

Proyecto Acústico de local para Centro Deportivo en calle Coinvasa nº 10, Valladolid

Código: T-26-098
Versión: 02
Fecha: 23/03/2026

Redactado por:

Javier Ramos Casares



Técnico superior de desarrollo.
Técnico de cálculo.

Revisado por:

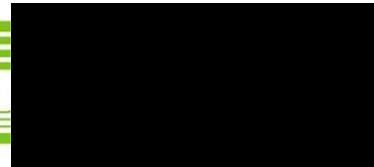
Alberto Hernández Martín

Ingeniero Industrial.
Director Técnico CECOR.

Aprobado por:

Alberto Hernández Martín

Ingeniero Industrial.
Director Técnico CECOR.



Centro de Estudio y Control de Ruido S.L.

INDICE

1	OBJETIVOS	4
2	NORMATIVA / LEGISLACIÓN DE REFERENCIA	5
2.1	LEGISLACIÓN NACIONAL.....	5
2.2	LEGISLACIÓN ESPECÍFICA EN CASTILLA Y LEÓN Y EN EL MUNICIPIO.....	5
2.3	OTROS DOCUMENTOS DE REFERENCIA	5
3	CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS	6
4	ACTIVIDAD OBJETO DE ESTUDIO	10
4.1	DESCRIPCIÓN DE LOCAL, ACTIVIDAD Y COLINDANCIAS.....	10
4.2	SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS. SITUACIÓN PROYECTADA.	13
4.3	DESCRIPCIÓN DE FOCOS RUIDOSOS CONSIDERADOS	18
5	ESTIMACIÓN DE AISLAMIENTOS ACÚSTICOS ACTIVIDAD	19
5.1	AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO. SITUACIÓN PROYECTADA	20
5.1.1	<i>Aislamiento acústico a ruido aéreo entre local objeto de estudio (Espacios deportivos y recepción) y partición de vivienda colindante superior en calle Coinvasa.....</i>	<i>20</i>
5.1.2	<i>Aislamiento acústico a ruido aéreo entre local objeto de estudio (Sala recovery) y partición de vivienda colindante superior en calle Coinvasa.</i>	<i>21</i>
5.1.3	<i>Aislamiento acústico a ruido aéreo entre local objeto de estudio (Espacios deportivos) y partición no considerada vivienda colindante lateralmente calle Coinvasa.</i>	<i>22</i>
5.2	AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTO. SITUACIÓN PROYECTADA	23
5.2.1	<i>Aislamiento acústico a ruido de impacto respecto a local lateral colindante horizontalmente.</i>	<i>24</i>
5.3	AISLAMIENTO ACÚSTICO EN FACHADA. SITUACIÓN PROYECTADA.....	25
5.3.1	<i>Aislamiento acústico a ruido aéreo de la fachada calle Coinvasa.</i>	<i>25</i>
5.3.2	<i>Aislamiento acústico a ruido aéreo de la cubierta.....</i>	<i>26</i>
5.4	MEJORAS REQUERIDAS.....	27
5.5	PRECAUCIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE AISLAMIENTO	27
6	ESTIMACIÓN DE NIVELES DE INMISIÓN SONORA A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	28
6.1	SITUACIÓN PROYECTADA	28
6.1.1	<i>Inmisión de ruido de actividad en el exterior a través de fachadas.....</i>	<i>28</i>
6.2	MEJORAS REQUERIDAS.....	30
6.3	PRECAUCIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN EN INSTALACIONES	30
7	CONCLUSIONES	31
ANEXO 1: METODOLOGÍA DE CÁLCULO		32
•	FRECUENCIAS DE INTERÉS	32
•	AISLAMIENTO ACÚSTICO GLOBAL DE CERRAMIENTOS MIXTOS	32
•	ESTIMACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO Y A RUIDO DE IMPACTOS DE LOCALES	33
•	AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO ENTRE LOCALES.....	33
•	AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO DE FACHADAS	37
•	NIVEL DE RUIDO DE IMPACTOS DE SUELOS	38
•	ESTIMACIÓN DE LA ATENUACIÓN DEL SONIDO EN CONDUCTOS	40
•	ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE INMISIÓN DE SONIDO	41
•	INMISIÓN DE RUIDO EN EL INTERIOR DE UN RECINTO	41

- INMISIÓN DE SONIDO EN UN PUNTO DEL EXTERIOR 41
- **EVALUACIÓN GLOBAL DE NIVELES SONOROS CON PONDERACIÓN A42**
- ANEXO 2: ASPECTOS CONSTRUCTIVOS GENERALES RELACIONADOS CON EL AISLAMIENTO ACÚSTICO Y LA TRANSMISIÓN DE RUIDO Y VIBRACIONES43**
 - PRECAUCIONES REQUERIDAS EN ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES 43
 - PRECAUCIONES REQUERIDAS EN SUELOS FLOTANTES 45
 - PRECAUCIONES REQUERIDAS EN INSTALACIONES 45
 - PRECAUCIONES GENERALES 47

REGISTRO DE MODIFICACIONES		
	Descripción de la Modificación	Fecha
01	Redacción del documento	17/03/2026
02	Modificaciones propuestas por el cliente	23/03/2026

1 OBJETIVOS

El presente documento es un estudio acústico pormenorizado sobre el aislamiento acústico y la posible afección acústica que la actividad objeto de estudio pueda provocar en receptores sensibles cercanos. En este sentido, se analizan los focos ruidosos más conflictivos y se proponen soluciones constructivas que garanticen el cumplimiento de los requisitos legales en cuanto a ruidos y vibraciones establecidos para este tipo de actividades.

Para ello se emplea metodología de cálculo de aislamiento acústico legalmente aceptada, basada en la serie de normas internacionales UNE-EN 12354, así como otros métodos de cálculo sancionados por la práctica.

La actividad estudiada es un Centro Deportivo ubicado en la calle Coinvasa nº 10, en el municipio de Valladolid. El trabajo está dirigido a **APEX TRAINING** en calidad de promotora de la actividad. La redacción del proyecto de ejecución corresponde a **DÑA. MARÍA CANTALAPIEDRA BARBOSA** con domicilio a efectos de notificación c/ Cánovas de Castillo nº 4, 4º Valladolid.

La entidad redactora del estudio correspondiente al Proyecto Acústico es el **CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DEL RUIDO S.L. (CECOR)**, con CIF B-47555958 y domicilio social en el Parque Tecnológico de Boecillo, parcela 209 (Boecillo, Valladolid), quien designa a uno de sus técnicos competentes para la ejecución del trabajo.

2 NORMATIVA / LEGISLACIÓN DE REFERENCIA

2.1 Legislación nacional

- **Real Decreto 1367/2007**, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

2.2 Legislación específica en Castilla y León y en el municipio

- **Ley 5/2009**, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.
- **Ordenanza municipal sobre ruidos y vibraciones** del ayuntamiento de Valladolid.

2.3 Otros documentos de referencia

- **UNE-EN 12354-1**. Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 1: Aislamiento acústico del ruido aéreo entre recintos.
- **UNE-EN 12354-2**. Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos.
- **UNE-EN 12354-3**. Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo contra el ruido del exterior.
- **UNE-EN 12354-4**. Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 4: Transmisión del ruido interior al exterior.
- **UNE-EN ISO 717-1**. Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de la construcción. Parte 1: aislamiento a ruido aéreo.
- **UNE-EN ISO 717-2**. Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de la construcción. Parte 2: aislamiento a ruido de impactos.
- **ISO 9613-2**. Acoustics. Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 2: General method of calculation.
- **UNE-EN ISO 266**. Acústica. Frecuencias preferentes.
- **Real Decreto 1371/2007**, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico *DB-HR Protección contra el Ruido* del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- **CAT-EC**: Catálogo de Elementos Constructivos del CTE. Versión digital (febrero 2010).

3 CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

En función del tipo de actividad evaluada, así como de los focos sonoros presentes en ella, se tendrán en consideración los límites aplicables identificados en negrita en este apartado del documento.

Se citan a continuación los artículos de la **Ley 5/2009** que son de aplicación a la actividad bajo estudio:

Artículo 14.– Valores mínimos de aislamiento y acondicionamiento acústico.

1.– (...)

2.– (...)

3.– En las aulas, salas de conferencias, **comedores y restaurantes**, se deberán instalar los acondicionamientos acústicos necesarios para que **el tiempo de reverberación TR**, determinado según se indica en el Anexo V.4, **cumpla con los valores límite establecidos en el apartado 2.2. del Documento Básico HR Protección frente al ruido**, del Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación.

Artículo 30.– Actividades y proyectos sujetos a autorización ambiental, licencia ambiental o evaluación de impacto ambiental.

1.– Cuando se trate de actividades (...) que puedan causar molestias por ruidos y vibraciones, se presentará, (...) un proyecto acústico (...) en el que se contemplen todos los extremos indicados en el Anexo VII.

3.– (...)

a) (...)

b) Un informe, (...) en el que se acredite, como mínimo, el cumplimiento de:

- Los niveles de inmisión sonora exigidos en el Anexo I.
- Los valores de aislamiento acústico exigidos en el Anexo III, en el caso de actividades ruidosas ubicadas en edificios habitables.
- Los niveles de inmisión de ruidos de impacto exigidos en el Anexo I. 5, en el caso de actividades susceptibles de producir molestias por ruido de impacto.
- (...)

Anexo I: Valores límite de niveles sonoros producidos por emisores acústicos

2.- Límites de inmisión en **exteriores**:

Área receptora exterior	L _{Aeq,5s} (dBA)	
	Día 8 - 22	Noche 22 - 8
Tipo 2. Área levemente ruidosa	55	45

3.- Límites de inmisión en **interiores**:

Área receptora interior	L _{Aeq,5s} (dBA)	
	Día 8 - 22	Noche 22 - 8
Uso de viviendas		
- Recintos protegidos	32	25
- Cocinas, baños y pasillos	40	30
Uso Administrativo y Oficinas	35	35

4.- (...)

5.- En los locales en los que se, originen ruidos de impacto **no podrán transmitirse a las viviendas** colindantes valores de nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, L'nT, **superiores a 40 dB en horario diurno**, y de 30 dB en horario nocturno, medidos según se indica en el Anexo V.5.

Anexo III: Aislamientos acústicos de actividades

1.- Los aislamientos acústicos de actividades ruidosas que se encuentren ubicadas en edificios habitables (...) vendrán definidos en función de los siguientes tipos de actividades:

- **Tipo 1:** Actividades (...) de pública concurrencia, sin equipos de reproducción/amplificación sonora ni sistemas audiovisuales de formato superior a 42 pulgadas, y con niveles sonoros hasta 85 dB(A)
- **Tipo 2:** Actividades (...), de pública concurrencia, con equipos de reproducción/amplificación audiovisual, y/o niveles sonoros superiores a 85 dB(A).

2.- Los **aislamientos acústicos** (...) respecto a recintos de descanso de viviendas (...) así como al exterior serán:

Tipo de actividad	Horario de funcionamiento	Aislamiento acústico mínimo	
		A viviendas D _{nT,A} (dBA)	A exteriores D _A (dBA)
Tipo 1	Diurno	55	35
	Nocturno	65	35
Tipo 2	Diurno	60	40
	Nocturno	70	45

Si los recintos interiores colindantes no son viviendas, se deberá garantizar un aislamiento acústico mínimo de **55dBA** respecto a estos recintos. Es decir, los locales colindantes a los lados del local objeto de estudio.

Se citan a continuación los artículos de la **ordenanza municipal sobre ruidos y vibraciones de Valladolid** que son de aplicación a la actividad bajo estudio:

CAPÍTULO V. MAQUINARIA E INSTALACIONES DE ACTIVIDADES

Artículo 13. Consideraciones generales

1. Sin perjuicio de lo establecido en los diferentes apartados de esta Ordenanza, la maquinaria e instalaciones auxiliares y complementarias de las actividades, como pueden ser equipos de climatización, ventilación o refrigeración, puertas metálicas, montacargas o cualquier otro tipo de maquinaria, no podrán transmitir al interior de las viviendas o locales más próximos, niveles sonoros y/o vibratorios superiores a los valores de inmisión establecidos en esta Ordenanza.

2. Con la finalidad de evitar la transmisión de ruidos y/o vibraciones a través de la estructura de la edificación, se deberá tener en cuenta lo establecido en los apartados siguientes:

- Todo elemento con partes móviles, se mantendrá en perfecto estado de conservación, (...).
- **No se permitirá el anclaje directo de máquinas y soportes de las mismas en las paredes medianeras o pilares.** En los suelos, techos o forjados de separación de recintos se autorizará su fijación si se realiza mediante los dispositivos antivibratorios adecuados. - Los altavoces de equipos de música, en caso de suspenderse de techos, paredes o pilares, deberán anclarse con los dispositivos antivibratorios adecuados.
- Las puertas de los garajes y las persianas metálicas de las actividades comerciales, industriales y recreativas, si se encuentran ubicadas en edificios habitables, deberán anclarse a la estructura del mismo mediante los dispositivos antivibratorios adecuados.
- Las máquinas de arranque violento, las que trabajen por golpes o choques bruscos y las dotadas de partes con movimiento alternativo, deberán estar ancladas en bancadas independientes por medio de los elementos antivibratorios adecuados, aisladas del suelo y de la estructura de la edificación.
- Las **conducciones de fluidos en régimen forzado dispondrán de dispositivos antivibratorios de sujeción.** La sección de estas conducciones se calculará de forma que el régimen de circulación de fluidos en su interior mantenga las características de flujo laminar, de tal manera que el fluido circule por ellas sin originar transmisiones de ruido o vibraciones a las estructuras circundantes.
- La conexión de equipos para el movimiento y aceleración de fluidos, como es el caso de instalaciones de calefacción, ventilación, climatización o aire comprimido, se realizará mediante dispositivos elásticos en los primeros tramos tubulares y conductos y, si es necesario, la totalidad de la red de distribución se soportará

mediante los elementos necesarios para evitar la transmisión de ruidos, vibraciones, golpes de ariete o la generación de ruidos de cavitación a través de la estructura del edificio.

