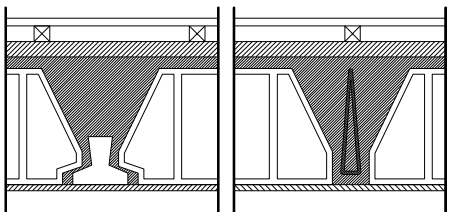
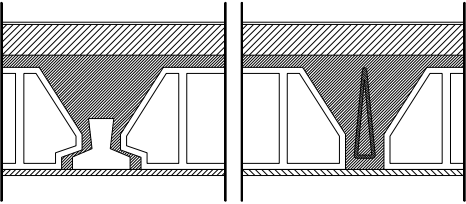
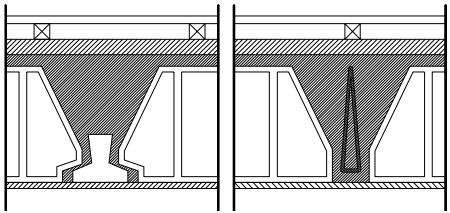
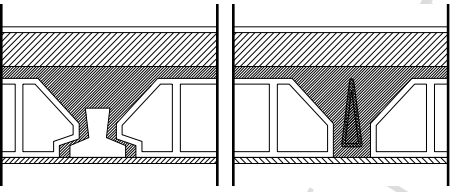
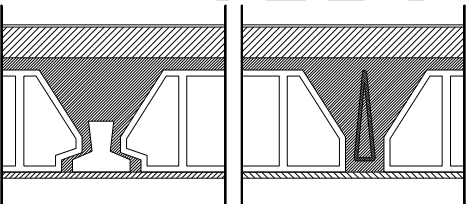


	<p>HR-SA-173</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 23 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 23 + 8 = 32.5</math> cm. M = 335 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>		
	<p>HR-SA-174</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 28 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 28 + 10 = 39.5</math> cm. M = 335 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>		
	<p>HR-SA-175</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 25 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 25 + 10 = 36.5</math> cm. M = 315 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> E<sub>A</sub></p>		
	<p>HR-SA-176</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla cerámica, de 23 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 23 + 10 = 34.5</math> cm. M = 305 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> E<sub>A</sub></p>		
<p>3</p>		<p><b>Bovedilla de hormigón</b></p>				
	<p>HR-SA-177</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 35 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 35 + 10 = 46.5</math> cm. M = 535 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>		



	<p>HR-SA-178</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 33 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 33 + 10 = 44.5</math> cm. M = 515 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-179</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 35 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 35 + 8 = 44.5</math> cm. M = 495 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-180</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 30 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5</math> cm. M = 485 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-181</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 33 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 33 + 8 = 42.5</math> cm. M = 475 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-182</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 28 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 28 + 10 = 39.5</math> cm. M = 465 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	



	HR-SA-183	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 35 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 35 + 10 = 46.5$ cm. $M = 465$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-184	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 30 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 30 + 8 = 39.5$ cm. $M = 445$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-185	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 33 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 33 + 10 = 44.5$ cm. $M = 445$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-186	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 25 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 25 + 10 = 36.5$ cm. $M = 435$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-187	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 28 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 28 + 8 = 37.5$ cm. $M = 425$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	



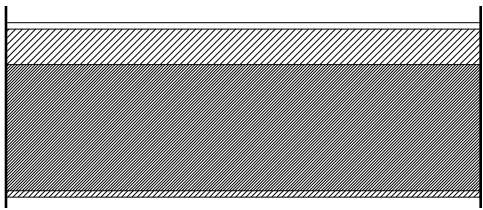
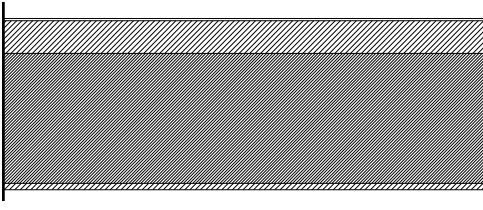
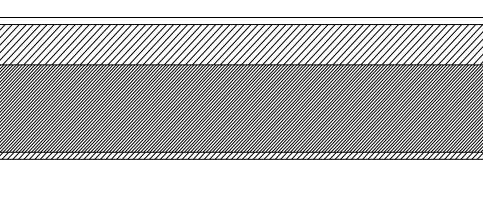
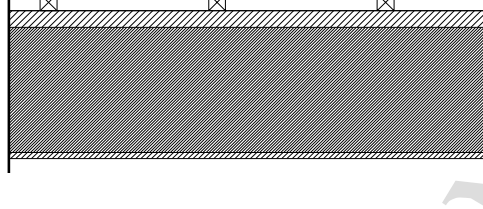
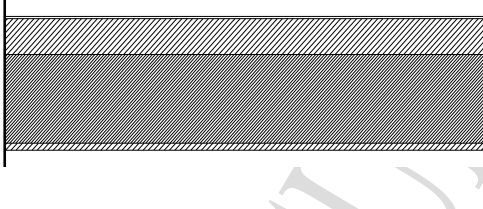
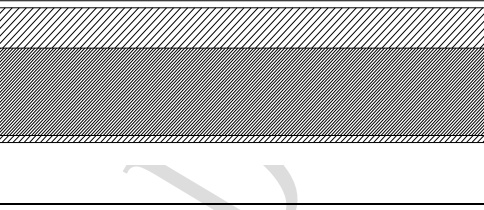


	<p>HR-SA-188</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 23 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 23 + 10 = 34.5</math> cm.  <math>M = 415</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-189</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 30 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5</math> cm.  <math>M = 415</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-190</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 25 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 25 + 8 = 34.5</math> cm.  <math>M = 395</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-191</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 28 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 28 + 10 = 39.5</math> cm.  <math>M = 395</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-192</p>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 20 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 20 + 10 = 31.5</math> cm.  <math>M = 375</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub>                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	



	HR-SA-193	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 23 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 23 + 8 = 32.5$ cm. $M = 375$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-194	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 25 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 25 + 10 = 36.5$ cm. $M = 365$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-195	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 23 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 23 + 10 = 34.5$ cm. $M = 345$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-196	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 20 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 20 + 8 = 29.5$ cm. $M = 335$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-197	Forjado unidireccional de hormigón armado con bovedilla de hormigón, de 20 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 20 + 10 = 31.5$ cm. $M = 305$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> E <sub>A</sub>	



		<b>Losa de hormigón armado</b>			
	HR-SA-198	Losa de hormigón armado de 30 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5 cm. M = 885 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-199	Losa de hormigón armado de 30 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 30 + 8 = 39.5 cm. M = 845 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-200	Losa de hormigón armado de 28 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 28 + 10 = 39.5 cm. M = 835 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-201	Losa de hormigón armado de 30 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5 cm. M = 815 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-202	Losa de hormigón armado de 28 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 28 + 8 = 37.5 cm. M = 795 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-203	Losa de hormigón armado de 26 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 26 + 10 = 37.5 cm. M = 785 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	



	HR-SA-204	Losa de hormi-gón armado de 28 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 28 + 10 = 39.5$ cm. $M = 765$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-205	Losa de hormi-gón armado de 26 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 26 + 8 = 35.5$ cm. $M = 745$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-206	Losa de hormi-gón armado de 24 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 24 + 10 = 35.5$ cm. $M = 735$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-207	Losa de hormi-gón armado de 26 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 26 + 10 = 37.5$ cm. $M = 715$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-208	Losa de hormi-gón armado de 24 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 24 + 8 = 33.5$ cm. $M = 695$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-209	Losa de hormi-gón armado de 22 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 22 + 10 = 33.5$ cm. $M = 685$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> A <sub>A</sub> , B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	



	<p>HR-SA-210</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 24 cm de espe-sor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 24 + 10 = 35.5</math> cm.  <math>M = 665</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>i</sub>                  A<sub>A</sub>, B<sub>A</sub>,                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-211</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 22 cm de espe-sor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 22 + 8 = 31.5</math> cm.  <math>M = 645</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>i</sub>                  A<sub>A</sub>, B<sub>A</sub>,                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-212</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 20 cm de espe-sor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 20 + 10 = 31.5</math> cm.  <math>M = 635</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>i</sub>                  A<sub>A</sub>, B<sub>A</sub>,                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-213</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 22 cm de espe-sor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 22 + 10 = 33.5</math> cm.  <math>M = 615</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>i</sub>                  A<sub>A</sub>, B<sub>A</sub>,                  C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-214</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 20 cm de espe-sor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 20 + 8 = 29.5</math> cm.  <math>M = 595</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>i</sub>                  B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>,                  D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-215</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 18 cm de espe-sor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 18 + 10 = 29.5</math> cm.  <math>M = 585</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>i</sub>                  B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>,                  D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	



	HR-SA-216	Losa de hormi-gón armado de 20 cm de espe-sor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 20 + 10 = 31.5$ cm. $M = 565$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-217	Losa de hormi-gón armado de 18 cm de espe-sor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 18 + 8 = 27.5$ cm. $M = 545$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-218	Losa de hormi-gón armado de 16 cm de espe-sor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 16 + 10 = 27.5$ cm. $M = 535$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-219	Losa de hormi-gón armado de 18 cm de espe-sor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 18 + 10 = 29.5$ cm. $M = 515$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-220	Losa de hormi-gón armado de 16 cm de espe-sor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 16 + 8 = 25.5$ cm. $M = 495$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-221	Losa de hormi-gón armado de 14 cm de espe-sor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.	$E = 1.5 + 14 + 10 = 25.5$ cm. $M = 485$ Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> B <sub>A</sub> , C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	

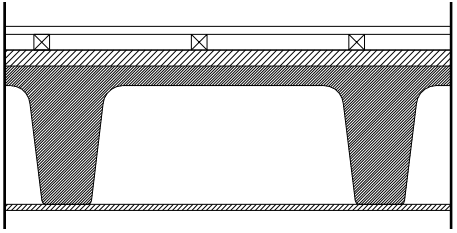
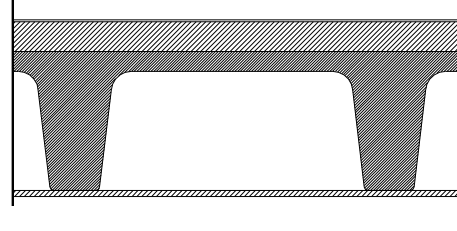
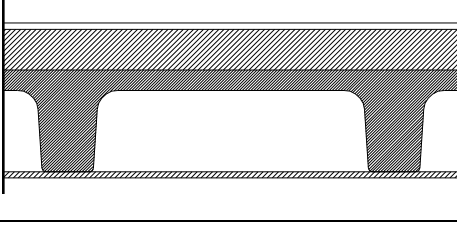
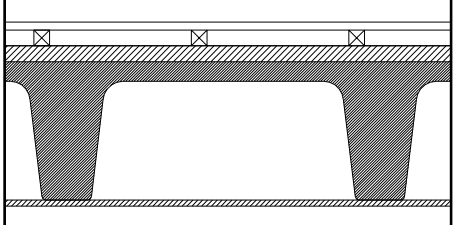
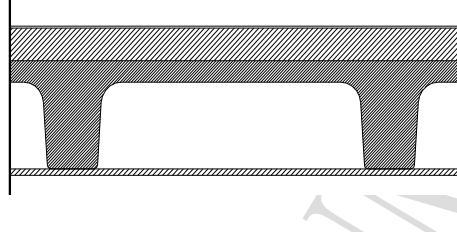
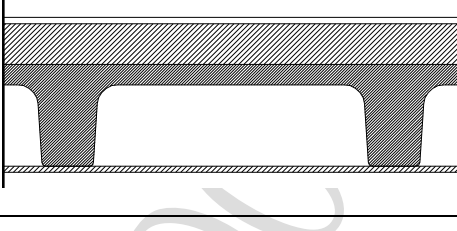


	<p>HR-SA-222</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 16 cm de espe-sor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 16 + 10 = 27.5</math> cm. <math>M = 465</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-223</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 14 cm de espe-sor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 14 + 8 = 23.5</math> cm. <math>M = 445</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-224</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 12 cm de espe-sor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 12 + 10 = 23.5</math> cm. <math>M = 435</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-225</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 14 cm de espe-sor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 14 + 10 = 25.5</math> cm. <math>M = 415</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-226</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 12 cm de espe-sor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 12 + 8 = 21.5</math> cm. <math>M = 395</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-227</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 10 cm de espe-sor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 10 + 10 = 21.5</math> cm. <math>M = 385</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	





