

# GUÍA BÁSICA PARA EL CONTROL ACÚSTICO: EJECUCIÓN DE OBRA Y OBRA TERMINADA

**EUSKO JAURLARITZA**

**ENPLEGUETA GIZARTE  
POLITIKETAKO SAILA**

*Etxebizitza Sailordetza*

*Etxebizitza Zuzendaritza*



**GOBIERNO VASCO**

**DEPARTAMENTO DE EMPLEO Y  
POLÍTICAS SOCIALES**

*Viceconsejería de Vivienda*

*Dirección de Vivienda*

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del  
Gobierno Vasco

-Área Acústica

NOVIEMBRE 2014



## PRÓLOGO

Con la publicación del Documento Básico de Protección frente al Ruido (DB-HR) del Código Técnico de la Edificación (CTE) se establecieron nuevas prestaciones acústicas para los edificios: se solicitan valores de aislamiento acústico al edificio terminado.

La calidad acústica de un edificio se podrá verificar mediante la realización de medidas in situ una vez esté terminado.

Las prestaciones acústicas del edificio se obtienen a partir de una primera fase de diseño acústico, seguida de una correcta ejecución durante la fase de construcción. Ambas fases, la de diseño y la de ejecución, son fases fundamentales para la obtención de los objetivos acústicos.

La presente guía se concibe como herramienta de apoyo para el control de la calidad acústica de los edificios, durante la fase de ejecución y verificación final. Está dirigida especialmente a promotoras, administraciones, proyectistas y redactores de programas de control de calidad, direcciones facultativas, laboratorios de control de calidad de la edificación, constructoras y entidades relacionadas con el sector.

La guía recoge información de apoyo para realizar un control durante la construcción de un edificio, enfocado a la consecución de los objetivos de calidad acústicos así como una propuesta de verificación acústica del edificio una vez esté terminado.

Consta de dos partes diferenciadas:

Una primera parte, *Control de ejecución en obra*, que se desarrolla por medio de preguntas-respuestas. Una segunda parte, *Verificación de obra terminada*, en la que se propone la verificación in situ de la calidad acústica de los edificios.

Este documento ha sido elaborado en el marco del Convenio de Colaboración suscrito entre el Gobierno Vasco y Tecnalia para la gestión del Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco, como apoyo a la aplicación del Decreto de Control de Calidad de la Edificación y Urbanización de la CAVP (DECRETO 209/2014, de 28 de octubre, por el que se regula el control de calidad en la construcción).



## INDICE

### PARTE 1: CONTROL DE EJECUCIÓN EN OBRA

<b>1. ¿Qué exige el DB-HR del CTE? .....</b>	<b>2</b>
1.1 Exigencias de Aislamiento acústico	
1.2 Exigencias de Absorción acústica	
1.3 Especificaciones a las Instalaciones del edificio	
<b>2. ¿Cómo realizo el control de obra que me ayude a cumplir lo establecido en el diseño acústico del proyecto? .....</b>	<b>7</b>
2.1 Conocer los valores de aislamiento acústico y masas de los elementos constructivos	
2.2 Verificar las prestaciones de aislamiento acústico de cada elemento constructivo	
2.3 Recepción los materiales (productos que componen el elemento constructivo)	
2.4 Controlar la ejecución de los elementos constructivos	
2.5 Instalaciones – recepción y control de ejecución	
<b>3. ¿Cómo proceder cuando se propone un elemento constructivo diferente al contemplado en proyecto? .....</b>	<b>10</b>
3.1 Si la nueva solución constructiva propuesta SÍ cambia de tipología acústica	
3.2 Si la nueva solución constructiva propuesta NO cambia de tipología acústica	
<b>4. Tipologías acústicas de elementos constructivos .....</b>	<b>12</b>
4.1 Elementos de separación vertical	
4.2 Tabiquería	
4.3 Elementos de separación horizontal	
<b>5. Materiales/productos de los elementos constructivos: cómo realizar su recepción en obra.....</b>	<b>13</b>
<b>6. Elementos constructivos: cómo realizar el control y seguimiento durante la ejecución de obra .....</b>	<b>13</b>
6.1. Parámetros acústicos que caracterizan a los elementos constructivos	
6.2 Puntos críticos a controlar de los elementos constructivos	
6.3 Fichas de Control de Ejecución	
<b>7. Frecuencia de verificación durante la ejecución de la obra, para el control acústico.....</b>	<b>18</b>
<b>8. Elementos constructivos concretos: control durante la obra.....</b>	<b>18</b>
8.1 Ventana (con caja de persiana y/o aireador, si los dispusiera)	
8.2 Puerta	
8.3 Suelo flotante	



## PARTE 2: VERIFICACIÓN DE OBRA TERMINADA.

<b>1. Cómo realizar la verificación final de las prestaciones acústicas de un edificio.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Protocolo para la verificación final de las prestaciones acústicas del edificio.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Objeto y alcance.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Metodología.....</b>	<b>4</b>
I. Procedimiento de medida, resultados y valoración.....	6
I.1 Normas de aplicación.....	6
I.2 Parámetros de valoración.....	7
I.3 Valoración de resultados.....	9
II. Laboratorios competentes.....	10
III. Instrumentación.....	10
IV. Muestreo mínimo y selección de recintos.....	12
IV.1 Muestreo mínimo a realizar.....	12
IV.2 Propuesta de ampliación del muestreo mínimo.....	15
IV.3 Recomendaciones para la selección de recintos.....	16
<b>2.3 Requisitos acústicos exigibles “in situ” a los edificios–obra terminada.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 Informe y presentación de resultados.....</b>	<b>22</b>

Anexo A: Tipos de recintos (DB-HR del CTE). Definiciones.

Anexo B: Parámetro de valoración de aislamiento acústico.

Anexo C: Ficha técnica de verificación in situ de la calidad acústica en edificios

Anexo D: Instalaciones.-Niveles sonoros: Medida y valoración.

Anexo E: Ficha de seguimiento acústico en obra: elementos constructivos. Opción simplificada.

Anexo F: Especificaciones del DB-HR del CTE a las instalaciones del edificio.

Anexo G: Documentos de Referencia.



GUÍA BÁSICA PARA EL CONTROL ACÚSTICO:  
EJECUCIÓN DE OBRA Y OBRA TERMINADA

PARTE 1  
CONTROL DE EJECUCIÓN  
EN OBRA

## 1. ¿QUÉ EXIGE EL DB-HR DEL CTE?

El DB-HR establece, para los edificios que aplica, el cumplimiento de:

- Exigencias de **aislamiento acústico** de los recintos habitables del edificio frente a recintos colindantes y frente a ruido exterior; así como exigencias de aislamiento acústico de los elementos constructivos que lo componen (Tabla 1).
- Exigencias de **absorción acústica** a recintos específicos del edificio.
- Exigencias referidas al **ruido** y vibraciones de **instalaciones** del edificio.

### 1.1 Exigencias de Aislamiento acústico

En general, el DB-HR establece exigencias de aislamiento acústico **al edificio terminado**:

- Entre recintos: aislamiento a ruido aéreo e impactos.
- A un recinto: frente al ruido exterior.

El DB-HR especifica exigencias de aislamiento acústico **a los elementos constructivos** ( $R_A$ ) sólo en los siguientes casos:

- *Tabiquería interior*: pared separadora entre dos estancias de una unidad de uso.
- *Paredes con puertas/ventanas* que separen unidades de uso diferentes.
- *Cerramientos que separan el ascensor de una vivienda o unidad de uso* (sólo si ascensor no lleva maquinaria incorporada).
- *Cerramientos que revisten conductos de extracción*.

En la **Tabla 1** se muestra el resumen de exigencias de aislamiento acústico solicitadas a los recintos del edificio terminado y a los elementos constructivos, según corresponda.

Para poder **determinar las prestaciones de aislamiento acústico** requeridas por el DB-HR en la fase de diseño (aun cuando sean al edificio terminado), es necesario conocer el aislamiento acústico de cada elemento constructivo (pared, forjado, trasdosado, etc.), así como las condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos (apartado 3.1.4. DB-HR).

#### - **Aislamiento acústico de cada elemento constructivo**

Aunque en general el DB-HR establece exigencias de aislamiento acústico al edificio terminado, es necesario, como fase previa, conocer el aislamiento acústico de cada uno de los elementos constructivos que lo componen.



Forjado



Pared doble con bandas



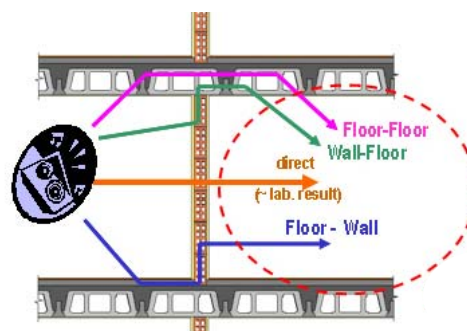
Entramado autoportante

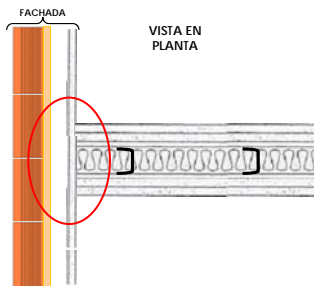


Ventana

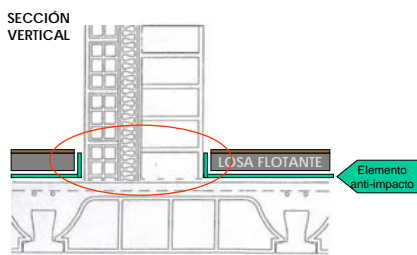
#### - **Condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos.**

Los encuentros entre elementos caracterizan las transmisiones laterales y son determinantes en el aislamiento acústico final, por lo que en fase de control de ejecución, es importante controlar tanto el aislamiento de cada elemento constructivo, como las uniones entre los mismos.





Ejemplo de Encuentro:  
*Fachada con Pared separadora*



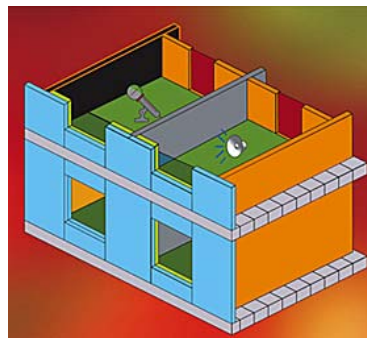
Ejemplo de Encuentro:  
*Forjado + Suelo flotante con Pared separadora*

La valoración del aislamiento acústico del **edificio terminado** se establece mediante los siguientes **Índices globales**, que se pueden obtener a partir de modelos de predicción o medidas en el edificio:

- $D_{nTA}$ : valor mínimo a alcanzar de aislamiento a ruido aéreo entre recintos.
- $D_{2m,n,T,A,tr}$ : valor mínimo a alcanzar de aislamiento a ruido aéreo entre un recinto y el exterior.
- $L'_{nTw}$ : valor máximo a no superar de aislamiento a ruido impactos entre recintos.

En el Anexo B del presente documento se definen estos tres índices globales, de forma detallada.

El cumplimiento de las prestaciones de aislamiento acústico exigidas al edificio terminado puede comprobarse mediante la realización de ensayos "in situ" en el mismo. El índice global de valoración calculado a partir del ensayo es directamente comparable al de la exigencia.



Ensayo *in situ*

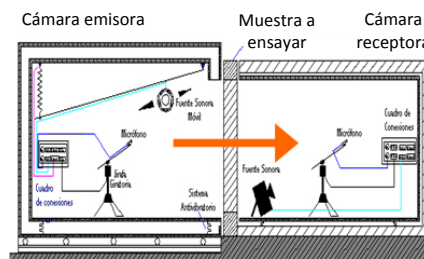


Recinto emisor

Recinto Receptor

La valoración del aislamiento acústico de los **elementos constructivos** se realiza mediante los siguientes **Índices globales**, que se obtienen mediante ensayo en laboratorio:

- Forjados:  $R_A$  y  $L_{n,w}$
- Medianera / Tabiquería:  $R_A$
- Fachada:  $R_{A,tr}$
- Ventanas:  $R_{A,tr}$
- Caja de persiana:  $D_{n,e,Atr}$
- Puertas:  $R_A$
- Suelos flotantes:  $\Delta R_A$  y  $\Delta L_w$
- Techos suspendidos:  $\Delta R_A$
- Trasdosados/revestimientos:  $\Delta R_A$



Ensayo *en laboratorio*







**Tabla 1: Exigencias de aislamiento acústico del DB-HR del CTE**

Requisitos en	Laboratorio	In situ		
Parámetro de	$R_A \geq$	$D_{nT,A} \geq$	$D_{2m,nT,Atr} \geq$	$L'_{nT,w} \leq$
<b>Aislamiento a ruido:</b>	<b>Aéreo interior</b>		<b>Aéreo exterior</b>	<b>Impactos</b>

Ver definiciones de parámetros y tipologías de recintos en Anexos B y A respectivamente.

Aislamiento a ruido aéreo interior			Recinto receptor	
Protección frente al ruido generado en:			Protegido	Habitable
<i>Recintos pertenecientes a misma unidad de uso</i>			$R_A \geq 33$ dBA	
<b>Tabiquería interior</b>	Colindantes si:	NO comparten Puertas/ventanas	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA
		comparten puertas/ventanas	Puerta/ventana $R_A \geq 30$ dBA      Puerta/ventana $R_A \geq 20$ dBA	
<b>Recintos NO pertenecientes a la misma unidad de uso:</b>	horizontalmente <i>ESV</i> 	NO comparten puertas	cerramiento $\geq 50$ dBA	
		comparten puertas	$D_{nT,A} \geq 55$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA
<b>Recintos de Instalaciones y de Actividad:</b>	verticalmente <i>ESH</i> 	NO comparten puertas		$D_{nT,A} \geq 55$ dBA
		comparten puertas	cerramiento $R_A \geq 50$ dBA	
<b>Recinto de ascensor:</b>	Si maquinaria NO incorporada		Elemento que separa ascensor de una unidad de uso $R_A$ elemento $\geq 50$ dBA	
	Si maquinaria DENTRO del mismo (de mochila)		Se considera recinto de instalaciones. Requisito in situ.	
Cerramientos que revisten conductos de extracción que discurren dentro de una unidad de uso.			(*)	
- Si Patinillo de extracción de humos de garajes:			$R_A \geq 45$ dBA	
- Si Otros conductos de extracción:			$R_A \geq 33$ dBA	

(\*) Para justificar el cumplimiento de exigencia  $D_{nT,A} \geq 55$  dBA, se recomienda un cerramiento de  $R_A \geq 60$  dBA




Aislamiento frente a ruido aéreo exterior	Recinto receptor	
Protección frente al ruido procedente del exterior: <i>Fachada/Cubierta</i>	$D_{2m,nT,Atr} \geq$ Variable	Habitable
		No hay requisito

Exigencia de aislamiento acústico en función de:

- Uso de edificio
- Índice de ruido día  $L_d$

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

<i>Medianería entre 2 edificios:</i>	colindantes con otros edificios o medianería	
	Cada cerramiento de medianería $D_{2m,nT,Atr} \geq 40$ dBA	
	Conjunto 2 cerramientos $D_{nT,A} \geq 50$ dBA	

Aislamiento a ruido de impactos interior			Recinto receptor	
Protección frente al ruido generado en recintos:			Protegido	Habitable
<b>Recintos NO pertenecientes a la misma unidad de uso:</b> <i>ESH</i>	Colindantes:		$L'_{nT,w} \leq 65$ dB	No hay requisito
	horizontalmente 	verticalmente 		
<b>de Instalaciones o de Actividad.</b>	arista horizontal común 		$L'_{nT,w} \leq 60$ dB	



## 1.2 Exigencias de Absorción acústica

El DB-HR exige una absorción acústica mínima a cumplir por el conjunto de elementos constructivos, acabados superficiales y revestimientos que delimiten:

### a) Zonas comunes (\*)

	Área de absorción acústica equivalente, A
Zona común (*)	$\geq 0,2 \text{ m}^2$ , por cada metro cúbico del volumen del recinto

(\*) Zona común en edificio de uso residencial público, docente y hospitalario, colindante con recintos protegidos con los que comparta puertas.

#### NOTA:

La exigencia de absorción acústica **NO aplica a zonas comunes de una vivienda**, que sería un edificio de uso residencial privado.

### b) Aulas, salas de conferencias vacías y comedores / restaurantes



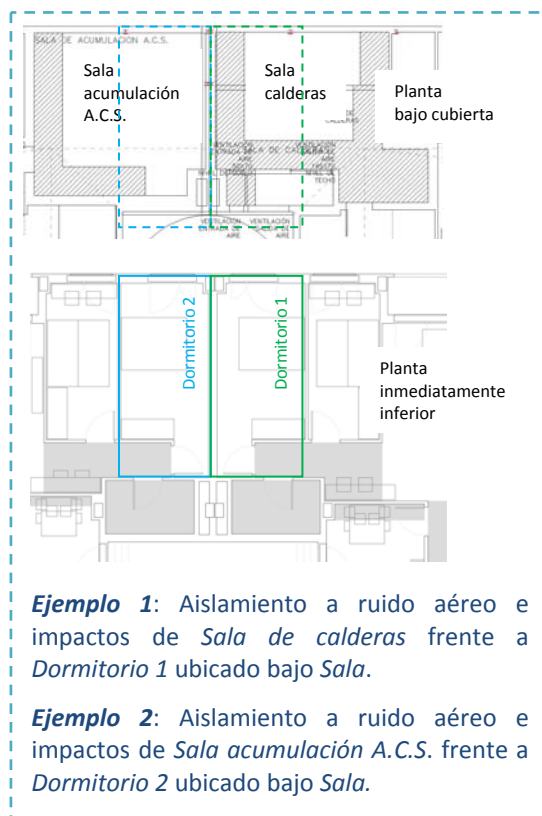
	Tiempo de reverberación
<b>Aula / sala conferencias vacía</b> (sin ocupación ni mobiliario) (volumen < 350 m <sup>3</sup> )	$\leq 0,7 \text{ s}$
<b>Aula / sala conferencias vacía; pero incluyendo el total de butaca</b> (volumen < 350 m <sup>3</sup> )	$\leq 0,5 \text{ s}$
<b>Comedor / Restaurante vacío</b>	$\leq 0,9 \text{ s}$

## 1.3 Especificaciones a las Instalaciones del edificio

El DB-HR trata el ruido de instalaciones, básicamente, de la siguiente manera:

### a) Exige un Aislamiento acústico

Exige un aislamiento acústico entre recintos de instalaciones y recintos colindantes protegidos y habitables (ver Tabla1).



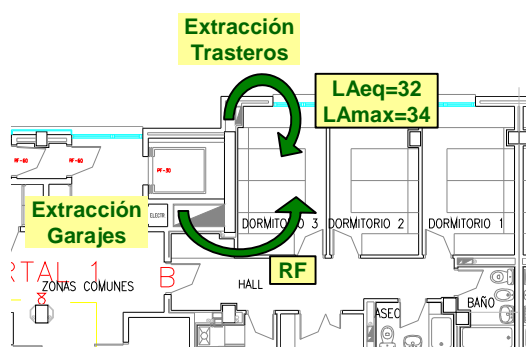
### b) Limita el ruido transmitido

Por una parte, exige que se limite la potencia acústica de los equipos de instalaciones, para cumplir con los niveles de inmisión en el interior de los recintos colindantes (ver apartado 2.3 de Parte 2 de este documento).

En **proyecto** se establecerá la potencia sonora máxima de cada uno de los equipos generadores de ruido estacionario, de las rejillas y terminales de sistemas de aire acondicionado o equipos situados en cubiertas y zonas exteriores.

El límite de ruido transmitido al interior de los recintos es el establecido en la **Ley 37/2003 del Ruido** y sus decretos complementarios. En la Comunidad Autónoma del País Vasco se ha desarrollado según el **Decreto 213/2012** de Contaminación Acústica del País Vasco.

Además de cumplirse con los límites establecidos en dicho decreto, se deben cumplir también las ordenanzas municipales sobre ruido ambiental, que pueden ser más exigentes que la Ley del Ruido.