– Si se atraviesan las paredes, las conducciones tubulares y conductos lo harán sin fijarse directamente a la pared y siempre con un montaje elástico de probada eficacia.

CAPÍTULO VI. NORMAS RELATIVAS A AISLAMIENTO ACÚSTICO Y CONTRA VIBRACIONES EN LA EDIFICACIÓN

Artículo 17. Disposiciones generales

1. Las condiciones acústicas exigibles a los diversos elementos constructivos que componen la edificación y sus instalaciones, para el cumplimiento de las determinaciones de las leyes y de esta Ordenanza, son las del Código Técnico de la Edificación y de la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.

2. La misión de los elementos constructivos que conforman los recintos, es impedir que en estos se sobrepasen los niveles sonoros regulados Anexo I de la de la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.

(...).

Artículo 23. Aislamientos acústicos

1.–Las condiciones exigidas a los locales situados en edificios habitables destinados a cualquier actividad que pueda considerarse foco de ruido, vendrán definidas en función de los siguientes tipos de actividades:

- **Tipo I.**–Actividades industriales, hosteleras, de uso comercial y demás **actividades de pública concurrencia, sin equipos musicales o similares, y con niveles sonoros, generados por la actividad o sus instalaciones, no superiores a 85 dBA.** En este tipo de actividades se podrá autorizar previa solicitud del titular de la actividad, la instalación de televisores de hasta 42" o pantallas de proyección, con un máximo de tres, siempre y cuando no existan altavoces exteriores ni amplificaciones adicionales, y cuyo nivel sonoro conjunto no supere los 85 dBA, en función del aislamiento del local.

- **Tipo II.**–Actividades industriales, hosteleras, de uso comercial y **demás actividades de pública concurrencia,** actividades asimilables a academias de baile, escuelas de música, **gimnasios,** talleres de vehículos, salones de conferencias y salones de culto religioso, **con equipos musicales o similares o sistemas de reproducción/ amplificación sonora, y/o niveles sonoros superiores a 85 dBA.** Tendrán la consideración de equipos de reproducción/amplificación sonora y les será de aplicación las exigencias contenidas en esta Ordenanza, además de los contemplados en la Disposición Adicional Novena de la Ley 5/2009, de 4 de junio, los siguientes: los reproductores/ amplificadores de voz y las actuaciones vocales o análogas.

2. Los elementos constructivos horizontales y verticales de separación entre cualquier instalación o actividad que pueda considerarse como un foco de ruido y todo otro recinto contiguo destinado a uso de vivienda garantizarán, mediante el tratamiento de aislamiento acústico apropiado, los aislamientos acústicos mínimos definidos en la siguiente tabla:

Tipo de actividad	Horario de funcionamiento	Aislamiento acústico mínimo	
		A viviendas $D_{nT,A}$ (dBA)	A exteriores D_A (dBA)
Tipo 1	Diurno	55	35
	Nocturno	65	35
Tipo 2	Diurno	65	45
	Nocturno	70	45

Los valores del aislamiento se refieren también a los orificios y mecanismos para la ventilación de los locales emisores, tanto en invierno como en verano.

3. El titular de la construcción, actividad o instalación que constituya foco de ruido es el sujeto pasivo en la obligación de incrementar el aislamiento hasta los mínimos establecidos.

4. Cuando por las condiciones de aislamiento acústico de una instalación o actividad, se permita la operación de ésta en condiciones de HORARIO DIURNO, queda prohibida cualquier tipo de actividad, tanto de servicio al público como cualquier otra función de tipo auxiliar, como pueden ser, limpieza y avituallamiento del establecimiento, funcionamiento de cualquier emisor existente y permanencia dentro del establecimiento de personas ajenas al titular, durante el horario comprendido entre las 23:00 y 08:00 horas, debiendo proceder al cierre total del establecimiento a las 23:00 horas.

5. En los locales en los que se originen **ruidos de impacto, no podrán transmitirse a las viviendas** colindantes, valores de **nivel global** de presión de ruido de impacto estandarizados, L'_{nT} , **superiores a 40 dB en horario diurno** y 30 dB en horario nocturno, medido según se indica en el Anexo V.5 de la Ley 5/2009 del Ruido de Castilla y León.

En este sentido, teniendo en cuenta las exigencias normativas, la actividad deportiva que se va a implementar se considera tipo II, según art. 23.1 de la ordenanza sobre Ruidos y Vibraciones de Valladolid, por el tipo de actividad (gimnasio). No obstante, se diferencian las zonas de gimnasio y la de vestuarios y administración.

Es decir, en la zona sin actividad de gimnasio y bajo viviendas, en la que no tendrá ningún foco de ruido más que el público, bastaría con 55 dBA en paredes y techo, y 35 dBA en fachada, ya que esta zona se trata de una actividad tipo I (así mismo esta zona se considera que no es susceptible de generar molestias por ruido de impacto. Cualquier cambio de uso deberá ser reconsiderado y analizado).

Sin embargo, la zona de actividad de gimnasio, no colindante con viviendas, también necesitará un aislamiento acústico mínimo de 55 dBA en paredes y cubierta con otras colindancias, y en todo caso, tendrá que ser el aislamiento necesario para garantizar el cumplimiento de los valores límite especificados en el anexo I de la Ley del Ruido de CyL, tal y como se dice en el anexo III de la misma Ley del Ruido de CyL. Es decir, no podrá emitir a receptores sensibles cercanos más de 55 dB(A) en el periodo día y según la Ley 5/2009 del Ruido de Castilla y León y la ordenanza municipal sobre ruidos y vibraciones del ayuntamiento de Valladolid.

En cuanto al ruido de impacto no podrá transmitir a las viviendas colindantes valores de niveles globales de presión de ruido de impacto superiores a 40 dB en horario diurno según la Ley 5/2009 del Ruido de Castilla y León y según art. 23.5 de la ordenanza sobre Ruidos y Vibraciones.

4 ACTIVIDAD OBJETO DE ESTUDIO

4.1 Descripción de local, actividad y colindancias

La actividad Centro Deportivo se desarrollará en un local comercial de un edificio residencial en la calle Coinvasa nº 10, en el municipio de Valladolid. Se trata de una actividad habitual de gimnasio, con horario de apertura en período diurno, según normativa.

Es decir, desde el punto de vista normativo referido a la Ley 5/2009, de 4 de junio del ruido de Castilla y León y ordenanza de ruido de Valladolid, se clasifica como una actividad TIPO 1 (zona sin actividad) y TIPO 2 (zona con actividad de gimnasio) y, periodo DIURNO, cuyas exigencias son las indicadas en el apartado previo de *cuantificación de las exigencias*.

Por otra parte, teniendo en cuenta el tipo de actividad que se va a desarrollar, no se prevé la instalación de equipos de reproducción o amplificación sonora o audiovisual. Por lo tanto, los niveles máximos de nivel de presión sonora previstos en el interior del local no serán superiores a los 85 dB(A). No obstante, en la zona de actividad de gimnasio (zona tipo II) se podría instalar equipo de música con amplificación, con el correspondiente limitador acústico.

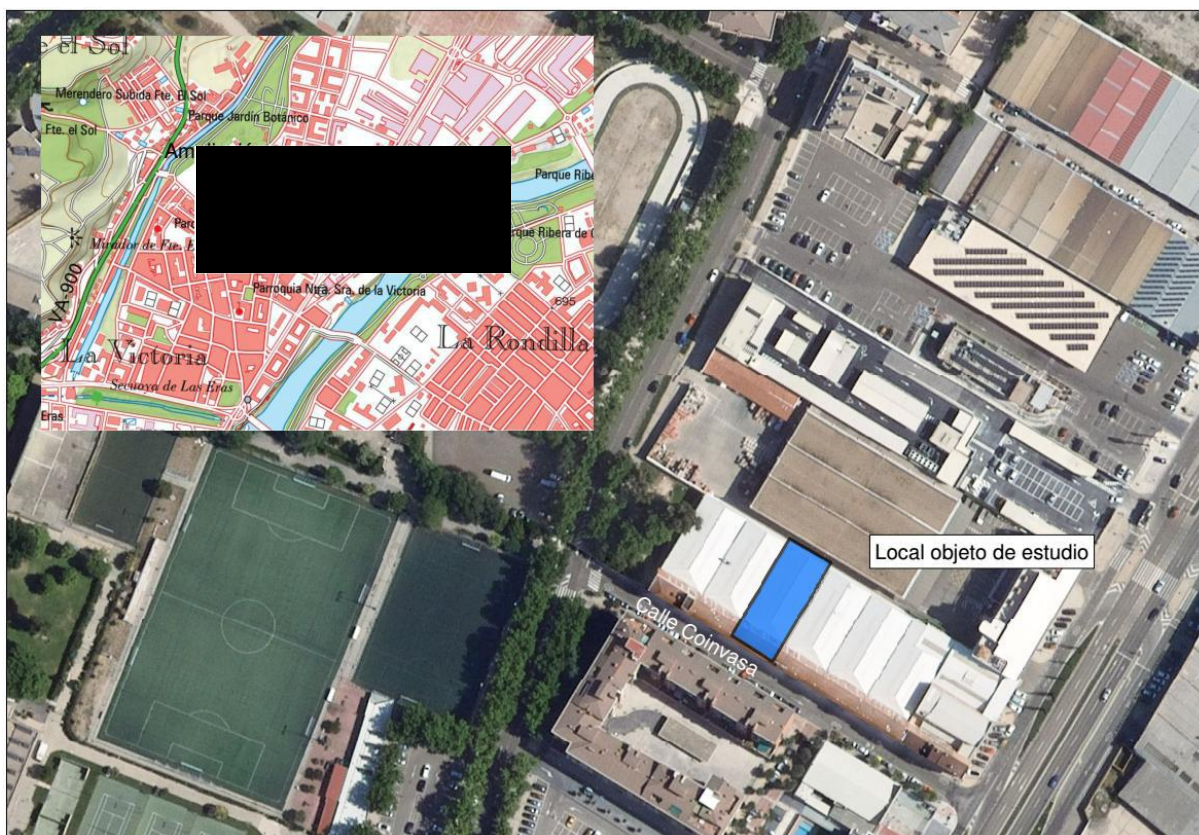


Figura 1. Situación del local objeto de estudio



Figura 2. Localización exterior en calle Coinvasa

La actividad se sitúa en un local en el bajo de un edificio de uso residencial de varias plantas. El acceso principal al local se define en la calle Coinvasa. La planta tiene forma rectangular, cuya superficie total es de 586,85 m², con una altura máxima libre entre forjados bajo las viviendas del edificio al que pertenece el local objeto de estudio de 5,30 m.

En el siguiente plano se muestra la distribución prevista del local:

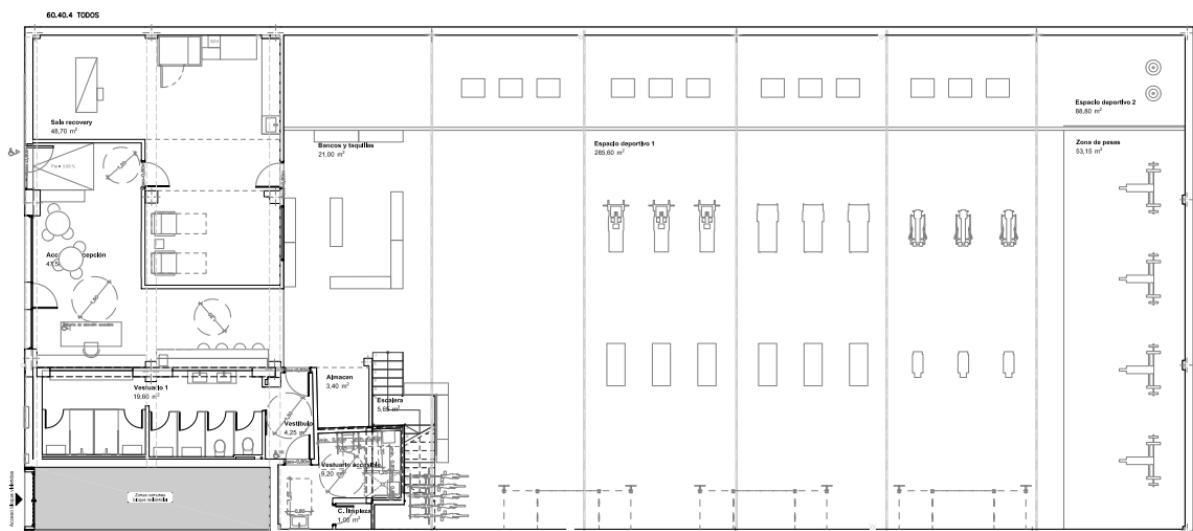


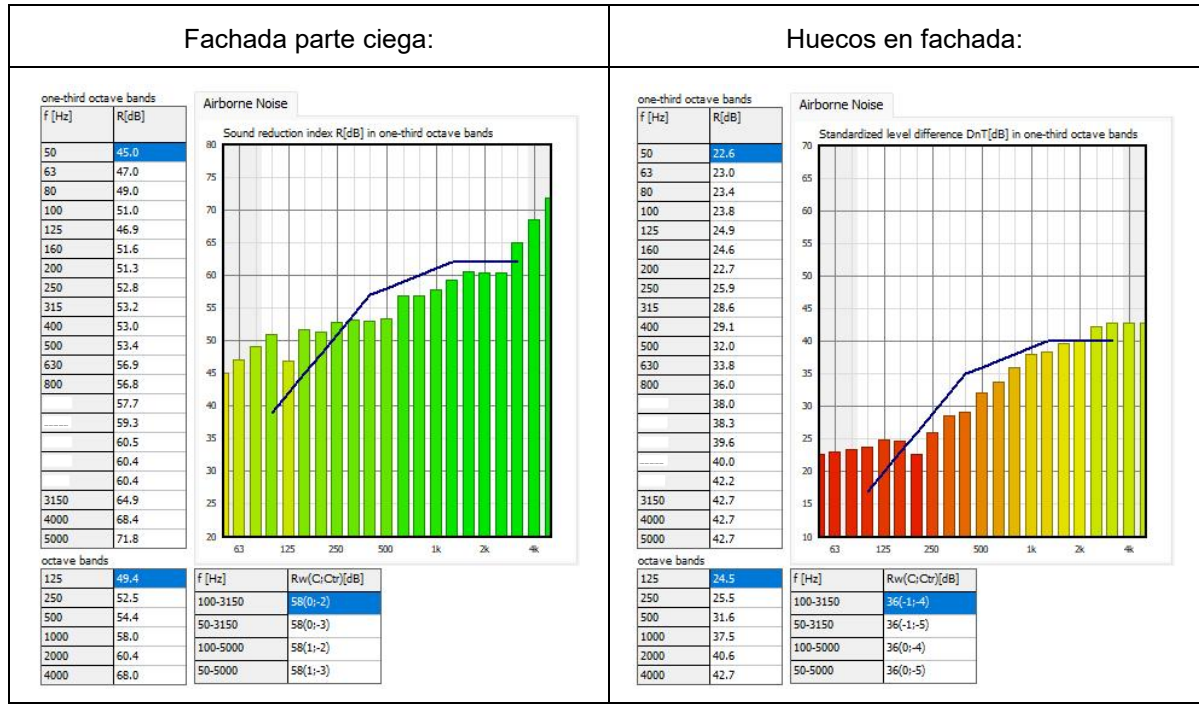
Figura 3: Distribución planta baja.