	<p>HR-SA-228</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 12 cm de espe-sor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 12 + 10 = 23.5</math> cm. <math>M = 365</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-229</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 10 cm de espe-sor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 10 + 8 = 19.5</math> cm. <math>M = 345</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-230</p>	<p>Losa de hormi-gón armado de 10 cm de espe-sor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 10 + 10 = 21.5</math> cm. <math>M = 315</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> E<sub>A</sub></p>	
<p>4</p>	<p>5 Forjados reticulares</p>				
	<p>HR-SA-231</p>	<p>Forjado reticular de 35 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 35 + 10 = 46.5</math> cm. <math>M = 495</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-232</p>	<p>Forjado reticular de 30 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5</math> cm. <math>M = 455</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	
	<p>HR-SA-233</p>	<p>Forjado reticular de 35 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m<sup>2</sup>, y guar-necido y enluci-do de yeso por su cara inferior.</p>	<p><math>E = 1.5 + 35 + 8 = 44.5</math> cm. <math>M = 455</math> Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>B<sub>I</sub> B<sub>A</sub>, C<sub>A</sub>, D<sub>A</sub>, E<sub>A</sub></p>	

	HR-SA-234	Forjado reticular de 35 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 35 + 10 = 46.5 cm. M = 425 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-235	Forjado reticular de 30 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 30 + 8 = 39.5 cm. M = 415 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-236	Forjado reticular de 25 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 25 + 10 = 36.5 cm. M = 405 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-237	Forjado reticular de 30 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 30 + 10 = 41.5 cm. M = 385 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-238	Forjado reticular de 25 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 25 + 8 = 34.5 cm. M = 365 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-239	Forjado reticular de 20 cm de espesor, con solado rígido de 120 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 20 + 10 = 31.5 cm. M = 355 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	



	HR-SA-240	Forjado reticular de 25 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 25 + 10 = 36.5 cm. M = 335 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> C <sub>A</sub> , D <sub>A</sub> , E <sub>A</sub>	
	HR-SA-241	Forjado reticular de 20 cm de espesor, con suelo de parquet, moqueta o PVC, de 80 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 20 + 8 = 29.5 cm. M = 315 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> E <sub>A</sub>	
	HR-SA-242	Forjado reticular de 20 cm de espesor, con suelo de tarima sobre rastreles, de 50 Kg/m <sup>2</sup> , y guarnecido y enlucido de yeso por su cara inferior.	E = 1.5 + 20 + 10 = 31.5 cm. M = 285 Kg/m <sup>2</sup>	B <sub>I</sub> E <sub>A</sub>	

#### IV.1.1 Observaciones y limitaciones generales de uso

- 1 El requisito acústico determinante de los forjados es el nivel de ruido de impactos ya que resulta más restrictivo que el aislamiento a ruido aéreo.
- 2 La exigencia requerida para ruido aéreo se satisface mediante la elección del tipo de solución constructiva adecuada. Sin embargo la protección frente al ruido de impactos, por el contrario, requiere cuidados y soluciones especiales. Para un forjado tipo de los indicados como satisfactorios contra el ruido aéreo, significaría un nivel de ruido de impactos del orden de 80 dB, que está muy por encima del nivel exigido.
- 3 A título meramente informativo, la relación teórico-empírica entre el aislamiento acústico a ruido aéreo y el nivel de impactos puede considerarse como:  $R_w + L_{nT,w} = 133,5$ , por lo que conseguir bajar este nivel al máximo permitido de 65 dB, requiere soluciones reductoras adicionales de unos 15 dB, que para solados duros ( tipo cerámico ) únicamente se puede conseguir con suelos flotantes. Si no es privativo el uso de solados duros es posible utilizar soluciones híbridas mediante flotaciones más pobres y solados "blandos", o bien mediante cubiertas amortiguadoras tipo moqueta, que tienen escasas repercusiones estructurales.
- 4 En todo caso se deben completar las soluciones anteriores mediante una capa interpuesta de aislamiento específico a ruido de impactos, cuya idoneidad sea evaluada en laboratorio.

#### IV.2 Cubiertas

- 1 Se incluye la siguiente tabla para mostrar la nomenclatura utilizada en la asignación de soluciones aceptadas a las distintas situaciones de aislamiento especificadas en las exigencias.

Tabla IV.2 Identificación de validez de soluciones para ruido de impactos en forjados.

Aislamiento entre:	Niveles de ruido de impacto:	Identificador
Recinto habitable – cubierta transitable	< 65 dB	C <sub>I</sub>

(1) Identificador I: Identificador para solución constructiva contra ruido de impactos.





### IV.2.1 Observaciones y limitaciones generales de uso

- 1 El requisito acústico determinante de las cubiertas transitables es el nivel de ruido de impactos ya que resulta más restrictivo que el aislamiento a ruido aéreo.
- 2 En todo caso se deben completar las soluciones sobre cubiertas transitables mediante una capa interpuesta de aislamiento específico a ruido de impactos, cuya idoneidad sea evaluada en laboratorio.
- 3 Las soluciones aceptadas se incluyen en la sección HR-1 Protección contra el ruido aéreo, apartado IV Soluciones aceptadas de este DAC.



DOCUMENTO DE TRABAJO



## V ENSAYO IN SITU

- 1 El método de medición "in situ" del Aislamiento a Ruido de Impactos será el especificado en la Norma UNE EN ISO –140/7 – 97 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 7: Medición "in situ" del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos.
- 2 ISO 717/2- 96 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos.

DOCUMENTO DE TRABAJO

DOCUMENTO DE TRABAJO

## **Sección HR 3 Acondicionamiento acústico**



## Exigencias

Definidas en la Parte I del CTE:

### Artículo 49 Acondicionamiento acústico HR 3

- 1 Las paredes y elementos de separación horizontales que delimiten un local de enseñanza, por sí mismos o con ayuda de revestimientos, deben tener la absorción acústica necesaria para que no se sobrepase el tiempo de reverberación adecuado.
- 2 Las paredes y elementos de separación horizontales que delimiten un comedor de un edificio de uso docente o de un restaurante de un edificio de uso reunión, por sí mismos o con ayuda de revestimientos, deben tener la absorción acústica necesaria para que no se sobrepase el tiempo de reverberación adecuado.



# Índice

<b><u>I</u></b>	<b><u>GENERALIDADES</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>II</u></b>	<b><u>ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO INTERIOR</u></b> .....	<b>9</b>
<b><u>III</u></b>	<b><u>MÉTODO DE PREDICCIÓN DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN</u></b> .....	<b>11</b>
	<b><u>III.1</u></b> <b><u>Introducción</u></b> .....	<b>11</b>
	<b><u>III.2</u></b> <b><u>Método de predicción</u></b> .....	<b>11</b>
<b><u>IV</u></b>	<b><u>ENSAYO IN SITU</u></b> .....	<b>13</b>

DOCUMENTO DE TRABAJO



## I GENERALIDADES

- 1 En esta sección se incluyen los procedimientos y reglas técnicas que permiten comprobar que una solución cumple las exigencias expuestas anteriormente, así como posibles soluciones que se considera cumplen dichas exigencias.

DOCUMENTO DE TRABAJO



## II ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO INTERIOR

- 1 El *tiempo de reverberación* en *recintos habitables* de edificios de uso docente, independientemente del volumen del recinto, no debe ser mayor que 0.6 s, en condiciones de ocupación menores o iguales que el 60%.

Alternativamente, puede utilizarse el índice de inteligibilidad RASTI, e independientemente del volumen del recinto, su valor no será menor que 0.75, en condiciones de ocupación menores o iguales que el 60%. En todos los casos se aceptará como válida la opción del proyectista o del constructor.

- 2 El *tiempo de reverberación* en restaurantes y comedores, en edificios de pública concurrencia (Reunión), independientemente del volumen del recinto, no debe ser mayor que 0.8 s, en condiciones de ocupación menores o iguales que el 60%.

DOCUMENTO DE TRABAJO



### III MÉTODO DE PREDICCIÓN DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN

#### III.1 Introducción

- 1 El cálculo predictivo del tiempo de reverberación en los recintos del edificio, afectados por esta exigencia dentro del CTE, se hará mediante la fórmula de Sabine, a partir del volumen y de la absorción sonora del local.
- 2 Los valores del coeficiente de absorción sonora y del área de absorción sonora equivalente de objetos deberán estar determinados conforme a la norma UNE EN ISO 354.

#### III.2 Método de predicción

- 1 El método de predicción del tiempo de reverberación se define en el Anejo 4 de este DAC.

DOCUMENTO DE TRABAJO





## IV ENSAYO IN SITU

- 1 UNE EN ISO-3382:2001 Acústica. Medición del tiempo de reverberación de recintos con referencia a otros parámetros acústicos.
- 2 CEI 268-16: 1988 Evaluación objetiva de la inteligibilidad de la palabra en salas de conferencias por el método RASTI (Título adaptado del original).
- 3 UNE EN ISO-354-93 Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. Para la medición del tiempo de reverberación en recintos de edificios terminados

DOCUMENTO DE TRABAJO

DOCUMENTO DE TRABAJO

## **Sección HR 4 Protección contra el ruido de las instalaciones**



## Exigencias

Definidas en la Parte I del CTE:

### Artículo 50 Protección contra el ruido de las instalaciones HR 4

- 1 Las conexiones a los elementos de separación horizontales y a las paredes de las instalaciones de calefacción, u otras que usen bombas de impulsión o dispositivos semejantes, deben garantizar niveles de ruido y de vibraciones transmitidos a los distintos recintos del edificio que no aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido.
- 2 Las exigencias de los apartados anteriores se aplican a los elementos constructivos totalmente acabados es decir albergando las instalaciones del edificio, si es el caso, o incluyendo cualquier otra actuación que pueda modificar las características acústicas de dichos elementos. Debe garantizarse además que estos elementos constructivos no son emisores de ruido de las instalaciones cuyos elementos albergan, en cuantías superiores al ruido procedente de las restantes fuentes interiores o exteriores al edificio.



## Índice

I	<a href="#">GENERALIDADES</a> .....	7
II	<a href="#">NIVELES</a> .....	9

DOCUMENTO DE TRABAJO



## I GENERALIDADES

- 1 En esta sección se incluyen los procedimientos y reglas técnicas que permiten comprobar que una solución cumple las exigencias expuestas anteriormente, así como posibles soluciones que se considera cumplen dichas exigencias.

DOCUMENTO DE TRABAJO



## II NIVELES

- 1 El nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A,  $L_{eq,A}$ , procedente de los equipamientos colectivos o individuales del edificio, no deberá exceder, en los recintos habitables del edificio, de los valores dados en la tabla 1, en función del uso del edificio, del tipo de recinto y del tramo horario.

**Tabla I.1 Niveles sonoros continuos equivalentes  $L_{eq}$  de inmisión de ruido aéreo.**

Tipo de edificio	Local	Nivel $L_{eq}$ máximo de inmisión recomendado en dBA	
		Durante el día (8-22 H)	Durante la noche (22-8 H)
Residencial privado	Estancias	40	35
	Dormitorio	40	30
	Servicios	50	-
	Zonas comunes	50	-
Residencial público	Zonas de estancia	40	30
	Dormitorios	40	30
	Servicios	50	-
	Zonas comunes	50	-
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	40	-
	Oficinas	45	-
	Zonas comunes	50	-
Sanitario	Zonas de estancia	45	40
	Dormitorios	30	25
	Zonas comunes	50	40
Docente	Aulas	40	40
	Sala lectura	35	35
	Zonas comunes	50	50

- 2 El aislamiento contra el ruido producido por las instalaciones del edificio se tratará adoptando los criterios establecidos en la sección HR-1 Protección contra el ruido aéreo.
- 3 El *aislamiento respecto a vibraciones*,  $k$ , en los *recintos habitables*, no debe sobrepasar los valores indicados en la tabla 2, en función del uso del recinto, el periodo y el tipo de ocurrencia.

**Tabla I.2 Valores máximos recomendables del índice global de vibraciones  $k$**

Valores máximos recomendables del índice global de vibraciones $k$			
Área	Periodo	Tipo de ocurrencia	
		Permanente	Transitoria
Sanitario (quirófanos)	Día y noche	1	1
Vivienda, Residencial y Hospitalario	Día	4	90 (*)
	Noche	1,4	20
Comercial y Administrativo	Día y noche	4	128 (*)
Industrial	Día y noche	8	128 (*)

(\*) Para un máximo de 3 diarios.