*Ejemplo de medida de niveles de inmisión en un dormitorio por ruido generado por extracción*

Por otra parte, de cara a cumplir con los niveles de inmisión en los recintos colindantes, el DB-HR establece para las siguientes instalaciones **pautas de montaje**, características, tratamientos de encuentros y anclaje con cerramientos, etc., que limitan el nivel de ruido y vibraciones transmitidos:

- Equipos generadores de ruido estacionario.
- Conducciones y equipamiento:
  - Hidráulicas
  - Aire acondicionado
  - Ventilación
  - Eliminación de residuos
  - Ascensores y Montacargas

Las especificaciones a cumplir por las instalaciones se establecen en el apartado 2.3 del DB-HR, que deriva en otros tantos apartados a tener en cuenta. Dicha información se ha recogido de forma agrupada en el **Anexo F** de la

presente Guía.

En **fase de ejecución** será necesario supervisar todas las pautas de montaje establecidas para los equipos de instalaciones y sus conductos.

La *Guía de Aplicación del DB-HR* recoge una serie de *Fichas* para instalaciones, en las que se reflejan los detalles constructivos relevantes a controlar desde el punto de vista acústico. Son detalles de elementos constructivos (encuentros con instalaciones), de recintos especiales y de soluciones de instalaciones típicas. Esta información se amplía en el apartado 6.3 de este documento.



**Ventilación forzada Garajes**



**Puerta Garajes**



**Maquinaria Ascensores**



**Fontanería**



## 2. ¿CÓMO REALIZO EL CONTROL DE OBRA QUE ME AYUDE A CUMPLIR LO ESTABLECIDO EN EL DISEÑO ACÚSTICO DEL PROYECTO?

Para el caso de los elementos constructivos se recomienda seguir los pasos 2.1 a 2.4.

Para el caso de las instalaciones se recomienda seguir el apartado 2.5.

### 2.1 Conocer los valores de aislamiento acústico y masas de los elementos constructivos.

- Forjados:  $R_A$  y  $L_{n,w}$
- Medianera / Tabiquería:  $R_A$
- Fachada:  $R_{A,tr}$
- Ventanas:  $R_{A,tr}$
- Caja de persiana:  $D_{ne,Atr}$
- Puertas:  $R_A$
- Suelos flotantes:  $\Delta R_A$  y  $\Delta L_w$
- Techos suspendidos:  $\Delta R_A$
- Trasdosados/revestimientos:  $\Delta R_A$

Estos valores se establecen en el proyecto en su fase de diseño y estarán recogidos en las **fichas justificativas** que el DB-HR ofrece para el cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico, o en un documento similar.

#### Anejo K del DB-HR - Fichas justificativas según opción de diseño seleccionada:

- Opción Simplificada
- Método General

En el apartado 6.1 de esta guía se recogen en detalle los parámetros acústicos que caracterizan a cada elemento constructivo, así como las normas de ensayo aplicables para la obtención de dichos parámetros, a partir de la realización de medidas

en laboratorio.

### 2.2. Verificar las prestaciones de aislamiento acústico de cada elemento constructivo.

Verificar que los valores de aislamiento son conformes con los que inicialmente se establecieron en el proyecto.

Para ello, se dispondrá de un documento justificativo del aislamiento acústico aportado por el elemento constructivo, que incluya detalles constructivos y características de los materiales/productos que lo componen. En la introducción del apartado 6 se describen los posibles documentos justificativos.

Se presenta en el **Anexo E** una ficha que sirve de guía para la **verificación en obra** de los valores de aislamiento acústico y de masa superficial, requeridos a los **elementos constructivos** cuando el diseño se ha realizado mediante la opción simplificada.

### 2.3 Recepcionar los materiales (productos que componen el elemento constructivo).

Realizar la recepción de los materiales (productos) que componen cada tipología de elemento constructivo, verificando que sus características son conformes con las de proyecto y documento justificativo de prestaciones asociado.

#### **Ejemplos:**

##### Tabique interior de placa de yeso laminado:

- Placa de yeso laminado: tipo, espesor, masa,...
- Material de cámara: tipo, espesor, densidad, resistividad al flujo de aire,...
- Perfiles: tipo, dimensiones, distancias de fijación,...
- Banda: tipo, espesor, ubicación,...

##### Medianera de doble fábrica con bandas perimetrales:

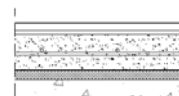
- Banda: tipo, espesor, rigidez dinámica, ubicación,...
- Pieza de cada fábrica: material, formato, dimensiones, masa,...
- Revestimiento fábricas: tipo, espesor, ubicación,...

Suelo flotante:

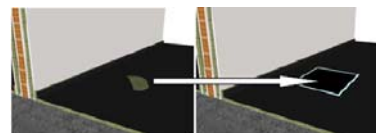
- Suelo: material, espesor, masa,...
- Elemento anti-impactos: material, espesor, densidad, rigidez dinámica,....

Techo suspendido:

- Sistema de cuelgue: tipo,...
- Material de cámara: tipo, espesor, densidad, resistividad al flujo de aire,...
- Panel del techo: material, dimensiones, masa,...

Suelo flotante:

Garantizar la continuidad del elemento anti-impactos, controlar espesor de losa correcto,...



La variación de estas características de los productos puede hacer variar el resultado de aislamiento acústico del elemento constructivo.

En el apartado 5 se detalla cómo realizar la recepción de los productos y elementos constructivos y se mencionan parámetros a controlar por cada tipología de producto.

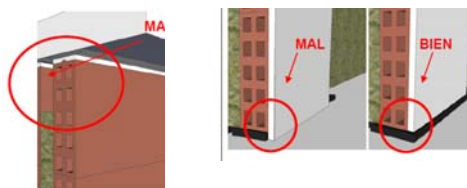
#### 2.4 Controlar la ejecución de los elementos constructivos.

En fase de ejecución es tan importante controlar la correcta ejecución de cada elemento constructivo, como su encuentro con el resto de elementos:

- SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS: deben construirse de acuerdo a lo establecido en el informe o documento en el que se hace referencia a su aislamiento acústico.

Ejemplos:Pared doble:

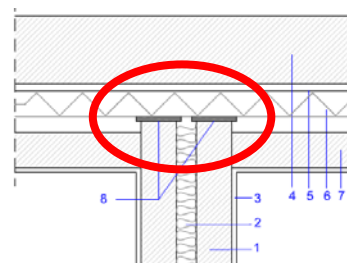
Chequear el espesor de la cámara intermedia, si se ha colocado el material diseñado en dicha cámara, si cubre toda la superficie de cámara, si se han colocado y ubicado correctamente las bandas elásticas que debiera disponer, espesor de revestimientos, encuentro de revestimiento con banda perimetral,...



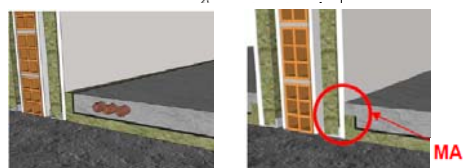
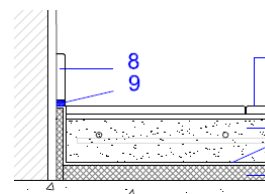
- ENCUENTROS: la unión de cada elemento constructivo con el resto de elementos debe ejecutarse acorde a lo establecido en el proyecto.

Ejemplos:Encuentro Medianera - Fachada:

Si en proyecto está establecido, por ejemplo que las fábricas de la medianera que acometan a la hoja exterior de fachada, sin romper la continuidad del material de la cámara de fachada, controlar que se ejecuta de esa manera.

Encuentro Suelo flotante - Medianera:

Controlar que no exista contacto de la losa con las paredes,...



Nota: imágenes extraídas de la Guía de aplicación del DB-HR



En los apartados 6.2 y 6.3 de la presente guía se amplía la información para la realización de un buen control de ejecución. Se indican puntos críticos a controlar y se detallan una serie de Fichas de apoyo, que recoge la Guía de aplicación del DB-HR.

## 2.5. Instalaciones – recepción y control de ejecución.

Para el caso de las **instalaciones** se deberá:

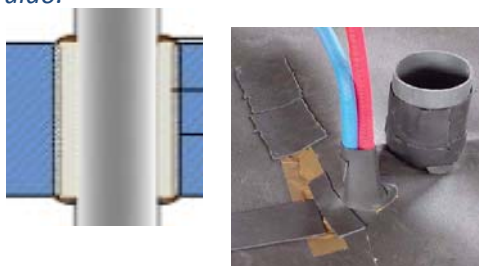
- Conocer los niveles de potencia sonora máxima de cada uno de los equipos generadores de ruido estacionario, de las rejillas y terminales de sistemas de aire acondicionado y de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores que se han establecido en el proyecto.
- Verificar estos datos en recepción de obra.
- Así mismo, conocer las pautas de montaje de las instalaciones, tratamiento de encuentros, anclaje a cerramientos,... que también han debido ser establecidos en el proyecto.
- Realizar un control de ejecución de las pautas de montaje, tratamientos, anclajes,....

Para ello, se recomienda seguir las Fichas de ejecución y control de ejecución de la Guía de aplicación del DB-HR, para instalaciones, cuyo listado se recoge en el apartado 6.3 de esta guía.

### Ejemplos:

#### Paso de tubo por forjado:

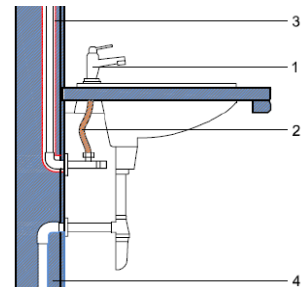
Cuando un conducto atraviese un paramento, se controlará que se instale una junta elástica perimetral sellada a ambos lados. Ésta es una forma de minimizar la transmisión de vibraciones al paramento y minimizar la transmisión de ruido.



### Sanitarios:

Controlar, por ejemplo, que se emplean conexiones flexibles (latiguillos flexibles) entre los sanitarios y la red de distribución de agua.

Verificar que las tuberías metálicas empotradas se han revestido con tubos corrugados holgados o coquillas elásticas.

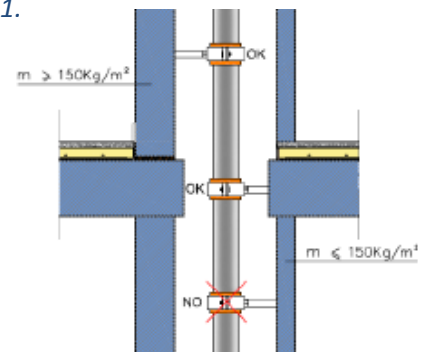


### Anclajes:

Chequear que las tuberías se han sujetado con abrazaderas desolarizadoras.



Los anclajes de las tuberías colectivas deben realizarse a paramentos de masa > 150 kg/m<sup>2</sup>, según el DB-HR, apartado 3.3.3.1.



Nota: imágenes extraídas de la Guía de aplicación del DB-HR

Todo el proceso de control de calidad deberá ir recogido en el Programa de Control de Calidad anexo a proyecto de acuerdo con las calidades y requisitos establecidos en el proyecto.

Durante el proceso de ejecución se recogerá toda la documentación asociada a dicho control en el Libro de Control de Calidad de Edificio

### 3. ¿CÓMO PROCEDER CUANDO SE PROPONE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO DIFERENTE AL CONTEMPLADO EN PROYECTO?

Es vital comprobar si la nueva solución constructiva cambia o no cambia de tipología acústica respecto a la utilizada en el diseño del proyecto.

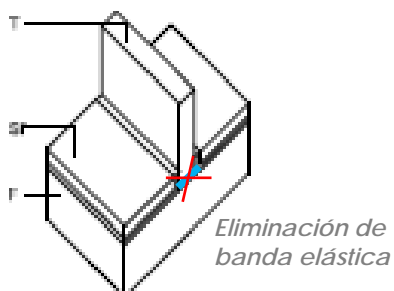
En apartado 4 se explican las diferentes *tipologías acústicas* de elementos constructivos con las que se trabaja en el DB-HR del CTE.

#### 3.1 Si la nueva solución constructiva propuesta Sí cambia de *tipología acústica*

Es necesario revisar todo el diseño acústico del proyecto, ya que el cambio de tipo puede llevar asociado un cambio en las transmisiones laterales, que deriven en un cambio significativo en el aislamiento acústico entre recintos.

##### Ejemplo 1:

Sustituir una tabiquería de fábrica con apoyo sobre banda elástica por una tabiquería de fábrica con apoyo directo al forjado.



Se considera, por ejemplo, un proyecto cuyo diseño se ha realizado siguiendo la opción simplificada del DB-HR del CTE. En dicho proyecto está previsto construir:

- Forjado base (masa  $m=425 \text{ Kg/m}^2$  y aislamiento a ruido aéreo  $R_A = 57\text{dBA}$ ).
- Tabiquería de fábrica con banda elástica ( $m=90 \text{ kg/m}^2$  y  $R_A = 36\text{dBA}$ ).

Se propone en fase de ejecución colocar la

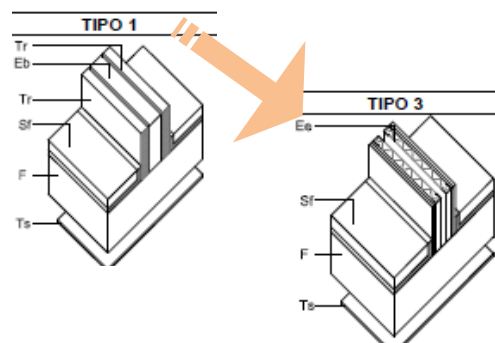
tabiquería sin banda elástica en el encuentro con el forjado, argumentando que la nueva tabiquería mantiene un aislamiento similar ( $R_A$  tabiquería sin banda =  $37\text{dBA}$ ).

Aunque se mantengan la  $m$  y  $R_A$  mínimos de la tabiquería, el cambio de tipo ha afectado a las transmisiones laterales y, en este caso, ha derivado en una exigencias mayores de aislamiento al suelo flotante. Implicaría:

- Suelo flotante: tendría que tener una mejora de aislamiento a ruido de impactos  $\Delta L_w \geq 14\text{dB}$ , en lugar de los  $12 \text{ dB}$  de proyecto.
- Además, no tenía requisitos de mejora de aislamiento a ruido aéreo y con el cambio de tipo, debería presentar una mejora  $\Delta R_A \geq 2\text{dBA}$  ó en su defecto colocar un Falso techo (no necesario anteriormente) con una mejora  $\Delta R_A \geq 2 \text{ dBA}$ .

##### Ejemplo 2:

Cambiar solución de medianera de Fábrica (Eb) con trasdosado (Tr) por ambas caras (tipo 1) por una de entramado autoportante (tipo 3).



Se considera, por ejemplo, un proyecto cuyo diseño se ha realizado siguiendo la opción simplificada del DB-HR del CTE. En dicho proyecto está previsto construir:

- Pared separadora: Fábrica de bloque hormigón  $110\text{mm}$  + yeso ambas caras ( $m=160 \text{ Kg/m}^2$  y  $R_A = 42\text{dBA}$ ), con Trasdosado por ambas caras ( $\Delta R_A$  de un trasdosado =  $14\text{dBA}$ ).
- Tabiquería: de entramado autoportante ( $m=26 \text{ Kg/m}^2$  y  $R_A = 43\text{dBA}$ ).



- Fachada de 2 hojas no ventilada: hoja exterior pesada (fábrica bloque hormigón 110mm + mortero una cara;  $m=160 \text{ Kg/m}^2$  y  $R_A = 42\text{dBA}$ ) y hoja interior de entramado.

Se propone en fase de ejecución: cambiar la Fábrica de bloque hormigón trasdosada, por una pared de entramado autoportante 13+13/48+10+48/13+13, argumentando que la nueva medianera tiene un aislamiento similar ( $R_{A \text{ entramado}} = 62\text{dBA}$ ).

El cambio de tipo en la medianera supone en este caso modificaciones en las características mínimas a cumplir por la hoja exterior de la fachada, que son:

- con medianera de proyecto:

$m_{\text{hoja ext}} \geq 130 \text{ kg/m}^2$ . No existe  $R_A$  mínimo.

- con medianera propuesta:

$m_{\text{hoja ext}} \geq 145$  y  $R_A \geq 45 \text{ dBA}$

Tras chequear las nuevas características a cumplir por la hoja exterior de fachada, sería necesario modificarla también, porque ahora tiene requisito mínimo de aislamiento y no lo cumple (42 frente a 45dBA a cumplir). Podría cambiarse por una Fábrica de bloque hormigón de 140mm;  $m=189 \text{ Kg/m}^2$  y  $R_A = 45\text{dBA}$ ).

3.2 Si la nueva solución constructiva propuesta NO cambia de tipología acústica

En este caso, debe asegurarse que se sigan cumpliendo los valores de aislamiento acústico, masa, etc. establecidos en el diseño del proyecto. En caso de que se reduzcan estas prestaciones, ver cómo afecta al resto de elementos constructivos (revisión del diseño acústico).

#### Ejemplo 1:

Modificar el tipo de material de la cámara interior de una pared de doble fábrica con bandas elásticas.

En diseño se reflejaba una pared doble con bandas elásticas y se sigue manteniendo, por lo que no hay cambio de tipología acústica. Sin embargo, el hecho de cambiar el material de la cámara puede modificar el aislamiento acústico

del elemento constructivo, disminuirlo por ejemplo, y no cumplir así con el valor especificado en diseño.

Cambio de Pared de doble fábrica con lana mineral en cámara intermedia ( $m=135 \text{ kg/m}^2$  y  $R_A=59 \text{ dBA}$ ) por otra con una lana mineral diferente ( $m=130 \text{ kg/m}^2$  y  $R_A=55 \text{ dBA}$ ).

Si los requisitos de diseño eran, por ejemplo, de:  $m=130 \text{ kg/m}^2$  y  $R_A=54 \text{ dBA}$ , sería una propuesta de cambio aceptable.

#### Ejemplo 2:

Cambiar el número o el tipo de placas a usar o el tamaño de cámara de aire en un sistema de placa de yeso laminado.

Por ejemplo, en proyecto estaba considerado un elemento constructivo para la medianera de placa de yeso laminado de 13+13/48/10/48/13+13 y en fase de ejecución se decide cambiar esta solución por una de 'triple capa' de yeso laminado.

Mientras la masa y el  $R_A$  de la solución propuesta, sean iguales o mayores que la de diseño, sería una propuesta de cambio aceptable.

#### Ejemplo 3:

Cambiar un forjado por otro de igual/similar aislamiento acústico; pero de menor masa.

Cambio de Forjado de losa alveolar de canto 300mm ( $m=459 \text{ kg/m}^2$ ;  $R_A=59 \text{ dBA}$  y  $L_{n,w}=69 \text{ dB}$ ) por Forjado unidireccional de piezas de hormigón de canto 350mm ( $m=413 \text{ kg/m}^2$ ;  $R_A=59\text{dBA}$  y  $L_{n,w}=70\text{dB}$ ).

La nueva propuesta de forjado mantiene un aislamiento acústico similar, pero disminuye la masa. Esta disminución en masa puede afectar a los requisitos solicitados a otros elementos, como el suelo flotante:

Si se sigue la opción simplificada y la tabiquería diseñada es de entramado autoportante el suelo flotante deberá aportar una mejora a ruido impactos de  $\Delta L_w = 11\text{dB}$  frente a los 10 necesarios cuando se consideraba el forjado inicial de proyecto.



## 4. TIPOLOGÍAS ACÚSTICAS DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Cuando se diseña acústicamente un edificio se utilizan conceptos de **tipos de elementos constructivos**. El tipo de elemento influye en la transmisión del ruido al resto de elemento a los que está unido.