4.2 Soluciones constructivas. Situación proyectada.

Las soluciones constructivas proyectadas en el local y consideradas en el estudio son las que se describen a continuación:

- **Fachada:** Muro de $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo perforado enfoscado por ambas caras.
 - **Huecos:** Las carpinterías de acero galvanizado serán unidas a la fachada mediante elementos elásticos e irán amortiguados en todo el perímetro para evitar inmisión por vibraciones en colindancias adyacentes. Acristalamiento doble 4+4/16/5 para garantizar un $R_w = 36$ dBA
- **Medianera:** Muro de doble hoja cuya hoja exterior es desconocida, se considera un pie de ladrillo cerámico enfoscado. Hoja interior de un pie de ladrillo cerámico hueco doble. Cámara de aire y enlucido de yeso en el interior.
- **Forjado:** bovedilla cerámica de 250 mm de espesor con capa de compresión de 50 mm.
- **Cubierta:** Uralita de amianto, lana de roca URSA Manu de 40 mm de espesor con chapa metálica, adherido por debajo de la cubierta poliestireno de 30 mm.
- **Techo acústico bajo vivienda:** Bajo el forjado superior se propone la instalación de un techo acústico compuesto de una placa de yeso laminado de 15 mm de espesor. En la cámara de aire resultante de al menos 350 mm se instalará doble lana mineral 50 mm de espesor cada una y una densidad de 70 kg/m^3 de 50 kg/m^3 respectivamente. Se requiere la instalación del techo acústico en las particiones colindantes verticalmente con las viviendas superiores y éste no ha de ser interrumpido por la tabiquería interior (salvo indicación expresa de lo contrario). Las estructuras metálicas necesarias estarán apoyadas en todo el perímetro mediante una banda elástica perimetral que será extendida a las placas de yeso laminado y perfilaría, tal como se indica en los siguientes esquemas de instalación.
- **Suelo en zonas deportivas:** Sobre el forjado original se losetas de caucho de alta densidad de 40 mm de espesor.

Estos elementos cuentan con los siguientes aislamientos acústicos globales (R_A) o niveles de presión de ruido de impactos ($L_{n,w}$), según el caso¹²:



¹ Fuentes:

- Catálogo de Elementos Constructivos (CAT-EC-v6.0)
- Norma Básica de la Edificación, Condiciones Acústicas (NBE-CA-88)
- Base de datos de comportamiento acústico de materiales, Departamento de ordenación del territorio y vivienda del gobierno vasco (dBMat).

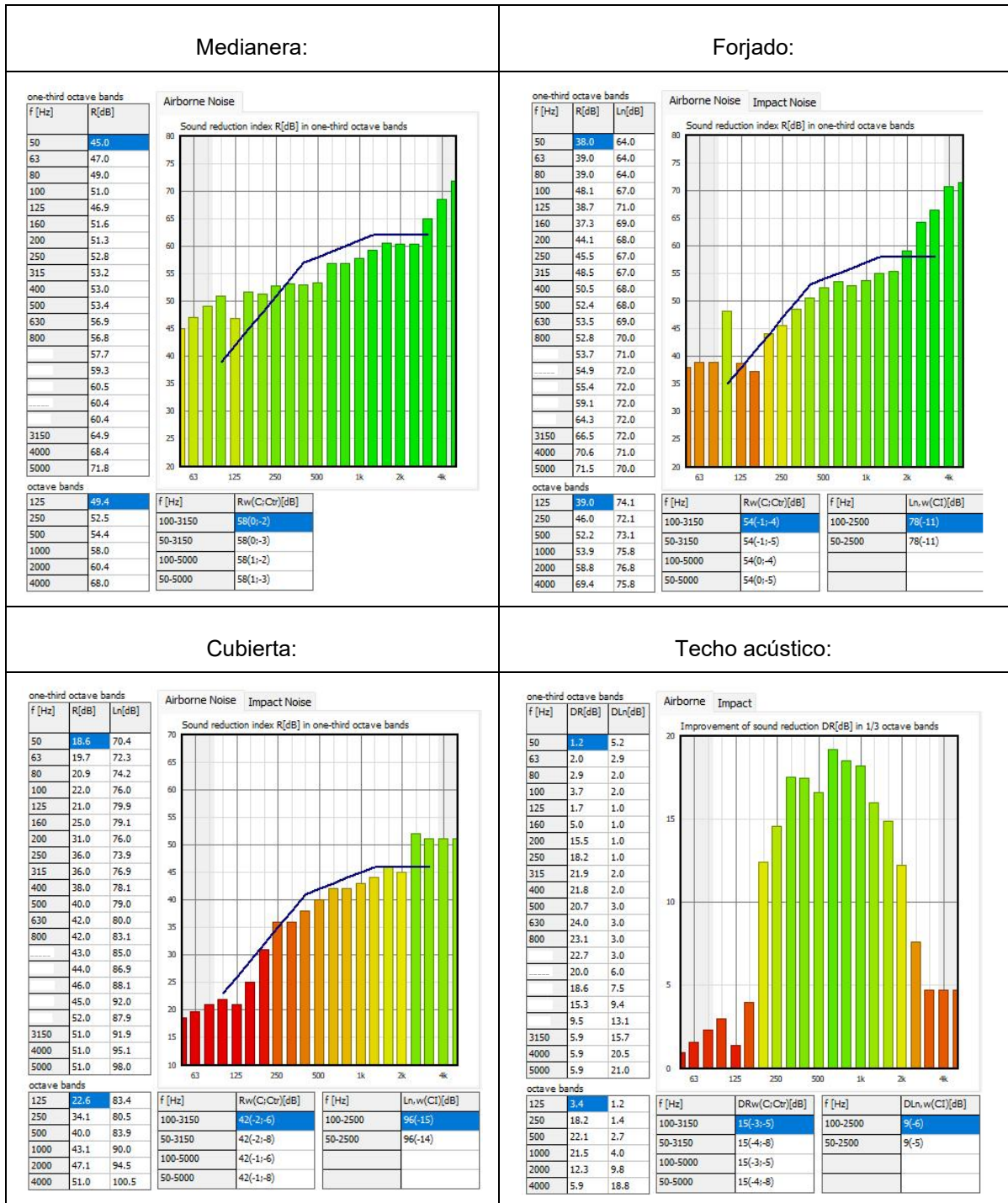
² Se incluyen únicamente los elementos separadores con otros locales o el exterior.

Proyecto Acústico de local para Centro Deportivo en calle Coinvasa nº 10, Valladolid

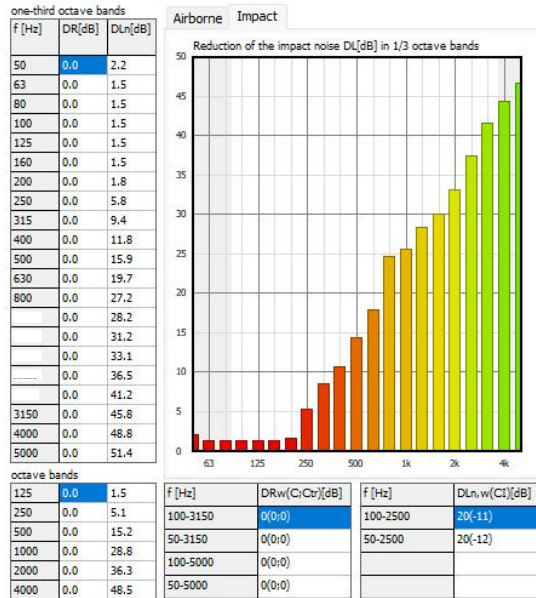
Versión: 02

Fecha: 23/03/2026

Página 15 de 47



Suelo:



Las soluciones técnicas prescritas, no podrán ser perforadas para el paso de tuberías, instalaciones eléctricas o similares ya que con dicha maniobra **mermará drásticamente** el aislamiento acústico proyectado en el presente estudio.

A continuación, se muestran esquemas con la colocación de las soluciones constructivas descritas anteriormente:

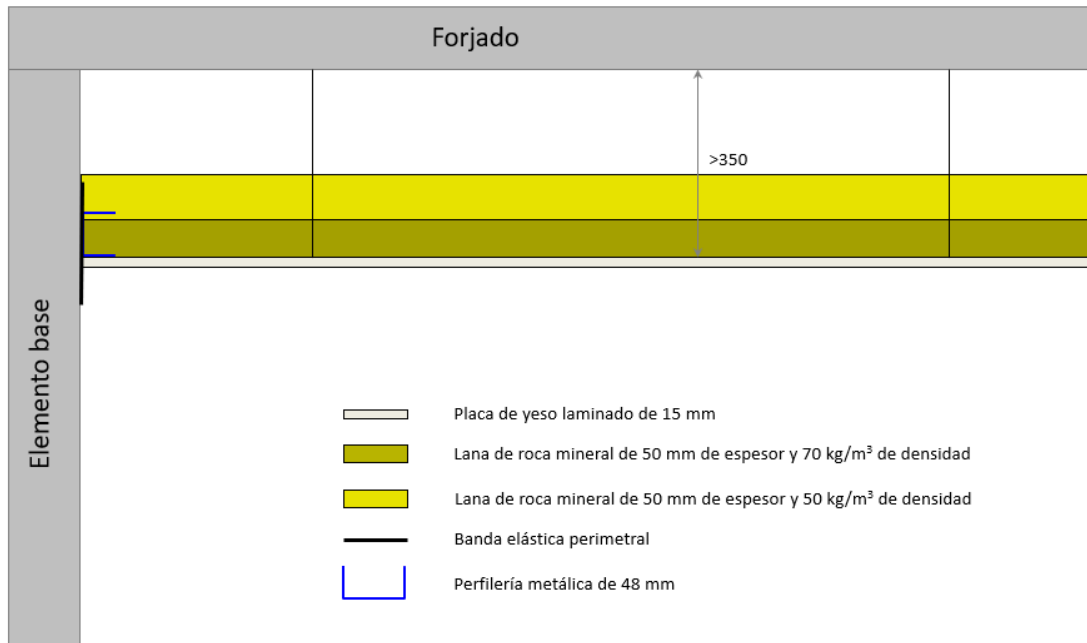


Figura 5. Detalle de techo acústico.

4.3 Descripción de focos ruidosos considerados

Las principales fuentes de ruido aéreo que intervienen en este tipo de actividades son:

- Ruido de las personas, debido a la conversación.
- Ruido del desarrollo de la propia actividad.

De manera que, teniendo en cuenta el uso del local, como se ha descrito en el punto 4.1, el nivel máximo de emisión que se podría desarrollar es de 85 dB(A). El espectro de emisión, registrado en actividades con características similares en cuanto a ruido de las personas y música y al ruido de desarrollo de la propia actividad, es el siguiente:

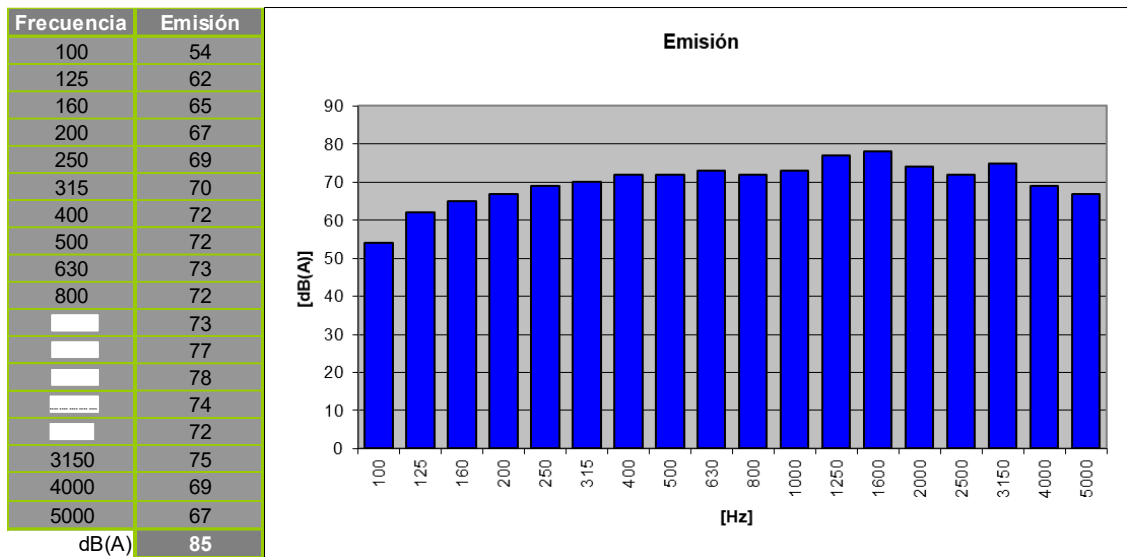


Figura 6. Nivel de emisión considerado por la actividad.