- 4 Las instalaciones dispondrán de elementos amortiguadores específicos capaces de reducir la transmisión de las vibraciones que produzcan, de forma que no se sobrepasen los niveles establecidos.

DOCUMENTO DE TRABAJO

## Anejos



# Índice

<a href="#"><u>ANEJO 1: DEFINICIONES</u></a> .....	5
<a href="#"><u>1.1 Conceptos generales</u></a> .....	5
<a href="#"><u>1.2 Productos</u></a> .....	8
<a href="#"><u>1.3 Recintos y edificios</u></a> .....	12
<a href="#"><u>1.4. Normas UNE de aplicación</u></a> .....	23
<a href="#"><u>1.4.1 Normas aplicables en el laboratorio</u></a> .....	23
<a href="#"><u>ANEJO 2: MÉTODO PREDICTIVO DE AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO</u></a> .....	24
<a href="#"><u>2.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo en divisiones interiores</u></a> .....	24
<a href="#"><u>2.2 Aislamiento a ruido aéreo en fachadas y cubiertas</u></a> .....	27
<a href="#"><u>ANEJO 3: MÉTODO PREDICTIVO DE AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTOS</u></a> .....	29
<a href="#"><u>3.1 Locales superpuestos</u></a> .....	29
<a href="#"><u>3.2 Locales al mismo nivel y en diagonal</u></a> .....	30
<a href="#"><u>3.3 Cálculo de las magnitudes del ruido de impactos in situ</u></a> .....	30
<a href="#"><u>ANEJO 4: CÁLCULO PREDICTIVO DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN</u></a> .....	33



## ANEJO 1: DEFINICIONES

- 1 A los efectos de este DAC, se establecen las siguientes definiciones de los conceptos fundamentales que en él aparecen.

### 1.1 Conceptos generales

**Composición de niveles:** Cuando los distintos niveles  $L_i$  a componer, ponderados A o no, proceden de fuentes no coherentes, caso habitual en los ruidos complejos, el nivel resultante viene dado por la siguiente expresión:

$$L = 10 \log \left( \sum_i 10^{(L_i/10)} \right)$$

donde:

$L_i$  es el nivel de presión o potencia acústica del componente  $i$  en dB.

**Espectro de frecuencias:** Es una representación de la distribución de energía de un sonido en función de sus frecuencias componentes. Normalmente se expresa mediante niveles de presión o de potencia en bandas de tercio de octava o de octava.

**Frecuencia:** Es el número de pulsaciones de una onda acústica senoidal ocurridas en un segundo.

Símbolo:  $f$

Unidad: hercio, Hz

**Nivel de potencia acústica:**

Símbolo:  $L_w$

Unidad: decibelio, dB

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_w = 10 \lg \frac{W}{W_0}$$

donde:

$W$  es la potencia acústica considerada, en W.

$W_0$  es la potencia acústica de referencia, que se establece en  $10^{-12}$  W

**Nivel de presión acústica ponderado A:** Valora un ruido complejo mediante un valor único y constituye uno de los índices globales de valoración de ruidos más difundido.

Símbolo:  $L_{pA}$

Unidad: decibelio, dB ponderado A

Para un ruido de espectro conocido, en bandas de tercio de octava o de octava, se obtiene mediante la expresión siguiente:

$$L_{pA} = 10 \lg \sum_i 10^{(L_i + A_i)/10}$$

donde:

$L_i$  es el nivel de presión acústica en la banda de frecuencia  $i$

$A_i$  es el valor de la ponderación A en la banda de frecuencia  $i$

NOTA. Los sonómetros u otros instrumentos semejantes provistos de la red de ponderación A, pueden medir directamente los ruidos en decibelios, ponderados A.

**Nivel de presión sonora o presión acústica:**

Símbolo:  $L_p$

Unidad: decibelio, dB

Se define mediante la expresión siguiente:



$$L_p = 10 \lg \left( \frac{P}{P_o} \right)^2 = 20 \lg \frac{P}{P_o}$$

Donde:

P es la presión acústica considerada, en Pa.

P<sub>o</sub> es la presión acústica de referencia que se establece en 2.10<sup>-5</sup>Pa

**Nivel medio de presión sonora en un recinto:** Es el nivel correspondiente al promedio temporal y espacial del cuadrado de la presión acústica, extendiendo el promediado espacial al interior del recinto exceptuando las zonas de radiación directa de las fuentes y las próximas a las paredes, suelo y techo.

Símbolo: L

Unidad: decibelio, dB

Para exploraciones de la presión a lo largo de trayectorias continuas representativas que se barren en un tiempo T se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt$$

donde:

p(t) es el valor de la presión acústica en el instante t;

p<sub>o</sub> = 2.10<sup>-5</sup> Pa, la presión acústica de referencia.

Para exploraciones de la presión en puntos discretos se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{pi}/10}$$

donde L<sub>pi</sub> es el nivel de presión sonora medido en el punto i.

Cuando las diferencias entre los valores componentes son inferiores a 4 dB, se puede tomar como nivel medio la media aritmética de los niveles componentes

**Nivel sonoro continuo equivalente (ponderado A):**

Símbolo: L<sub>eq</sub>

Unidad: decibelio, dB ponderado A

Para ruidos de nivel variable en el tiempo se define mediante la expresión:

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)_{pA}/10} dt$$

donde:

L(t)<sub>pA</sub> es el nivel de presión acústica, ponderado A, en el instante t

T es el intervalo temporal considerado.

Cuando los niveles de un ruido, L<sub>pAi</sub>, se mantienen prácticamente constantes (± 2 dB) en cada intervalo temporal t<sub>i</sub>, (T = Σ<sub>i</sub> t<sub>i</sub>), se puede usar la fórmula:

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{1}{T} \sum_i 10^{L_{pA,i}/10} t_i$$

**Octava, tercio de octava:** Octava es el intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada y otra igual al doble de la anterior. Tercio de octava es el intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada f<sub>1</sub> y una frecuencia f<sub>2</sub> relacionadas por (f<sub>2</sub>/f<sub>1</sub>)<sup>3</sup> = 2.

**Perturbación acústica aérea:** Es una vibración del aire caracterizada por variaciones rápidas de presión respecto a la presión estática del aire.



**Ponderación espectral A:** La ponderación espectral A, es una aproximación con signo menos de la línea isofónica con un nivel de sonoridad igual a 40 fonios. En el margen de frecuencias de aplicación de este DAC, la curva de ponderación A viene definida por los siguientes valores:

Frecuencia Hz	Ponderación A dB	Frecuencia Hz	Ponderación A dB
100	-19,1	800	-0,8
125	-16,1	1.000	0
160	-13,4	1.250	0,6
200	-10,9	1.600	1,0
250	-8,6	2000	1,2
315	-6,6	2.500	1,3
400	-4,8	3.150	1,2
500	-3,2	4.000	1,0
630	-1,9	5.000	0,5

Se utiliza la ponderación espectral A para compensar las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo. (Norma UNE EN 60651).

**Potencia acústica:** Es la energía emitida en la unidad de tiempo por una fuente acústica determinada.

Símbolo: W

Unidad: vatio, W

**Presión acústica:** Es la diferencia entre la presión total instantánea en un punto determinado, en presencia de una perturbación acústica y la presión estática en el mismo punto.

Símbolo: P

Unidad: pascal, Pa ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ )

**Ruidos blanco y rosa:** Son ruidos utilizados para efectuar las medidas normalizadas. Se denomina ruido blanco al que contiene todas las frecuencias con la misma amplitud. Su espectro expresado como niveles de presión o potencia, en bandas de tercio de octava, es una recta de pendiente 3 dB/octava. El ruido se denomina ruido rosa cuando esta representación espectral consiste en una recta de pendiente 0 dB/octava.

**Sonoridad:** Es un atributo subjetivo del sonido que representa la cuantía o intensidad de la sensación sonora producida por el mismo. Depende fundamentalmente del nivel y del espectro del sonido.

Para su medida se usa, generalmente, el nivel de sonoridad, cuya unidad es el fonio. A un tono puro de 1000 Hz, le corresponde un valor del nivel de sonoridad igual al valor del nivel de presión sonora. Sonidos de distinta frecuencia requieren distintos niveles de presión sonora para producir la misma sensación subjetiva de sonoridad. Las curvas que unen sonidos de distinta frecuencia e igual sonoridad se denominan líneas isófonas o isofónicas.



## 1.2 Productos

**Absorción acústica:** Esta magnitud cuantifica la energía acústica absorbida del campo acústico por una superficie o por un objeto.

Símbolo: A

Unidad: metro cuadrado, m<sup>2</sup>.

Es función de la frecuencia

Puede calcularse, para una frecuencia o banda de frecuencia f, mediante la siguiente expresión:

$$A_f = \alpha_f S$$

donde:

A<sub>f</sub> es la absorción acústica para la frecuencia o banda de frecuencia f, en m<sup>2</sup>.

α<sub>f</sub> es el coeficiente de absorción del material para la frecuencia o banda de frecuencia f

S es la superficie del material, en m<sup>2</sup>.

Quando la absorción acústica corresponde a un elemento volúmico o de superficie no definida se denomina área de absorción equivalente de dicho elemento, ya que numéricamente corresponde a la absorción de una superficie de coeficiente de absorción igual a 1 y de área igual a la absorción total del elemento.

**Aislamiento acústico global a ruido aéreo aparente o índice global de aislamiento a ruido aéreo aparente según UNE-EN ISO 717-1 (1997):** Es el valor en decibelios de la curva de referencia, a 500 Hz, ajustada a los valores experimentales R' según el método especificado en la norma UNE-EN ISO 717-1 (1997).

Símbolo: R'<sub>w</sub>

Unidad: decibelio, dB

**Aislamiento acústico global a ruido aéreo o índice global de aislamiento a ruido aéreo según UNE-EN ISO 717-1 (1997):** Es el valor en decibelios de la curva de referencia, a 500 Hz, ajustada a los valores experimentales R según el método especificado en la norma UNE-EN ISO 717-1 (1997).

Símbolo: R<sub>w</sub>

Unidad: decibelio, dB

**Aislamiento acústico global aparente o índice global aparente de aislamiento acústico a ruido aéreo de un elemento constructivo en dBA:** Es la valoración global, en dBA, del aislamiento acústico normalizado aparente a ruido aéreo R', para un ruido incidente rosa, ponderado A, normalizado.

Símbolo: R'<sub>A</sub>

Unidad: decibelio A, dBA

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R'_{A} = -10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{rA,i} - R'_i)/10}$$

donde

R'<sub>i</sub> es el aislamiento acústico aparente normalizado en la banda de frecuencia i

L<sub>rA,i</sub> es el valor del espectro del ruido rosa normalizado ponderado A, en la banda de frecuencia i

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 KHz

El conjunto de valores L<sub>rA,i</sub> = L<sub>r</sub> + A<sub>i</sub> cumple la condición  $10 \lg \sum_i 10^{L_{rA,i}/10} = 0$ , por lo que se le llama espectro normalizado del ruido rosa ponderado A.

Mas adelante se dan los valores del espectro del ruido rosa, ponderado A, normalizado, para bandas de tercio de octava y de octava, en el intervalo 100 – 5000 Hz.



**Aislamiento acústico global o índice global de aislamiento acústico a ruido aéreo de un elemento constructivo en dBA:** Es la valoración global, en dBA, del aislamiento acústico normalizado a ruido aéreo R, para un ruido incidente rosa, tal como se contemplaba en la NBE-CA 88.

Símbolo:  $R_A$

Unidad: decibelio A, dBA

Los valores de aislamiento proporcionado se determinarán mediante ensayo. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el aislamiento acústico proporcionado por un divisorio simple de una hoja, constituida por mampuestos o materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa, siendo aplicables las siguientes ecuaciones que determinan el aislamiento R valorado en dBA, en función de la masa por unidad de superficie m, expresada en  $\text{kg/m}^2$ :

$$m \leq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 16,6 \cdot \log m + 2 \quad [\text{dBA}]$$

$$m \geq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 36,5 \cdot \log m - 41,5 \quad [\text{dBA}]$$

A partir de los valores del aislamiento normalizado R, obtenidos mediante ensayo en laboratorio, este índice se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_A = -10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{rA,i} - R_i)/10}$$

donde:

$R_i$  es el valor del aislamiento acústico normalizado en la banda de frecuencia i,

$L_{rA,i}$  es el valor del espectro del ruido rosa ponderado A, en la banda de frecuencia i,

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 KHz,

Equivalente a  $R_w + C_{100-5000}$  de UNE EN ISO 717-1:1997

El conjunto de valores  $L_{rA,i} = L_{r,i} + A_i$  cumple la condición  $10 \lg \sum_i 10^{L_{rA,i}/10} = 0$ , por lo que se le llama ruido rosa normalizado ponderado A.