En el apartado **3.1.2.3.** del **DB-HR** se recogen de forma detallada las diferentes tipologías de **elementos de separación**, resumidas a continuación:

### 4.1 Elementos de separación vertical

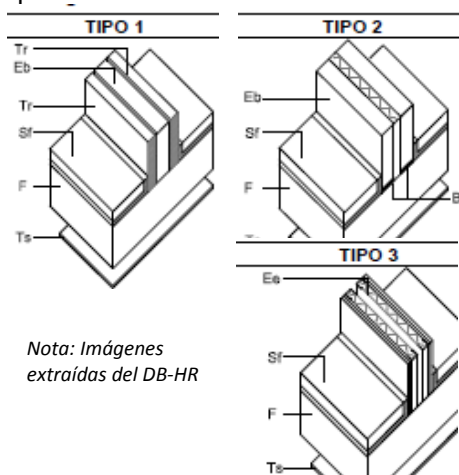
Son los cerramientos verticales que separan una unidad de uso respecto a otro recinto del edificio; o que separa un recinto protegido o habitable respecto a un recinto de actividad o instalaciones. *Ej: partición separadora entre 2 salones de diferentes usuarios.* Existen 3 tipos:

-**Tipo 1:** elemento base de 1 ó 2 hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados, sin trasdosado o con un trasdosado por ambas caras.

-**Tipo 2:** elemento de 2 ó 3 hojas de fábrica o paneles prefabricados pesados, con bandas elásticas en su perímetro dispuestas en los encuentros con forjados, suelos, techos, pilares y fachadas, de:

- al menos una de las hojas de fábrica, cuando se trata de un elemento de 2 hojas.
- en las 2 hojas que trasdosan el elemento base de fábrica, para partición de 3 hojas.

-**Tipo 3:** elemento de 2 hojas de entramado autoportante.



Nota: Imágenes extraídas del DB-HR

### 4.2 Tabiquería

Son los cerramientos verticales que separan recintos dentro de una misma unidad de uso.

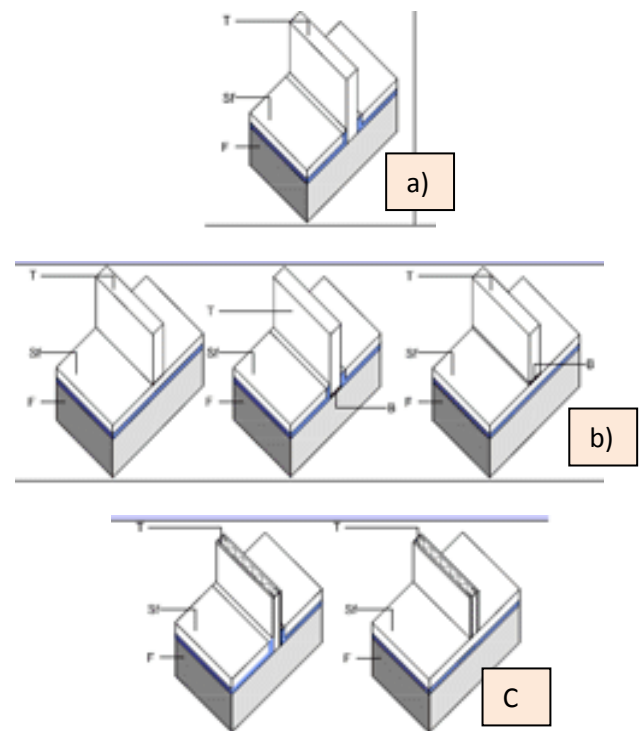
*Ejemplo: partición separadora entre 2 dormitorios de una misma vivienda.*

a) de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo en forjado.

b) de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas dispuestas al menos en los encuentros inferiores con forjados o apoyada sobre suelo flotante.

c) de entramado autoportante.

d) de otro tipo.



Nota: Imágenes extraídas del DB-HR

### 4.3 Elementos de separación horizontal

Son los cerramientos horizontales que separan una unidad de uso respecto a otro recinto del edificio; o que separa un recinto protegido o habitable respecto a un recinto de actividad o instalaciones. *Ej: partición separadora entre 2 dormitorios de diferentes usuarios.*

Se diferencian en varias partes: forjado base, suelo flotante y, en algunos casos, techo suspendido.

## 5. MATERIALES/PRODUCTOS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS: CÓMO REALIZAR SU RECEPCIÓN EN OBRA

El concepto de recepción de materiales en una obra va unido al concepto de tipo de verificación y lotes a verificar.

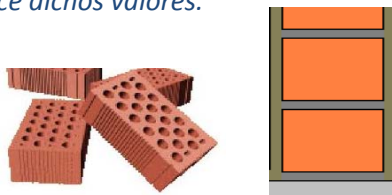
La consecución de unas prestaciones acústicas en el edificio está relacionada con el aislamiento acústico de cada elemento constructivo que conforma el mismo. Por lo tanto, el control acústico en obra está enfocado al elemento constructivo, a su composición y ejecución.

Los **productos/materiales** formarán **parte de los elementos constructivos finales**. Desde el punto de vista acústico, la recepción del producto y del elemento constructivo va de la mano, ya que las características del elemento constructivo vendrán marcadas por los productos que lo componen.

### **Ejemplo:**

*En proyecto viene indicada una pared de ladrillo revestida de yeso por ambas caras, con unas exigencias mínimas de aislamiento acústico ( $R_A$ ) y de masa superficial ( $\text{kg/m}^2$ ).*

*Se deberá supervisar que cada producto que compone la pared que se ejecute en obra (bloque, juntas de mortero, yeso, etc.) garantice dichos valores.*



*En el documento justificativo de aislamiento acústico, estará indicado el formato del bloque y su masa, así como el material y espesor de la junta entre bloques y de los revestimientos.*

Para realizar la recepción de un producto/material es necesario verificar que sus características coinciden con las del producto considerado en el elemento constructivo del que forma parte.

La **verificación** se realizará frente a la documentación entregada por el fabricante del producto y el control visual. Se controlarán al menos los siguientes parámetros, en función del

producto a recibir:

*I-Bloques/Piezas / Paneles / Placas de cerramientos:*

Material  
Dimensiones/formatos  
Masa superficial ( $\text{kg/m}^2$ )

*II-Bovedillas/prelosas/prefabricados:*

Material  
Dimensiones/formatos  
Masa superficial ( $\text{kg/m}^2$ )

*III-Morteros/yesos:*

Tipo  
Masa superficial ( $\text{kg/m}^2$ )

*IV-Materiales de relleno o colocados en cámaras de elementos constructivos de separación:*

Resistividad al flujo de aire ( $r$ )  
Espesor

*V-Productos aislantes a ruido de impactos utilizados en suelos flotantes y bandas elásticas de desconexión de cerramientos:*

Material  
Rigidez dinámica ( $s'$ )  
Espesor

*VI-Productos utilizados como absorbentes acústicos:*

Coefficiente de absorción acústica ( $\alpha$ )  
Espesor

*VII-Productos de perfilería, p.ej, de paredes de entramado autoportante o sistemas de cuelgue de techos suspendidos:*

Tipo/material  
Dimensiones  
Si lleva elementos amortiguadores

La **frecuencia de verificación** será la establecida para el control dimensional de cada tipo de material. En caso de no estar establecida, se realizará al menos un control por cada tipo de producto.

## 6. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS: CÓMO REALIZAR EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DURANTE LA EJECUCIÓN DE OBRA

Como ya se ha indicado anteriormente, es fundamental controlar que cada elemento constructivo esté ejecutado de acuerdo con lo establecido en el documento justificativo de su aislamiento acústico.



Deberá existir por tanto un documento que explicita el aislamiento acústico asignado al elemento constructivo:

- Informe de ensayo en laboratorio.
- Catálogo de elementos constructivos.
- Otros métodos sancionados por la práctica.

Dicho documento deberá contener el parámetro acústico asociado (Tabla 2), junto con los detalles de materiales que lo componen y detalles constructivos.

La base de datos *dBMat-Índices globales*, publicada por el Área de Acústica del LCCE de Gobierno Vasco, contiene datos acústicos de productos y sistemas concretos, con referencia a fabricante e Informe de ensayo.

Si no existiera documento justificativo del parámetro acústico (aislamiento o absorción) de un elemento constructivo, será necesario realizar ensayo para verificar el valor solicitado. En este caso los ensayos se realizarían en laboratorio de acuerdo a la familia de normas UNE-EN ISO 10140-(1 a 5) para aislamiento y la UNE-EN ISO 354 para absorción sonora.

Por lo tanto, durante el control de obra se **verificará la construcción adecuada del elemento** y, además, se controlará la ejecución acorde al diseño acústico de los **encuentros del elemento frente a los elementos colindantes, conducciones e instalaciones**.

Se recomienda una **frecuencia de verificación** mínima de un control por cada tipología de elemento constructivo y planta del edificio en construcción.

### 6.1 Parámetros acústicos que caracterizan a los elementos constructivos

Para obtener las prestaciones acústicas requeridas al edificio, se exige a los elementos constructivos determinados **valores globales de aislamiento y absorción acústica** medidos en laboratorio, y una **masa mínima** para muchos de ellos.

Por lo tanto estos parámetros serán los que habrá que controlar. En apartados anteriores se ha especificado cuáles para cada tipología de elementos constructivos, y se vuelven a detallar a

continuación (Tabla 2):

Es fundamental que los distintos elementos constructivos que se ejecutan en obra, tengan la prestación acústica requerida, para llegar a cumplir con la prestación final en el edificio terminado.

ELEMENTO CONSTRUCTIVO		Parámetro acústico
Separación vertical	Medianera Tabiquería Fachada hoja interior	$R_A$
	Trasdosado	$\Delta R_A$
Separación horizontal	Forjado ó losa	$R_A$ y $L_{n,w}$
	Suelo flotante	$\Delta R_A$ y $\Delta L_w$
	Techo suspendido: - Aislamiento acústico - Transmisión aérea indirecta - Control de reverberación (absorción sonora)	$\Delta R_A$ y $\Delta L_w$ $D_{n,s,A}$ $\alpha_m$
Envolvente	Cubierta Fachada Fachada parte ciega Ventana (con caja de persiana y/o aireador, si dispusiera)	$R_{A,tr}$
	Aireador Caja de persiana	$D_{n,e,Atr}$

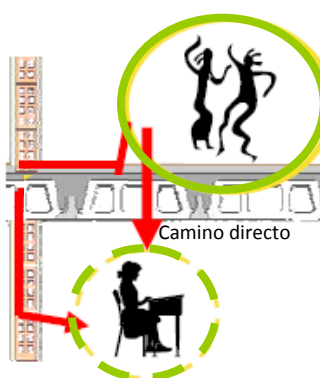
**Tabla 2: Elementos constructivos y parámetros acústicos de caracterización asociados**

	VALORACIÓN	MEDICIÓN en laboratorio	Elemento constructivo
	Índice global	Norma de medida UNE-EN ISO	
Aislamiento acústico a Ruido Aéreo	$R_A$	10140-2	Medianera Tabiquería Fachada hoja interior Forjado
	$R_{A,tr}$	10140-2	Fachada ( <i>P.ciega+Ventana</i> ) Cubierta Fachada parte ciega Ventana (con caja de persiana y/o aireador, si dispusiera)
	$\Delta R_A$	10140-2 y 1	Trasdosado Suelo flotante Techo suspendido
	$D_{n,e,Atr}$	10140-2 y 1	Aireador Caja de persiana
Aislamiento acústico a Ruido Impactos	$L_{n,w}$	10140-3	Forjado ó losa
	$\Delta L_w$	10140-3 y 1	Suelo flotante Techo suspendido
Absorción sonora	$\alpha_m$	354	Techo suspendido Revestimiento pared/techo

**Tabla 3: Parámetros acústicos que caracterizan a cada elemento constructivo y normas de ensayo para medirlos**

## 6.2 Puntos críticos a controlar de los elementos constructivos

Desde el punto de vista del aislamiento acústico, es tan importante controlar la correcta ejecución de la solución constructiva, como la forma de unión de la misma con el resto de elementos que conforma el edificio, tal y como se indica en el apartado 2.4. Una inadecuada ejecución de un encuentro puede producir que un camino de transmisión de ruido lateral, no contemplado en proyecto, cobre importancia respecto al camino directo y reduzca sustancialmente el aislamiento acústico entre los recintos implicados.



*Ejemplo: Se ejecuta la losa del suelo flotante con contacto rígido a las paredes laterales, cuando en proyecto se contemplaba la colocación de banda anti-impactos entre losa y paredes.*

*Debido a incorrecta ejecución de este encuentro, el camino de transmisión de ruido lateral (losa-pared superior-forjado-pared inferior) adquiere mayor importancia y reduce el aislamiento acústico entre recintos.*

Por ello, es importante recalcar que:

Para poder alcanzar las prestaciones acústicas establecidas en el proyecto, es necesaria una correcta ejecución tanto de las soluciones constructivas como de sus encuentros; para ello, es indispensable que se especifiquen claramente en el proyecto tanto la composición de los elementos como el diseño de los encuentros.

Para conseguir esta correcta ejecución, es necesaria también una supervisión o control de ejecución, en base a la información establecida en el proyecto.

Existen múltiples parámetros críticos a controlar desde el punto de vista acústico, asociados a la tipología de cada elemento constructivo. No serán críticos los mismos aspectos, por ejemplo, en un cerramiento de bloque, que en una pared de entramado autoportante.

Para cada tipología de cerramiento se realizará un seguimiento específico de la ejecución, teniendo en cuenta los puntos críticos a controlar tanto en la

ejecución de la propia solución como de los encuentros.

En la Tabla 4 se presentan los puntos críticos básicos a controlar en sistemas genéricos.

### **Cerramiento vertical (medianera, tabiquería,...):**

- Según tipología, controlar ejecución del elemento y sus encuentros, acordes con diseño.

### **Suelo flotante (SF):**

- Garantizar continuidad del elemento anti-impactos.
- Controlar Encuentro con paredes conforme a diseño.

### **Acabado de suelo:** Evitar contacto con paredes:

- Dejar holgura perimetral, por ejemplo, 5-10mm, entre suelo y paredes. Intercalar lámina.
- Evitar contacto rígido entre suelo y paredes por medio del zócalo/rodapié: utilizar silicona o similar.

### **Techo suspendido:**

- Garantizar continuidad del material colocado en cámara intermedio.
- Controlar si perfilería incluye o no elementos antivibratorios.



### **Ventana (con caja persiana y/o aireador, si los dispusiera)**

- Garantizar sellado de holgura existente entre ventana y premarco de obra, tanto en perímetro como en espesor.
- Ajuste de ventana adecuado.

### **Puerta de entrada o entre recinto habitable y de Instalaciones/Actividad:**

- Garantizar que se instalen los burletes o guillotinas reflejados en documento justificativo de aislamiento acústico.
- Asegurar su correcta colocación.

### **Rozas:**

- Elementos húmedos: evitar enfrentar cajas de enchufes y macizarlas adecuadamente.
- Elementos secos: garantizar continuidad de material absorbente de cámara intermedia.

### **Instalaciones:**

- Aislamiento de conducción y fijación de conductos y equipos a elementos constructivos mediante elementos elásticos y antivibratorios.



**Tabla 4:** Puntos básicos a controlar en elementos constructivos, para garantizar las prestaciones acústicas



Se muestran a continuación ejemplos de supervisión:

#### **Elementos constructivos de doble hoja:**

*Cámara intermedia de espesor adecuado y material en cámara colocado de acuerdo a indicaciones del sistema: continuidad del mismo, contacto con hojas, espesor, etc.*



*Control del espesor del material en cámara intermedia.*



*Seguimiento de colocación del material en cámara y continuidad, también cuando existen instalaciones.*



*Verificación de distancia de separación entre hojas adecuada.*

### 6.3 Fichas de Control de Ejecución

La *Guía de aplicación del DB-HR (V.02)* recoge una serie de fichas, con detalles constructivos importantes a controlar desde el punto de vista del aislamiento acústico, que facilitan el control de ejecución en obra de:

- 1) Elementos constructivos** (paredes, suelos flotantes, ventanas,...)
- 2) Recintos especiales** (de instalaciones, cuartos húmedos, patinillos,...)
- 3) Instalaciones típicas** (ascensores, puertas de garaje,...).

Se recomienda la **utilización** de estas **fichas** para realizar un control de ejecución adecuado. Se pueden obtener en el siguiente enlace:

[http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/acustica/GUIA\\_DBHR\\_v02\\_septiembre\\_2014.pdf](http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/acustica/GUIA_DBHR_v02_septiembre_2014.pdf)

(Págs.123- 333).

El resumen las fichas existentes para realizar el control se presenta en los Esquemas 1 a 3.

En el esquema 1 se indican las fichas existentes para **Elementos constructivos**:

- Elementos de separación vertical (ESV) ó medianeras
- Tabiquería
- Suelos flotantes
- Techos suspendidos continuos
- Ventanas y capialzados
- Puertas

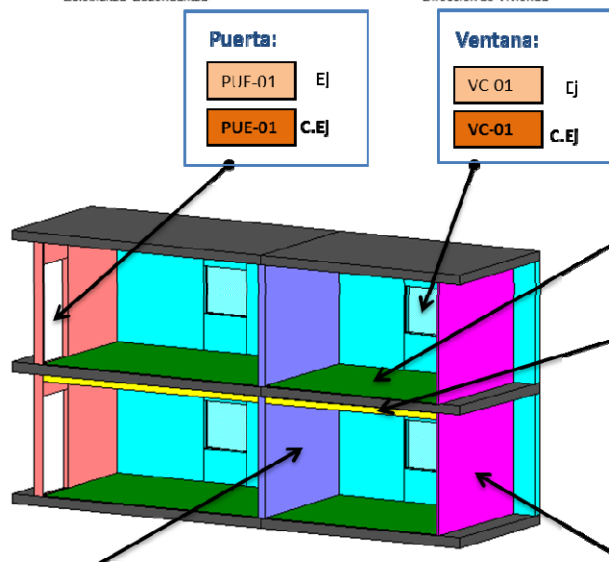
Dependiendo del tipo de elemento constructivo, existen fichas con detalles de:

- *Encuentros* entre elementos, y en ocasiones, del elemento con los conductos de ventilación e instalaciones.
- *Ejecución.*
- *Control de la ejecución.*

En los esquemas 2 y 3, se indican las fichas disponibles para **Recintos especiales** y para **Instalaciones**, respectivamente.



- Ficha Encuentros (En)
- Ficha Ejecución (Ej)
- Ficha control ejecución (CEj)



**Puerta:**

- PUJF-01 Ej
- PUE-01 C.Ej

**Ventana:**

- VC 01 Ej
- VC-01 C.Ej

**Suelo flotante:**

mortero con LM,EEPS, multicapa	mortero con lámina PE	solera seca
--------------------------------	-----------------------	-------------

SF-01.a y SF-01.b      SF-02      En

SF-01.a      SF-01.b      SF-02      Fj

SF-01.a      SF-01.b      SF-02      C.Ej

**Techo suspendido continuo:**

de placa de yeso laminado con tirantes metálicos

T-01      En

I-U1      Ej

T-01      C.Ej

**ESV (pared separadora distintos usuarios):**

<b>Fábrica con trasdosados</b>	<b>Fábrica con bandas elásticas</b>	<b>Entramado</b>
ESV-01.a y ESV-01.b      ESV-01.c	ESV-02.a      ESV-02.b      ESV-02.c	ESV-03.a y ESV-03.b
ESV 01.a      ESV 01.b      ESV-01.c	ESV-02.a      ESV-02.b      ESV-02.c	ESV-03.a      ESV-03.b
ESV-01.a      ESV-01.b      ESV-01.c	ESV-02.a      ESV-02.b      ESV-02.c	ESV-03.a      ESV-03.b

En

Ej

C.Ej

**Tabiquería (paredes interiores):**

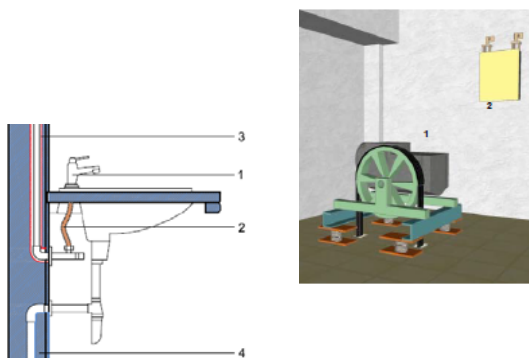
<b>Fábrica</b>	<b>Fábrica bandas elásticas</b>	<b>Entramado</b>
	IAB-02	
TAB-01      TAB-02      TAB-03		
TAB-01      TAB-02      TAB-03		

En

Ej

C.Ej

Esquema 1: Fichas de control de Elementos constructivos



Recintos especiales	Ejecución	Control de ejecución
Recinto de instalaciones	R-INST (*)	R-INST
Cuartos húmedos	CH	CH
Patinillo de instalaciones	CP (*)	CP

Instalaciones	Ejecución	Control de ejecución
Grupo de presión	INST-GP	INST-GP
Calefacción y ACS centralizadas	INST-CAL	INST-CAL
Ascensores	INST-ASC (*)	INST-ASC
Extracción de humos en garajes y aparcamientos en cubierta	INST-GAR	INST-GAR
Sistemas de climatización y de aire acondicionado partidos en viviendas	INST-CLI	INST-CLI
Puertas de garaje	INST-PG (*)	INST-PG
Bancadas y amortiguadores	INST-BAN	INST-BAN
Silenciadores	INST-SIL	INST-SIL
Pantallas	INST-PAN	INST-PAN

Esquema 3: Fichas de Control de Instalaciones

(\*) Diseño y Ejecución

Esquema 2: Fichas de control de Recintos Especiales con

(\*) Diseño y Ejecución

Resumen de Fichas para el Control de Obra,

referidas a la protección frente al ruido, disponibles en la 'Guía de aplicación del DB-HR Protección frente al ruido'

## 7. FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, PARA EL CONTROL ACÚSTICO

El control en la obra se realizará mediante las verificaciones visuales y documentales que se han detallado en apartados anteriores, siguiendo las frecuencias mínimas de verificación indicadas:

**Recepción de productos** que componen los elementos constructivos (ver apartado 5):

- La establecida para el control dimensional de cada tipo de material, o en su defecto, al menos un control por cada tipo de producto. Se verificará información suministrada por el fabricante frente a parámetros relevantes asociados al producto.