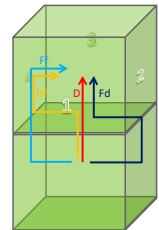
5 ESTIMACIÓN DE AISLAMIENTOS ACÚSTICOS ACTIVIDAD

Se procede al cálculo del **aislamiento acústico del local proyectado**, de acuerdo con la metodología descrita en el Anexo 1. Se comprobará el cumplimiento de los requerimientos legales descritos en el apartado 2 con las soluciones constructivas del local en bruto, proponiendo mejoras al aislamiento acústico si se considera necesario.

Dadas las limitaciones del cálculo, se harán las siguientes suposiciones de partida:

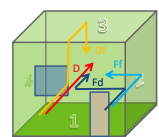
- Se calculará el aislamiento acústico de la zona de afluencia de público, donde se prevé un mayor nivel de ruido.
- Para el cálculo del aislamiento a ruido aéreo entre locales y del nivel de ruido de impactos se considerará idealmente al recinto como un paralelepípedo, con el siguiente esquema (entre paréntesis aparece la referencia a los índices de la Tabla 2):

- Flanco 1: Fachada
- Flanco 2: Medianera
- Flanco 3: Fachada
- Flanco 4: Medianera
- Directo: Forjado
- Recinto receptor: Misma fachada que recinto emisor. Misma tabiquería para elementos de flanco.



- Para el cálculo del aislamiento a ruido aéreo de la fachada, el esquema de cálculo será el siguiente:

- Flanco 1: Forjado suelo
- Flanco 2: Medianería
- Flanco 3: Forjado techo
- Flanco 4: Medianera
- Directo: Fachada principal
- Recinto receptor: Se trata del propio local estudiado. Se considerarán los mismos flancos que en el caso del aislamiento a ruido aéreo.



5.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo. Situación proyectada

A continuación, se analiza el aislamiento acústico a ruido aéreo con los recintos colindantes al local objeto de estudio en su situación proyectada con las soluciones constructivas descritas anteriormente.

5.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo entre local objeto de estudio (Espacios deportivos y recepción) y partición de vivienda colindante superior en calle Coinvasa.

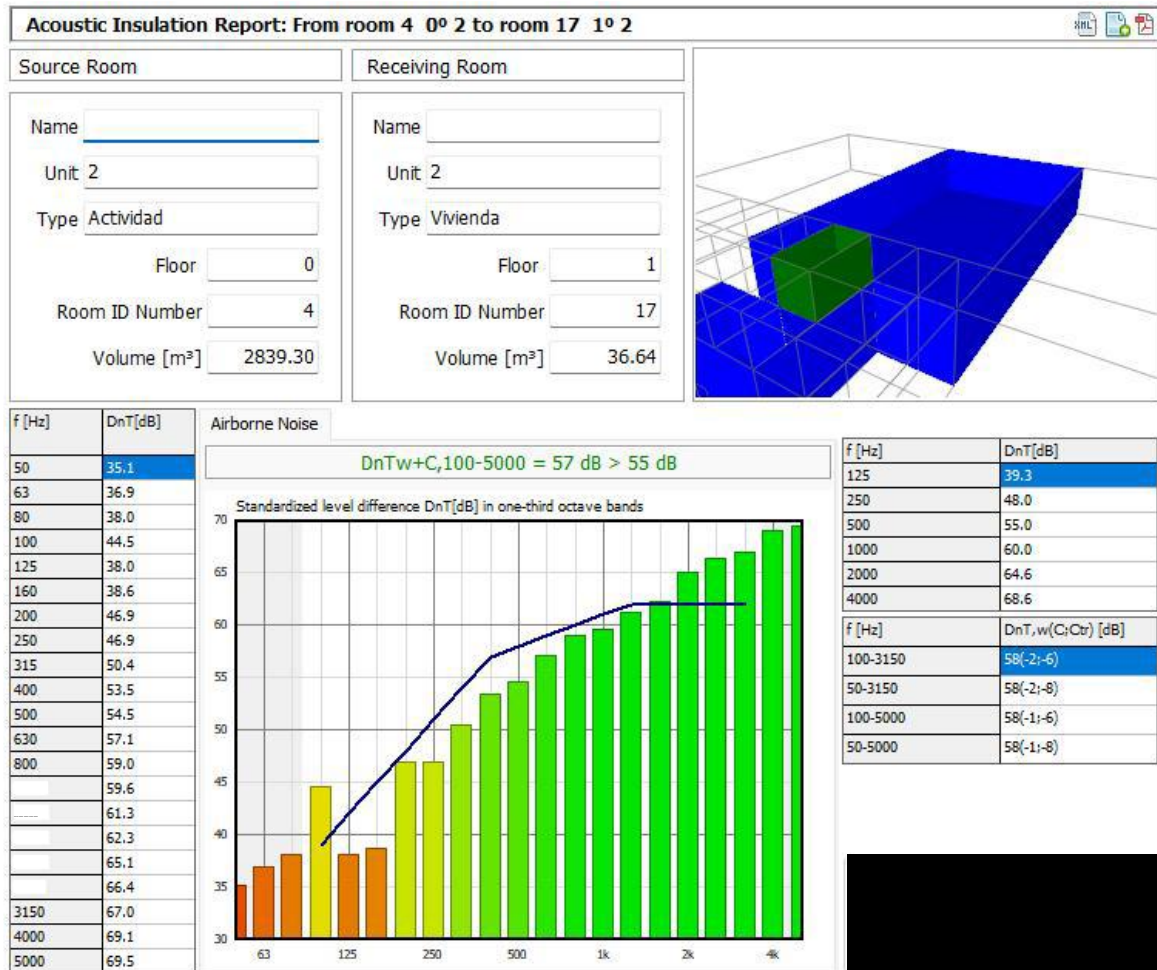


Figura 7. Aislamientos acústicos parciales entre recinto emisor y receptor / Aislamiento global

Los resultados anteriores arrojan un aislamiento acústico a ruido aéreo global de (UNE-EN ISO 717-1):

Aislamiento a ruido aéreo ($DnTA$) = 57 dBA \geq 55 dBA³
Conforme

³La actividad tiene un horario de funcionamiento diurno, por lo que el valor objetivo es el establecido para el periodo día según la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León y Ordenanza municipal sobre ruidos y vibraciones del ayuntamiento de Valladolid

5.1.2 Aislamiento acústico a ruido aéreo entre local objeto de estudio (Sala recovery) y partición de vivienda colindante superior en calle Coinvasa.

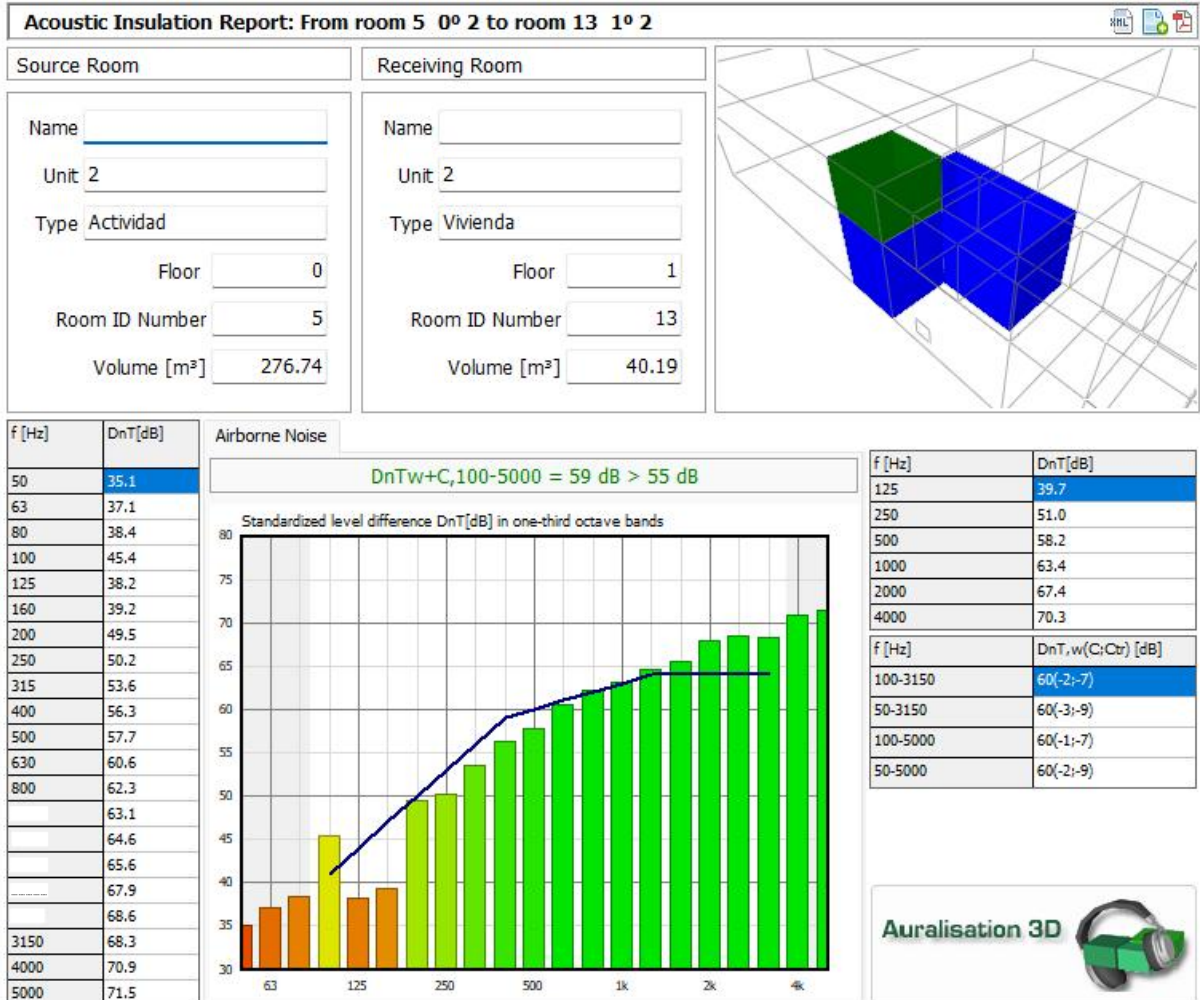


Figura 8. Aislamientos acústicos parciales entre recinto emisor y receptor / Aislamiento global

Los resultados anteriores arrojan un aislamiento acústico a ruido aéreo global de (UNE-EN ISO 717-1):

Aislamiento a ruido aéreo (DnTA) = **59 dBA** ≥ 55 dBA⁴
Conforme

⁴La actividad tiene un horario de funcionamiento diurno, por lo que el valor objetivo es el establecido para el periodo día según la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León y Ordenanza municipal sobre ruidos y vibraciones del ayuntamiento de Valladolid.

5.1.3 Aislamiento acústico a ruido aéreo entre local objeto de estudio (Espacios deportivos) y partición no considerada vivienda colindante lateralmente calle Coinvasa.

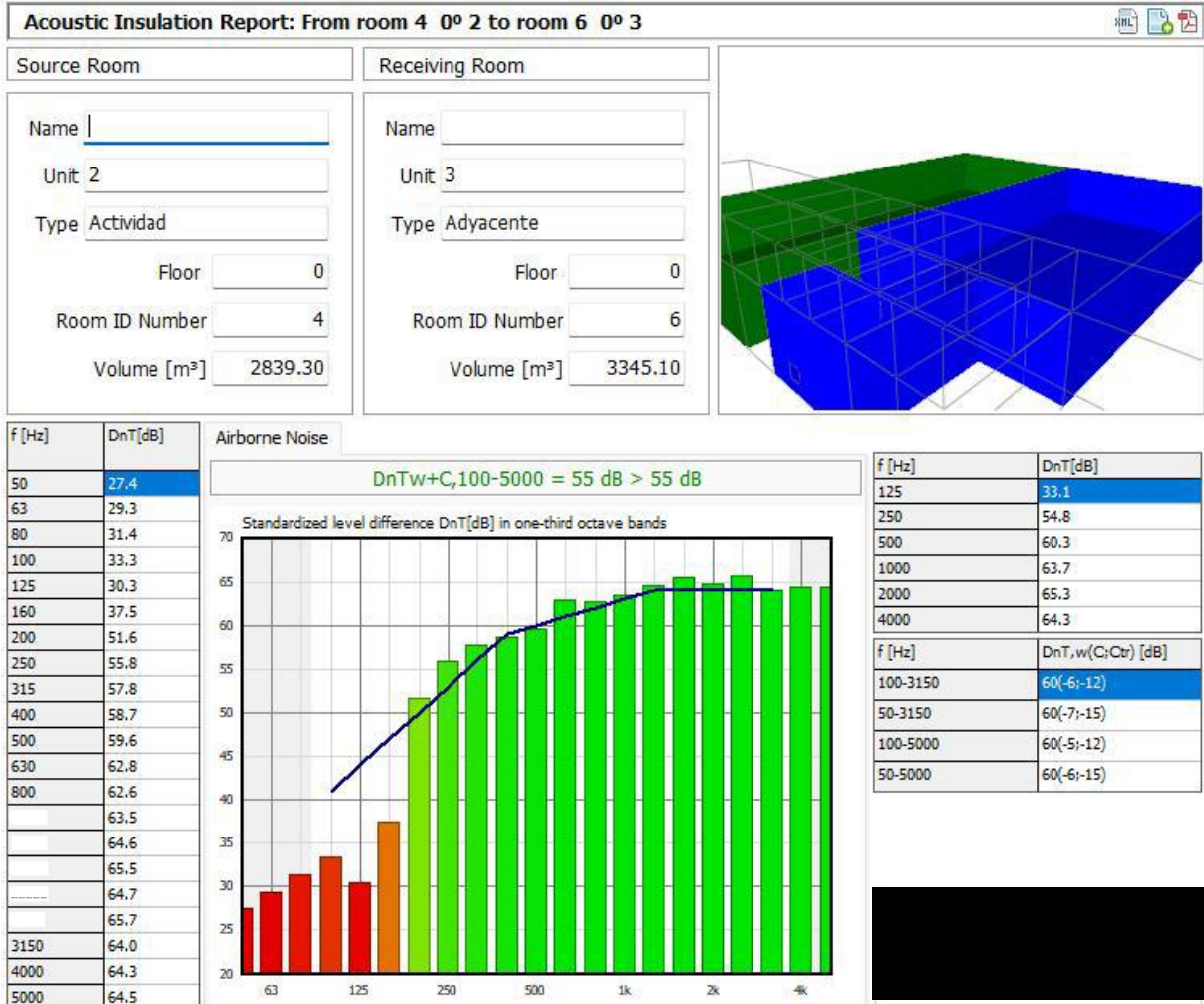


Figura 9. Aislamientos acústicos parciales entre recinto emisor y receptor / Aislamiento global

Los resultados anteriores arrojan un aislamiento acústico a ruido aéreo global de (UNE-EN ISO 717-1):

Aislamiento a ruido aéreo (DnTA) = 55 dBA ≥ 55 dBA⁵

Conforme

5 La partición estudiada no es considerada como vivienda, por lo que el valor objetivo es el establecido para este tipo de partición según la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León y Ordenanza municipal sobre ruidos y vibraciones del ayuntamiento de Valladolid.