Mas adelante se dan los valores del espectro del ruido rosa normalizado ponderado A, para bandas de tercio de octava y de octava, en el intervalo 100 – 5000 Hz.

**Aislamiento acústico normalizado a ruido aéreo de un elemento constructivo:** Es el aislamiento acústico de un elemento constructivo medido en laboratorio en condiciones señaladas en la Norma UNE EN ISO 140-3. Es función de la frecuencia.

Símbolo: R

Unidad: decibelio, dB

Se valora mediante la siguiente expresión:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

donde:

$L_1$  es el nivel medio de presión acústica en el recinto emisor, en dB

$L_2$  es el nivel medio de presión acústica en el recinto receptor, en dB

S es el área del elemento constructivo, en  $\text{m}^2$

A es el área de absorción sonora equivalente del recinto receptor, en  $\text{m}^2$

**Aislamiento acústico normalizado a ruido aéreo de un elemento constructivo in situ:** Aislamiento acústico de un elemento constructivo medido in situ en las condiciones señaladas en las normas UNE EN ISO 140-3 y UNE EN ISO 140-4, incluidas las transmisiones indirectas. Es función de la frecuencia.

Símbolo: R'

Unidad: decibelio, dB

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

donde:



$L_1$  es el nivel medio de presión acústica en el recinto emisor, en dB

$L_2$  es el nivel medio de presión acústica en el recinto receptor, en dB

$S$  es el área del elemento constructivo, en  $m^2$

$A$  es el área de absorción sonora equivalente del recinto receptor, en  $m^2$

**Coefficiente de absorción acústica:** Es la relación entre la energía acústica absorbida por un material, usualmente plano, y la energía acústica incidente sobre el mismo, referida a la unidad de superficie. Suele ser función de la frecuencia.

Símbolo:  $\alpha$

**Frecuencia crítica:** Frecuencia límite inferior a la que empieza a darse el *fenómeno de coincidencia*; la energía acústica se transmite a través del divisorio en forma de ondas de flexión, acopladas con las ondas acústicas del aire, con la consiguiente disminución del aislamiento acústico. Se calcula a partir de las constantes elásticas del divisorio:

$$f_c = \frac{6.4 \cdot 10^4}{d} \sqrt{\frac{r \cdot (1 - \sigma^2)}{E}}$$

donde:

$d$  es el espesor de la pared en metros;

$\rho$  es la densidad en  $Kg/m^3$ ;

$E$  es el módulo de Young;

$\sigma$  es el coeficiente de Poisson.

**Material poroso:** Materiales absorbentes de estructura alveolar, granular, fibrosa, etc., que actúan por degradación de la energía mecánica en calor, debida al rozamiento del aire con las superficies del material. Su coeficiente de absorción crece con la frecuencia.

**Mejora del aislamiento a ruido aéreo de un revestimiento:** Aumento del aislamiento normalizado a ruido aéreo de un divisorio por adición de un tratamiento o revestimiento al divisorio base. Se valora por la diferencia entre el aislamiento de un divisorio de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del divisorio base. Es función de la frecuencia.

Símbolo:  $\Delta R$

Unidad: decibelio, dB

**Mejora del aislamiento acústico a ruido de impactos de un suelo flotante, de un revestimiento de suelos, o de un techo suspendido ( o también reducción del nivel de ruido de impactos):** Es la diferencia entre el nivel normalizado del ruido de impactos de un suelo pesado de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del suelo de referencia. También se denomina reducción del nivel de ruido de impactos. Es función de la frecuencia.

Símbolo:  $DL$

Unidad: decibelio, dB

**Mejora global del aislamiento a ruido aéreo de un revestimiento s/UNE EN ISO 717:** Aumento del aislamiento global normalizado a ruido aéreo de un divisorio por adición de un tratamiento o revestimiento al divisorio base. Se valora por la diferencia entre los valores globales de aislamiento a ruido aéreo, s/ISO717-1, de un divisorio de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del divisorio base.

Símbolo:  $\Delta R_w$

Unidad: decibelio, dB

**Mejora global del aislamiento a ruido aéreo rosa de un revestimiento, en dBA:** Aumento del aislamiento normalizado a ruido aéreo de un divisorio por adición de un tratamiento o revestimiento al divisorio base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del aislamiento a ruido aéreo en dBA, de un divisorio de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del divisorio base.

Es equivalente a  $\Delta R_w + C_{100-5000}$  de UNE EN ISO 717-1

Símbolo:  $\Delta R_A$



Unidad: decibelio ponderado A, dBA

**Mejora global del aislamiento acústico a ruido de impactos de un suelo flotante, de un revestimiento de suelos o de un techo suspendido:** Es la diferencia entre el nivel normalizado del ruido de impactos del suelo de referencia normalizado (78 dB) y el calculado para ese suelo de referencia con el suelo flotante, el revestimiento de mejora o del techo suspendido.

Símbolo:  $DL_w$

Unidad: decibelio, dB

Los valores, en dB, del nivel de ruido de impactos del suelo de referencia normalizado, en los tercios de octava desde 100 a 3200 Hz, ambos inclusive, son: 67, 67.5, 68, 68.5, 69, 69.5, 70, 70.5, 71, 71.5, 72, 72, 72, 72, 72.

**Nivel (normalizado) del ruido de impactos de un elemento constructivo horizontal:** Es el nivel de presión sonora medio en el recinto receptor referido a una absorción de  $10 \text{ m}^2$ , con el elemento constructivo horizontal montado como elemento separador respecto al recinto superior. Tal elemento es excitado por la máquina de impactos normalizada según se describe en la Norma UNE EN ISO 140-6, en condiciones de laboratorio (carencia de transmisiones indirectas). Es función de la frecuencia.

Símbolo:  $L_n$

Unidad: dB

Se define mediante la siguiente expresión:

$$L_n = L + 10 \lg(A/10)$$

donde:

L es el nivel medio de presión en el recinto, en dB.

A es el área de absorción equivalente del recinto receptor, en  $\text{m}^2$

**Nivel global de ruido de impactos de un elemento constructivo horizontal:** Es el valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales  $L_n$  según el método especificado en la norma UNE-EN ISO 717-2. Si los niveles experimentales están dados para bandas de octava, hay que reducir en 5 dB el valor a 500 Hz.

Símbolo:  $L_{n,w}$

Unidad: decibelio, dB

**Término de adaptación espectral:** Es la diferencia entre un índice global de aislamiento a ruido aéreo ponderado A, de subíndice x, y el índice global de aislamiento a ruido aéreo según la norma UNE-EN-ISO 717-1. Es por tanto lo que le falta al índice global de aislamiento  $R_w$  (o  $R'_w$ ) para convertirse en los índices globales en dBA correspondientes al ruido de que se trate, y por tanto para adaptarse a los distintos tipos de ruido incidente. Cada índice global ponderado A, da lugar a un término de adaptación espectral del índice  $R_w$  (o  $R'_w$ ). De hecho la norma UNE EN ISO 717 al definir el ruido rosa normalizado y el ruido de tráfico normalizado, en bandas de tercio de octava y de octava, con números enteros y con un decimal difiere ligeramente de las definiciones anteriores establecidas mediante la curva A. Se incluye aquí a título informativo, con relación a otras normativas europeas.

Símbolo:  $C_x$

Unidad: dB

Cuando el ruido incidente es rosa se usa el símbolo C y cuando es ruido de tráfico el símbolo es  $C_{tr}$ .





### 1.3 Recintos y edificios

**Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos (o índice global de aislamiento a ruido aéreo entre recintos), ponderado A:** Es la valoración global, en dBA, del aislamiento acústico interior, a ruido aéreo, estandarizado,  $D_{nT}$ , para un ruido incidente rosa.

Símbolo:  $D_{nT,A}$

Unidad: decibelio, dB

Se calcula mediante la siguiente expresión.

$$D_{nT,A} = -10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{rA,i} - D_{nT,i})/10}$$

donde:

$D_{nT,i}$  es la diferencia de niveles de presión aparente estandarizada en la banda de frecuencia  $i$

$L_{rA,i}$  es el valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia  $i$  i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 KHz

Es equivalente a  $D_{nT,w} + C_{100-5000}$  de UNE EN ISO 717-1.

El conjunto de valores  $L_{rA,i} = L_r + A_i$  cumple la condición  $10 \lg \sum_i 10^{L_{rA,i}/10} = 0$ , por lo que se le llama espectro normalizado del ruido rosa ponderado A.

Más adelante se dan los valores del espectro del ruido rosa, ponderado A, normalizado, para bandas de tercio de octava y de octava, en el intervalo 100 – 5000 Hz.

**Aislamiento acústico a ruido aéreo por vía de flancos:** Diferencia entre los niveles sonoros de los recintos emisor y receptor, debida a la transmisión acústica por vías indirectas o por los flancos.

Símbolo:  $R_{ij}$

Unidad: decibelio, dB

**Aislamiento acústico de fachadas para incidencia difusa:** Aislamiento acústico aparente normalizado de una fachada, supuesta montada como divisorio interior en un edificio. Coincide con la definición de aislamiento acústico aparente normalizado de un elemento constructivo de igual símbolo.

Símbolo:  $R'$

Unidad: decibelio, dB

**Aislamiento acústico frente al ruido de aviones, ponderado A:** Es la valoración global, en dBA, del aislamiento acústico de fachadas o cubiertas,  $D_{2m,nT}$ , para un ruido exterior de aviones.

Símbolo:  $D_{2m,nT,Aav}$

Unidad: dB

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D_{2m,nT,Aav} = -10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Aav,i} - D_{2m,nT,i})/10}$$

donde

$D_{2m,nT,i}$  es aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas, en la banda de frecuencia  $i$

$L_{Aav,i}$  es el valor del espectro normalizado del ruido de aviones, ponderado A, en la banda de frecuencia  $i$  i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 KHz

El conjunto de valores  $L_{Aav,i} = L_{av,i} + A_i$  cumple la condición  $10 \lg \sum_i 10^{L_{Aav,i}/10} = 0$ , por lo que se le llama ruido de aviones normalizado ponderado A.

Más adelante se dan los valores del espectro del ruido de aviones, ponderado A, para bandas de tercio de octava y de octava, en el intervalo 100 – 5000 Hz.

La estadística de las diferencias entre el aislamiento acústico frente el ruido de tráfico automóvil y frente al ruido de aviones permite establecer con buena aproximación la siguiente ecuación:



$$D_{2m,nT,Aav} = D_{2m,nT,Atr} + 2 \text{ dBA}$$

por lo que en este DAC se establecen las exigencias de aislamiento frente al ruido de aviones como  $D_{2m,nT,Atr} + 2$  dBA, quedando el índice específico para ruido de aviones en forma tácita, reflejado por el nivel de exigencia de aislamiento.

**Aislamiento acústico frente al ruido de estaciones ferroviarias (y de trenes), ponderado A:** Es la valoración global, en dBA, del aislamiento acústico de fachadas, estandarizado,  $D_{2m,nT}$ , para un ruido exterior de estaciones ferroviarias. (Frente al ruido de trenes, de espectro tan variable, representa sin embargo una buena opción).

Símbolo:  $D_{2m,nT,Aef}$

Unidad: dB

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D_{2m,nT,Aef} = -10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Aef,i} - D_{2m,nT,i})/10}$$

donde:

$D_{2m,nT,i}$  es aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas, en la banda de frecuencia  $i$

$L_{Aef,i}$  es el valor del espectro normalizado del ruido de trenes, ponderado A, en la banda de frecuencia  $i$   $i$  recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 KHz

El conjunto de valores  $L_{Aef,i} = L_{ef,i} + A_i$  cumple la condición  $10 \lg \sum_i 10^{L_{Aef,i}/10} = 0$ , por lo que se le llama ruido de estaciones ferroviarias normalizado ponderado A.

Más adelante se dan los valores del espectro de ruido de estaciones ferroviarias, ponderado A, para bandas de tercio de octava y de octava, en el intervalo 100 – 5000 Hz.