**Control de ejecución** de los elementos constructivos (ver apartado 6):

- Documento justificativo de aislamiento acústico de cada tipo de elemento constructivo.
- Control de ejecución de los elementos constructivos por cada tipología de elemento y planta del edificio.

Para la realización de este seguimiento se recomienda utilizar:

- Fichas específicas de control de requisitos (Anexo E).
- Documentos justificativos de composición de elementos constructivos, para el control del material.
- Fichas de control de ejecución de soluciones, encuentros e instalaciones (*Esquemas 1-3*).

## 8. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS CONCRETOS:

En este apartado se tratan de forma específica, para algunos de los elementos constructivos, los puntos críticos a controlar para garantizar las prestaciones acústicas.

### 8.1 Ventana (con caja de persiana y/o aireador, si los dispusiera)

El conjunto de elementos que cierra el hueco de la fachada (ventana, con la caja de persiana y/o aireador, si los dispusiera) es fundamental en el aislamiento acústico de la misma. Un control adecuado de la ventana, sin obviar el control de la ejecución de la parte ciega, ayudará a obtener el aislamiento acústico final de la fachada.



El aislamiento acústico de la ventana se valora mediante el índice global de aislamiento acústico medido en laboratorio:  $R_{A,tr}$ .

Es importante resaltar que si la ventana de obra dispusiera de caja de persiana y/o aireador, el  $R_{A,tr}$  solicitado, es al del conjunto ventana + caja de persiana y/o aireador.



Debido a que, en general, la ventana será el elemento "débil" de la fachada, que condicionará el aislamiento acústico de la misma y teniendo en cuenta que se trata de un sistema en el que hay bastantes parámetros a controlar, **se recomienda** la realización de **ensayo de recepción de obra** de al menos una ventana, seleccionada en obra.

La selección de la ventana a caracterizar puede atender a diferentes criterios dependiendo de las casuísticas existentes en la obra en concreto: recinto con fachada más expuesta al ruido, recinto con mayor porcentaje de huecos, recinto con más exigencia (dormitorio frente a salón), tipología más repetida en obra,...

Dependiendo del volumen de la obra o si hay varias carpinterías implicadas u otros motivos, puede ser recomendable realizar el ensayo acústico sobre más de una tipología de ventana.





Ventana de un dormitorio



Ventanal de un salón

Ejemplos de ventanas caracterizadas en laboratorio

**Puntos del sistema a controlar:**

- **Vidrio:**
  - Composición de vidrio acorde a diseño.
  - En los vidrios laminados, controlar si la lámina de PVB (butyral de polivinilo) intermedia, es del tipo solicitado (estándar, acústica, etc.).
  - En las unidades de vidrio aislante (UVA), chequear si hay aire o un gas en cámara intermedia.
- **Juntas/ribetes estanqueidad** (goma, silicona,..) acorde a documento justificativo.



La estanqueidad o hermeticidad de una ventana es importante desde el punto de vista del aislamiento acústico, y está influida por el diseño de perfilería, sistema de apertura, puntos de cierre, herraje, juntas de estanqueidad,... Aunque en este punto se haya destacado sólo el control de los ribetes, el resto de elementos también son importantes.

- **Caja de persiana y/o aireador**

Si la ventana a instalar dispone de caja de persiana y/o aireador, verificar que:

- El documento justificativo del aislamiento acústico sea el correspondiente al del conjunto; y no sólo, por ejemplo, al de la ventana sin caja de persiana o sin aireador.
- Los elementos instalados en obra (tanto ventana, como caja de persiana o aireador) sean los mismos que se reflejan en el propio documento justificativo de aislamiento acústico.

Es importante recalcar estos dos puntos, ya que tanto caja de persiana como aireador pueden ser puntos críticos del conjunto.



Ejemplo de un aireador colocado en perfilería de ventana (cara interior y exterior)

En la **caja de persiana** controlar la existencia de material en el tambor o caja de registro, si así estuviera establecido.



Ejemplo de una caja de persiana abierta y tapa con EPS insertado

Puntualizar que, desde el punto de vista del aislamiento acústico, la existencia de un material aislante térmico (pero no absorbente acústico), como puede ser un EPS, puede no significar una mejora significativa en el aislamiento acústico de la caja de persiana.

**Control de ejecución:**

- Es importante garantizar la estanqueidad de la ventana en su instalación en obra, sellando toda la holgura existente entre ventana y premarco, tanto en perímetro como en espesor. No sellar sólo en la zona superficial, sino abarcar todo el espesor de la fachada. Para ello, se puede inyectar espuma de poliuretano en toda la sección entre marco y premarco y sellar juntas con silicona.

Ajuste adecuado hoja-marco.

- Se **recomienda** seguir la **ficha "VC-01"** de ejecución y de control de ejecución de Guía de aplicación de DB-HR (ver *Esquema 1*).



## 8.2 Puerta

La puerta que separa unidades de uso (por ejemplo la de entrada a una vivienda o a un aula) tiene requisitos de aislamiento acústico a la propia puerta.



Puerta acceso a aula

Puerta acceso a vivienda

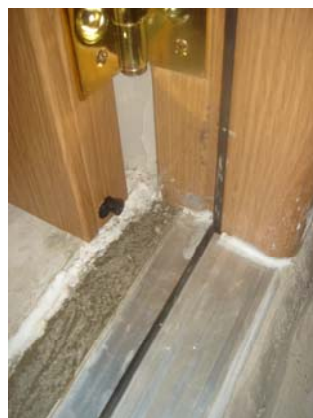
El aislamiento acústico de una puerta se valora mediante el índice global de aislamiento acústico medido en laboratorio:  $R_A$ .

Concretamente, la puerta que separa un aula del pasillo, o la puerta de una vivienda con acceso directo al salón, tienen que tener un aislamiento acústico mínimo de 30 dBA ( $R_A$ , medido en laboratorio).

### Puntos del sistema a controlar:

Se verificará que los burletes de estanqueidad de la puerta a instalar son acordes a los indicados en el documento que declara su aislamiento acústico.

- Los burletes pueden ser de goma, PVC,..., y tener diferentes secciones e ir ubicados en laterales y lado superior de puerta y/o marco.
- En el canto inferior de la hoja de la puerta puede disponer de guillotina, cepillo de barrido,...



Hoja de puerta con sistema de guillotina

Puerta con:

- Burlete instalado en marco
- Umbral inferior con burlete

El ajuste o hermeticidad que se consigue entre marco y hoja es un factor crítico en el aislamiento acústico de las puertas. Por ello es muy importante supervisar, especialmente cuando el requisito acústico sea de 30 dBA, que:

- Se instalen en obra los mismos burletes y sistemas que se han indicado en el documento que declara su aislamiento acústico.
- Se realice una adecuada instalación y ajuste de los burletes y sistemas de cierre.

A falta del documento justificativo específico del aislamiento acústico de la puerta a colocar en obra, se realizará un **ensayo de recepción de obra** de una puerta, seleccionada en obra.

Aún en el caso de que exista dicho documento, se recomienda realizar un ensayo de recepción de obra de la puerta, cuando la exigencia sea de 30dBA.

### Control de ejecución:

Durante la colocación de la puerta se verificará que existe un ajuste correcto entre puerta y marco.

Se recomienda seguir la **Ficha "PUE-01"** de control de ejecución de Guía de aplicación de DB-HR (ver Esquema 1).

### 8.3 Suelo flotante

Un suelo flotante adecuado y bien ejecutado limita el ruido de impactos transmitido a recintos colindantes y puede contribuir a la reducción del ruido aéreo transmitido.

El aislamiento acústico de un suelo flotante se valora mediante los índices de mejora de aislamiento acústico a ruido aéreo  $\Delta R_A$  y la mejora de aislamiento acústico a ruido impactos  $\Delta L_w$ .

Los índices de aislamiento del suelo flotante,  $\Delta R_A$  y  $\Delta L_w$  se deben medir respecto a un forjado base de masa superficial ( $\text{kg/m}^2$ ) mayor o igual que el ejecutado en obra o bien sobre un forjado normalizado (losa de hormigón armado de 10-16 cm de canto).

Se verificará que la documentación justificativa de la mejora del aislamiento acústico del suelo flotante cumpla con esta premisa.

#### Control de ejecución:

Se evitará el contacto rígido del suelo flotante con el forjado base y con las paredes. Para ello hay que:

- Garantizar la continuidad del elemento anti-impactos colocado entre losa de suelo flotante y capa de compresión del forjado. Ejemplos a supervisar:
  - Asegurar que no haya filtración del hormigón/mortero del suelo flotante entre las juntas del elemento anti-impactos.
  - Reparar posibles roturas del elemento anti-impactos.
  - Tratamiento especial frente a las instalaciones colocadas en el suelo.
- Colocar un elemento anti-impactos entre suelo flotante y paredes; aunque sea diferente respecto al colocado en superficie (p.ej: colocar mismo o diferente material; pero de menor espesor).
- Colocar el rodapié/zócalo evitando contacto rígido, por ejemplo, mediante fijación con silicona o similar.



Proceso colocación material anti-impacto

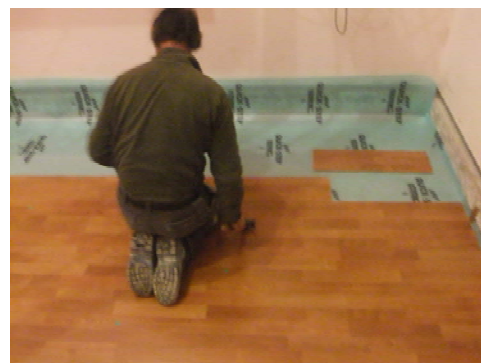


Incorrecto



Correcto

Detalle de encuentro de losa mortero con paredes, mal y bien ejecutado



Detalle montaje tarima flotante

Se recomienda utilizar las Fichas "SF-01 a y b" y "SF-02" (ver Esquema 1) de ejecución y de control de ejecución de obra o fichas similares aplicables al suelo flotante utilizado en la obra.



GUÍA BÁSICA PARA EL CONTROL ACÚSTICO:  
EJECUCIÓN DE OBRA Y OBRA TERMINADA

PARTE 2  
VERIFICACIÓN DE  
OBRA TERMINADA

## 1. CÓMO REALIZAR LA VERIFICACIÓN FINAL DE LAS PRESTACIONES ACÚSTICAS DEL EDIFICIO.

El edificio, una vez terminado, tiene que cumplir con unas prestaciones de aislamiento acústico entre recintos, dependiendo de usos y tipo, frente al ruido exterior y frente al ruido de instalaciones del edificio.

La verificación del cumplimiento de estas prestaciones se podrá realizar una vez la obra esté finalizada y previo a la certificación final de obra.

En los siguientes apartados se recoge la propuesta de protocolo de certificación a seguir para la verificación de las prestaciones acústicas del edificio una vez terminado. Esta propuesta establece:

- Un muestreo mínimo de verificación.
- Recomendaciones para la selección de recintos sobre los que realizar el muestreo.
- Las normas y protocolos de medida para la evaluación de los distintos parámetros exigidos.

Así mismo establece otras consideraciones, todo ello acorde a lo establecido en el DB-HR del CTE.

Todo el proceso de control de calidad, como se ha indicado en la primera parte de esta guía, deberá ir recogido en el programa de control de calidad anexo al proyecto de acuerdo con la normativa, las calidades y requisitos establecidos en el proyecto. En este programa también se establecerá el tipo y número de ensayos de verificación final.

El tipo y número de ensayos a realizar se podrá establecer de acuerdo con lo indicado en esta guía o en su caso, en la Orden específica que se disponga al efecto en la CAPV.

Durante el proceso de control de ejecución, se recogerá toda la documentación asociada a dicho control en el Libro de Control de Calidad del Edificio. El resultado de la verificación de las prestaciones acústicas del edificio también será recogido en el Libro de Control de Calidad del Edificio.







## 2. PROTOCOLO PARA LA VERIFICACIÓN FINAL DE LAS PRESTACIONES ACÚSTICAS DE UN EDIFICIO

El presente protocolo es un documento prenormativo, a partir del cual se regulará la Orden de Control de Calidad Acústica de los Edificios, como desarrollo del Decreto de Control de Calidad de la Edificación y Urbanización de la CAPV (Decreto 209/2014, de 28 de octubre).

### 2.1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente documento es establecer la verificación 'in situ' de la calidad acústica de los edificios de nueva construcción de la CAPV, como una fase más del Control de Calidad que se realiza durante la construcción de un edificio, para lo cual se indican:

- Se define la metodología de control (normas y procedimientos de medida) y de muestreo mínimo.
- Se establecen los requisitos de aislamiento acústico del edificio terminado exigidos en el DB-HR del CTE y los niveles límites de inmisión sonora en el interior de recintos producidos por las instalaciones de los edificios.
- Se solicita un informe con la presentación de los resultados.

El objeto es establecer una metodología de control de la calidad acústica de las edificaciones una vez terminadas, frente al DB-HR del CTE, mediante la realización de mediciones acústicas en las mismas. Para ello se establecen:

- Los requisitos acústicos a cumplir, los procedimientos de medida a seguir y quién es competente para su realización, así como la información a incluir en el informe asociado.
- Un muestreo mínimo representativo y recomendaciones a la hora de seleccionar los recintos sobre los que realizar las medidas acústicas.
- Criterios de valoración de los resultados.

Este documento es aplicable a los edificios y recintos establecidos en DB-HR del CTE (Introducción. Apto. II-ámbito de aplicación).

#### Ámbito de aplicación:

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

#### Quedan fuera del ámbito de aplicación de este documento:

- a) Los recintos ruidosos, que se regirán por su reglamentación específica.
- b) Los recintos y edificios de pública concurrencia destinados a espectáculos, uso comercial, edificios e aparcamiento etc. Se consideran recintos de actividad respecto a unidades de uso colindantes.
- c) Aulas y salas de conferencias con volumen mayor a 350 m<sup>3</sup>. Respecto al acondicionamiento acústico.
- d) Obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación, salvo cuando se trate de rehabilitación integral.



En el caso de obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación no integral, o cambios de uso, el objetivo, dependiendo del tipo de intervención y la casuística particular, será no empeorar las prestaciones acústicas iniciales del edificio o mejorarlas o cumplir con los requisitos establecidos por el DB-HR del CTE.

Dependiendo de la tipología de actuación, se recomienda la realización de ensayos 'in situ' para evaluar el aislamiento acústico previo a la intervención, como método de diagnóstico si no se disponen de datos previos, y una vez finalizada, para establecer la prestación final.

En todo caso, cuando existan elementos constructivos que no se han modificado en la intervención, la realización de medidas acústicas in situ del edificio una vez terminada la intervención, en general no se realizaría con objeto de verificar el cumplimiento de las prestaciones establecidas en el presente documento o en el DB-HR del CTE, excepto en los casos de ampliación y cambio de uso.

El protocolo establecido en este documento para la verificación 'in situ' de los edificios de nueva construcción, puede ser también utilizado, para evaluar el aislamiento acústico previo a una intervención y para establecer las prestaciones del edificio una vez finalizada la intervención en el mismo. Sin embargo, no siempre será necesario recurrir a la realización de medidas, siendo necesario valorar previamente la conveniencia de realizar alguna de las medidas, en función del tipo de intervención, los cerramientos afectados y los datos acústicos previos existentes.

La Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación y renovación urbanas, establece la obligación de aplicar el CTE en las intervenciones a edificios existentes. En la '*Guía de aplicación del DB-HR del CTE-Versión V.02 Septiembre de 2014 (apartado 2.02)*', se aborda en mayor detalle cuáles son las prestaciones acústicas solicitadas para las diferentes intervenciones realizadas en edificios existentes.

## 2.2. METODOLOGÍA

La verificación acústica "in situ" del edificio deberá contemplar al menos los siguientes tipos de controles realizados en condiciones de obra terminada y sin habitar:

- a. Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos con las siguientes características:
  - Entre recinto de una unidad de uso y cualquier recinto habitable del edificio que no pertenezca a dicha unidad de uso (colindantes vertical y/u horizontalmente).
  - Entre recinto habitable (generalmente protegido) y recinto de instalaciones y/o de actividad.
- b. Ensayos de aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos con las siguientes características:
  - Entre recinto protegido de una unidad de uso y cualquier recinto habitable del edificio que no pertenezca a dicha unidad de uso (colindantes vertical y/u horizontalmente).
  - Entre recinto habitable (generalmente protegido) y recinto de instalaciones y/o de actividad.
- c. Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas:
  - Entre recinto protegido y el exterior.





d. Medida de los niveles de ruido que las instalaciones del edificio puedan transmitir a los recintos colindantes protegidos, contemplándose al menos las siguientes instalaciones, si existen:

- Ventilación mecánica.
- Maquinaria del ascensor.
- Calderas/bombas de sala de instalaciones comunes.
- Puerta de garaje motorizada.

En caso de preinstalaciones se documentará estudio acústico predictivo.

En el anexo A, se definen las distintas tipologías de recintos y conceptos a los que se hace referencia.

### Tipologías de Recintos:

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

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

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

**Recinto de instalaciones:** Es el recinto que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio: Salas de calderas, del grupo electrógeno, el cuarto del grupo de presión, el cuarto de máquinas de un ascensor, cuarto de ventiladores de extracción de garajes, etc.

**Recintos de actividad:** Recintos en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto del edificio, siempre que el nivel de presión sonora estandarizada, ponderado A, del recinto sea mayor que 70 dBA: Garaje, locales reservados para futuras actividades, otros.

Aquellos recintos en los que el nivel de presión sonora estandarizado, ponderado A, sea mayor que 80 dBA, se considerarán **recintos ruidosos** (p.e. uso industrial, locales con equipos de reproducción,....).

En general, en fase de proyecto y ejecución de la obra, no se conoce la actividad a desarrollar en los recintos de otro uso, por lo que son tratados como recintos de actividad. Posteriormente si la actividad a desarrollar se prevé ruidosa, se adoptarán las medidas acústicas oportunas para que no se superen los valores límite de ruido especificados en la Ley del Ruido en RD 1367/2007, desarrollado en el País Vasco según Decreto Autonómico 213/2012 del 16 de octubre y legislación municipal si fuera más restrictiva.