5.2 Aislamiento acústico a ruido de impacto. Situación proyectada

La Ley 5/2009 del ruido de Castilla y León establece que, para analizar el aislamiento acústico a ruido de impactos de un local de actividad, debe realizarse la evaluación del nivel de presión de ruido de impactos estandarizado L'_{nT} generado en el local de actividad y que se recibe en las viviendas colindantes.

Para ello, la norma UNE-EN ISO 12354-2 define el método de cálculo de este tipo de aislamiento en base a la caracterización de la transmisión directa e indirecta entre los recintos implicados a través de los elementos constructivos del edificio. El cálculo del L'_{nT} se realiza con el recinto emisor encima y el receptor debajo (en caso de colindar verticalmente) o con el recinto emisor a un lado y el receptor al otro (en caso de colindar horizontalmente).

En este caso, puesto que el local de actividad (recinto emisor) se sitúa en el bajo de un edificio residencial, no aplica realizar el cálculo del L'_{nT} en la vivienda superior (recinto receptor). Por ello, se estima con SONarchitect el nivel L'_{nT} recibido en las particiones que colinda horizontalmente con el local de actividad objeto de estudio, obteniendo en él un valor teórico inferior a 40 dB.

De este modo, al cumplir la exigencia de aislamiento a ruido de impactos con respecto al recinto contiguo horizontal, se garantiza a su vez el cumplimiento con respecto al recinto colindante vertical (vivienda), dado que la transmisión de los impactos hacia arriba se atenúa en mayor medida que hacia los lados, debido básicamente a la mayor distancia a recorrer por parte de la onda sonora.

Se asume, por tanto, que en la vivienda colindante superior el nivel de ruido de impactos recibido será en cualquier caso inferior a 40 dB, puesto que la atenuación acústica hacia el piso superior siempre será mayor que hacia el recinto colindante horizontal debido a la mayor distancia entre recintos. Por tanto, en la vivienda se cumplirá también con el valor límite de ruido de impactos establecido en la legislación acústica aplicable como exigencia para locales de actividad que originen ruido de impacto en horario diurno.

A continuación, se analiza el aislamiento acústico a ruido de impacto con los recintos colindantes al local objeto de estudio en su situación proyectada con las soluciones constructivas descritas anteriormente.

5.2.1 Aislamiento acústico a ruido de impacto respecto a local lateral colindante horizontalmente.

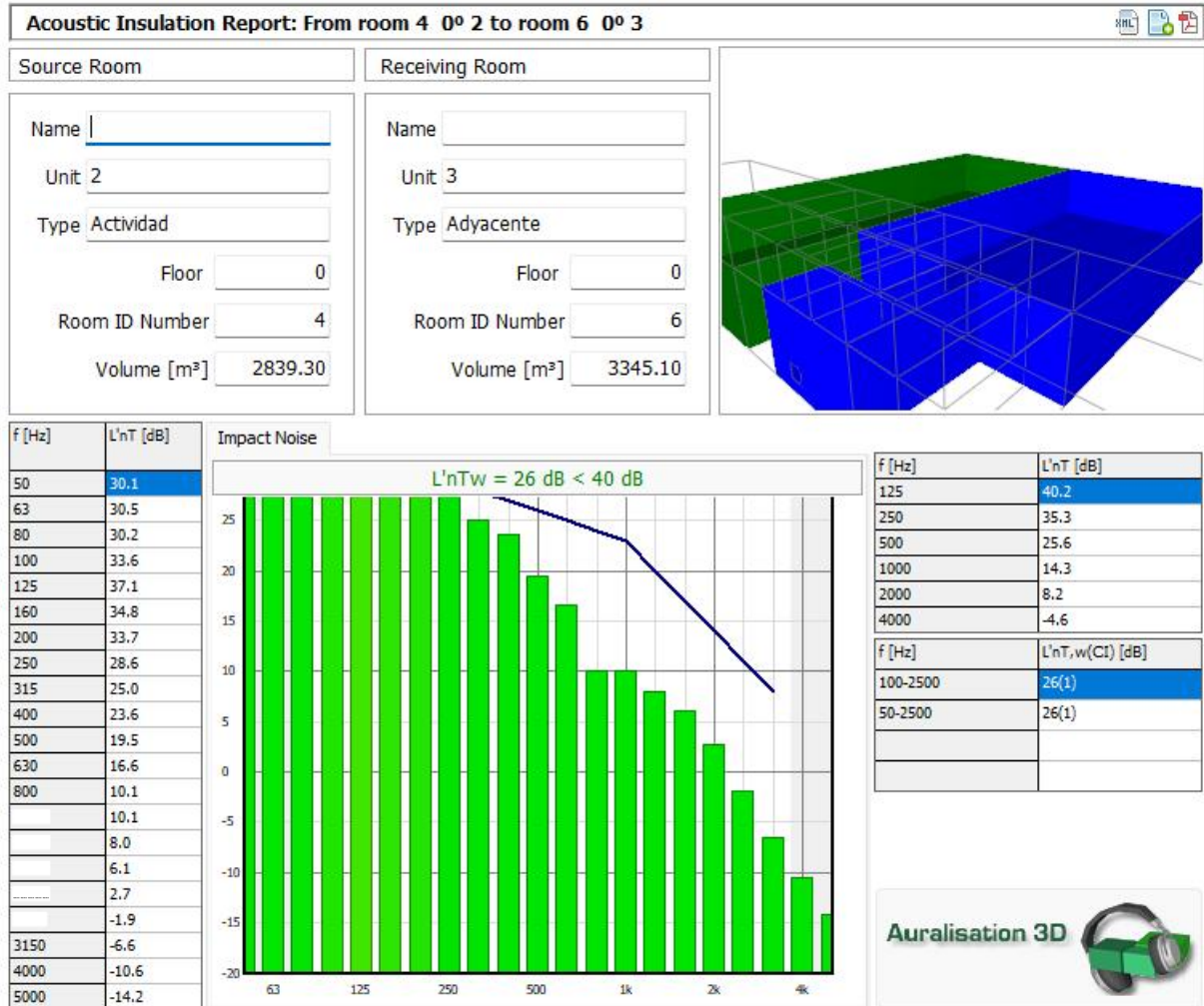


Figura 10. Aislamientos acústicos parciales entre recinto emisor y receptor / Aislamiento global

Los resultados anteriores arrojan un aislamiento acústico a ruido aéreo global de (UNE-EN ISO 717-2):

Aislamiento a ruido de impacto ($L_nT'w$) = **26 dBA** ≤ 40 dBA⁶
Conforme

⁶ La actividad tiene un horario de funcionamiento diurno, por lo que el valor objetivo es el establecido para el periodo día según la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León y la Ordenanza municipal sobre ruidos y vibraciones del ayuntamiento de Valladolid.

5.3 Aislamiento acústico en fachada. Situación proyectada

A continuación, se analiza el aislamiento en fachada del local objeto de estudio en su situación proyectada con las soluciones constructivas descritas anteriormente.

5.3.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo de la fachada calle Coinvasa.

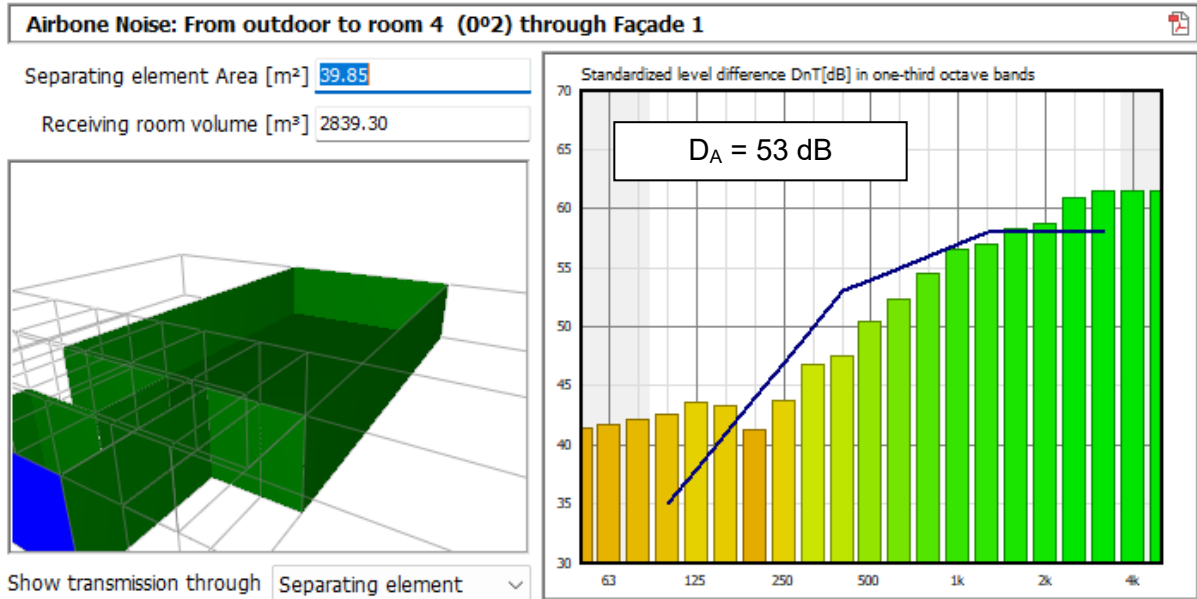


Figura 11. Aislamientos acústicos parciales entre recinto emisor y receptor / Aislamiento global

Los resultados anteriores arrojan un aislamiento acústico a ruido aéreo global de (UNE-EN ISO 717-1):

$$D_A = 53 \text{ dB} \geq 35 \text{ dB}^7$$

Conforme

⁷La actividad tiene un horario de funcionamiento diurno, por lo que el valor objetivo es el establecido para el periodo día según la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.

5.3.2 Aislamiento acústico a ruido aéreo de la cubierta.

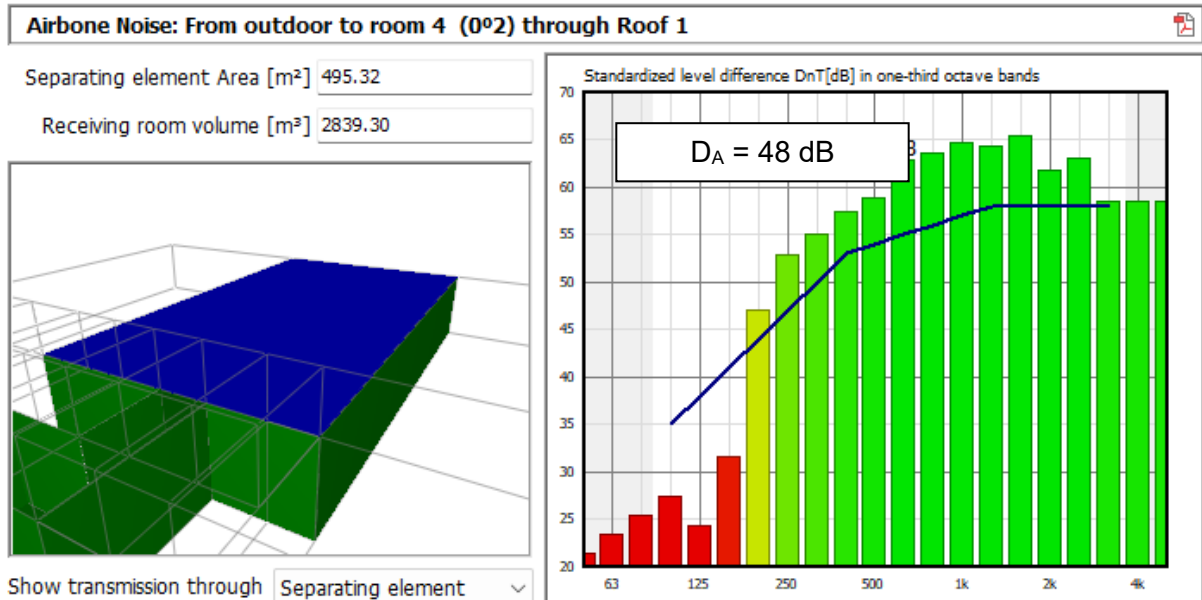


Figura 12. Aislamientos acústicos parciales entre recinto emisor y receptor / Aislamiento global

Los resultados anteriores arrojan un aislamiento acústico a ruido aéreo global de (UNE-EN ISO 717-1):

$$D_A = 48 \text{ dB} \geq 45 \text{ dB}^8$$

Conforme

⁸La actividad tiene un horario de funcionamiento diurno, por lo que el valor objetivo es el establecido para el periodo día según la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.

5.4 Mejoras requeridas

El local proyectado cumple los requerimientos exigidos por la legislación mencionada en los apartados previos de este informe y no se plantearán mejoras constructivas adicionales para conseguir el cumplimiento de las exigencias.

5.5 Precauciones técnicas de ejecución de aislamiento

A continuación, se enumeran algunas precauciones a tener en cuenta durante la ejecución de las obras de acondicionamiento para garantizar el cumplimiento de los aislamientos acústicos proyectados.