La estadística de las diferencias entre el aislamiento acústico frente el ruido de estaciones ferroviarias (y en cierta medida del ruido de trenes) y frente al ruido rosa permite establecer con buena aproximación la siguiente ecuación:

$$D_{2m,nT,Aef} = D_{2m,nT,A} - 2 \text{ dBA}$$

por lo que en este DAC se establecen las exigencias de aislamiento frente al ruido de estaciones ferroviarias en el mismo valor numérico que para aviones pero valorado con  $D_{2m,nT,A}$ . También queda el índice específico para ruido de estaciones ferroviarias en forma tácita, reflejado únicamente por el nivel de exigencia de aislamiento.

**Aislamiento acústico frente al ruido de tráfico (o índice global de aislamiento acústico frente al ruido de tráfico), ponderado A:** Es la valoración global, en dBA, del aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas,  $D_{2m,n}$ , para un ruido exterior de tráfico.

Símbolo:  $D_{2m,nT,Atr}$

Unidad: dB

Se calcula mediante la siguiente expresión:

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

donde:

$D_{2m,nT,i}$  es aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas, en la banda de frecuencia  $i$

$L_{Atr,i}$  es el valor del espectro normalizado del ruido de tráfico, ponderado A, en la banda de frecuencia  $i$   $i$  recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 KHz

Es equivalente a  $D_{2m,nT,w} + C_{tr100-5000}$  de UNE EN ISO 717-1.

El conjunto de valores  $L_{Atr,i} = L_{tr,i} + A_i$  cumple la condición  $10 \lg \sum_i 10^{L_{Atr,i}/10} = 0$ , por lo que se le llama ruido de tráfico automóvil normalizado ponderado A.

Más adelante se dan los valores del espectro de ruido de tráfico, ponderado A, para bandas de tercio de octava y de octava, en el intervalo 100 – 5000 Hz.



**Diferencia estandarizada de niveles de presión acústica en fachadas (o aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas):** Corresponde al aislamiento acústico de fachadas cuando la medida del nivel de ruido exterior,  $L_{1,2m}$ , se hace a 2 metros frente a la fachada según la norma UNE EN ISO 140-5.

Símbolo:  $D_{2m,nT}$

Unidad: decibelio, dB

Se calcula según la ecuación:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \lg \frac{T}{T_o}$$

donde los símbolos tienen el mismo significado de los apartados anteriores de este DAC.

**Diferencia normalizada de niveles de presión acústica de elementos constructivos pequeños:**

Corresponde a la diferencia de nivel normalizado atribuible a elementos de aireación, registros eléctricos empotrados y similares según la norma UNE EN ISO 140-10.

Símbolo:  $D_{n,e}$

Unidad: decibelio, dB

Se calcula mediante la ecuación:

$$D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{A_0}{A}$$

donde:

$L_1$  es el nivel de ruido en el recinto emisor

$L_2$  es el nivel de ruido en el recinto receptor

$A$  es la absorción sonora equivalente del recinto receptor y

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

**Diferencia normalizada de niveles de transmisión de ruido aéreo por flancos:** Valora el aislamiento acústico de estas vías laterales de transmisión.

Símbolo:  $D_{n,f}$

Unidad: decibelio, dB

**Diferencia, estandarizada, de niveles de presión acústica entre recintos, (o aislamiento acústico bruto entre recintos):** Es la diferencia entre los niveles medios de presión acústica producidos en dos recintos por la acción de una o varias fuentes de ruido emitiendo en uno de ellos, que se toma como recinto 1. En general es función de la frecuencia.

Símbolo:  $D$

Unidad: decibelio, dB

Se define mediante la siguiente expresión:

$$D = L_1 - L_2$$

donde:

$L_1$  es el nivel medio de presión acústica en el recinto emisor, en dB

$L_2$  es el nivel medio de presión acústica en el recinto receptor, en dB

**Diferencia, estandarizada, de niveles de presión entre recintos a ruido aéreo:** Es la diferencia entre los niveles medios de presión acústica 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. En general es función de la frecuencia.

Símbolo:  $D_{nT}$

Unidad: decibelio, dB

Se define mediante la siguiente expresión:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \lg \left( \frac{T}{0,5} \right)$$

donde:



$L_1$  es el nivel medio de presión acústica en el recinto emisor, en dB

$L_2$  es el nivel medio de presión acústica en el recinto receptor, en dB,

T es el tiempo de reverberación del recinto receptor, en segundos.

**Espectro normalizado del ruido de aviones, ponderado A:** En la tabla que sigue se dan los valores numéricos del espectro normalizado del ruido de aviones, ponderado A, para el caso de espectros en bandas de tercio de octava y de octavas, a los que se refiere este DAC.

1/1 Octava		1/3 Octava	
$F_i$ Hz	$L_{avA,i}$ dB	$F_i$ Hz	$L_{avA,i}$ dB
125	-16,2	100	-23,8
		125	-20,2
250	-8,2	160	-15,4
		200	-13,1
		250	-12,6
		315	-10,4
500	-5	400	-9,8
		500	-9,5
		630	-8,7
1.000	-5,4	800	-9,5
		1.000	-10,5
		1.250	-11
2.000	-8	1.600	-12,5
		2.000	-14,9
		2.500	-15,9
		3.150	-18,6
4.000	-12,2	4.000	-23,3
		5.000	-29,9

**Espectro normalizado del ruido de estaciones ferroviarias, ponderado A:** En la tabla que sigue se dan los valores numéricos del espectro normalizado del ruido de estaciones ferroviarias, ponderado A, para el caso de espectros en bandas de tercio de octava y de octavas, a los que se refiere este DAC.

1/1 Octava		1/3 Octava	
$F_i$ Hz	$L_{efA,i}$ dB	$F_i$ Hz	$L_{efA,i}$ DB
125	-18,9	100	-27,9
		125	-26,8
250	-13,1	160	-20,4
		200	-22,3
		250	-17,9
		315	-15,8
500	-7,1	400	-11
		500	-13,2
		630	-11,7
1.000	-3,6	800	-9,3
		1.000	-8,7
		1.250	-7,3
2.000	-5,8	1.600	-8,6
		2.000	-10,7
		2.500	-13,9
		3.150	-16,7
4.000	-13,4	4.000	-17,9
		5.000	-21,1



**Espectro normalizado del ruido de tráfico ponderado A:** En la tabla que sigue se dan los valores numéricos del espectro normalizado del ruido de tráfico, ponderado A, para el caso de espectros en bandas de tercio de octava y de octavas, a los que se refiere este DAC.

1/1 Octava		1/3 Octava	
F <sub>i</sub> Hz	L <sub>Atr,i</sub> dB	F <sub>i</sub> Hz	L <sub>Atr,i</sub> dB
125	-15,7	100	-20
		125	-20
		160	-18
250	-10,7	200	-16
		250	-15
		315	-14
		400	-13
500	-7,7	500	-12
		630	-11
		800	-9
1.000	-3,7	1.000	-8
		1.250	-9
		1.600	-10
2.000	-6,7	2.000	-11
		2.500	-13
		3.150	-15
		4.000	-16
4.000	-11,7	5.000	-18

**Espectro normalizado del ruido rosa ponderado A:** En la tabla que sigue se dan los valores numéricos del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, para el caso de espectros en bandas de tercio de octava y de octavas, a los que se refiere este DAC.

1/1 Octava		1/3 Octava	
F <sub>i</sub> Hz	L <sub>rA,i</sub> dB	F <sub>i</sub> Hz	L <sub>rA,i</sub> dB
125	-22,4	100	-30,1
		125	-27,1
		160	-24,4
250	-14,9	200	-21,9
		250	-19,6
		315	-17,6
		400	-15,8
500	-9,5	500	-14,2
		630	-12,9
		800	-11,8
1.000	-6,3	1.000	-11
		1.250	-10,4
		1.600	-10
2.000	-5,1	2.000	-9,8
		2.500	-9,7
		3.150	-9,8
		4.000	-10
4.000	-5,3	5.000	-10,5



**Índice global de percepción de vibraciones K:** Es un parámetro que tiene en cuenta los efectos más adversos de percepción subjetiva de la intensidad de las vibraciones en las tres direcciones principales de un sistema cartesiano con el eje Y perpendicular al torso, en el margen de 1 a 80 Hz.

A los efectos de este DAC se define el valor del índice de percepción de vibraciones,  $K_i$ , en la banda de tercio de octava de frecuencia  $f_i$ , mediante la siguiente expresión empírica (Norma ISO 2631-2:1989):

$$K_i = a_i \frac{b}{\sqrt{1 + (f_i / f_o)^2}}$$

donde:

$b$  es un coeficiente de ajuste de valor  $282,5 \text{ s}^2/\text{m}$

$f_o$  vale  $5,6 \text{ Hz}$

$f_i$  toma los valores de las bandas de tercio de octava de frecuencias centrales desde 1 a 80 Hz

$a_i$  es el valor eficaz de la aceleración en  $\text{m/s}^2$ , en la banda de frecuencia  $f_i$ , que se obtiene a partir de la expresión:

$$a_i = \sqrt{(1,4a_{i,x})^2 + (1,4a_{i,y})^2 + a_{i,z}^2}$$

donde

$a_{i,x}$ ,  $a_{i,y}$ , y  $a_{i,z}$ , son los valores rms de las aceleraciones medidos en los tres ejes, en la banda de frecuencia  $f_i$

Se toma como valor del índice global K, el mayor de los valores  $K_i$ .

**Índice normalizado de reducción de vibraciones en uniones de elementos de construcción:** Es una magnitud relacionada con la transmisión de energía en una unión de dos elementos de construcción. Es la diferencia entre los niveles medios de velocidad entre ambos lados de la unión, promediada en las dos direcciones, normalizada a la longitud de la unión y a la longitud equivalente de absorción de los elementos a cada lado.

Símbolo:  $K_{ij}$

Unidad: decibelio, dB

Se expresa mediante la fórmula:

$$K_{ij} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + 10 \lg \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}} = \overline{D_{v,ij}} + 10 \lg \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}}$$

siendo:

$D_{v,ij}$  es la diferencia entre los niveles de velocidad de los elementos i y j, cuando se excita el elemento i;

$D_{v,ji}$ , es la diferencia entre los niveles de velocidad de los elementos j e i, cuando se excita el elemento j;

$l_{ij}$  es la longitud común de la unión entre los elementos i y j, en metros;

$\overline{D_{v,ij}}$  es el valor medio de la diferencia de niveles del elemento i al j y del j al i;

$a_i$  es la longitud de absorción equivalente del elemento i, en metros;

$a_j$  es la longitud de absorción equivalente del elemento j, en metros;

Se puede obtener  $K_{ij}$  a partir de las fórmulas que se indican a continuación para los distintos tipos de uniones, cuya expresión está dada en función de la magnitud M definida como:

$$M = \log \frac{m'_{\perp i}}{m'_i}$$

donde:

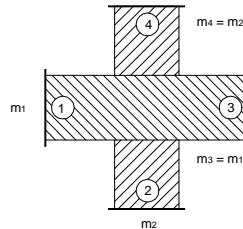
$m'_i$  es la densidad superficial del elemento i en el camino de transmisión ij, en  $\text{kg/m}^2$ ,

$m'_{\perp i}$  es la densidad superficial del otro elemento, perpendicular al i, que forma la unión, en  $\text{kg/m}^2$ .



En general, la transmisión es poco dependiente de la frecuencia en el intervalo de frecuencias comprendido entre 125 Hz y 2000 Hz. En los casos en los que se indica la calificación 0 dB/octava a continuación de la fórmula, se puede considerar que la transmisión es independiente de la frecuencia.