*Extraído de Guía de Aplicación del DB-HR del CT E. V.02 (Septiembre 2.014).*



## I-PROCEDIMIENTO DE MEDIDA, RESULTADOS Y VALORACIÓN

### I.1. Normas de aplicación

El procedimiento de medida a seguir para la realización de los ensayos acústicos citados será conforme a las siguientes normas o normas que las sustituyan, según proceda:

a. Aislamiento a ruido aéreo entre recintos:

UNE-EN ISO 140-4:1999(\*): Medición "in situ" del aislamiento al ruido aéreo entre locales.

b. Aislamiento a ruido de impactos:

UNE-EN ISO 140-7:1999(\*): Medición "in situ" del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos.

c. Aislamiento a ruido aéreo frente a ruido exterior:

UNE-EN ISO 140-5:1999(\*): Medición "in situ" del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas. Método ruido de altavoces.

(\*) Serán de aplicación las normas citadas con referencia de fechas, mientras que no exista modificación de su referencia en el DB-HR ó en documento que lo modifique.

Las normas citadas (UNE-EN ISO 140-4:1999, UNE-EN ISO 140-7:1999, UNE-EN ISO 140-7:1999), que está previsto que sean anuladas y sustituidas en 2014 o/y 2015 por la familia de normas ISO 16283, se utilizarán para el propósito del presente documento, hasta que no se establezca lo contrario en documento asociado al DB-HR del CTE.

d. Nivel de ruido de instalaciones del edificio:

La medida de niveles de inmisión sonora generados por los equipos técnicos en los edificios se realizará siguiendo lo marcado por el Decreto 213/2012 *Contaminación acústica del País Vasco* de 16 de octubre de 2.012. Este Decreto desarrolla en la Comunidad Autónoma del País Vasco lo estipulado en la normativa estatal (Ley 37/2003 del Ruido y sus Decretos complementarios).

En el Anexo D se especifican el método de medida de los niveles sonoros de instalaciones y las condiciones de operación de las mismas durante las medidas.



## I.2. Parámetros de valoración

Para la valoración del cumplimiento de los requisitos establecidos en este documento, se deberán proporcionar los siguientes parámetros globales de valoración, calculados a partir de los resultados de los diferentes ensayos:

- a) Aislamiento a ruido aéreo entre recintos:

$D_{nT,A}$ : *Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A.*

Se calcula de acuerdo con la expresión B.1 del Anexo B del presente documento (Expresión A.7 del Anejo A del DB-HR), a partir de los valores medidos de  $D_{nT}$  en el rango de frecuencias de 100Hz-5kHz.

- b) Aislamiento a ruido de impactos entre recintos:

$L'_{nT,w}$ : *Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado.*

Se calcula de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 717-2, a partir de los valores de  $L'_{nT}$ , medidos entre 100 y 3150 Hz.

- c) Aislamiento a ruido aéreo frente a ruido exterior:

$D_{2m,nT,Atr}$ : *Diferencia de niveles estandarizada ponderada A para ruido exterior, si el ruido dominante es de automóviles u otro diferente al de aeronaves ó ferroviario, si el ruido dominante es el de aeronaves ó si el ruido dominante es el ferroviario.*

Se calcula de acuerdo con la expresión B.2 del Anexo B del presente documento (Expresiones A.5 y A.6 del Anejo A del DB-HR), a partir de los valores medidos de  $D_{2m,nT}$  en el rango de frecuencias de 100Hz-5kHz. En el cálculo se tendrá en cuenta el espectro del tipo de ruido dominante que proceda en cada caso.

El DB-HR, respecto a los índices a utilizar para valorar el aislamiento acústico de la fachada, define un único índice  $D_{2m,nT,Atr}$ ; sin embargo establece diferentes tipos de espectros frente a los cuales poder realizar el cálculo de dicho índice (espectro ruido de automóviles o ruido de aeronaves...), en función del tipo de ruido dominante en la fachada del edificio al que se aplica. Es decir, utiliza un único índice para valorar el comportamiento acústico de la fachada a ruido exterior frente a diferentes espectros, lo que da lugar a que una misma fachada tenga un índice de aislamiento  $D_{2m,nT,Atr}$  con valores diferentes, en función del ruido dominante que se considere.

A efectos de valoración del cumplimiento del aislamiento acústico de un edificio frente al ruido exterior, el DB-HR establece un parámetro global de aislamiento con tres valores diferentes de aislamiento, en función del tipo de ruido dominante en fachada, aunque los designa a todos ellos con el mismo índice:  $D_{2m,nT,Atr}$ .

- I. Ruido dominante de automóviles u otro diferente al ferroviario o de aeronaves → Se calcula utilizando espectro normalizado de ruido de tráfico.
- II. Ruido dominante de aeronaves → Se calcula utilizando espectro normalizado de ruido de aeronaves.
- III. Ruido dominante ferroviario → Se calcula utilizando espectro normalizado de ruido ferroviario.

d) Nivel de ruido de instalaciones:

$L_{k,eq,T}$ : Índice de ruido continuo equivalente corregido.

Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A ( $L_{Aeq,T}$ ), corregido por la presencia de componentes tonales emergentes, ruido de carácter impulsivo y componentes de baja frecuencia, para el periodo de muestreo representativo T, obtenido tal y como se detalla en el anexo D.

$L_{Amáx}$ : Nivel de presión sonora máximo con ponderación.

Es el más alto nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración fast, definido en la norma UNE-ISO 1996-1:2005, registrado en el periodo de muestreo representativo T.

En las Tablas I y II, se recoge, de forma resumida, la información descrita en este apartado.

	Situación tipo de aislamiento	MEDICIÓN		VALORACIÓN	
		Magnitud y norma de medida	Parámetro global de valoración	Ecuación a aplicar:	
AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO	Entre recintos interiores	$D_{nT}(f)$ UNE-EN ISO 140-4	$D_{nT,A}$	B.1 de Anexo B	
	Entre recintos y el exterior	$D_{2m,nT}(f)$ UNE-EN ISO 140-5 (ruido de altavoces)	$D_{2m,nT,Atr}$ Calculado según fórmula (B.2), utilizando el espectro del tipo de ruido de tráfico dominante en la zona en cada caso: I- Automóviles u otro diferente al de aeronaves o ferroviario II- Aeronaves III- Ferrocarril	B.2 del Anexo B	
AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS	Entre recintos interiores	$L'_{nT}(f)$ UNE-EN ISO 140-7	$L'_{nT,w}$	UNE-EN ISO 717-2	

(f) significa valor medido en el rango de frecuencias que le corresponda: Ruido aéreo 100Hz-5000Hz e Impactos 100-3150 Hz.

**Tabla I:** Resumen de magnitudes y normas de medida, así como de parámetros globales de valoración del aislamiento acústico 'in situ' de edificios, según DB-HR del CTE y presente documento.

	Periodo de muestreo y condiciones de operación	MEDICIÓN		VALORACIÓN	
		Magnitudes	Definición	Parámetro de valoración	Procedimiento a aplicar
Nivel de ruido de instalaciones en recintos colindantes	Instalación funcionando según Anexo D (apdo.4)	$L_{k,eq,Ti}$ $L_{A máx}$	Anexo D (apdo.6)	$L_{k,eq,T}$ $L_{A máx}$	Anexo D (apdo.3)

**Tabla II:** Resumen de parámetros implicados en la valoración de niveles de ruido en recintos protegidos colindantes debido al ruido de las instalaciones comunes del edificio.



### I.3.-Valoración de resultados

La valoración de los resultados se realizará comparando los parámetros de valoración, obtenidos de cada una de las mediciones, con los requisitos establecidos en el apartado 2.3: *Requisitos acústicos exigibles 'in situ' a los edificios – obra terminada*.

#### a) Aislamiento acústico.

Se considera que se cumple con los requisitos de aislamiento acústico establecidos en las Tablas IX y X, cuando los parámetros obtenidos a partir de las medidas in situ no difieren de dichos requisitos en más de 3 dB o dBA, según proceda. Se permiten por tanto, tolerancias de 3 dB/dBA entre los valores obtenidos por mediciones en el edificio terminado y los requisitos establecidos.

Todas y cada una de las medidas de aislamiento acústico realizadas siguiendo este protocolo deben cumplir con los requisitos establecidos. En caso de que alguna de ellas no cumpliera, la Dirección facultativa establecerá las medidas correctoras a seguir.

La valoración de resultados será realizada por la Dirección facultativa.

El DB-HR del CTE admite tolerancias entre los valores obtenidos de mediciones 'in situ' y los requisitos a cumplir de: 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo y 3 dB para aislamiento a ruido impactos. Se mantiene dicha tolerancia en el presente documento.

#### b) Nivel de ruido de instalaciones en recintos colindantes.

Se considera que el nivel de ruido transmitido por instalaciones comunes del edificio a recintos protegidos colindantes, cumple con los límites establecidos, cuando:

1. Ningún valor medido en un tiempo de muestreo (T) representativo del índice de evaluación,  $L_{k\text{ eq,T}}$ , supere en 5 dBA, los valores fijados en la Tabla XI.
2. Ningún valor medido durante el tiempo de muestreo representativo del índice de evaluación  $L_{A\text{ max}}$ , supere los valores fijados en la Tabla XII.

En el Anexo C, se presenta una ficha de resultados que puede ser utilizada para realizar dicha valoración.



## II-LABORATORIOS COMPETENTES

Los ensayos deberán ser realizados por laboratorios de ensayo competentes, con declaración responsable, según Real Decreto 410/2010 del 31 de marzo, para la realización de los ensayos acústicos contemplados en el presente documento, conforme a un sistema de gestión de calidad acorde con la norma UNE-EN ISO/IEC 17025(\*).

Los laboratorios entregarán a la Dirección Facultativa, el documento acreditativo de haber presentado la declaración responsable ante el organismo competente de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Dirección de Vivienda del Gobierno Vasco) o Comunidad Autónoma en la que se haya dado de alta.

Nota: A efectos informativos, se puede consultar el registro de Laboratorios de Control de Calidad de la Edificación [http://www.codigotecnico.org/web/recursos/registro/registroent/texto\\_0003.html](http://www.codigotecnico.org/web/recursos/registro/registroent/texto_0003.html)  
[http://www.garraioak.ejgv.euskadi.net/r41-19378/es/contenidos/informacion/2649/es\\_2179/es\\_11860.html](http://www.garraioak.ejgv.euskadi.net/r41-19378/es/contenidos/informacion/2649/es_2179/es_11860.html)

En este registro, figuran los laboratorios que han cursado la declaración responsable como laboratorio competente para la realización de los ensayos especificados en el registro y cuya tramitación ha sido realizada. Puede haber laboratorios que hayan cursado la declaración responsable, y que por lo tanto puedan operar, pero que aún no aparezcan registrados.

## III-INSTRUMENTACIÓN

Los equipos utilizados en las medidas cumplirán con lo establecido en las normas de ensayo especificadas en este documento y la norma UNE-EN ISO/IEC 17025(\*).

Los sonómetros o equipos de medición de nivel sonoro, así como los calibradores, dispondrán del certificado de verificación inicial (facilitado por el fabricante en el momento que se adquiere el equipo) de acuerdo con la normativa vigente reguladora del control metrológico del Estado sobre instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible (Orden ITC/2845/2007, de 25 de septiembre o la que le sustituya).

Dichos equipos deben pasar una verificación anual de acuerdo con la citada orden para comprobar que siguen en perfecto estado de funcionamiento. Dicha verificación también se realizará tras una reparación del equipo.

Adicionalmente, el sonómetro, el calibrador y la máquina de impactos se calibrarán periódicamente: inicialmente y en periodos establecidos por el laboratorio.

Todos los equipos utilizados dispondrán de etiqueta identificativa donde se reflejen las verificaciones realizadas al equipo así como las calibraciones, si procede.

(\*) UNE-EN ISO/IEC 17025: Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.



Instrumentación (equipos de medida)	Requisitos (*)			Requisitos adicionales específicos norma de ensayo: UNE-EN ISO		
	Tipo precisión	Verificación (ORDEN ITC/2845/2007) (**)	Calibración	140-4	140-5	140-7
Equipo de medida del nivel sonoro	Filtros:CEI 61260	Inicial+	Inicial +  Periódica establecida por laboratorio.  Tras reparación	----	----	----
Micrófono	Clase 0 ó 1	Periódica anual.  Tras reparación		----	$\phi \leq 13$ mm	----
Calibrador sonoro	Clase 1			----	----	----
Máquina de impactos	-----	---		----	-----	Anexo A- norma
Fuente sonora	-----	-----	----	Anexo A- norma	Directividad / Potencia sonora 4.2/5.3	-----

(\*) En caso de actualización de las normas de ensayo se aplicarán los nuevos requisitos.

(\*\*) ORDEN ITC/2845/2007, de 25 de septiembre: normativa vigente reguladora del control metrológico del Estado sobre instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible o norma que la sustituya.

**Tabla III:** Principales requisitos a cumplir por equipos de medida.

Antes de realizar las medidas y una vez finalizadas, se realizará la verificación de la cadena de medida usando el calibrador, para chequear en ambos casos que el valor medido no difiere más de 0,3 dB del valor de referencia del calibrador.

Los equipos utilizados en los ensayos se recogerán en el informe de resultados indicando el modelo, tipo y número de serie.





## IV-MUESTREO MÍNIMO Y SELECCIÓN DE RECINTOS

En este apartado se establecen:

- Muestreo mínimo a realizar en un edificio.
- Propuesta de ampliación del muestreo mínimo.
- Recomendaciones de selección de los recintos sobre los que realizar dicho muestreo.

Se considera que el edificio, en general, está formado por unidades de uso repetitivas en altura y en planta; y cuyas soluciones constructivas utilizadas para cada tipología de cerramientos, son también repetitivas.

Las casuísticas que se presentan en los diferentes edificios son muy amplias y variadas. Es necesario analizar cada promoción de viviendas o edificio de forma específica, a la hora de establecer las medidas de control acústico una vez la obra esté terminada.

No obstante, establecer un mínimo de medidas a modo de 'lote' puede servir de guía al promotor, al constructor, al laboratorio de ensayos y a la administración competente. En todo caso se recomienda dejarse guiar por el laboratorio competente a la hora de realizar el muestreo.

Criterios seguidos:

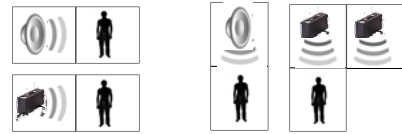
- Optimizar el número de medidas a realizar y los costes asociados.
- Dar pautas de selección de situaciones a priori más desfavorables.
- Seleccionar los recintos más sensibles de la unidad de uso o vivienda: recintos protegidos como recintos receptores del ruido (p.e. estancias y dormitorios en viviendas).

El número mínimo de medidas en las situaciones más críticas y/o desfavorables, serviría como control básico final del diseño y ejecución del edificio.

### IV.1- Muestreo mínimo a realizar

Las medidas mínimas a realizar se muestran en las Tablas IV, V y VI y se han diferenciado por tipología de requisito y apartados siguientes:

- a- Aislamiento (ruido aéreo e impactos) entre recintos.
- b- Aislamiento a ruido aéreo de fachadas.
- c- Niveles de ruido de las instalaciones comunes del edificio.

a- Aislamiento (ruido aéreo e impactos) entre recintos

RECINTOS COLINDANTES			Horizontalmente	Verticalmente
Recinto emisor	Recinto receptor	Aislamiento acústico in situ a ruido:	Nº mínimo de medidas	
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso	Protegido	Aéreo $D_{nT,A}$	<b>2</b> (1)	<b>2</b> (1)
		Impactos $L'_{nT,w}$	<b>1</b> (2)	<b>2</b> (2)
Aéreo $D_{nT,A}$		<b>1</b> (1)(3)	<b>1</b> (1)(3)	
Impactos $L'_{nT,w}$		<b>1</b> (1)(3)	<b>1</b> (1)(3)	
De actividad		Aéreo $D_{nT,A}$	<b>1</b> (1)(4)	<b>1</b> (1)(4)
		Impactos $L'_{nT,w}$	<b>1</b> (1)(4)	<b>1</b> (1)(4)

**Tabla IV:** Muestra mínima de ensayos in situ de aislamiento acústico a ruido aéreo e impactos entre recintos de un edificio.

Notas a tabla IV:

- (1) Si no existiera recinto receptor protegido afectado, se aplicaría al habitable más afectado, si existe.
- (2) Si no existiera recinto receptor protegido, no sería necesario aplicarlo a un recinto habitable, ya que no existe dicho requisito a cumplir.
- (3) Una medida por cada recinto de instalaciones existente, tomando como recinto receptor (sensible) el recinto protegido colindante más afectado.
- (4) Una medida por cada tipo de recinto de actividad existente, tomando como recinto receptor el protegido colindante más afectado.

Se ha diferenciado entre recintos de instalaciones, en los que se establece un muestreo mínimo por cada uno de los recintos de instalación que exista y entre recintos de actividad, para los que se establece un muestreo mínimo por tipo de recinto.

(3) *Una medida por cada recinto de instalaciones existente, tomando como recinto receptor el recinto protegido colindante más afectado:* Si por ejemplo, existen varios recintos de instalación (sala de máquinas de ascensor) en un edificio; aunque la distribución en cada portal se repita, es necesario realizar las medidas considerando como recinto emisor cada una de las salas de máquinas de ascensor del edificio, es decir, se realizará al menos una medida por cada una de las salas de máquinas de ascensor del edificio.

(4) *Una medida por cada tipo de recintos de actividad existente, tomando como recinto receptor el protegido colindante más afectado:* Si por ejemplo, existen varios locales en planta baja, con distribución similar, que a futuro podrán ser locales de actividad, el muestreo mínimo planteado establece ensayar al menos el aislamiento acústico de sólo una de las configuraciones.

Establecer medidas por cada *tipo* de recinto de actividad, minimiza el número de medidas a realizar.

b- Aislamiento a ruido aéreo de fachadas

FACHADAS, CUBIERTAS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR			
Ruido exterior	Recinto receptor	Aislamiento acústico in situ de fachada	Nº mínimo de medidas
		Protegido	$D_{2m,nT,Atr}$

**Tabla V:** Muestra mínima de ensayos in situ de aislamiento acústico en un edificio frente al ruido exterior

Siempre que se menciona “fachada” se refiere a “fachada, cubierta y suelo en contacto con el aire exterior”.

c- Niveles de ruido de las instalaciones comunes del edificio

Instalación	Nº mínimo de medidas de nivel de ruido generado por la instalación en recinto protegido colindante
Ventilación mecánica (*)	<b>1</b>
Puerta de garaje motorizada	<b>1</b>
Sala maquinaria ascensor	<b>1</b>
Sala de Calderas/compresores/bombas	<b>1</b>

(\*) Para los ruidos originados por las instalaciones de ventilación mecánica, se considerarán los ruidos originados por las extracciones forzadas en los garajes, así como los sistemas de ventilación mecánica forzada en las propias unidades de uso.

**Tabla VI:** Muestra mínima de medida de niveles de ruido de las instalaciones en recintos protegidos colindantes con recintos de instalaciones comunes del edificio.

Además de las medidas solicitadas a las instalaciones recogidas en tabla VI, se recomienda realizar medidas de los niveles emitidos por instalaciones de agua, cuando éstas (grifos, cabina de ducha, lavabo, bañera y retrete) colinden directamente con un recinto protegido de otra unidad de uso.



## IV.2- Propuesta de ampliación del muestreo mínimo

Se recomienda realizar muestreos mínimos adicionales al establecido, en función del número de unidades de uso (p.ej. viviendas) del edificio, según lo establecido en la Tabla VII.