- Se deberá eliminar cualquier conexión rígida en los encuentros de los trasdosados acústicos (tanto en tabiques como en techos) con otros elementos (paramentos o instalaciones) interponiendo bandas elásticas perimetrales.
- La fijación de los marcos de las carpinterías de puertas y ventanas debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanqueidad del conjunto de la fachada.
- Los trasdosados y techos acústicos no deben ser perforados para el paso de instalaciones, lo cual debilitaría drásticamente su aislamiento acústico previsto, en caso de ejecutarlo en algún punto.
- Cuando se realicen obras que impliquen la modificación o sustitución de los materiales que conforman los revestimientos acústicos deben seleccionarse productos y sistemas que mantengan las características de los originales.

Las soluciones técnicas prescritas, no podrán ser perforadas para el paso de tuberías, instalaciones eléctricas o similares ya que con dicha maniobra **mermará drásticamente** el aislamiento acústico proyectado en el presente estudio.

6 ESTIMACIÓN DE NIVELES DE INMISIÓN SONORA A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Se procede al cálculo de los niveles de inmisión de ruido en el exterior del local, debidos al funcionamiento de la actividad prevista de acuerdo con la metodología descrita en el anexo 1. Se comprobará el cumplimiento de los requerimientos legales descritos en los apartados anteriores. Así mismo, si se considera necesario, se propondrán medidas correctoras específicas para cada tipo de instalación analizada.

6.1 Situación proyectada

6.1.1 *Inmisión de ruido de actividad en el exterior a través de fachadas*

Para realizar la estimación del nivel de ruido de inmisión se parte del espectro sonoro asumido para el interior de la actividad (referido anteriormente) y del aislamiento acústico a ruido aéreo estimado para la fachada, empleando el método descrito en la Ecuación 21.

Así mismo, los equipos susceptibles de ser fuentes generadoras de ruido como son las unidades de climatización y recuperador, son tenidos en cuenta y han de ser instalados con una bancada dotada de sistemas amortiguadores de acuerdo con el peso del equipo y régimen de operación evitando así la transmisión de vibraciones.

Por lo tanto, será analizado el nivel de ruido emitido al exterior a través de la fachada con el desarrollo de la actividad total, teniendo en cuenta que el cumplimiento del aislamiento ha sido estudiado en apartados anteriores.

Se analizan los valores de inmisión de ruido en el periodo día, atendiendo al periodo de apertura de la actividad y según lo establecido en la legislación anteriormente citada.

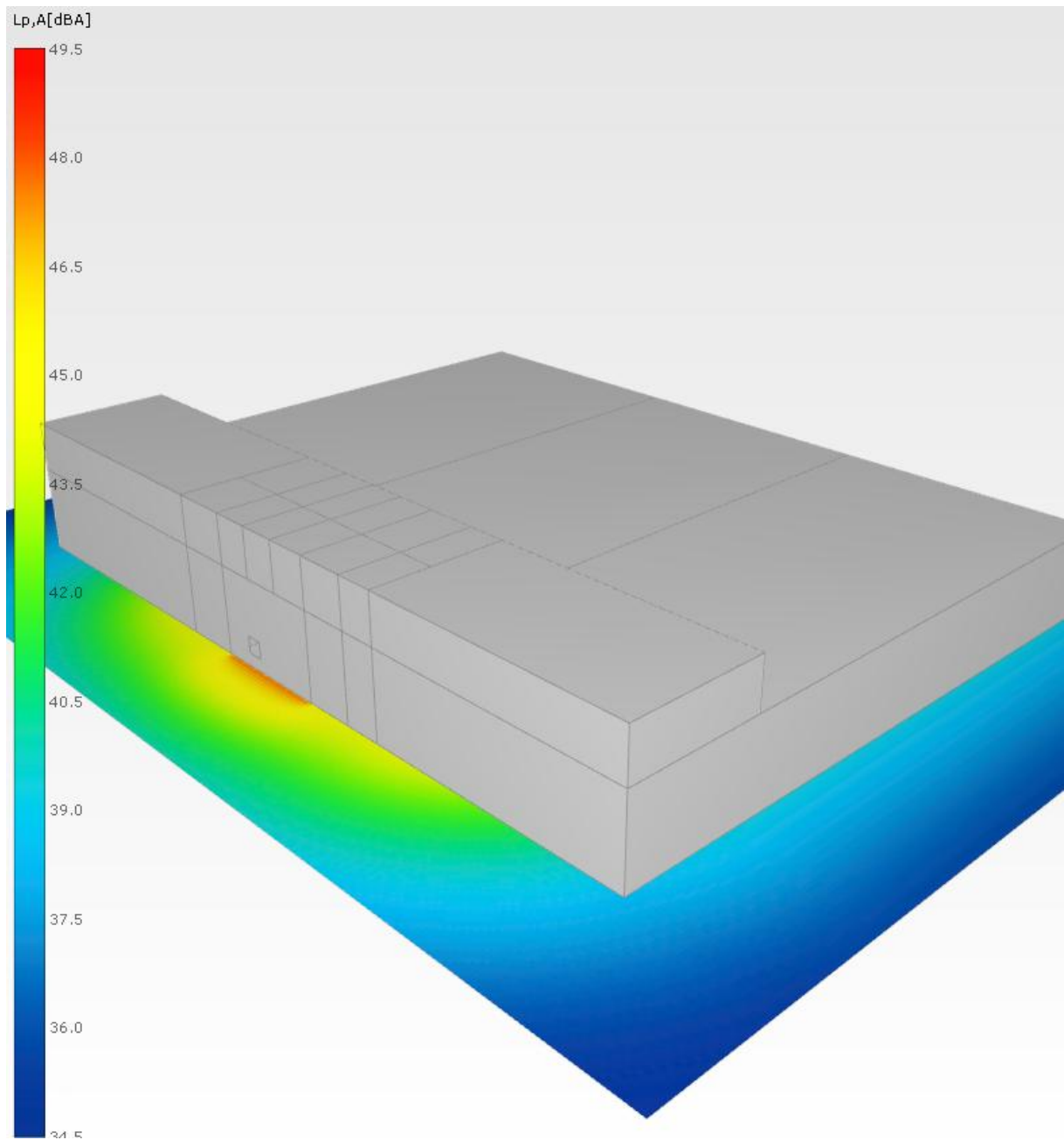


Figura 13. Fachada principal.

Nivel de inmisión de ruido a 1.5m de la fachada a través de la fachada de la planta BAJA:

LAeq-noche a 1,5 metros de la fachada = **48 dBA** ≤ 55 dBA
Conforme

Figura 14. Emisión acústica de la fachada.

6.2 Mejoras requeridas

El desarrollo de la actividad y la instalación de los equipos proyectados no supone la superación de niveles de inmisión sonora en las fachadas de los edificios circundantes al local objeto de estudio ni en las viviendas colindantes superiores. Es por ello por lo que no se considera necesaria la instalación de medidas correctoras adicionales.

6.3 Precauciones técnicas de ejecución en instalaciones

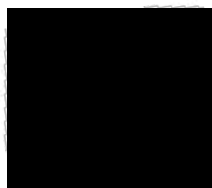
Se enumeran algunas precauciones que deben tomarse en consideración en cuanto a las instalaciones, de tal modo que su colocación no merme las características acústicas proyectadas del local.

- Deben usarse sistemas antivibratorios adecuados (losas de caucho, amortiguadores, *silent-blocks* o similares) en los apoyos de la maquinaria que pueda producir vibraciones. Los elementos antivibratorios deberán seleccionarse en función del peso que deberán soportar y del régimen de funcionamiento (r.p.m.) de la maquinaria que sujetarán. De esta forma se mitigará la transmisión de ruido estructural, en ocasiones más importante que la transmisión aérea.
- Deben usarse elementos elásticos (bandas elásticas o similares) en los puntos de contacto de las instalaciones que puedan producir vibraciones y los elementos constructivos, por motivos análogos al párrafo anterior.
- En cualquier caso, las instalaciones que puedan producir vibraciones deberían seguir un estricto programa de mantenimiento que garantice el correcto equilibrio estático y dinámico, así como evite transmisiones debidas a defectos de rodadura, procediendo a la sustitución de cualquier elemento defectuoso.
- Es una práctica recomendable la desconexión forzada de las instalaciones que no funcionarán fuera del horario de apertura mediante temporizador, para evitar afecciones sonoras al vecindario debidas a olvidos o descuidos.

7 CONCLUSIONES

Con la realización del presente proyecto se ha elaborado un Estudio del Aislamiento Acústico y de Evaluación de los Niveles de Inmisión, de acuerdo con lo estipulado en la **Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León**, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente, así como los establecidos en la legislación vigente.

La actividad estudiada, según las soluciones constructivas descritas anteriormente, **cumple el aislamiento acústico requerido para la clasificación Tipo I en periodo diurno** con las colindancias directas y al exterior según la sectorización de uso bajo viviendas, y **para la clasificación Tipo II en periodo diurno** según sectorización de uso de zona deportiva sin colindancias directas a viviendas. De la misma manera, **no producirá niveles de contaminación acústica por encima de los límites definidos en la legislación aplicable**, siempre y cuando se instalen las soluciones prescritas en el presente documento, teniendo en cuenta las recomendaciones descritas para sistemas constructivos e instalaciones.



Fdo. Alberto Hernández Martín

Ingeniero Industrial

Director Técnico CECOR

ANEXO 1: METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para valorar la adecuación de los aislamientos acústicos proyectados, se estudiarán los paramentos que sean elementos de separación con receptores sensibles. Asimismo, se comprobará, en el caso que proceda, que las exigencias acerca de la inmisión de ruidos cumplan con lo establecido en la legislación aplicable.

Para ello, se emplearán métodos de cálculo teóricos reconocidos legalmente y/o sancionados por la práctica. Los datos de partida acerca de los materiales o soluciones constructivas descritas serán consultados en bases de datos reconocidas o catálogos de fabricantes reputados.

• FRECUENCIAS DE INTERÉS

Todos los cálculos descritos más adelante se realizarán en función de la frecuencia, en las bandas de octava preferentes definidas en la norma UNE-EN ISO 266:1998:

f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
--------	-----	-----	-----	------	------	------

Relación 1: bandas de frecuencias preferentes

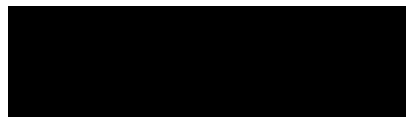
En el caso de que los datos de partida (fundamentalmente, resultados de ensayos de aislamiento acústico o absorción acústica de materiales) sean facilitados en bandas de 1/3 de octava, se procederá a su conversión a las bandas de octava referidas en la Relación 1 conforme a la siguiente expresión:

$$R_{oct} = -10 \cdot \log \left(\sum_{j=1}^g \frac{10^{-R_i/3_{oct,i}/10}}{3} \right)$$

Ecuación 1: Paso de 1/3 de octavas a octavas

• AISLAMIENTO ACÚSTICO GLOBAL DE CERRAMIENTOS MIXTOS

Para cerramientos no homogéneos, compuestos por varios tipos de elementos, se obtendrá el valor de aislamiento acústico global a partir del aislamiento acústico de las unidades que lo componen, de acuerdo a la siguiente expresión:



Ecuación 2: Aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos mixtos

Siendo R_i y S_i , respectivamente, el aislamiento acústico bruto y la superficie total del elemento i -ésimo.

• ESTIMACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO Y A RUIDO DE IMPACTOS DE LOCALES

En general, la metodología de cálculo empleada es una simplificación del método detallado de la serie de normas UNE-EN ISO 12354, adoptadas para el diseño de edificios de acuerdo al DB-HR del Código Técnico de la Edificación.

Los cálculos se realizarán en las bandas de octava preferentes enumeradas en el apartado □ de este anexo. La expresión global de las curvas de aislamiento a ruido aéreo resultantes se calculará mediante el procedimiento descrito en la norma UNE-EN ISO 717-1. En cuanto al nivel de ruido de impactos, se determinará el nivel de presión global conforme a la norma UNE-EN ISO 717-2.

• Aislamiento acústico a ruido aéreo entre locales

La expresión del aislamiento normalizado entre dos recintos es la siguiente (se muestra la expresión en términos globales (dBA)):

$$D_{nTA} = R'_A + 10 \cdot \log\left(\frac{0,32 \cdot V}{S_s}\right)$$

Ecuación 3: Diferencia de niveles estandarizada entre locales

Donde:

- R'_A : Índice de reducción acústica aparente (dBA)
- V : Volumen del recinto receptor (m^3)
- S_s : área compartida del elemento de separación (m^2)

El índice de reducción acústica aparente (R'_A) se calcula mediante la expresión:

$$R'_A = -10 \cdot \log\left(10^{-0,1R_{Dd,A}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Fd,A}}\right)$$

Ecuación 4: Índice de reducción acústica aparente

Siendo:

- $R_{Dd,A}$: Índice global de reducción acústica para la *transmisión directa* (dBA).
- $R_{Ff,A}$: Índice global de reducción acústica para la *transmisión indirecta* para el camino Ff (dBA).
- $R_{Df,A}$: Índice global de reducción acústica para la *transmisión indirecta* para el camino Df (dBA).
- $R_{Fd,A}$: Índice global de reducción acústica para la *transmisión indirecta* para el camino Fd (dBA).
- n : número de elementos de flanco del recinto (usualmente, 4).

De tal forma que, de forma general, puede afirmarse que el aislamiento acústico global entre dos recintos proviene de la aportación parcial de 13 caminos de transmisión, siendo uno de ellos el de transmisión *directa* (Dd) y los restantes, de transmisión *indirecta* a través de los flancos del recinto (Ff, Df, Fd). Véase el esquema de la siguiente figura:

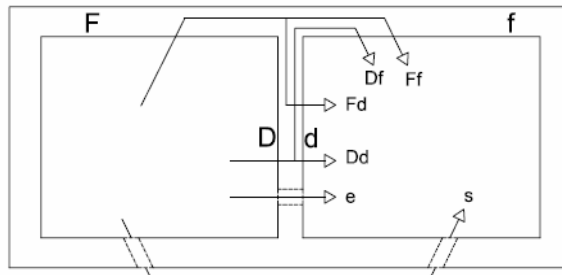


Ilustración 1: Esquema de caminos de transmisión⁹ entre dos recintos colindantes

El índice de reducción acústica para la *transmisión directa* se determina a partir de los datos del elemento de separación según la expresión que sigue:

$$R_{Dd} = R_{S,A} + \Delta R_{Dd,A}$$

Ecuación 5: Índice de reducción acústica del camino directo

Siendo:

- $R_{S,A}$: Índice de reducción acústica del elemento de separación para ruido rosa incidente (dBA).
- $\Delta R_{Dd,A}$: Mejora del índice de reducción acústica por efecto de *revestimientos* o trasdosados.