**Unión rígida en +:**

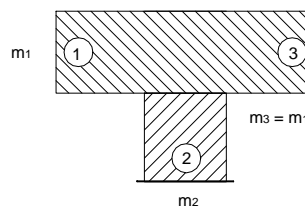


$$K_{13} = 8,7 + 17,1M + 5,7 \cdot M^2 \quad \text{dB}; \quad 0 \text{ dB/octava}$$

$$K_{12} = 8,7 + 5,7 \cdot M^2 \quad (= K_{23}) \quad \text{dB}; \quad 0 \text{ dB/octava}$$



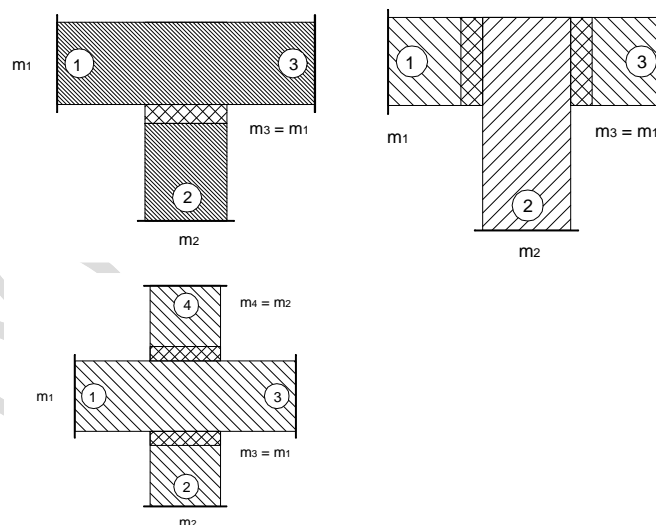
**Unión rígida en T:**



$$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2 \quad \text{dB}; \quad 0 \text{ dB/octava}$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2 \quad (= K_{23}) \quad \text{dB}; \quad 0 \text{ dB/octava}$$

**Uniones en + y en T con elementos flexibles interpuestos:**



$$K_{13} = 5,7 + 14,1 M + 5,7 \cdot M^2 + 2 \cdot \Delta_1 \text{ dB};$$

$$K_{24} = 3,7 + 14,1 M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB}; \quad 0 \leq K_{24} \leq -4 \text{ dB}; \quad 0 \text{ dB/octava}$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2 + \Delta_1 (= K_{23}) \text{ dB};$$

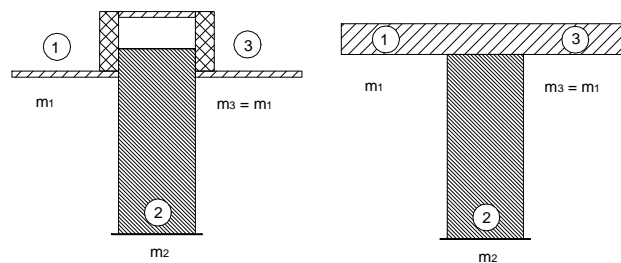
Siendo:

$$\Delta_1 = 10 \cdot \log(f / f_1) \text{ dB} \quad \text{para } f < f_1$$

$$f_1 = 125 \text{ Hz si } (E_1 / e_1) \approx 100 \text{ M N/m}^3$$

( $E_1$  es el módulo de Young y  $e_1$  el espesor del elemento flexible interpuesto)

### Uniones en fachadas livianas:

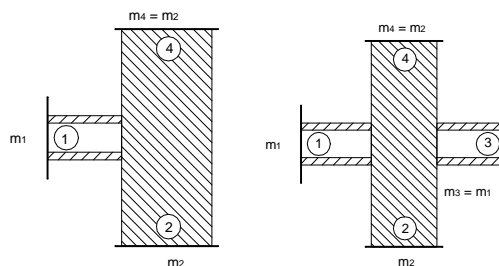


$$K_{13} = 5 + 10 M \text{ dB}; \text{ mínimo } 5 \text{ dB}; \quad 0 \text{ dB/octava}$$

$$K_{12} = 10 + 10 |M| (= K_{23}) \text{ dB}; \quad 0 \text{ dB/octava}$$

$$A_{\text{fachada, situ}} = S_{\text{fachada}} / l_0, \quad \text{con } l_0 = 1 \text{ metro (longitud de acoplo de referencia)}$$

### Unión de paredes dobles livianas y paredes homogéneas:



$$K_{13} = 10 - 20 M - 3,3 \cdot \log(f / f_0) \text{ dB}; \text{ mínimo } 10 \text{ dB}$$

$$K_{24} = 3,0 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}; \quad (m_2 / m_1) > 3; \quad 0 \text{ dB/octava}$$

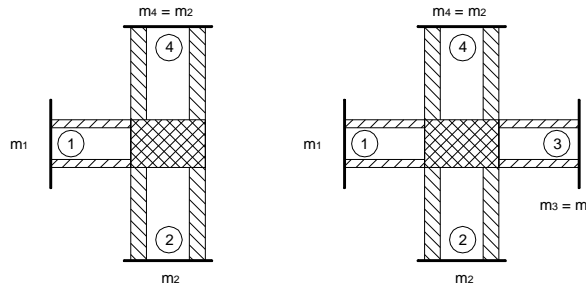
$$K_{12} = 10 + 10 |M| + 3,3 \cdot \log(f / f_0) \text{ dB}; \quad (= K_{23})$$

$$f_0 = 500 \text{ Hz}; \quad a_{\text{liviana, situ}} = S_{\text{liviana}} / l_0, \quad \text{con } l_0 = 1 \text{ metro (longitud de acoplo de referencia)}$$





**Uniones de dobles paredes livianas acopladas:**

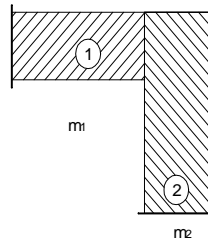


$$K_{13} = 10 + 20 M - 3,3 \cdot \log(f / f_o) \text{ dB; mínimo } 10 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 10 + 10 |M| - 3,3 \cdot \log(f / f_o) \text{ dB; } (= K_{23})$$

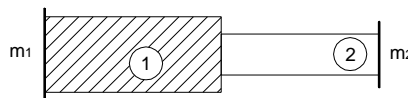
$$f_o = 500 \text{ Hz; } a_{\text{situ}} = S / l_o, \text{ con } l_o = 1 \text{ metro (longitud de acoplo de referencia)}$$

**Esquinas:**



$$K_{12} = 15 |M| - 3 \text{ dB; } (= K_{21}); \text{ mínimo } -2 \text{ dB; } 0 \text{ dB/octava}$$

**Cambio de espesor:**



$$K_{12} = 5M^2 - 5 \text{ dB } (= K_{21}); \text{ } 0 \text{ dB/octava}$$

**Inteligibilidad en un recinto:** Está relacionado con el grado de comprensión de la palabra. En este DAC se valora a través del índice RASTI (Norma CEI 268-16), que simplifica y abrevia un índice de inteligibilidad mas general que comprende la totalidad del espectro. Se obtiene a partir de los índices de transmisión de la conversación para las frecuencias de 1.02, 2.03, 4.07 y 8.14 hercios en la banda de 500 Hz y de los índices de transmisión de la conversación a las frecuencias de 0.73, 1.45, 2.90, 5.81 y 11.63 hercios en la banda de 2000 Hz.

**Longitud de absorción equivalente de vibraciones, de un elemento de construcción:** Es la longitud, en metros, equivalente a la absorción de vibraciones de un elemento de construcción.

Símbolo: a

Unidad: metro, m



Se expresa mediante la fórmula siguiente:

$$a = \frac{2,2p^2 S}{C_o T_s} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}}$$

siendo:

$T_s$  el tiempo de reverberación estructural del elemento, en segundos;

S el área del elemento en metros cuadrados;

f la frecuencia, en hercios;

$f_{ref} = 1000$  Hz es la frecuencia de referencia.

$c_o$  la velocidad de propagación

**Mejora del aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas (o diferencia de niveles de presión de fachadas) por adaptación de forma:** Es la mejora del aislamiento acústico de fachadas por efecto de apantallamientos debidos a petos, formas especiales y retranqueos.

Símbolo:  $\Delta L_{f,s}$

Unidad: decibelio, dB

Se valora mediante la expresión:

$$\Delta L_{f,s} = L_{1,2m} - L_{1,s} + 3$$

donde:

$L_{1,2m}$  es el nivel de ruido exterior medido a 2 metros frente a la fachada

$L_{1,s}$  es el nivel de ruido exterior medido en el plano de la fachada

**Nivel global de ruido de impactos en edificios:** Es el valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales  $L'_n$  según el método especificado en la norma UNE-EN ISO 717-2. Si los niveles experimentales están dados para bandas de octava, el valor a 500 Hz se reduce en 5 dB.

Símbolo:  $L'_w$

Unidad: decibelio, dB

**Nivel normalizado del ruido de impactos en edificios:** Es el nivel de presión sonora medio en el recinto receptor normalizado a una absorción sonora de  $10 \text{ m}^2$ , cuando el divisorio separador respecto al recinto superior es excitado por la máquina de impactos normalizada según se describe en la Norma UNE EN ISO 140-6. Es función de la frecuencia.

Símbolo :  $L'_n$

Unidad: dB

Se definen mediante la siguiente expresión:

$$L'_n = L + 10 \lg(A/10)$$

donde:

L es el nivel medio de presión en el recinto, en dB.

A es el área de absorción equivalente del recinto receptor, en  $\text{m}^2$

T es el tiempo de reverberación del recinto receptor, en segundos

**Predominio de los ruidos de aeronaves y de estaciones ferroviarias (o de tráfico ferroviario) sobre el ruido de tráfico automóvil:** A efectos del Código, se puede considerar que los ruidos de aeronaves, de estaciones ferroviarias (o de tráfico ferroviario) son dominantes respecto al ruido de tráfico automóvil cuando el perfil del espectro medido en el lugar considerado es análogo (difiere en menos de 1 dB) al ruido de aeronaves, o de estaciones ferroviarias, respectivamente, en la mitad de los tercios de octava, como mínimo. (En general, esta condición equivale a que los ruidos citados superan en unos 6 dB al ruido de tráfico rodado).

**Reverberación:** Es el fenómeno de persistencia del sonido en el interior de un recinto una vez que la fuente sonora ha dejado de emitir.



**Tiempo de reverberación:** Es el tiempo en el que la presión acústica se reduce a la milésima parte de su valor inicial (decremento de 60 dB en el nivel de presión acústica) una vez cesada la emisión de la fuente sonora. En general es función de la frecuencia.

Símbolo: T

Unidad: segundo, s

Puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$T = \frac{0,16 V}{A}$$

donde:

V es el volumen del recinto, en m<sup>3</sup>

A es la absorción del recinto, en m<sup>2</sup>.

En este DAC, los valores de las exigencias establecidos como límite, se entenderán como la media de los valores a 500 Hz, 1000 Hz y 2000 Hz.

**Tiempo de reverberación estructural de un elemento de construcción:** Es el tiempo correspondiente a una caída del nivel de vibración de 60 dB, a partir del cese de la excitación. Hay que distinguir entre los valores en el laboratorio,  $T_{s,lab}$  y los valores in situ,  $T_{s,situ}$  para el mismo elemento.

Símbolo: T<sub>s</sub>

Unidad: segundo, s

El tiempo de reverberación estructural de un elemento puede evaluarse de acuerdo al anexo C de la norma UNE-EN-12354 parte1.



## 1.4 Normas UNE de aplicación

- 1 En ocasiones, las normas referidas a continuación requieren satisfacer exigencias, particularmente instrumentales, establecidas en otras normas, que aunque no se citan aquí se consideran del mismo rango e igualmente exigibles a los efectos de este DAC.

### 1.4.1 Normas aplicables en el laboratorio

- 1 UNE EN ISO-140/1-97 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 1. Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas.
- 2 UNE EN ISO-140/2-91 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 2. Determinación, verificación y aplicación de datos de precisión.
- 3 UNE EN ISO-140/3-84 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 3. Medición en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo de los elementos constructivos.
- 4 UNE EN ISO-140/6-84 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 6. Medición en laboratorio del aislamiento de suelos a ruido de impactos.
- 5 UNE EN ISO-140/8-97 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 8. Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre un forjado normalizado pesado.
- 6 UNE EN ISO-140/9-97 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 8. Medición en laboratorio del aislamiento a ruido aéreo entre recintos de un techo suspendido con plenum.
- 7 UNE EN ISO-140/10-97 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 8. Medición en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo de los elementos de construcción pequeños.
- 8 UNE EN ISO-354-93 Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante.
- 9 ISO 717/1-96 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- 10 ISO 717/2-96 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos.
- 11 UNE EN ISO-3822/1/2/3/4-95 Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua.

## ANEJO 2: MÉTODO PREDICTIVO DE AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO

- 1 Llamando  $\tau_i$  a la relación entre la energía transmitida por el camino  $i$  y la energía total incidente, el aislamiento acústico resultante en obra, para esa situación, se estima mediante la fórmula:

$$R' = -10 \lg \left( \sum_{i=1}^n t_{d,i} + \sum_{j=1}^m t_{f,j} \right) \quad [\text{dB}] \quad (2.1)$$

donde:

$R'$  es el índice de reducción acústica aparente,

$\tau_{d,i}$  es el cociente entre la potencia acústica radiada por la parte común del elemento separador y la potencia acústica incidente sobre la parte común del elemento separador,

$\tau_{f,j}$  es el cociente entre la potencia acústica radiada por un elemento de flanco  $f$  al recinto receptor y la potencia acústica incidente sobre la parte común del elemento separador,

$n$  es el número de caminos directos,

$m$  es el número de caminos indirectos.