Número de viviendas <sup>(1)</sup> del edificio (n)	Nº de muestreos (cada muestreo incluye el número de ensayos establecido en el muestreo mínimo)			
	Aislamiento entre unidades de uso	Aislamiento frente a ruido de instalaciones/actividad	Aislamiento frente a ruido exterior	Niveles de ruido de instalaciones
$n \leq 20$	1	1	1	1
$20 < n \leq 40$	2	1	2	1
$40 < n \leq 60$	3	1	2	1
$60 < n \leq 80$	4	1	3	1
$0 < n \leq 110$	5	1	3	1
$n > 110$	$n \times 0,05$ <sup>(2)</sup>	1	$n \times 0,025$ <sup>(2)</sup>	1

(1) Unidades de uso, para edificios diferentes a viviendas colectivas

(2) Redondeado al nº entero mayor.

**Tabla VII:** Recomendación de números de muestreos a realizar en función del número de unidades de uso del edificio (p.e viviendas).

El número mínimo de medidas en las situaciones más críticas y/o desfavorables, serviría como control básico final del diseño y la ejecución del edificio.

A medida que el número de viviendas o unidades de uso del edificio a verificar es mayor, es conveniente realizar muestreos adicionales para chequear la correcta ejecución.

Los muestreos “adicionales” al mínimo se realizarán ampliando la casuística considerada en el muestreo mínimo (tipología de recintos), o aplicando la misma a otras zonas del edificio.



## IV.3.- Recomendaciones de selección de recintos sobre los que realizar el muestreo

a) En el caso de aislamiento (a ruido aéreo y ruido de impactos) de un recinto frente a cualquier otro recinto no perteneciente a la unidad de uso, que no sea recinto de instalaciones o de actividad, se recomienda:

a.1) Seleccionar la casuística a ensayar priorizando los casos, si existieran, en el siguiente orden:

Prioridad	Recintos colindantes de distintas unidades de uso	
	Recinto colindante (no perteneciente a la unidad de uso)	Recinto afectado- sensible
1º	Baño	Dormitorio
2º	Cocina	Dormitorio
3º	Salón	Dormitorio
4º	Dormitorio	Dormitorio
5º	Zona común (*)	Dormitorio
6º	Baño	Salón
7º	cocina	Salón
8º	Salón	Salón
9º	Zona común (*)	Salón

(\*) Siempre que el cerramiento separador no disponga de puerta o ventana. Si la tuviera, la exigencia de aislamiento es a los componentes ensayados en laboratorio.

**Tabla VIII:** Recomendaciones de priorización de casuística a ensayar de aislamiento acústico in situ, frente a una unidad de uso (vivienda) en función de su existencia.

En caso de que la unidad de uso no sea una vivienda, se sustituirán:

- En centros docentes: 'Dormitorio' por 'Aula' y 'Salón' por 'Estancia'.
- En centros hospitalarios: 'Dormitorio' por 'Habitación' y 'Salón' por 'Estancia'.

a.2) En recintos colindantes horizontalmente, considerar como recinto receptor, siempre que sea posible, el que presente la menor relación  $\frac{V}{S_c}$  = Volumen en recepción /Superficie común, teniendo previamente en cuenta el orden de prioridad marcado en la Tabla VIII.

a.3) En el caso de que para la situación seleccionada, existieran 2 recintos con y sin junta de dilatación intermedia, seleccionar los recintos sin junta de dilatación (situación más desfavorable).

a.4) En recintos colindantes verticalmente, considerar los criterios de priorización de selección marcados en la tabla VIII (muchos de ellos raramente existentes).

Los ensayos descritos se deberán realizar tomando como recintos afectados, **recintos protegidos**. En el caso de aislamiento a ruido aéreo, cuando no se presente la casuística de recintos protegidos para el ensayo objeto de medida, se optará por tomar como recintos afectados, recintos habitables.





b) En el caso de aislamiento acústico (a ruido aéreo y ruido de impactos) de un recinto frente a recinto de instalaciones y/o de actividad, se recomienda:

- i) Seleccionar como recinto afectado-sensible el recinto protegido más afectado colindante al recinto de instalaciones y/o al recinto tipo de actividad, para realizar las medidas de aislamiento. Si no existe recinto protegido afectado pero sí habitable, realizar las medidas frente al habitable.
- ii) En caso de que el recinto receptor esté sobre el recinto de instalaciones/actividad, no hay requisito de aislamiento acústico a ruido de impactos y, por tanto, no es necesario realizar medidas de aislamiento a ruido de impactos en dicha situación.

Sí que existe exigencia en el caso de que el recinto a proteger se encuentre en planta inferior y colinde con el recinto de actividad (planta superior) por una arista. Esta casuística se seleccionaría para ser ensayada a aislamiento a ruido de impactos, en el caso de no existir casuística de recinto colindante horizontalmente o bajo el recinto de instalaciones/actividad.

c) Para el caso de aislamiento frente al ruido exterior de fachadas, seleccionar las casuísticas más desfavorables respecto a recintos protegidos, teniendo en cuenta:

- La ubicación del edificio: La fachada expuesta a mayor nivel de ruido exterior  $L_d$ , en la que existan recintos protegidos.
- La composición de las fachadas: Casuísticas de ventanas y partes ciegas de las fachadas existentes en el edificio. Valorar la existencia de tipologías diferentes en función de ubicación (diferente vidrio, carpintería, sellado, cajón de persiana, tamaño de la ventana, composición de parte ciega, etc.).
- Relación  $\frac{V}{S_F}$  = Volumen recinto / Superficie fachada, de los recintos sensibles.

En caso de viviendas, se considerarán las situaciones más desfavorables de dormitorios y/o salones.

Si existiera gran variedad de casuísticas, de tal forma que 2 medidas no cubran las casuísticas que se consideran más desfavorables, se recomienda aumentar el número de medidas.

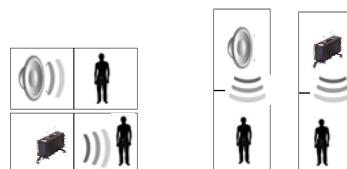
d) Niveles de ruido de instalaciones del edificio.

Para la determinación de los niveles de ruido generados por las instalaciones comunitarias, seleccionar el recinto protegido más próximo y/o más afectado por la instalación bajo análisis.

Se consideran como recintos colindantes con los recintos de instalaciones aquellos cuyos cerramientos están en contacto total o parcial con el recinto que alberga a la instalación.

## 2.3. REQUISITOS ACÚSTICOS EXIGIBLES 'IN SITU' A LOS EDIFICIOS —OBRA TERMINADA.

Los requisitos a cumplir por los edificios contemplados en este documento se muestran en las tablas IX a XII.

a- Aislamiento (ruido aéreo e impactos) entre recintos

RECINTOS COLINDANTES		Horizontalmente	Verticalmente	
Recinto emisor	Recinto receptor	Requisito. exigido <i>in situ</i> de Aislamiento acústico a ruido:		
Cualquier recinto <sup>(1)</sup> no perteneciente a la unidad de uso	Protegido	Aéreo	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA
		Impactos	$L'_{nT,w} \leq 65$ dB	$L'_{nT,w} \leq 65$ dB <sup>(2)</sup>
De instalaciones o actividad	Protegido	Aéreo	$D_{nT,A} \geq 55$ dBA	$D_{nT,A} \geq 55$ dBA
		Impactos	$L'_{nT,w} \leq 60$ dB	$L'_{nT,w} \leq 60$ dB <sup>(2)</sup>
Cualquier recinto <sup>(1)</sup> no perteneciente a la unidad de uso	Habitable	Aéreo	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA
		Impactos	----	----
De instalaciones o actividad	Habitable	Aéreo	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA
		Impactos	$L'_{nT,w} \leq 60$ dB	$L'_{nT,w} \leq 60$ dB <sup>(2)</sup>

(1) Siempre que no sea recinto de instalaciones o de actividad.

(2) Siempre que el recinto receptor se encuentre debajo o estando en la planta inferior, tenga una arista horizontal común respecto al recinto emisor. No existe exigencia de aislamiento a ruido de impactos cuando el recinto emisor se encuentra debajo del recinto receptor.

Tabla IX: Requisitos de aislamiento acústico a ruido aéreo e impactos entre recintos, “in situ”

## Notas a Tabla IX:

- No hay exigencia de aislamiento a ruido de impactos de un recinto cuando el recinto emisor es la caja de escaleras.
- Si existe puerta o ventana entre los recintos, la exigencia de aislamiento a ruido aéreo, no es

in situ, sino a cada elemento en laboratorio.

b- Aislamiento a ruido aéreo de fachadas



FACHADAS, CUBIERTAS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR				
Ruido exterior	Aislamiento acústico exigido 'in situ' $D_{2m,nT,Atr}$			
$L_d$	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario <sup>(1)</sup> , docente y administrativo	
	Dormitorio	Estancia	Estancia	Aula
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

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

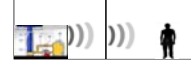
**Tabla X:** Requisitos de aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas frente al ruido exterior, "in situ"

Notas a Tabla X:

1. El valor del índice de ruido día,  $L_d$ , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.
2. Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día,  $L_d$ , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. Para el resto de áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
3. Cuando se prevea que algunas fachadas, tales como fachadas de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como fachadas exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día,  $L_d$ , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.
4. Cuando en la zona donde se ubique el edificio, el ruido exterior dominante sea el de **aeronaves** según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Atr}$ , obtenido en la Tabla X, se incrementará en 4 dBA.

c- Niveles de ruido de las instalaciones comunes del edificio

Se consideran como valores límites de inmisión sonora en el interior de los recintos colindantes con recintos de instalaciones comunes de edificio, los establecidos en la Tabla XI y XII del presente documento.



Uso del recinto colindante	Tipo de recinto	Índices de ruido: $L_{K,T}$		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
Residencial	Zona de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y oficinas	Despacho profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30
Periodo día		7h-19 h	19 h 23 h	23h-7 h

**Tabla XI:** Valores límite de ruido transmitido a recintos protegidos colindantes con instalaciones comunes del edificio.

Uso del recinto colindante	Tipo de recinto	Índices de ruido: $L_{A \max}$		
		$L_{A \max d}$	$L_{A \max e}$	$L_{A \max n}$
Residencial	Zona de estancias	50	50	40
	Dormitorios	45	45	35
Administrativo y oficinas	Despachos y oficinas	45	45	45
Sanitario	Zonas de estancia	50	50	50
	Dormitorios	45	45	35
Educativo o cultural	Aulas	45	45	45
	Salas de lectura	40	40	49
Periodo día		7h-19 h	19 h 23 h	23h-7 h

**Tabla XII:** Valores límite máximos ( $L_{A \max}$ ) de ruido transmitido a recintos protegidos colindantes con instalaciones comunes del edificio.

A efecto de verificación mediante ensayo, se considera que el nivel de ruido transmitido a recintos colindantes por el ruido de equipos de instalaciones comunes del edificio y terminales cumple con los límites establecidos cuando:

- Ningún valor medido en un tiempo de muestreo ( $T$ ) representativo del índice de evaluación  $L_{K_{eq,T}}$  supera en 5 dBA, los valores fijados en la tabla XI.
- Ningún valor  $L_{A \max}$ , medido durante el tiempo de muestreo representativo del índice de evaluación supere los valores fijados en la Tabla XII.



Estos son límites establecidos sin perjuicio de lo estipulado en las correspondientes ordenanzas municipales.

El DB-HR del CTE, en lo referente al ruido de instalaciones del edificio, indica que se deben cumplir los valores límite de inmisión sonora en los recintos colindantes a recintos de instalaciones, establecidos en la Ley 37/2003 y sus de decretos complementarios.

El Decreto 213/2012 de 16 de octubre de Contaminación acústica del País Vasco desarrolla lo estipulado en la normativa estatal (Ley 37/2003 del Ruido y Reales Decretos asociados).

El presente documento considera para la evaluación mediante medición del nivel de ruido de instalaciones del edificio una vez terminado, lo establecido (índices de evaluación, procedimientos de medición y requisitos) en el Decreto 213/2012, para el ruido transmitido a recintos colindantes protegidos por actividades:

- Los valores límite de ruido transmitido por instalaciones a recintos colindantes son los recogidos en las tablas G y H del Anexo I del Decreto 213/2012.
- La verificación del cumplimiento de los valores límite transmitidos, se realiza de acuerdo a lo recogido en el Artículo 53 del citado documento.
- La verificación mediante medición de  $L_{keq,T}$  y  $L_{Amax}$ , en el tiempo de muestreo representativo de la instalación, no superará lo establecido en el Artículo 53 del Decreto 213/2012.
- El procedimiento de medición y cálculo de los parámetros de valoración sigue las pautas recogidas en el citado Decreto 213/2012.





## 2.4. INFORME Y REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El informe debe contener la información establecida en la norma ISO 17025 y las normas de medida utilizadas y, al menos, los siguientes puntos:

- I. Objeto.
- II. Nombre y dirección del laboratorio que lleva a cabo la medición.
- III. Nombre y dirección de la organización o persona que ordena los ensayos.
- IV. Ubicación de la promoción.
- V. Identificación de los ensayos realizados de aislamiento acústico entre recintos, en fachadas y de medidas de niveles de ruido de instalaciones acorde a la aplicación del presente documento y los resultados obtenidos:
  - Tabla resumen indicando las medidas realizadas, sobre qué recintos y los resultados obtenidos según el presente documento (parámetros de valoración). En el Anexo C, se presenta una tabla tipo que puede ser utilizada para resumir las medidas realizadas y resultados obtenidos.
- VI. En Anexo o dentro del informe se presentará:
  - Plano de la promoción de viviendas, en el que se describa de forma gráfica dónde se han realizado los ensayos: recinto emisor y receptor.
  - Descripción de los recintos implicados en los ensayos y su composición, así como del ambiente exterior de la zona ( $L_d$ , zonas tranquilas, zona de aeronaves).
  - Procedimiento de configuración y medida para cada tipo de ensayo realizado.
  - Equipos utilizados en las medidas, incluyendo tipo y número de serie.
  - Resultados de las medidas de aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos, tanto los valores en frecuencias en 1/3 de octava, como los Índices globales de aislamiento según corresponda, conforme al Anexo B del presente documento y la norma UNE EN ISO 717- 2.
  - Resultados de las medidas de niveles de ruido de instalaciones, incluyendo la descripción de cada instalación, así como las condiciones de funcionamiento de la misma durante su evaluación.



## ANEXO A

### TIPOS DE RECINTOS (DB-HR DEL CTE). DEFINICIONES

**Estancias:** *Recintos protegidos* tales como: salones, comedores, bibliotecas, etc. en edificios de uso residencial y despachos, salas de reuniones, salas de lectura...etc. en edificios de otros usos.

**Fachada:** Cerramiento perimétrico del edificio, vertical o con inclinación no mayor que 60º sobre la horizontal, que lo separa del exterior. Incluye tanto el muro de *fachada* como los huecos (puertas exteriores y ventanas).

**Recinto:** Espacio del edificio limitado por *cerramientos*, *particiones* o cualquier otro elemento de separación.

**Recinto de actividad:** Aquellos recintos en los edificios de uso residencial (público y privado), hospitalario o administrativo, en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los *recintos* del edificio en el que se encuentra integrado, siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado ponderado A, del *recinto* sea mayor que 70 dBA. Por ejemplo, actividad comercial, de pública concurrencia, etc. A partir de 80 dBA se considera *recinto ruidoso*. Todos los aparcamientos se consideran recintos de actividad respecto a cualquier uso salvo los de uso privativo en vivienda unifamiliar.

**Recinto de instalaciones:** *Recinto* que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiéndose como tales todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho *recinto*. A efectos de este documento, el recinto del ascensor no se considera un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.

**Recinto habitable:** *Recinto* interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran *recintos habitables* los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales
- b) aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso
- f) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores

En el caso en el que en un *recinto* se combinen varios usos de los anteriores, siempre que uno de ellos sea protegido se considerará *recinto protegido* a efectos del DB-HR y del presente documento

Se consideran **recintos no habitables** aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

**Recinto protegido:** *Recinto habitable* con mejores características acústicas. Se consideran *recintos protegidos* los *recintos habitables* de los casos a), b), c), d).



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

**Clasificación de usos del edificio y tipo de unidades de uso y recintos protegidos que pueden encontrarse para cada uso del edificio.**

**Recinto ruidoso:** *Recinto*, de uso generalmente industrial, cuyas actividades producen un nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, en el interior del recinto, mayor que 80 dBA.

**Unidad de uso:** Edificio o parte de un edificio que se destina a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre sí, bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación, bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. En cualquier caso, se consideran *unidades de uso*, las siguientes:

- en edificios de vivienda, cada una de las viviendas;
- en edificios de uso hospitalario, y residencial público, cada habitación incluidos sus anexos;
- en edificios docentes, cada aula o sala de conferencias incluyendo sus anexos;

**Zona común:** Zona o zonas que dan servicio a varias *unidades de uso*.



## ANEXO B

## PARÁMETROS DE VALORACIÓN DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

**I-Valoración del aislamiento acústico 'in situ':** según anexo A del DB-HR del CTE

**B.1-D<sub>nT,A</sub>**

**Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores, D<sub>nT,A</sub>:** Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada, entre *recintos* interiores, D<sub>nT</sub>, para ruido rosa.

Se define mediante la expresión siguiente.

$$D_{nT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - D_{nT,i})/10} \text{ [dBA]}$$

siendo,

$D_{nT,i}$ : diferencia de niveles estandarizada en la banda de frecuencia  $i$ , [dB];

$L_{Ar,i}$ : valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia  $i$ , [dBA];

$i$ : recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

**B.2-D<sub>2m,nT,Atr</sub>**

**Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior, D<sub>2m,nT,Atr</sub>:** Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una *fachada*, una *cubierta*, o un suelo en contacto con el aire exterior, D<sub>2m,nT</sub>.

Se define mediante la expresión siguiente:

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

siendo,

$D_{2m,nT,i}$ : diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia  $i$ , [dB];

$L_{Atr,i}$ : valor del espectro normalizado del ruido exterior dominante (\*), ponderado A, en la banda de frecuencia  $i$ , [dBA];

	(*)Ruido exterior dominante	LA tr,i
I	Automóviles u otro diferente al de aeronaves o ferroviario	Espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A. (Tabla.A.3)
II	Aeronaves	Espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A (Tabla A.2)
III	Ferrovioario	Espectro normalizado de ruido ferroviario, ponderado A (Tabla A.4)

$i$ : recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

Nota 1: Esta definición se ha obtenido a partir de las definiciones A.5 y A.6 recogidas en el anejo A del DB-HR del CTE.



Tablas A.2/A.3/A.4/A.5: Espectros normalizados de los distintos tipos de ruido, ponderados A, considerados en el DB-HR del CTE:

Tabla A.2 Valores del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A.

$f_i$ Hz	$L_{Aav,j}$ dBA	$f_i$ Hz	$L_{Aav,j}$ dBA
100	-23,8	800	-9,5
125	-20,2	1000	-10,5
160	-15,4	1250	-11,0
200	-13,1	1600	-12,5
250	-12,6	2000	-14,9
315	-10,4	2500	-15,9
400	-9,8	3150	-18,6
500	-9,5	4000	-23,3
630	-8,7	5000	-29,9

Tabla A.3 Valores del espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A.

$f_i$ Hz	$L_{Atr,j}$ dBA	$f_i$ Hz	$L_{Atr,j}$ dBA
100	-20	800	-9
125	-20	1000	-8
160	-18	1250	-9
200	-16	1600	-10
250	-15	2000	-11
315	-14	2500	-13

Tabla A.4 Valores del espectro normalizado de ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A.

$f_i$ Hz	$L_{Aof,j}$ dBA	$f_i$ Hz	$L_{Aof,j}$ dBA
100	-20	800	-9
125	-20	1000	-8
160	-18	1250	-9
200	-16	1600	-10
250	-15	2000	-11
315	-14	2500	-13
400	-13	3150	-15
500	-12	4000	-16
630	-11	5000	-18

Tabla A.5 Valores del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A.