En cuanto a los índices de reducción acústica para la transmisión por flancos, se determinan por las siguientes expresiones:

$$R_{Ff,A} = \frac{R_{F,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Ff,A} + K_{Ff} + 10 \cdot \log \frac{S_S}{l_0 l_f}$$

Ecuación 6: Índice de reducción acústica para el camino flanco-flanco

$$R_{Df,A} = \frac{R_{S,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Df,A} + K_{Df} + 10 \cdot \log \frac{S_S}{l_0 l_f}$$

Ecuación 7: Índice de reducción acústica para el camino directo-flanco

⁹ El método descrito supone que no existirán problemas de *estanqueidad* (e) ni *transmisiones aéreas indirectas* (s), por ejemplo, debido a presencia de conductos de ventilación o saneamiento comunes.

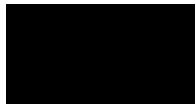
$$R_{Fd,A} = \frac{R_{F,A} + R_{S,A}}{2} + \Delta R_{Fd,A} + K_{Fd} + 10 \cdot \log \frac{S_S}{l_0 l_f}$$

Ecuación 8: Índice de reducción acústica para el camino flanco-directo

Siendo:

- **F:** Elemento de flanco en el recinto *emisor*.
- **f:** Elemento de flanco en el recinto *receptor*.
- **D:** Elemento separador desde el recinto *emisor*.
- **d:** Elemento separador desde el recinto *receptor*.
- **K_{ij}:** índice de reducción vibracional para el camino por flancos *ij* (*ij*: Ff, Fd o Df), estimados según el Anexo E de la norma UNE-EN 12354-1.
- **S_S:** Área compartida del elemento de separación (m²).
- **l_f:** Longitud común de la arista de unión entre el elemento de separación y los elementos de flancos (m).
- **l₀:** Longitud de arista de referencia (1 m).

Finalmente, en cuanto a los índices de reducción de vibraciones K_{ij}, pueden ser obtenidos analíticamente en función del tipo de unión entre los diferentes elementos constructivos que conforman los recintos emisor y receptor, a partir de la siguiente expresión:



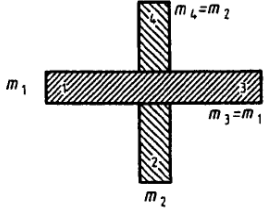
Ecuación 9: magnitud M

Siendo:

- **m'_i:** masa superficial del elemento *i* en el camino de transmisión *ij* (kg/m²).
- **m'_{ji}:** masa superficial del elemento perpendicular a *i* en el camino de transmisión *ij* (kg/m²).

Para el cálculo de *M* no deben tenerse en cuenta las masas de las diferentes capas de *revestimiento*, sino únicamente el elemento estructural.

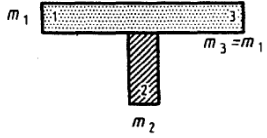
En función de la magnitud *M*, las expresiones analíticas de K_{ij} en función del tipo de unión estructural son las siguientes (mientras no se especifique lo contrario, los índices K_{ij} son independientes de la frecuencia):



$$K_{13} = 8,7 + 17,1M + 5,7M^2$$

$$K_{12} = 8,7 + 5,7M^2 = K_{21}$$

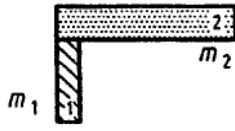
Ecuación 10: Índices de reducción vibracional para uniones rígidas en +



$$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7M^2$$

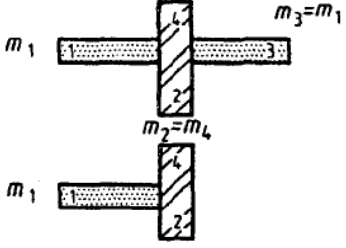
$$K_{12} = 5,7 + 5,7M^2 = K_{23}$$

Ecuación 11: Índices de reducción vibracional para uniones rígidas en T



$$K_{12} = 15 \cdot |M| - 3 = K_{21}$$

Ecuación 12: Índices de reducción vibracional para esquinas

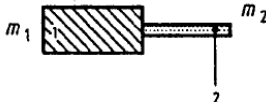


$$K_{13} = 10 + 20 \cdot M - 3,3 \cdot \log_{10} \frac{f}{f_k}$$

$$K_{12} = 10 + |M| - 3,3 \cdot \log_{10} \frac{f}{f_k} = K_{23}$$

$f_k = 500 \text{ Hz}$

Ecuación 13: Índices de reducción vibracional para uniones de elementos de entramado autoportante y elementos constructivos homogéneos



$$K_{12} = 5 \cdot M^2 - 5 = K_{21}$$

Ecuación 14: Índices de reducción vibracional para cambios de espesor

Deben tenerse en cuenta las siguientes **limitaciones** del modelo descrito:

- Se trata de un modelo únicamente aplicable a recintos colindantes, con formas paralelepédicas no complejas.
- Requiere del conocimiento preciso de las dimensiones del recinto *receptor*.

- Se desprecian caminos de transmisión secundarios que impliquen más de una unión¹⁰.
- Se desprecian posibles puentes acústicos o defectos de construcción.
- Se desprecian debilitamientos de los aislamientos acústicos genéricos debido a la presencia de pilares, conductos de saneamiento, instalaciones...

• Aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas

La expresión del aislamiento acústico normalizado a ruido aéreo de fachadas es la siguiente (se muestra la expresión global (dBA):

$$D_{2m,nT,A} = R'_A + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \log \frac{V}{6 \cdot T_0 \cdot S}$$

Ecuación 15: Diferencia de niveles estandarizada de fachadas

Donde:

- R'_A : Índice de reducción acústica aparente (dBA)
- ΔL_{fs} : Mejora del aislamiento por la *forma* de la fachada, tal como se describe en el Anexo C de la norma UNE-EN 12354-3.
- V : Volumen del recinto receptor (m^3)
- S : Área total de la fachada, vista desde el interior del recinto (m^2)
- T_0 : Tiempo de reverberación de referencia (0,5 s).

Los cálculos para obtener R'_A serían similares a los descritos en el apartado 10345021□ de este anexo, de tal modo que el aislamiento acústico percibido en el interior del recinto receptor puede estimarse a partir de la contribución al global del camino de transmisión *directo* (Dd) y los caminos de transmisión *indirecta* a través de los flancos (Ff, Fd y Df).

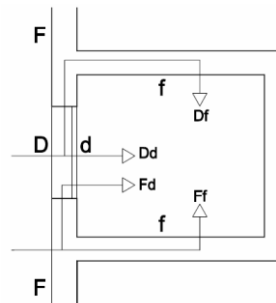


Ilustración 2: Esquema de caminos de transmisión¹¹ desde el exterior al recinto receptor

¹⁰ Esto no será cierto para el caso del cálculo del *nivel de presión de ruido de impactos*.

¹¹ El método descrito supone que no existirán aireadores o problemas generales de estanqueidad en la fachada.

Nótese que el índice de reducción acústica de la fachada (R_{Dd}) deberá ser generalmente calculado mediante la Ecuación 2.

No obstante, según se menciona en el apartado 4.3 de la norma UNE-EN 12354-3, la contribución de las transmisiones indirectas suele ser despreciable, ya que en el caso de locales comerciales las fachadas laterales normalmente están desacopladas de la fachada bajo estudio. Según se menciona en la propia norma internacional, el efecto de estas transmisiones podría incorporarse sencillamente decrementando en **2 dB** el índice de reducción acústica del elemento pesado de la fachada.

En cualquier caso, para realizar el cálculo descrito en el presente apartado se supondrá que las fachadas circundantes están acopladas a la fachada bajo estudio y que su composición (la parte ciega) es idéntica. No se tendrá en cuenta la transmisión a través del suelo para locales en planta baja.

- **Nivel de ruido de impactos de suelos**

La expresión del nivel global de presión de ruido de impactos cuando se excita un suelo es la siguiente:

$$L'_{nT,W} = L'_{n,W} - 10 \cdot \log(0,0032 \cdot V)$$

Ecuación 16: Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado

Donde:

- $L'_{n,W}$: Es el nivel de presión de ruido de impactos normalizado (dB)
- V : Es el volumen del recinto receptor (m^3)

Para calcular el nivel de presión de ruido de impactos normalizado se propone una expresión basada en la metodología de la norma UNE-EN 12354-2, aunque modificada para contemplar el caso general de actividades comerciales, donde normalmente el recinto emisor se halla bajo el receptor (caso no contemplado en la normativa de referencia):

$$L'_{n,W} = 10 \cdot \log$$

Ecuación 17: Nivel de presión de ruido de impactos normalizado (dB)

De tal modo que puede obtenerse el nivel de presión de ruido de impactos en el recinto receptor a partir de las diferentes aportaciones de los caminos de transmisión por *flancos* (Ff y Fd), ya que en este caso particular no existe la transmisión *directa*:

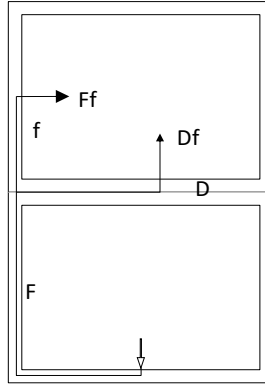


Ilustración 3: Esquema de caminos de transmisión entre el recinto emisor (inferior) y receptor (superior)

Por otro lado, observando la Ilustración 3, se nota que para realizar este cálculo es imprescindible contar con caminos que recorren **dos** uniones (caso no contemplado en los métodos de cálculo generales de la serie de normas UNE-EN 12354), pero que en el caso de referencia en este estudio resulta imprescindible.

De tal modo que la expresión para determinar el nivel presión de ruido de impactos por transmisión indirecta entre el elemento *i* y *k* (que antes habrá de pasar necesariamente por el elemento *j*) será la siguiente:

$$L_{n,W,ijk} = L_{n,W} - \Delta L_W + \left(\frac{R_{i,A} - R_{j,A}}{2} - \Delta R_{j,A} - K_{ij} - 10 \cdot \log \frac{S_i}{l_{ij} \cdot l_0} \right) + \dots + \left(\frac{R_{j,A} - R_{k,A}}{2} - \Delta R_{k,A} - K_{jk} - 10 \cdot \log \frac{S_j}{l_{jk} \cdot l_0} \right)$$

Ecuación 18: Nivel de presión de ruido de impactos por transmisión indirecta

Por lo demás, el método está sujeto a las mismas **limitaciones** ya descritas en los apartados anteriores.

• ESTIMACIÓN DE LA ATENUACIÓN DEL SONIDO EN CONDUCTOS

La pérdida de inserción global del nivel de presión sonora aportada por un conducto de ventilación (A) viene dada por la suma de las aportaciones particulares de cada uno de los fenómenos particulares de transmisión del sonido en el interior del conducto. En el modelo de cálculo propuesto se tendrán en cuenta los siguientes casos:

- Atenuación debida a silenciadores o rejillas acústicas (A_{sil})
- Atenuación debida al propio conducto (A_{con}).
- Atenuación debida a codos (A_{ang}).
- Atenuación debida a reflexión final (abertura) (A_{end}).

La mayoría de los parámetros anteriores están tabulados por los propios fabricantes. En cuanto a la atenuación por longitud de conducto (A_{con}), puede calcularse en función de la absorción acústica usada para el revestimiento interior del mismo, conforme a la siguiente expresión:

$$A_{CON} = 1,05 \cdot \alpha^{1,4} \cdot \frac{P}{S}$$

Ecuación 19: Atenuación debida al propio conducto de ventilación (dB/m)

Siendo:

- α : Coeficiente de absorción acústica del revestimiento interior del conducto
- P: Perímetro del conducto (m)
- S: Sección del conducto (m²)

Por otro lado, también se ha de tener en cuenta el *nivel de ruido autogenerado* (L_w) en el propio conducto, debido a la fricción del aire con las paredes del mismo, y que será tanto mayor cuanto más dificultades al flujo de aire se presente (es dependiente de la velocidad del aire y del número de pasos del silenciador). El nivel L_w fijará un límite inferior para la atenuación global que puede ser alcanzada en el sistema de ventilación.

De modo que la expresión general para el cálculo del nivel de presión sonora en la desembocadura de un conducto de ventilación (L_{end}) resulta la siguiente:

$$L_{end} = 10 \cdot \log\left(10^{(Lin-A)/10} + 10^{L_w/10}\right)$$
$$A = A_{Sij} + A_{con} + A_{ang} + A_{end}$$

Ecuación 20: Nivel de presión sonora a la salida de un conducto de ventilación

- **ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE INMISIÓN DE SONIDO**

- **Inmisión de ruido en el interior de un recinto**

El cálculo del nivel de inmisión de sonido en un recinto (L_2) dependerá del nivel de presión sonora estimado para el recinto emisor (L_1) y de la diferencia de niveles estandarizada calculada ($D_{nT,A}$). Partiendo de esos datos, el nivel sonoro previsto obedecerá a una sencilla expresión:

$$L_2 = L_1 - D_{nT,A}$$

Ecuación 21: Estimación del nivel sonoro en el recinto receptor

La aplicación de la Ecuación 21 supone que todo el ruido generado en el recinto emisor tiene origen *aéreo*, y no *estructural*.

- **Inmisión de sonido en un punto del exterior**

El cálculo del nivel de inmisión de sonido en un punto exterior (L_2) se realizará mediante una simplificación de la ecuación general descrita en la norma ISO 9613-2, donde sólo se tendrán cuenta el coeficiente de directividad (D_c) y la atenuación del sonido debida a la divergencia geométrica (A_{div}).