### 2.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo en divisiones interiores

- 1 La diversidad de situaciones encontradas en el interior de los edificios, principalmente de viviendas, hace necesario, diferenciar las contribuciones de los distintos caminos directos y de flancos que se indican en la Figura III.1.

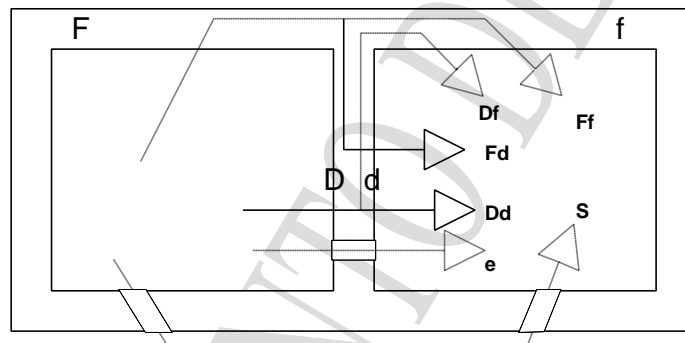


Fig. 2.1 Definición de los caminos de transmisión acústica  $ij$  entre dos recintos.

- 2 El aislamiento se desarrolla explícitamente en el sumatorio siguiente:

$$R' = -10 \lg (\tau_d + \sum_1^m \tau_f + \sum_1^n \tau_e + \sum_1^q \tau_s) \quad [\text{dB}] \quad (2.2)$$

donde:

$\tau$  es la potencia radiada por cada elemento del local o recinto receptor:

$\tau_d$  incluye los caminos  $Dd$  y  $Fd$ ,

$\tau_f$  incluye los caminos  $Ff$  y  $Df$ ,

$\tau_e$  es la fracción de potencia de ruido aéreo transmitida a través del elemento separador,

$\tau_s$  es la fracción de potencia de ruido aéreo transmitida a través de algún sistema por vía indirecta,

$m$  es el número de elementos de flancos, usualmente cuatro,

$n$  es el número de elementos con transmisión directa del ruido aéreo,

$q$  es el número de sistemas con transmisión indirecta de ruido aéreo.

- 3 El factor de transmisión del elemento separador,  $\tau_d$ , consiste en las contribuciones de la transmisión directa más las  $r$  transmisiones indirectas:

$$t_d = t_{Dd} + \sum_{F=1}^r t_{Fd} \quad [-] \quad (2.3)$$

- 4 El factor de transmisión de cada uno de los elementos de flanco en el local receptor se compone de las contribuciones de dos caminos de transmisión indirecta:

$$t_f = t_{Df} + t_{Ff} \quad [-] \quad (2.4)$$

- 5 En general los caminos indirectos más importantes entre dos locales contiguos son Ff y Df por cada pared.
- 6 Los factores de transmisión de los caminos por vía sólida se relacionan con los aislamientos para la transmisión directa  $R_{Dd}$ , y para la transmisión indirecta  $R_{ij}$ , según las expresiones respectivas siguientes:

$$\tau_{Dd} = 10^{-R_{Dd}/10} \quad [-] \quad (2.5)$$

donde:

$R_{Dd}$  es el índice de reducción acústica para la transmisión directa.

$$\tau_{ij} = 10^{-R_{ij}/10} \quad [-] \quad (2.6)$$

donde:

$R_{ij}$  es el índice de reducción acústica por flancos.

- 7 Los factores de transmisión de ruido aéreo por los caminos directo y de flancos están relacionados con las diferencias de niveles normalizados  $D_{n,e}$  y  $D_{n,s}$ , según las expresiones respectivas siguientes:

$$t_e = \frac{A_o}{S_s} 10^{-D_{n,e}/10} \quad [-] \quad (2.7)$$

$$t_s = \frac{A_o}{S_s} 10^{-D_{n,s}/10} \quad [-] \quad (2.8)$$

donde:

$D_{n,e}$  es la diferencia de nivel acústico normalizada de un elemento para elementos de construcción pequeños [dB],

$D_{n,s}$  es la diferencia de nivel acústico normalizada para transmisión indirecta a través de un sistema s [dB],

$S_s$  es el área del elemento separador en metros cuadrado,

$A_o$  es el área de absorción equivalente de referencia, en metros cuadrados.

- 8 Este esquema general de previsión del aislamiento a ruido aéreo se aplicará a los índices globales de los elementos de construcción,  $R_A$  ( $R_W+C$ , en la terminología de la norma UNE EN ISO 717/1), dando como resultado los correspondientes valores de aislamiento in situ.

$$R'_A = -10 \lg \left( 10^{-0.1R_{Dd,A}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0.1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0.1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0.1R_{Fd,A}} + \sum_{ai=ei, Si} 10^{-0.1D_{ai,A}} \right) \quad (2.9)$$

donde:

$R_{Dd,A}$  es el índice global de aislamiento acústico para la transmisión directa, en decibelios (dBA, para ruido rosa),



$R_{Ff,A}$  es el índice global de aislamiento acústico para la transmisión indirecta, del camino Ff, en decibelios (dBA, para ruido rosa),

$R_{Df,A}$  es el índice global de aislamiento acústico para la transmisión indirecta, del camino Df, en decibelios (dBA, para ruido rosa),

$R_{Fd,A}$  es el índice global de aislamiento acústico para la transmisión indirecta, del camino Fd, en decibelios (dBA, para ruido rosa),

$D_{ai,A}$  es el índice global de aislamiento acústico para la transmisión de ruido aéreo por vía directa  $e_i$  o indirecta  $S_i$  de todos los sistemas instalados (usualmente de pequeñas dimensiones)

$n$  el número de elementos de flancos del local, que normalmente es 4 pero puede ser diferente según el diseño del local.

- 9 El índice global de aislamiento acústico para la transmisión directa se determina a partir de los datos del elemento separador según la fórmula que sigue:

$$R_{Dd,A} = R_{S,A} + \Delta R_{Dd,A} \quad (2.10)$$

donde:

$R_{S,A}$  es el valor del índice global de aislamiento del elemento separador, en dBA, para ruido incidente rosa,

$\Delta R_{Dd,A}$  es la mejora total del índice global de aislamiento a ruido aéreo, por efecto de tratamientos de superficie adicionales del lado de la emisión y de la recepción, en dBA, para ruido rosa. Este valor se obtiene directamente de resultados disponibles en laboratorio para la combinación elegida o se puede deducir de los resultados obtenidos en cada una de las capas por separado:

Una capa:  $\Delta R_{Dd,A} = \Delta R_{D,A}$  ó  $\Delta R_{d,A}$  (dBA)

Dos capas:  $\Delta R_{Dd,A} = \Delta R_{D,A} + \frac{\Delta R_{d,A}}{2}$  ó  $= \Delta R_{d,A} + \frac{\Delta R_{D,A}}{2}$  (dBA),

eligiendo como valor mitad para el caso de dos recubrimientos, el menor de ellos.

- 10 Los valores de los índices globales de aislamiento por flancos se determinan mediante las fórmulas:

$$R_{Ff,A} = \frac{R_{F,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Ff,A} + K_{Ff} + 10 \lg \frac{S_S}{l_o l_f} \quad (2.11)$$

$$R_{Df,A} = \frac{R_{S,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Df,A} + K_{Df} + 10 \lg \frac{S_S}{l_o l_f} \quad (2.12)$$

$$R_{Fd,A} = \frac{R_{F,A} + R_{S,A}}{2} + \Delta R_{Fd,A} + K_{Fd} + 10 \lg \frac{S_S}{l_o l_f} \quad (2.13)$$

donde:

$R_{F,A}$  es el aislamiento global del elemento de flanco F, (en dBA, para ruido rosa),

$R_{f,A}$  es el aislamiento global del elemento de flanco f, (en dBA, para ruido rosa),

$\Delta R_{Ff,A}$  es la mejora total del índice global de aislamiento acústico, por efecto de tratamientos de superficie adicionales del elemento de flanco, del lado de la emisión y de la recepción, (en dBA, para ruido rosa),

$\Delta R_{Fd,A}$  es la mejora total del índice global de aislamiento acústico, por efecto de tratamientos de superficie adicionales en el elemento de flanco del lado de la emisión y/o del elemento separador en la recepción, (en dBA, para ruido rosa),

$\Delta R_{Df,A}$  es la mejora total del índice global de aislamiento acústico, por efecto de tratamientos de superficie adicionales en el elemento separador del lado de la emisión y/o del elemento de flanco en la recepción, (en dBA, para ruido rosa),



Estos valores se obtienen directamente de resultados disponibles en laboratorio para la combinación elegida o se puede deducir de los resultados obtenidos en cada una de las capas implicadas independientemente ( $ij = Ff; Fd$  o  $Df$ ):

$$\text{Una capa: } \Delta R_{ij,A} = \Delta R_{i,A} \quad \text{ó} \quad \Delta R_{j,A} \quad (\text{dBA}) \quad (2.14)$$

$$\text{Dos capas: } \Delta R_{ij,A} = \Delta R_{i,A} + \frac{\Delta R_{j,A}}{2} \quad \text{ó} \quad = \Delta R_{j,A} + \frac{\Delta R_{i,A}}{2} \quad (\text{dBA}) \quad (2.15)$$

eligiendo como valor mitad para el caso de dos recubrimientos, el menor de ellos.

$K_{Ff}$  es el índice de reducción de vibraciones para el flanco Ff, en dB,

$K_{Fd}$  es el índice de reducción de vibraciones para el flanco Fd, en dB,

$K_{Df}$  es el índice de reducción de vibraciones para el flanco Df, en dB,

$S_S$  es el área del elemento separador, en metros cuadrados,

$l_f$  la longitud común de acoplo de la unión entre el elemento separador y los elementos de flancos F y f, en dBA, para ruido rosa,

$l_o = 1$  m, la longitud de acoplo de referencia.

## 2.2 Aislamiento a ruido aéreo en fachadas y cubiertas

- 1 A efectos de aislamiento acústico de un recinto frente al exterior, se entiende por fachada el conjunto del cerramiento del edificio visto desde el recinto, partes ciegas, partes acristaladas, practicables o no y la parte de la cubierta, en el caso de locales del último piso, sin techo-forjado. Cuando el tejado constituya directamente parte de la separación del local con el exterior se considerará como una parte de la fachada a todos los efectos.
- 2 La superficie, S, de fachada a considerar corresponde al total observado desde el interior del local.
- 3 Salvo que se realice una evaluación del ruido predominante, se podrá utilizar el espectro normalizado para ruido de tráfico, excepto en edificios construidos a menos de 20 kilómetros de zonas aeroportuarias ó a 500 metros de una vía férrea, en cuyo caso se estudiará la combinación más desfavorable.
- 4 La diferencia de niveles estandarizada de la fachada viene dada por la expresión:

$$D_{2m,nT} = -10 \lg \left( \sum_{i=1}^n t_{d,i} + \sum_{j=1}^m t_{f,j} \right) + \Delta L_{fs} + 10 \lg \frac{V}{6T_o S} \quad [\text{dBA}] \quad (2.16)$$

donde:

$\tau_{d,i}$  es la fracción de energía radiada por el elemento de transmisión directa i,

$\tau_{f,j}$  es la fracción de energía radiada al local por el flanco j de transmisión,

V es el volumen del local en metros cúbicos,

S es el área total de la fachada, vista desde el interior, en metros cuadrados,

$\Delta L_{fs}$  es la mejora del aislamiento o diferencia del nivel por la forma de la fachada, en decibelios.

n es el número de caminos directos,

m es el número de caminos indirectos.

$T_o = 0,5$  segundos, es el tiempo de reverberación de referencia para viviendas.