$f_i$ Hz	$L_{Ar,j}$ dBA	$f_i$ Hz	$L_{Ar,j}$ dBA
100	-30,1	800	-11,8
125	-27,1	1000	-11,0
160	-24,4	1250	-10,4
200	-21,9	1600	-10,0
250	-19,6	2000	-9,8
315	-17,6	2500	-9,7
400	-15,8	3150	-9,8
500	-14,2	4000	-10
630	-12,9	5000	-10,5

Nota 2: Se han recogido los espectros normalizados incluidos en el anejo A del DB-HR del CTE. El espectro normalizado de ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A (Tabla A.4), según el DB-HR, coincide con el de tráfico de automóviles (Tabla A.3). Se considera lo establecido en el DB-HR.

### B.3 - $L'_{n,w}$ :

**Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ:** Es el valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos normalizado,  $L'_n$ , según norma UNE-EN ISO 717-2.





**II-Valoración del aislamiento acústico en laboratorio de elementos/soluciones constructiva** : según anexo A del DB-HR del CTE

**B.4-  $R_A$  :**

Índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo. Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A. Los índices de reducción acústica se determinarán mediante ensayo en laboratorio.

$$R_A = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{\frac{(L_{Ar,i} - R_i)}{10}} \quad [dBA]$$

siendo

$R_i$  valor del índice de reducción acústica medido en la banda de frecuencia  $i$ , [dB];  
 $L_{Ar,i}$ , valor del espectro del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia  $i$ , [dBA];  
 $i$  recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

De forma aproximada puede considerarse que  $R_A = R_w + C$ .

**B.5-  $L_n, w$ :**

**Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado de un elemento constructivo horizontal:**

Valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_n$ , según norma UNE-EN ISO 717-2.

## ANEXO C:

 FICHA TÉCNICA DE VERIFICACIÓN 'IN SITU'  
 DE LA CALIDAD ACÚSTICA EN EDIFICIOS

Denominación/Ubicación del edificio: Promoción 16 viC/ xxx Vitoria-Gasteiz		RESULTADOS ENSAYOS 'IN SITU'			
Casuísticas ensayadas		AISLAMIENTO ENTRE RECINTOS		AISLAMIE NTO	NIVEL DE RUIDO
Recinto EMISOR(*)	Recinto RECEPTOR(*)	Ruido aéreo	Ruido de impactos	Ruido exterior	Instalaciones en recintos
		$D_{nT,A}$	$L'_{nTw}$	$D_{2m,nT,Atr}$	$L_{k,T} / L_{Amáx}$
Otra unidad de uso P1-2º-C-cocina	Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> P1-2º-D-Dormito 1	51		59	
Otra unidad de uso P1-2º-B-Salón	Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> P1-2ºA-Dormitori 2				
Otra unidad de uso	Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>				
Otra unidad de uso	Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>				
De instalaciones: ( por cada recinto instalaciones)	Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>				
De actividad: ( por cada tipo de recinto actividad)	Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>				
Ruido exterior	Tipo: P <input checked="" type="checkbox"/>				
Ruido exterior	Tipo: P <input checked="" type="checkbox"/>				
Instalación común: Ventilación mecánica	Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> P1-1º-D Salón				
Instalación común: Puerta garaje	Tipo: P <input type="checkbox"/>				
Instalación común: Sala máquinas ascensor					
Instalación común: Sala calderas..					

(\*) Indicar ubicación mediante código para recintos: Portal/Planta/unidad de uso o recinto/recinto (ej. P1-2ºD-Salón: Portal 1/ Planta 2/vivienda D/Salón) y nombre identificativo para instalación (medida niveles). En azul ejemplo. En el caso de recintos receptores, indicar donde proceda, si es protegido (P) ó Habitable (H), para tenerlo en cuenta a la hora de realizar la valoración de resultados de aislamiento a ruido aéreo frente a los requisitos.



## ANEXO D

# INSTALACIONES-NIVELES SONOROS: MEDIDA Y VALORACIÓN.

El método establecido para medir el nivel de presión sonora producido en el interior de recintos colindantes por los equipos técnicos de los edificios, se describe en este documento. Este método está basado en el Decreto de Contaminación acústica del País Vasco, DECRETO 213/2012, de 16 de octubre.

### 1. *Magnitudes de medida.*

Las magnitudes a medir son las siguientes:

- $L_{K_{eq,Ti}}$  : índice de ruido continuo equivalente corregido.
- $L_{Amáx}$  : Nivel de presión sonora máximo con ponderación Fast, registrado en el periodo de muestreo.

La definición de estas magnitudes se recoge en el apartado 6 de este Anexo.

### 2. *Medida de Niveles Sonoros de Instalaciones.*

Generalmente las medidas se llevarán a cabo en habitaciones vacías, preparadas para su entrega pero deshabitadas, para garantizar que los niveles recogidos provengan sólo de fuentes exteriores a la propia vivienda y no de las actividades humanas cotidianas (apertura y cierre de puertas, electrodomésticos,...).

La medición se efectuará sobre el recinto protegido colindante más afectado a la instalación bajo verificación.

Las mediciones se realizarán siguiendo las indicaciones establecidas en el Decreto 213/2012, de 16 de octubre de Contaminación acústica del País Vasco, para ruido de actividades transmitido al interior del recinto:

- Las mediciones en el espacio interior de los edificios se realizarán con puertas y ventanas cerradas (las persianas y contraventanas abiertas).
- La medición se realizará como mínimo en tres posiciones que cumplan preferentemente con las siguientes condiciones:
  - Las posiciones de medida estarán:
    - Al menos a 1 m de las paredes u otras superficies.
    - Altura de entre 1,2 m y 1,5 m sobre el piso y aproximadamente a 1,5 m de las ventanas.

Quando estas posiciones no sean posibles, las mediciones se realizarán en el centro del recinto en el punto o puntos en los que su valor sea mayor, dentro de la zona de muestreo indicada.

Nota: Distancia entre posiciones: se recomienda 0,7 m, siempre que sea posible.

- En cada posición de micrófono se tomará un registro, siendo la duración del periodo o periodos de muestreo (i), tal que sea representativo de en cada caso del tipo de instalación. En el apartado 4, del presente documento, se establecen las condiciones de funcionamiento y el periodo de evaluación representativo para algunas de las instalaciones presentes en un edificio.



- En cada punto de medida (j) se medirá:  $L_{A,eq,Tij}$ ,  $L_{Amaxj}$ , los parámetros asociados a la detección de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, según proceda (ver apartado 6) y el ruido de fondo.

A partir de estos datos medidos y una vez se hayan realizado las correcciones por ruido de fondo, si las hubiera (ver apartado 5) se determinará en cada punto de medida (j) el valor  $L_{K,eq,Ti,j}$ .

### 3. Evaluación de Niveles Sonoros de Instalaciones.

Se determinarán los valores de  $L_{K,eq,T}$  y  $L_{Amax}$ , para el periodo de muestreo representativo, a partir de las medidas realizadas en los diferentes puntos de medición según apartado anterior. La evaluación de los parámetros, se realizará según lo establecido en el apartado 1.2.5.2.b del Anexo II del Decreto 213/2012, que se recoge a continuación:

- *Cuando, por las características del foco emisor acústico, se comprueben variaciones significativas de sus niveles de emisión sonora durante el periodo temporal de evaluación, se dividirá éste, en intervalos de tiempo  $T_i$ , o fases de ruido (i) en los cuales el nivel de presión sonora en el punto de evaluación se perciba de manera uniforme.*
- *En cada fase de ruido se realizarán, cuando las condiciones de funcionamiento del foco emisor acústico lo permitan, al menos tres mediciones del  $L_{K,eq,T_i}$ . La duración de cada medición y el intervalo de tiempo entre las mismas se ajustarán a las condiciones de funcionamiento del foco emisor acústico, con el objetivo de que el resultado final sea representativo de las fases de funcionamiento que representa. Estas justificaciones deberán ser debidamente argumentadas y documentadas junto con el resultado de la medición.*
- *Los resultados de las mediciones serán válidos cuando la diferencia entre los extremos sea igual o menor a 6 dBA, en el caso de fases de funcionamiento caracterizadas por actividades discontinuas o aleatorias, y de 3 para funcionamientos de tipo continuo.*
- *Se tomará como resultado de la medición de  $L_{K,eq,T_i}$ , el valor promedio energético de todos los obtenidos.*
- *En la determinación del  $L_{K,eq,T_i}$ , se tendrá en cuenta la corrección por ruido de fondo (ver apartado 5 del presente documento).*
- *Para determinar el  $L_{K,eq,T}$  del periodo temporal de evaluación, se considerarán los  $L_{K,eq,T_i}$  obtenidos para las diferentes fases de medida y el tiempo de duración de las mismas dentro del mencionado periodo de evaluación.*
- *Se deberán realizar, cuando las condiciones de funcionamiento del foco emisor acústico lo permitan, al menos 3 series de mediciones del  $L_{Amax}$ . El resultado será el nivel medido más alto.*
- *Para el resultado final de  $L_{K,eq,T}$  y  $L_{Amax}$ , se presentarán números enteros.*
- *Esta evaluación se realizará de conformidad con lo establecido en el Anexo IV del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, así como en la UNE-EN ISO 1996-2:2009 "Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental" o norma que la sustituya o complemente.*



#### 4. Condiciones de funcionamiento de las instalaciones.

La duración de cada medición y el intervalo entre las mismas se ajustará a las condiciones de funcionamiento de la instalación, con el objeto de que el resultado sea representativo. En los siguientes apartados se presentan, para algunas de las instalaciones que existen en los edificios, las condiciones de funcionamiento recomendadas para realizar las medidas, siguiendo las pautas marcadas por el anexo B de la norma UNE-EN ISO 16032.

##### 4.1. Puerta de garaje

Condiciones normales de funcionamiento.

$L_{AFm\acute{a}x}$ : se mide durante un ciclo completo de apertura y cierre de la puerta.

$L_{Aeq}$ : el tiempo de integración corresponde a un ciclo completo de apertura/cierre de la puerta.

##### 4.2. Ventilación mecánica

Generalmente este tipo de instalaciones se encuentran en salas de estar, baños y el sistema de extracción de las cocinas. También se pueden encontrar en dormitorios. Se mide en condiciones de máxima velocidad y/o la salida totalmente abierta.

$L_{AFm\acute{a}x}$ ,  $L_{Aeq}$ : se mide en un periodo de 30 segundos.

##### 4.3. Ascensores / Sala de máquinas del ascensor

Se carga el ascensor con 1 ó 2 personas. Se indica el número de personas dentro. El ciclo de operación es el siguiente:

- Se empieza en el piso más cercano a la sala de máquinas.
- Se para en cada nivel intermedio.
- Se abre y cierra la puerta.
- Cuando llega al final, se le llama para que vuelva al piso de inicio.
- Se abre y cierra la puerta.

Se mide en el recinto más próximo a la sala de máquinas del ascensor; si hay que medir en pisos intermedios, se hace en el recinto más próximo al hueco del ascensor.

##### 4.4. Calderas, compresores, bombas y otros equipos auxiliares

Condiciones normales de funcionamiento.

$L_{AFm\acute{a}x}$ ,  $L_{Aeq}$ : El tiempo de medida corresponde a un ciclo completo de funcionamiento, incluyendo inicio, funcionamiento y parada. Se deberá incluir en el periodo de la medida, el tiempo de parada de la instalación si procede.

##### 4.5. Equipo de calefacción y refrigeración

Medida en el momento de funcionamiento simultaneo de los elementos del sistema. Los sistemas de refrigeración se deben colocar en la posición que dé el nivel de presión sonora más elevado.

Para los sistemas de calefacción, se recomienda medir el nivel de presión sonora máximo ponderado A, al accionar cada aplicación (llaves de agua caliente, reguladores de aire).

$L_{AFm\acute{a}x}$ : se mide durante periodo de 30 segundos.

$L_{Aeq}$ : el tiempo de integración es de 30 segundos.





#### 4.6. Instalaciones de agua

Para las mediciones acústicas de los grifos se debe desaguar el fregadero, la cabina de ducha o la bañera durante la medición.

Se debe comprobar que las instalaciones funcionan en condiciones normales de presión, tasa de flujo, etc.

La medición del ruido producido por las instalaciones de agua comienza antes de que la instalación funcione y termina después de que el ciclo de funcionamiento haya concluido.

- **Grifos:**

$L_{AFm\acute{a}x}$ : se mide para un ciclo de apertura y cerrado del grifo.

$L_{Aeq}$ : se abre el grifo y se mide en la posición que produce el nivel de presión sonora más alto. El tiempo de integración aproximado es de 30 s.

- **Ducha:**

$L_{AFm\acute{a}x}$  y  $L_{Aeq}$ : Se coloca la ducha fijada a la pared en la posición más alta y apuntando al suelo de la ducha.

Se realizan los mismos ciclos que en los grifos para medir los diferentes parámetros.

Se diferencia, si es necesario, el ruido de las válvulas de los grifos del de caída del agua contra el suelo (evitando el ruido del golpe del agua en el suelo de la ducha).

- **Llenado y vaciado de lavabo y bañera:**

Se mezclan agua caliente y fría con los grifos totalmente abiertos.

El ruido de llenado se mide durante el tiempo que tarda en llenarse hasta la mitad del nivel máximo del lavabo/bañera. El ruido de vaciado se mide a lo largo del tiempo que tarda en vaciarse.

Se mide durante el tiempo de vaciado, separado del de llenado.

$L_{AFm\acute{a}x}$ : se mide durante el llenado y a continuación durante el vaciado.

$L_{Aeq}$ : el tiempo de integración es igual al periodo de llenado y de vaciado.

- **Inodoro:**

$L_{AFm\acute{a}x}$ : se mide durante un ciclo completo de vaciado/rellenado completo de la cisterna.

$L_{Aeq}$ : el tiempo de integración corresponde a un ciclo de vaciado/rellenado completo.

#### 5. Corrección por ruido de fondo

Se mide el ruido de fondo justo antes o después de la medición del nivel de presión sonora de la instalación.

El ruido de fondo se determina siguiendo el mismo procedimiento que el especificado cuando se encuentre la fuente sonora evaluable en cada caso, en funcionamiento.

Si la diferencia entre el nivel de ruido de la fuente y el ruido de fondo es igual o superior a 10 dB, no se realiza ninguna corrección.

Si esta diferencia está comprendida entre 3 dB y 10 dB, se debe corregir el nivel de presión sonora medido siguiendo las siguientes ecuaciones:



$$L = L_1 - K \text{ dB}$$

$$K = -10 \lg(1 - 10^{-0.1 \times \Delta L}) \text{ dB}$$

$$\Delta L = L_1 - L_2 \text{ dB}$$

donde:

- L es el nivel de presión sonora corregido, en dB
- $L_1$  es el nivel de presión acústica medido en bandas de octava del equipo técnico incluyendo el ruido de fondo, en dB
- $L_2$  es el nivel de presión acústica del ruido de fondo en bandas de octava, en dB
- K es el valor de corrección en bandas de octava, en dB

Si la diferencia es menor o igual a 3 dB, no se permiten correcciones. Se debe indicar claramente en el informe, que el valor registrado no se puede corregir para eliminar el efecto del ruido de fondo. En este caso, se valorará la viabilidad de repetir las medidas con menor ruido de fondo.

Este proceso se aplica a cada una de las medidas realizadas, en cada uno de los puntos de medición.

## 6. Magnitudes de medida del nivel de inmisión de ruido de instalaciones:

Según ANEXO II del Decreto 213/2012, de 16 de octubre

### $L_{Amax}$ : Índice de ruido máximo

El índice de ruido  $L_{Amax}$ , es el más alto nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración fast,  $L_{AFmax}$ , definido en la norma UNE-ISO 1996-1:2005, registrado en el periodo temporal de evaluación.

$L_{Keq,T}$ : Para un periodo de evaluación T, el índice de ruido continuo equivalente corregido,  $L_{Keq,T}$ , se determinará a partir de los datos  $L_{Keq,Ti}$  representativos del periodo de evaluación (ver apartado 3).

### $L_{Keq,Ti}$ : Índice de ruido continuo equivalente corregido

El índice de ruido  $L_{Keq,Ti}$ , es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, ( $L_{Aeq,Ti}$ ), corregido por la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, de conformidad con la expresión siguiente:

$$L_{Keq,Ti} = L_{Aeq,Ti} + K_t + K_f + K_i \quad \text{siendo,}$$



$L_{Aeq,Ti}$ : Índice de ruido continuo equivalente. El índice de ruido  $L_{Aeq,Ti}$ , es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en decibelios, determinado sobre un intervalo temporal de  $T_i$  segundos, definido en la norma UNE-ISO 1996-1:2005 "Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación" o norma que la sustituya o complemente.

$K_t$ : Parámetro de corrección asociado al índice  $L_{keq,T}$  para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de componentes tonales emergentes.

$K_f$ : Parámetro de corrección asociado al índice  $L_{keq,T}$ , para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de componentes de baja frecuencia.

$K_i$ : Parámetro de corrección asociado al índice  $L_{keq,T}$ , para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de ruido de carácter impulsivo.

$K_t$ ,  $K_f$  y  $K_i$ , calculados por aplicación de la metodología descrita en el Anexo II del Decreto 213/2012, que se recoge a continuación:

*Cuando en el proceso de medición de un ruido se detecte la presencia de componentes tonales emergentes, o componentes de baja frecuencia, o sonidos de alto nivel de presión sonora y corta duración debidos a la presencia de componentes impulsivos, o de cualquier combinación de ellos, se procederá a realizar una evaluación detallada del ruido introduciendo las correcciones adecuadas.*

*El valor máximo de la corrección resultante de la suma  $K_t + K_f + K_i$  no será superior a 9 dB.*

*En la evaluación detallada del ruido, se tomarán como procedimientos de referencia los siguientes:*

- *Presencia de componentes tonales emergentes. Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes tonales emergentes, se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:*

- *Se realizará el análisis espectral del ruido en bandas de frecuencia de 1/3 de octava, sin filtro de ponderación.*
- *Se calculará la diferencia  $L_t = L_f - L_s$  donde,*

*$L_f$ , es el nivel de presión sonora de la banda  $f$ , que contiene el tono emergente.*

*$L_s$ , es la media aritmética de los dos niveles siguientes, el de la banda situada inmediatamente por encima de  $f$  y el de la banda situada inmediatamente por debajo de  $f$ .*

- *Se determinará la presencia o la ausencia de componentes tonales y el valor del parámetro de corrección  $K_t$  aplicando la siguiente tabla:*

Banda de frecuencia 1/3 de octava	$L_t$ en dB	Componente tonal $K_t^t$ en dB
De 20 a 125 Hz	Si $L_t < 8$	0
	Si $8 \leq L_t \leq 12$	3
	Si $L_t > 12$	6
De 160 a 400 Hz	Si $L_t < 5$	0
	Si $5 \leq L_t \leq 8$	3
	Si $L_t > 8$	6
De 500 a 10000 Hz	Si $L_t < 3$	0
	Si $3 \leq L_t \leq 5$	3
	Si $L_t > 5$	6

irá



como valor del parámetro  $K_t$ , el mayor de los correspondientes a cada una de ellas.

En todo caso, para aplicar la penalización, es necesario que el tono sea emergente de tal forma que destaque con respecto a las bandas inmediatamente anterior y posterior y sea audible según el umbral auditivo humano, en campo libre, referenciado en la norma ISO 226:2003 ( $T_f$ ).

En el caso de que sea necesario se pueden efectuar análisis en banda más estrecha que los  $1/3$  de octava cuando sea oportuno y siempre bajo normas internacionalmente reconocidas para su evaluación.

- Presencia de componentes de baja frecuencia. Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes de baja frecuencia se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:
  - Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora con las ponderaciones frecuenciales A y C, a partir de las bandas de tercio de octava de 20 a 160 Hz.
  - Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$L_f = L_{Ceq, T_i} - L_{Aeq, T_i}$$

Si la diferencia  $L_{Ceq, T_i} - L_{Aeq, T_i}$  es menor a 20 dB, se considera que no hay componentes de baja frecuencia significativos. En caso contrario, se deberá evaluar la importancia de baja frecuencia en detalle para conocer su contribución, de acuerdo con los siguientes puntos:

1. Obtención del nivel de baja frecuencia audible.

Para aplicar la penalización, es necesario sustraer el umbral auditivo humano referenciado en la norma ISO 226:2003 ( $T_f$ ) al nivel medio sin ponderar para las siguientes bandas de frecuencia:

Banda frecuencial	Nivel mínimo	Banda frecuencial	Nivel mínimo
Hz	audible $T_f$ dB	Hz	audible $T_f$ dB
20	78,5	63	37,5
25	68,7	80	31,5
31,5	59,5	100	26,5
40	51,1	125	22,1
50	44,0	160	17,9

2. Obtención del contenido energético de baja frecuencia LB.

LB se obtiene como resultado de la suma energética de las bandas en que la diferencia obtenida en el punto anterior es superior a cero.