La expresión general de cálculo es la siguiente:

$$L_2 = L_{W1} + D_c - A_{div}$$

Ecuación 22: Estimación del nivel sonoro en una ubicación exterior

Siendo:

- L_{W1} : El nivel de potencia acústica del emisor acústico (dB) (ver también Ecuación 24)
- D_c : Índice de directividad (dB) considerado para la fuente sonora: en general, se supondrán los siguientes posibles índices:
 - Fuente puntual omnidireccional: **0 dB**.
 - Fuente puntual semiesférica: **3 dB**.
 - Fuente puntual cuarto de esfera: **6 dB**.

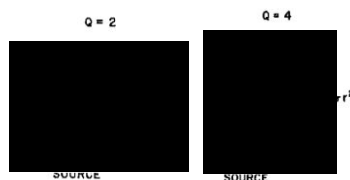


Ilustración 4: Representación gráfica del índice de directividad (D_c)

- A_{div} : Atenuación debida a divergencia geométrica del frente de onda: el término responde a la siguiente expresión:

$$A_{div} = 20 \cdot \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + 11$$

Ecuación 23: Término de atenuación por divergencia geométrica

Siendo:

- d: Distancia emisor – receptor (m).
- d₀: Distancia de referencia (1 m).

Por último, si el objeto del cálculo es el de determinar el nivel de inmisión sonora debida a la radiación de una fachada de un recinto cuyo nivel de presión sonora interior es conocido, también se empleará la Ecuación 22, calculando la potencia acústica equivalente de la fachada en cuestión (L_{w1}) mediante la siguiente expresión:

$$L_{w1} = L_1 - 6 - R'_1 + 10 \cdot \log S$$

Ecuación 24: Nivel de potencia acústica equivalente de una fachada

• EVALUACIÓN GLOBAL DE NIVELES SONOROS CON PONDERACIÓN A

Los límites aplicables para la inmisión de niveles sonoros debidos a emisores acústicos se expresan en términos globales con ponderación frecuencial A. Dado que los cálculos descritos en los apartados anteriores se realizan en las bandas de octava preferentes (ver apartado □ de este anexo), la evaluación de la conformidad de los niveles calculados requiere de globalizar dichos valores espectrales.

Si, además, los valores espectrales dados por los fabricantes no están ponderados mediante la curva A, como paso previo a su globalización se deberán ponderar. Los pesos de ponderación en las bandas de frecuencia de interés son los siguientes:

f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
A (dB)	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1

Relación 2: Términos de ponderación frecuencial A

El nivel de presión sonora global ponderado A se obtendrá de la siguiente expresión, a partir de los niveles de presión sonora sin ponderar de cada una de las bandas de frecuencia de interés:

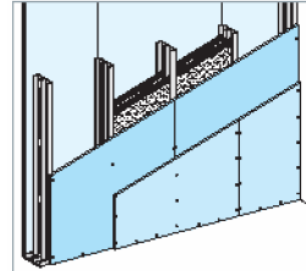
$$L(dBA) = 10 \cdot \log\left(\sum_i 10^{L_i + A_i / 10}\right)$$

Ecuación 25: Expresión de un nivel de presión sonora global ponderado (dBA) a partir de sus niveles espectrales sin ponderar (dB)

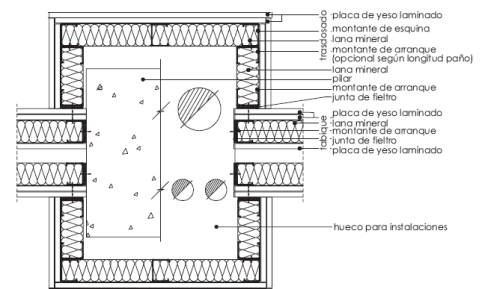
ANEXO 2: ASPECTOS CONSTRUCTIVOS GENERALES RELACIONADOS CON EL AISLAMIENTO ACÚSTICO Y LA TRANSMISIÓN DE RUIDO Y VIBRACIONES

• Precauciones requeridas en elementos de separación verticales

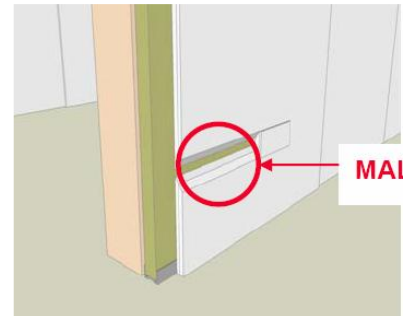
- **Contrapear** las distintas fases de las placas de yeso laminado cuando haya más de una placa en la división.
- Se tratarán las **juntas** entre las placas de yeso con pasta y cinta de papel o malla. En caso de colocarse dos o más fases de placa de yeso se tratarán las juntas y plastecido de tornillos de cada fase.
- Deben **eliminarse los puntos de contacto rígido** del suelo y el techo respecto a los elementos de separación verticales, para evitar la transmisión estructural a través de ese flanco.
- Las placas sólo deben perforarse en los puntos en la salida de instalaciones que discurren por la cámara o en los puntos donde se instalarán cajas para mecanismos eléctricos.
- Instalación de **bandas elásticas** perimetral en todo el contorno del elemento vertical y asegurando que se cubre todo el ancho de dicho elemento. En los puntos de unión de la banda elástica evitar la falta de material creando solapes.
- Las **tuberías de instalaciones eléctricas** se pasarán entre los perfiles, evitando el contacto directo entre las placas.
- Se emplearán **cajas especiales** adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos (enchufes o interruptores).
- Se cubrirá el 100% del **canal de separación** de la superficie interior de la división autoportante con lana mineral, o similar. Evitando así la discontinuidad, rotura o falta de relleno del absorbente acústico de la cámara de la estructura autoportante



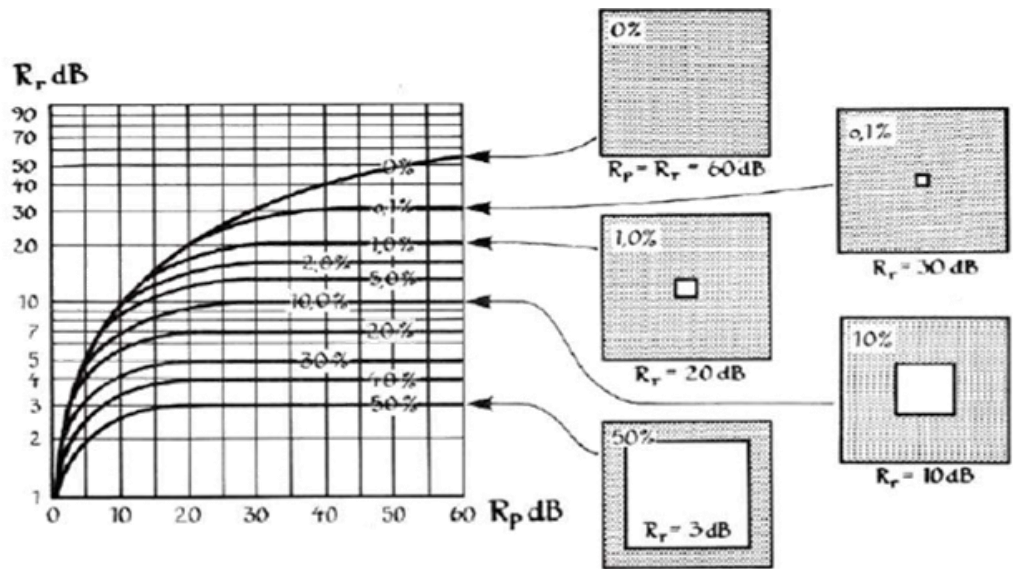
- En puntos de encuentros con **pilares**, se revestirá dicho pilar con un trasdosado de composición idéntica al tabique de separación, evitando discontinuidades ni debilitamientos en el aislamiento proyectado.



- No deben realizarse rozas en los tabiques de cartón yeso. Éstos sólo deben ser perforados en los puntos de colocación de cajas de mecanismos.

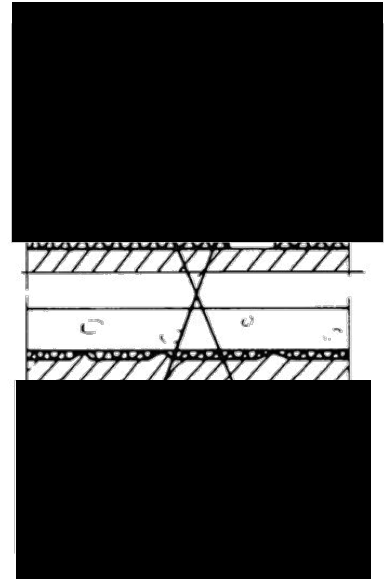


- **Las divisiones y techos acústicos** (con tratamiento aislante) no deben ser perforados para el paso de instalaciones, lo cual debilitaría dramáticamente su aislamiento acústico previsto.

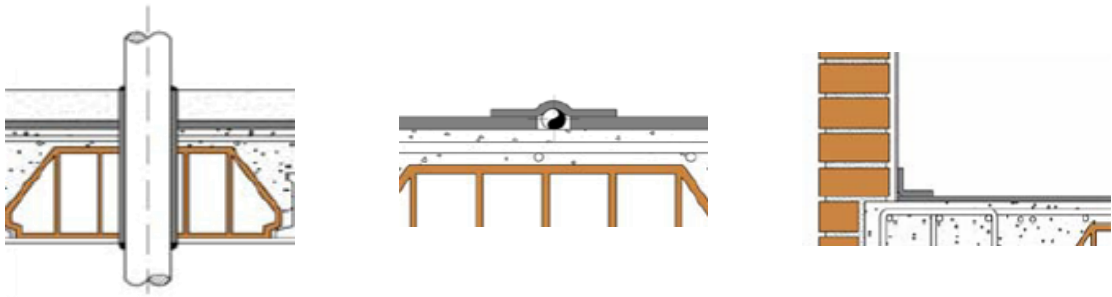


- **Precauciones requeridas en suelos flotantes**

- Debe eliminarse cualquier suciedad de la solera de forma previa a la instalación del suelo flotante, para evitar posibles puentes acústicos por punzonamiento del material.
- El material anti-impacto debe cubrir toda la superficie a tratar, incluyendo bandas de solape en los encuentros con elementos de separación verticales.



- Debe eliminarse cualquier conexión rígida en los encuentros de los suelos flotantes con otros elementos (paramentos o instalaciones) interponiendo bandas elásticas perimetrales.



- **Precauciones requeridas en instalaciones**

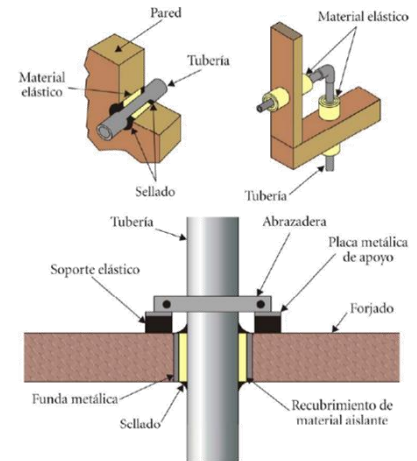
Se enumeran algunas precauciones que deben tomarse en consideración en cuanto a las instalaciones, de tal modo que su colocación no merme las características acústicas proyectadas del local.

- Deben usarse sistemas antivibratorios adecuados (amortiguadores, *silent-blocks* o similares) en los apoyos de la maquinaria que pueda producir vibraciones. Los elementos antivibratorios deberán seleccionarse en función del peso que deberán soportar y del régimen de funcionamiento (r.p.m.) de



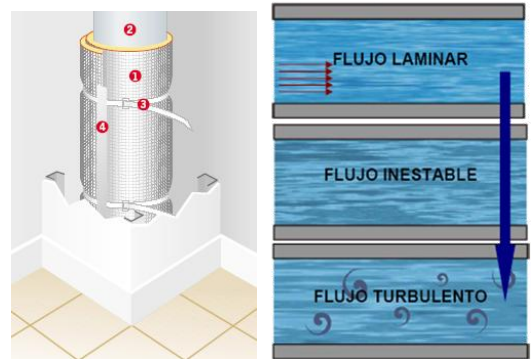
la maquinaria que sujetarán. De esta forma se mitigará la transmisión de ruido estructural, en ocasiones más importante que la transmisión aérea.

- Deben usarse elementos elásticos (bandas elásticas o similares) en los puntos de contacto de las instalaciones que puedan producir vibraciones y los elementos constructivos, por motivos análogos al párrafo anterior.



- En cualquier caso, las instalaciones que puedan producir vibraciones deberían seguir un estricto programa de mantenimiento que garantice el correcto equilibrio estático y dinámico, así como evite transmisiones debidas a defectos de rodadura, procediendo a la sustitución de cualquier elemento defectuoso.

- En instalaciones de fontanería deben evitarse flujos turbulentos, limitando la velocidad del fluido a 0,8 – 1 m/s. Las sujeciones, pasamuros y apoyos deben realizarse con material elástico. Debería evitarse su paso por recintos *protegidos* del edificio o, en caso de necesidad, reforzar su aislamiento acústico con materiales adecuados.



- Las desembocaduras de los conductos de ventilación deberán contar con elementos atenuantes de ruido (silenciadores o apantallamientos) de tal modo que no se produzcan afecciones a las viviendas del edificio. Por los mismos motivos, deben evitarse los pasos de estos conductos por zonas acústicamente sensibles.



- **Precauciones generales**

- La fijación de los marcos de las carpinterías de puertas y ventanas debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanqueidad del conjunto de la fachada.
- Cuando se realicen obras que impliquen la modificación o sustitución de los materiales que conforman los revestimientos acústicos deben seleccionarse productos y sistemas que mantengan las características de los originales.
- No deben usarse las cámaras de aire de los trasdosados y techos acústicos como plenum de impulsión o retorno de aire de instalación alguna.
- Es una práctica recomendable la desconexión forzada de las instalaciones que no funcionarán fuera del horario de apertura mediante temporizador, para evitar afecciones sonoras al vecindario debidas a olvidos o descuidos.