- 5 Para relacionar la magnitud de aislamiento in situ  $D_{2m,nT}$ , con las propiedades acústicas de los elementos o productos de construcción, hay que sustituir los valores de  $\tau_{d,i}$  y  $\tau_{f,j}$  usando las expresiones siguientes:

$$t_{d,i} = \frac{S_i}{S} 10^{-R_i/10} \quad \text{para elementos genéricos} \quad (2.17)$$

donde:





$R_i$  es el aislamiento normalizado, del elemento  $i$ , en decibelios,  
 $S_i$  es el área del elemento, en metros cuadrados,  
 $S$  es el área total de la fachada, en metros cuadrados.

$$t_{d,i} = \frac{S_i}{S} 10^{-D_{n,d,i}/10} \quad \text{para elementos pequeños (UNE EN ISO 140/10)} \quad (2.18)$$

donde:

$D_{n,d,i}$  es la diferencia de nivel estandarizada, del elemento pequeño  $i$ , en decibelios,  
 $S$  es el área total de la fachada, en metros cuadrados,  
 Para tomas de aire o respiraderos sin tratamiento acústico puede tomarse:

$$D = -10 \log \left( \frac{S_o}{10} \right) \quad [\text{dB}] \quad (2.19)$$

donde:

$S_o$  es la superficie del respiradero.

- 6 La transmisión vía flancos,  $\tau_{f,j}$ , del elemento  $j$ , corresponde a la suma de las transmisiones de todos los caminos indirectos de ese elemento. En general hay elementos de fachada correspondientes al local considerado y elementos de fachada que no pertenecen a dicho local.
- 7 Las transmisiones indirectas respecto al aislamiento de fachadas son generalmente pequeñas. Sin embargo se incluyen en los cálculos para evitar los casos en que este no sea así, principalmente cuando los elementos rígidos de la fachada están conectados a elementos rígidos del local.
- 8 Las correcciones por la forma de la fachada  $\Delta L_{fs}$  son muy variadas, situándose entre  $-1$  dB y  $+6$  dB, en las formas habituales de balconadas (balcones corridos) y galerías. Los efectos positivos se deben a apantallamientos por los suelos, petos u otros objetos y los negativos por las reflexiones en los bajo-suelos de las galerías superiores. El valor  $-1$  dB, corresponde a apantallamientos (visuales desde la fuente de ruido) de menos de la mitad de la altura del elemento separador del local respecto al exterior, con coeficientes de absorción, del *sofíto*, inferiores a 0,3. La mejora de  $+6$  dB, corresponde a galerías casi cerradas, con respiraderos en la parte superior que dan apantallamientos visuales de más de 2.5 m de altura y absorciones en el *techo* de 0.9 o superiores. En construcciones en terrazas sucesivas retranqueadas las mejoras son superiores, entre 1 y 5 dB para locales abiertos y entre 3 y 7 dB, para cerrados, en las mismas condiciones de apantallamiento visual y de absorción acústica indicadas para las galerías.
- 9 A diferencia del aislamiento entre recintos interiores, en que la identidad entre  $R_A$  y  $R_W$  es total, en el caso de fachadas, arrastrar los índices globales  $R_A$  o  $R_W$  desde el principio puede acarrear un error debido a la considerable dispersión entre los valores de estos índices y el establecido para el caso del ruido de tráfico dominante. Dispersión atribuible fundamentalmente a la influencia de la forma de la curva de aislamiento. Para ello se aprovecha la relación  $D_{2m,nT,Atr} = D_{2m,nT,A} + C_{tr}$  calculando  $C_{tr}$  para el elemento de fachada de mas débil aislamiento, que generalmente es la ventana o la cajas de persiana o las rendijas si las hubiese.

## ANEJO 3: MÉTODO PREDICTIVO DE AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTOS

- 1 Las situaciones con transmisiones más importantes del ruido de impactos corresponden a locales superpuestos, locales adyacentes y locales con una arista común formando diedros opuestos por la arista.

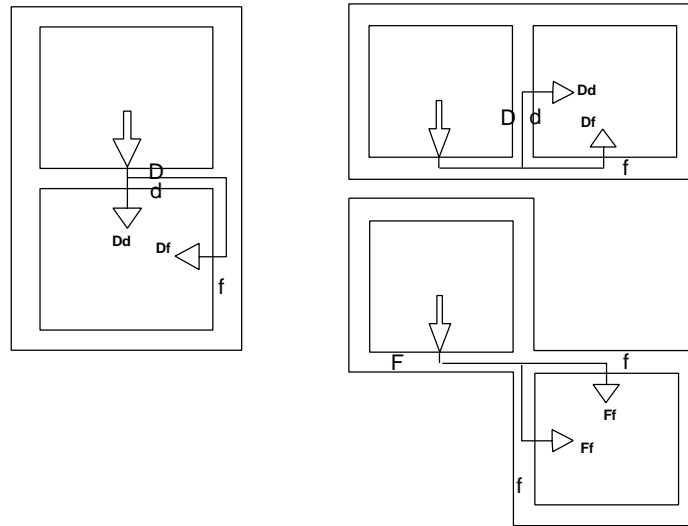


Fig. 3.1 Definición de los caminos de transmisión entre dos recintos.

### 3.1 Locales superpuestos

- 1 En este caso el nivel total de presión sonora de impactos viene dado por:

$$L'_n = 10 \lg \left( 10^{0.1L_{n,d}} + \sum_{j=1}^n 10^{0.1L_{n,ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (3.1)$$

donde:

$L_{n,d}$  es el nivel de presión sonora de impactos normalizado, debido a la transmisión directa, en decibelios,

$L_{n,ij}$  es el nivel de presión sonora de impactos normalizado, debido a la transmisión indirecta, o por flancos, en decibelios,

$n$  es el número de flancos o de elementos de flancos, generalmente 4.

- 2 La transmisión directa en forma explícita vale:

$$L_{n,d} = L_{n,situ} - \Delta L_{situ} - \Delta L_{d,situ} \quad [\text{dB}] \quad (3.2)$$

donde

$L_{n,situ}$  es el nivel de ruido de impactos normalizado in situ, en dB,

$\Delta L_{situ}$  es la mejora del aislamiento por revestimientos del lado de la emisión, (p.e. suelos flotantes), en dB,

$\Delta L_{d,situ}$  es la mejora del nivel de ruido de impactos por revestimientos del lado de la recepción (p.e. techos suspendidos), en dB.

Para capas de materiales adicionales y para recubrimientos los valores in situ pueden tomarse como los valores de laboratorio, aproximadamente:

$$\Delta R_{situ} = \Delta R \quad \text{dB} \quad (3.3)$$



$$\Delta L_{\text{situ}} = \Delta L \quad \text{dB} \quad (\text{Consultar Anexo C de la norma UNE-EN-12354 Parte2}) \quad (3.4)$$

$$\Delta L_{d, \text{situ}} = \Delta L_d \quad \text{dB} \quad (3.5)$$

Si no se disponen de datos apropiados sobre el índice de mejora acústica de impactos  $\Delta L_d$  de techos suspendidos en el lado de recepción del forjado separador, puede utilizarse como estimación el índice de mejora acústica de ruido aéreo.

- 3 La transmisión indirecta desde el elemento i al j en forma explícita vale:

$$L_{n,ij} = L_{n,\text{situ}} - \Delta L_{\text{situ}} + \frac{R_{i,\text{situ}} - R_{j,\text{situ}}}{2} - \Delta R_{j,\text{situ}} - \overline{D_{v,ij,\text{situ}}} - 10 \lg \sqrt{\frac{S_i}{S_j}} \quad [\text{dB}] \quad (3.6)$$

donde:

$S_i$  es el área del elemento excitado, en metros cuadrados,

$S_j$  es el área del elemento en la recepción, en metros cuadrados,

$\overline{D_{v,ij,\text{situ}}}$  es la diferencia de nivel de velocidad en la unión promediada en dirección entre los elementos i y j en una situación real. Se deduce del índice de reducción vibracional:

$$\overline{D_{v,ij,\text{situ}}} = K_{ij} - 10 \cdot \log \frac{I_{ij}}{\sqrt{a_{i,\text{situ}} \cdot a_{j,\text{situ}}}} \quad \text{dB}; \overline{D_{v,ij,\text{situ}}} \geq 0 \text{dB} \quad (3.7)$$

### 3.2 Locales al mismo nivel y en diagonal

- 1 En estos casos no existen transmisiones directas. Las expresiones resultantes son inmediatas a la vista de las figuras correspondientes y de las relaciones para los distintos caminos de transmisión indirecta señalados en el punto anterior para  $L_{n,ij}$ :

$$L'_n = 10 \lg \left( \sum_{j=1}^n 10^{0.1 L_{n,ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (3.8)$$

### 3.3 Cálculo de las magnitudes del ruido de impactos in situ

- 1 De manera semejante a lo indicado para el ruido aéreo, y dado que en las fórmulas precedentes las transmisiones por vía directa y de flancos se refieren a transmisiones in situ, la primera operación consiste en convertir los valores de laboratorio, característicos de los productos, en valores in situ.
- 2 Aunque de manera rigurosa solamente es válido en el rango de frecuencias de transmisión resonante, puede admitirse que los valores de aislamiento a ruido aéreo in situ se relacionan con los valores de laboratorio según la expresión:

$$R_{\text{situ}} = R_{\text{lab}} - 10 \lg \frac{T_{s,\text{situ}}}{T_{s,\text{lab}}} \quad [\text{dB}] \quad (3.9)$$

donde:

$T_{s,\text{situ}}$  es el tiempo de reverberación estructural in situ del elemento considerado, en segundos,

$T_{s,\text{lab}}$  es el tiempo de reverberación estructural del mismo elemento en el laboratorio, en segundos.

- 3 De igual manera para el nivel de impactos se tiene:



$$L_{n,situ} = L_{n,lab} + 10 \lg \frac{T_{s,situ}}{T_{s,lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.10)$$

donde:

$T_{s,situ}$  es el tiempo de reverberación estructural in situ del elemento considerado, en segundos,

$T_{s,lab}$  es el tiempo de reverberación estructural del mismo elemento, en el laboratorio, en segundos.

- 4 Los valores in situ de  $R$  y  $L_n$  se igualan a los valores de laboratorio cuando se trata de elementos de construcción mucho más livianos que los circundantes (un factor 3 como mínimo) o con factores de pérdidas internas mayores que 0.03. También se procede así cuando se trate de elementos ligeros de doble capa.
- 5 Las mejoras de aislamiento a ruido aéreo y de impactos de capas de revestimiento dan valores in situ análogos a los de laboratorio.
- 6 Para las longitudes de absorción equivalentes de elementos de construcción mucho más livianos que los circundantes, con factores de pérdidas internas mayores de 0.03 o cuando se trata de elementos ligeros de doble capa se puede tomar  $a_{i,situ} = S_i$  y  $a_{j,situ} = S_j$ , en las estimaciones de la transmisión de vibraciones en la unión de elementos de construcción. En todo caso este valor medio de la diferencia de nivel de vibraciones en la unión debe ser positivo.
- 7 Las mejoras del nivel de ruido de impactos  $\Delta L$  medida para un forjado macizo, tal como se especifica en la norma UNE EN ISO 140-8, no deben usarse para forjados livianos o de vigas de madera.
- 8 Carentes en el momento presente de un conocimiento preciso de las transmisiones indirectas de los sistemas y tecnologías de la construcción española se usarán para  $K_{ij}$  las expresiones empíricas que aparecen en dicha norma y que han sido definidas en el Anejo 1, adaptadas lo más fielmente posible a la casuística del edificio proyectado.



## ANEJO 4: CÁLCULO PREDICTIVO DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN

- 1 El cálculo predictivo del tiempo de reverberación en los recintos del edificio, afectados por esta exigencia dentro del CTE, se hará mediante la fórmula de Sabine, a partir del volumen y de la absorción sonora del local.

$$T = \frac{0,16 V}{A} \quad [\text{s}] \quad (4.1)$$

donde:

V es el volumen del recinto en metros cúbicos,  
A es la absorción total del recinto expresada en metros cuadrados.

- 2 La absorción sonora se calculará a partir de la ecuación:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i + \sum_{j=1}^N A_{o_j} \quad (4.2)$$

donde:

$S_i$  es el área, en metros cuadrados, de la parte de paramentos cuyo coeficiente de absorción es  $\alpha_i$ ,  
n es el número total de absorbentes caracterizados por un coeficiente diferenciado  $A_{o_j}$  del área de absorción sonora equivalente de cada objeto diferenciado, en número total de N.

- 3 En locales de volumen superior a  $250 \text{ m}^3$ , hay que considerar además la absorción en el seno del aire, y añadirla a la absorción anterior para obtener la absorción total. El cálculo se hará mediante la ecuación:

$$A_{\text{aire}} = 4mV \quad (4.3)$$

donde:

V es el volumen del local expresado en metros cúbicos,  
m es el coeficiente de atenuación en el aire expresado en  $\text{m}^{-1}$ , dados en la norma ISO 9613.