- Se determina la presencia o ausencia de componentes de baja frecuencia y el valor del parámetro de corrección  $K_f$  aplicando la siguiente tabla:

$L_B$ en dB	Componente de baja frecuencia $K_f$ en dB
Si $L_B \leq 25$	0
Si $25 < L_B \leq 35$	3
Si $L_B > 35$	6

- Presencia de componentes impulsivos. Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes impulsivos se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

- Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en una determinada fase de ruido de duración  $T_i$  segundos, en la cual se percibe el ruido impulsivo,  $LA_{eq, T_i}$ , y con la constante temporal ( $I$ ) del equipo de medida,  $LA_{eq, T_i}$ .
- Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo.

$$L_i = LA_{eq, T_i} - LA_{eq, T_i}$$

- Se determinará la presencia o la ausencia de componente impulsiva y el valor del parámetro de corrección  $K_i$  aplicando la tabla siguiente:

$L_i$ en dB	Componente impulsiva $K_i$ en dB
Si $L_i \leq 10$	0
Si $10 < L_i \leq 15$	3
Si $L_i > 15$	6



## ANEXO E

### FICHA DE SEGUIMIENTO ACÚSTICO EN OBRA: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (DISEÑO: OPCIÓN SIMPLIFICADA)

La ficha mostrada en las siguientes páginas puede servir para realizar el seguimiento en obra de las prestaciones acústicas de los elementos constructivos utilizados. Para cada elemento constructivo en concreto, se recomienda realizar un seguimiento de la ejecución mediante fichas específicas.

La parte izquierda de la tabla (*PROYECTO*), se cumplimentará con los valores establecidos en el proyecto (ficha justificativa).

La parte derecha de la tabla (*SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA*), se cumplimentará con los datos (aislamiento acústico y masa) de las soluciones constructivas ejecutadas finalmente en obra y referencia al documento justificativo si procede.

Finalmente, se comparará el valor del cerramiento ejecutado con el valor exigido.

PROYECTO		SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA			
Datos proveniente del proyecto		Datos de los elementos finalmente utilizados en obra. Si ha habido cambios en algún tipo es necesario revisar toda la justificación acústica			
<i>Tabiquería</i> (apartado 3.1.2.3.3)		<i>Tabiquería</i>			
Tipo	Características de proyecto exigidas	Características	Ok	Tipo verificación	Comentarios
Fabrica de LHD de x dimensiones con yeso ambas cara x cm	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 95 \geq 70$ $R_A \text{ (dBA)} = 36 \geq 3$	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 80$ $R_A \text{ (dBA)} = 34$	<input checked="" type="checkbox"/>	Medición-cálculo y/o ficha de producto  Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2
	Valor declarado en proyecto (95)      Valor exigido (70)	Valor cerramiento ejecutado (80)		Fabrica de LHD de y dimensiones con yeso ambas cara v cm	

*En este ejemplo, se coloca en obra una tabiquería del mismo tipo (de fábrica), pero diferente a la propuesta en proyecto. Los valores de  $R_A$  y  $m$  de la nueva tabiquería, aunque son menores a los de la inicial, siguen cumpliendo con la especificaciones de proyecto:  $R_A \geq 33$  y  $m \geq 70$ , por lo que es válido.*





## FICHA DE SEGUIMIENTO ACÚSTICO EN OBRA: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. Opción simplificada. (1 de 4)

PROYECTO		SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA			
Datos proveniente del proyecto		Datos de los elementos finalmente utilizados en obra. Si ha habido cambios en algún tipo es <u>necesario revisar toda la justificación acústica</u>			
<b>Tabiquería</b> (apartado 3.1.2.3.3)		<b>Tabiquería</b>			
Tipo	Características de proyecto exigidas	Características	Ok	Tipo verificación	Comentarios
	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = \square \geq \square$ $R_A \text{ (dBA)} = \square \geq \square$	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = \square$ $R_A \text{ (dBA)} = \square$	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Medición-cálculo y/o ficha de producto  Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2



FICHA DE SEGUIMIENTO ACÚSTICO EN OBRA: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. Opción simplificada. (2 de 4)

PROYECTO				SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA			
Datos proveniente del proyecto				Datos de los elementos finalmente utilizados en obra. Si ha habido cambios en algún tipo es necesario revisar toda la justificación acústica			
Elementos de separación verticales entre recintos (Apartado 3.1.2.3.4)				Elementos de separación verticales entre recintos			
Solución de elementos de separación verticales entre:.....				Solución de elementos de separación verticales entre:.....			
Elementos constructivos	Tipo	Características de proyecto exigidas		Características	Ok	Tipo verificación	Comentarios
Elemento de separación vertical	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/>	$R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/>	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>	Medición-cálculo y/ o ficha productos	Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2
	Trasdosado por ambos lados	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/>		$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>	Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	
Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas	Puerta o ventana	$R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> $\geq$ <b>20</b> <b>30</b>		$R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>	Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	- Exigencia 30 dBA: si puerta de entrada directamente a salón o cuando es puerta entre recinto habitable y de instalaciones o actividad. - Se recomienda verificarlo mediante ensayo. - Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2
	Cerramiento	$R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> $\geq$ <b>50</b>		$R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>	Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2
Condiciones de las fachadas a las que acometen los elementos de separación verticales				Condiciones de las fachadas a las que acometen los elementos de separación verticales			
Fachada	Tipo	Características de proyecto exigidas		Características	Ok	Tipo verificación	Comentarios
		$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/>	$R_n \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/>	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>	Medición-cálculo y/ o ficha productos Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	- No son características para verificar aislamiento frente a ruido exterior, sino para garantizar aislamiento acústico entre recintos. Importante detalles constructivos de encuentros. - Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2



FICHA DE SEGUIMIENTO ACÚSTICO EN OBRA: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. Opción simplificada (3 de 4)

PROYECTO				SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA			
Datos proveniente del proyecto				Datos de los elementos finalmente utilizados en obra. Si ha habido cambios en algún tipo es <u>necesario revisar toda la justificación acústica</u>			
Elementos de separación horizontales entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.5)				Elementos de separación horizontales entre <i>recintos</i>			
Solución de elementos de separación horizontales entre: .....				Solución de elementos de separación horizontales entre: .....			
Elementos constructivos	Tipo	Características de proyecto exigidas		Características	Ok	Tipo verificación	Comentarios
Elemento de separación horizontal	Forjado	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/>	$\geq$ <input type="text"/>	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>	Medición-cálculo y/ o ficha productos	Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2
		$R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$\geq$ <input type="text"/>	$R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>	Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	
Elemento de separación horizontal	Suelo flotante	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$\geq$ <input type="text"/>	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>	Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	- La mejora de un suelo flotante (Sf) depende de m(Forjado) sobre el que se instala. Por ello: m y RA de forjado sobre el que se ha justificado $\Delta R_A$ y $\Delta L_W$ debe ser similar (o mayor) que m y RA de Forjado de proyecto o bien sobre forjado normalizado. - $\Delta R_A$ : Ensayo en laboratorio UNE-EN ISO 10140-1 - Anexo G y UNE-EN ISO 10140-2. - $\Delta L_W$ : Ensayo en laboratorio UNE-EN ISO 10140-1 - Anexo H y UNE-EN ISO 10140-3.
		$\Delta L_W \text{ (dB)} =$ <input type="text"/>	$\geq$ <input type="text"/>	$\Delta L_W \text{ (dB)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>		
	Techo suspendido	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$\geq$ <input type="text"/>	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	<input type="text"/>	Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	- La mejora de un Techo suspendido depende de m(Forjado) sobre el que se instala. Por ello: m y RA de forjado sobre el que se ha justificado $\Delta R_A$ debe ser similar (o mayor) que m y RA de Forjado de proyecto o bien sobre forjado normalizado. - Ensayo en laboratorio UNE-EN ISO 10140-1 - Anexo G y UNE-EN ISO 10140-2.



FICHA DE SEGUIMIENTO ACÚSTICO EN OBRA: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. Opción simplificada. (4 de 4)

PROYECTO					SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA			
Datos proveniente del proyecto					Datos de los elementos finalmente utilizados en obra. Si ha habido cambios en algun tipo <u>es necesario revisar toda la justificación acústica</u>			
<b>Medianerías</b> (apartado 3.1.2.4)					<b>Medianerías</b> (apartado 3.1.2.4)			
Tipo		Características de proyecto exigidas			Características	Ok	Tipo verificación	Comentarios
		$R_A$ (dBA) = <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/>			$R_A$ (dBA) = <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2
<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)					<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)			
Solución de fachada, cubierta, o suelo en contacto con el aire exterior: .....					Solución de fachada, cubierta, o suelo en contacto con el aire exterior: .....			
Elementos constructivos	Tipo	Área (m <sup>2</sup> )	% Huecos	Características de proyecto exigidas	Características	Ok	Tipo verificación	Comentarios
Parte ciega		$S_c =$ <input type="text"/>		$R_{A,tr}$ (dBA) = <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/>	$R_{A,tr}$ (dBA) = <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2
Huecos		$S_h =$ <input type="text"/>		$R_{A,tr}$ (dBA) = <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/>	$R_{A,tr}$ (dBA) = <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo	- Verificar que aislamiento acústico de ventana de obra (carpintería y vidrio seleccionado) es la que se solicita en proyecto. - Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2



## ANEXO F

ESPECIFICACIONES DEL DB-HR DEL CTE  
A LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO

Se recogen de forma agrupada las **especificaciones textuales** relativas a las instalaciones de los edificios, recogidas en el **Documento Básico - Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación**:

**1- Caracterización y cuantificación de las exigencias (2.3)****2- Diseño y dimensionado:**

- Datos que deben aportar los suministradores (3.3.1)
- Condiciones de montaje de equipos generadores de ruido estacionario (3.3.2)
- Conducciones y equipamiento:
  - Hidráulicas (3.3.3.1)
  - Aire acondicionado (3.3.3.2)
  - Ventilación (3.3.3.3)
  - Eliminación de residuos (3.3.3.4)

**3- Construcción-Ejecución de Instalaciones**

Encuentros de los conductos con los elementos de separación verticales y horizontales (3.1.4.1.2 y 3.1.4.2.2)

Entre () apartado del DB-HR que recoge la información

**1. Caracterización y cuantificación de las exigencias**

- *Se limitarán los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.*
- *El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc.) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del ruido.*
- *El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.*
- *Además se tendrán en cuenta las especificaciones del resto de apartados.*



## 2. Diseño y dimensionado:

### Datos que deben aportar los suministradores

Los suministradores de los equipos y productos incluirán en la documentación de los mismos los valores de las magnitudes que caracterizan los ruidos y las vibraciones procedentes de las instalaciones de los edificios:

- El nivel de potencia acústica,  $L_w$ , de equipos que producen ruidos estacionarios.
- La rigidez dinámica,  $s'$ , y la carga máxima,  $m$ , de los lechos elásticos utilizados en las bancadas de inercia.
- El amortiguamiento,  $C$ , la transmisibilidad,  $t$  y la carga máxima,  $m$ , de los sistemas antivibratorios puntuales utilizados en el aislamiento de maquinaria y conductos.
- El coeficiente de absorción acústica,  $\alpha$ , de los productos absorbentes utilizados en conductos de ventilación y aire acondicionado.
- La atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdida por inserción,  $D$ , y la atenuación total de los silenciadores que estén interpuestos en conductos, o empotrados en fachadas o en otros elementos constructivos.

### Condiciones de montaje de equipos generadores de ruido estacionario

- Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.
- En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.
- Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- En las chimeneas de las instalaciones térmicas que lleven incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizarán silenciadores.

### Conducciones y equipamiento

#### ▪ Hidráulicas

- Las conducciones colectivas del edificio deberán ir tratadas con el fin de no provocar molestias en los





*recintos habitables o protegidos adyacentes.*

- *En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos, coquillas, pasamuros estancos y abrazaderas desolidarizadoras.*
- *El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 Kg/m<sup>2</sup>.*
- *En los cuartos húmedos en los que la instalación de evaluación de aguas esté descolgada del forjado, debe instalarse un techo suspendido con un material absorbente acústico en la cámara.*
- *La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.*
- *La grifería situada dentro de los recintos habitables será de Grupo II como mínimo, según la clasificación de UNE EN 200.*
- *Se evitará el uso de cisternas elevadas de descarga a través de tuberías y de grifos de llenado de cisternas de descarga al aire.*
- *Las bañeras y los platos de ducha deben montarse interponiendo elementos elásticos en todos sus apoyos en la estructura del edificio: suelos y paredes. Los sistemas de hidromasaje, deberán montarse mediante elementos de suspensión elástica amortiguada.*
- *No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente, salvo que la pared esté apoyada al suelo flotante.*

#### ▪ Aire acondicionado

- *Los conductos de aire acondicionado deben ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiere y deben utilizarse silenciadores específicos.*
- *Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.*

#### ▪ Ventilación

- *Los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , sea al menos 33 dBA, salvo que sean de extracción de humos de garajes, en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , sea al menos 45 dBA.*
- *Asimismo, cuando un conducto de ventilación se adose a un elemento de separación vertical se seguirán las especificaciones del apartado 3.1.4.1.2.*
- *En el caso de que dos unidades de uso colindantes horizontalmente compartieran el mismo reducto colectivo de extracción, se cumplirán las condiciones especificadas en DB HS3.*



### ▪ Eliminación de residuos

Para instalaciones de traslado de residuos por bajante, deben cumplirse las condiciones siguientes:

- a) Los conductos deben tratarse adecuadamente para que no transmitan ruidos y vibraciones a los recintos habitables y protegidos colindantes.
- b) El almacén de contenedores se considera un recinto de instalaciones y el suelo del almacén de contenedores debe ser flotante.

### ▪ Ascensores y montacargas

- Los sistemas de tracción de los ascensores y montacargas se anclarán a los sistemas estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones. El recinto del ascensor, cuando la maquinaria esté dentro del mismo, se considerará un recinto de instalaciones a efectos de aislamiento acústico. Cuando no sea así, los elementos que separan un ascensor de una unidad de uso, deben tener un índice de reducción acústica  $R_A$  mayor que 50 dBA.

Cuando un ascensor no tiene cuarto de máquinas, no se aplica lo expresado en este punto, sino que el aislamiento acústico,  $D_{nTA}$ , entre el recinto del ascensor y el recinto protegido debe ser al menos de 55 dBA.

Si un ascensor de mochila y su maquinaria generan unos niveles de presión acústica reducidos pueden aplicarse el procedimiento de las soluciones alternativas descrito en el apartado 5 de la parte I del CTE y emplearse soluciones de cerramiento de hueco de ascensores con un aislamiento acústico,  $D_{nTA}$ , entre los recintos protegidos y el recinto del ascensor menor que 55 dBA, siempre que en los recintos colindantes, habitables y protegidos, no se superen los objetivos de calidad del apartado 2.3 de este DB y de la ley del ruido y más concretamente del RD 1367/2007.

En tales casos, deben justificarse con un estudio específico los niveles de presión acústica producidos por el ascensor en recintos habitables y protegidos colindantes mientras el ascensor esté en funcionamiento.

- Las puertas de acceso al ascensor en los distintos pisos tendrán topes elásticos que aseguren la práctica anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.
- El cuadro de mandos, que contiene los relés de arranque y parada, estará montado elásticamente asegurando un aislamiento adecuado de los ruidos de impactos y de las vibraciones.

### **3. Construcción - Ejecución de Instalaciones**

Deben utilizarse mediante elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos.

#### ▪ Encuentro de los elementos de separación horizontal con los conductos de instalaciones

- En el caso de que un conducto de instalaciones, por ejemplo de instalaciones hidráulicas o de



*ventilación, atraviese un elemento de separación horizontal, se recubrirá y se sellarán las holguras de los huecos efectuados en el forjado para paso del conducto con un material elástico que garantice la estanquidad e impida el paso de vibraciones a la estructura del edificio.*

- *Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los conductos de instalaciones que discurran bajo él. Para ello, los conductos se revestirán de un material elástico.*

▪ *Encuentro de los elementos de separación vertical con los conductos de instalaciones*

- *Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.*



## ANEXO G

## DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Se indican a continuación, los documentos citados y utilizados para la realización de esta guía que pueden ser utilizados como información complementaria.

**Documento básico HR. Protección frente al ruido. Con comentarios del Ministerio de Fomento.** Artulado: Septiembre 2009. Comentarios: Junio 2011. Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento. Secretaría de estado de vivienda y actuaciones urbanas. Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda.

[http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/HR\\_comentado.pdf](http://www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/HR_comentado.pdf)

**Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido. Versión V.02. Septiembre de 2014.** Código Técnico de la Edificación. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. IETcc-CSIC. Unidad de calidad en la construcción.

[http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/acustica/GUIA\\_DBHR\\_v02\\_septiembre\\_2014.pdf](http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/acustica/GUIA_DBHR_v02_septiembre_2014.pdf)

**Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, del Ruido.

**Decreto 213/2012**, de 16 de octubre, de CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO (BOPV de 16 de noviembre). Corrección de errores BBOOPV de 31 de diciembre de 2012 y 15 de abril de 2013.

**UNE-ISO 1996-1:2005**: Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación.

**UNE-ISO 1996-2:2009**: Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.

**ISO 226:2003**: Acoustics - Normal equal-loudness-level contours.

**UNE-EN ISO 16032:2005**: Acústica - Medición del nivel de presión sonora de los equipos técnicos en los edificios - Método de peritaje (ISO 16032:2004).

**UNE-EN ISO/IEC 17025:2005**: Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

**ORDEN ITC/2845/2007**, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.

**Catálogo de Elementos constructivos del Código Técnico de la Edificación.** Ministerio de Fomento.

- Versión preliminar. Marzo 10. Borrador.

[http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/CAT-EC-v06.3\\_marzo\\_10.pdf](http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/CAT-EC-v06.3_marzo_10.pdf)

- Versión informática. v.2.1 Actualización: Octubre 2011.

<http://www.elementosconstructivos.codigotecnico.org/Pages/BusquedaSC.aspx>



**Base de datos acústicos de soluciones constructivas: dBMat-Indices globales.** Departamento de Empleo y Políticas Sociales del Gobierno Vasco. Dirección de Vivienda. Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación. Área de Acústica.

<http://www.acoubat-dbmat.com/dBMat.html>

Normas de medida de aislamiento acústico en el edificio terminado:

**UNE-EN ISO 140-4:1999:** Acústica. 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. (ISO 140-4:1998).

**UNE-EN ISO 140-5:1999:** Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas. (ISO 140-5:1998).

**UNE-EN ISO 140-7:1999:** Acústica. 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. (ISO 140-7:1998).

Normas de medida de aislamiento acústico y absorción sonora en laboratorio:

**UNE-EN ISO 10140-1:2011/A1:2012:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 1: Reglas de aplicación para productos específicos. Modificación 1: Directrices para la determinación del índice de reducción acústica de juntas rellenas de material de relleno y/o de elementos de sellado. (ISO 10140-1:2010/Amd 1:2012).

**UNE-EN ISO 10140-2:2011:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 2: Medición del aislamiento acústico al ruido aéreo. (ISO 10140-2:2010).

**UNE-EN ISO 10140-3:2011:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 3: Medición del aislamiento acústico al ruido de impactos. (ISO 10140-3:2010).

**UNE-EN ISO 10140-4:2011:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 4: Procedimientos y requisitos de medición. (ISO 10140-4:2010).

**UNE-EN ISO 10140-5:2011:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 5: Requisitos para instalaciones y equipos de ensayo. (ISO 10140-5:2010).

**UNE-EN ISO 354:2004:** Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354:2003).