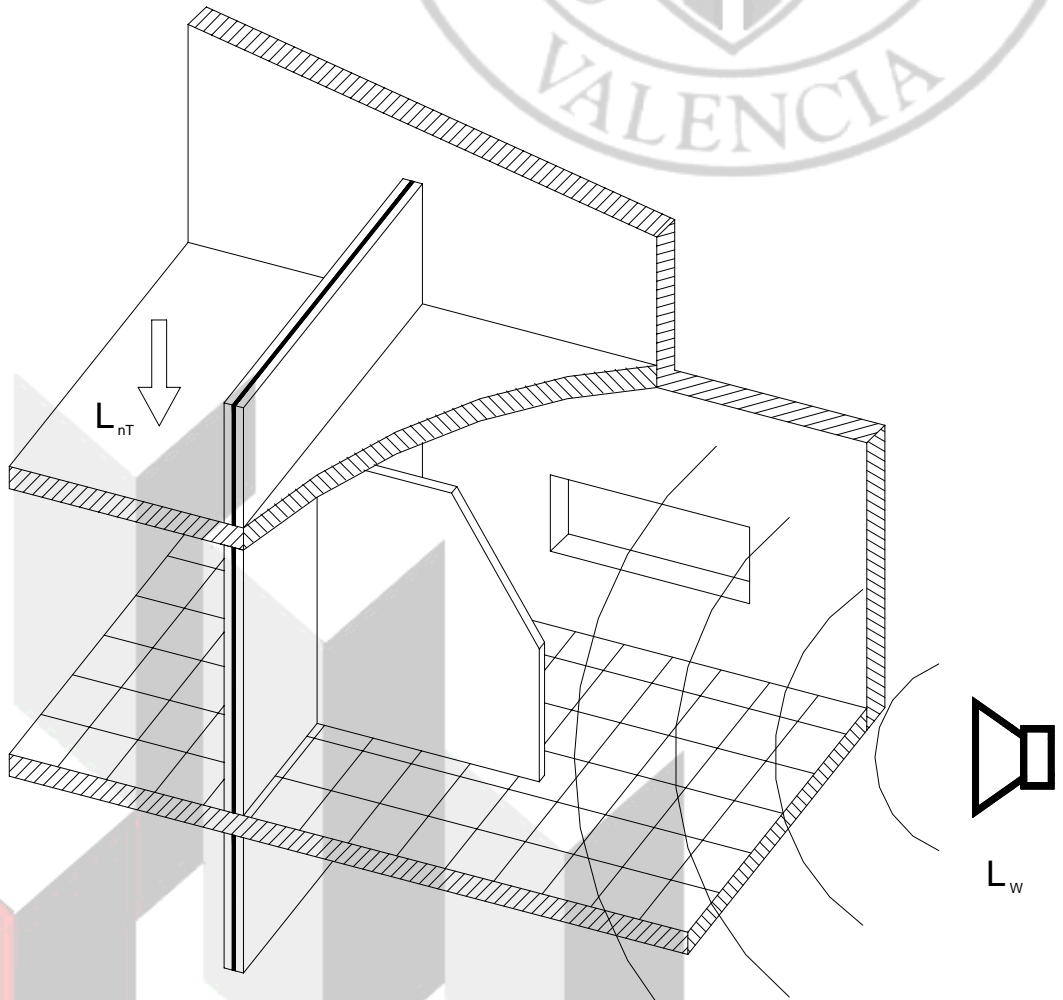


ESTUDIO TEORICO-PRÁCTICO
DE LA PROTECCIÓN AL RUIDO
EN LA EDIFICACIÓN



$$R'_A = -10 \log \left(10^{-0,1R_{Dd,A}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Fd,A}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{ai=ei,si} 10^{-0,1D_{n,ai,A}} \right)$$

LUIS MAZARÍO FERNÁNDEZ

OCTUBRE 2008

ÍNDICE

1- INTRODUCCIÓN

2- MEMORIA DESCRIPTIVA

- 2.1 Datos generales
- 2.2 Descripción de la obra
- 2.3 Sistemas constructivos

3- ANÁLISIS Y ESTUDIO DEL PROYECTO

3.1 Exigencias NBE-CA-88

3.1.1 Aislamientos a ruido aéreo y de impacto

3.1.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos verticales

3.1.1.2 Aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto de elementos horizontales

3.1.2 Tiempo de reverberación

3.1.3 Nivel de vibración

3.2 Estudio de las soluciones propuestas para la ejecución del proyecto

3.2.1 Elementos constructivos verticales

3.2.1.1 Particiones interiores (Entre áreas de igual uso)

3.2.1.2 Particiones interiores (Entre áreas de distinto uso)

3.2.1.3 Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos

3.2.1.4 Paredes separadoras de zonas comunes

3.2.1.5 Paredes separadoras de salas de máquinas

3.2.1.6 Fachada

3.2.2 Elementos constructivos horizontales

3.2.2.1 Elementos horizontales de separación

3.2.2.2 Cubierta

3.2.2.3 Elementos horizontales de sala de máquinas

3.3 Ficha justificativa del cumplimiento de la NBE-CA-88

4- TIPOLOGÍAS Y EXIGENCIAS DEL CTE DB-HR

4.1 Valores límite de aislamiento a ruido aéreo

4.1.1 Recintos protegidos

4.1.2 Recintos habitables

4.2 Valores límite de aislamientos a ruido de impactos

4.3 Valores límite de tiempo de reverberación y absorción acústica

4.4 Ruido y vibraciones en las instalaciones

4.4.1 Condiciones de montaje

4.4.2 Instalaciones hidráulicas

4.4.3 Instalaciones de aire acondicionado

4.4.4 Ventilación

4.4.5 Ascensores y montacargas

4.5 Productos de construcción

4.5.1 Características exigibles a los productos

4.5.2 Características exigibles a los elementos constructivos

4.5.3 Control de recepción en obra de productos

4.6 Construcción

4.6.1 Ejecución

4.6.1.1 Elementos de separación verticales y tabiquería

4.6.1.2 Elementos de separación horizontales

4.6.1.3 Fachadas y cubiertas

4.6.1.4 Instalaciones

4.6.1.5 Acabados superficiales

4.6.2 Control de la ejecución

4.6.3 Control de la obra terminada

4.7 Mantenimiento y conservación

5- COMPARACIÓN EXIGENCIAS ENTRE NBE-CA-88 Y CTE DB-HR

5.1 Aislamientos a ruido aéreo

5.1.1 Elementos verticales

5.1.2 Elementos horizontales

5.2 Aislamientos a ruido de impacto

6- APLICACIÓN DEL CTE (DISEÑO Y DIMENSIONADO)

6.1 Aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impacto

6.1.1 Método simplificado

6.1.2 Método general

6.1.2.1 Método de cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos interiores

6.1.2.2 Método de cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas

6.1.2.3 Método de cálculo de aislamiento acústico a ruido de impactos

6.2 Tiempo de reverberación y absorción acústica

7- CÁLCULO DEL AISLAMIENTO (HERRAMIENTA DE CÁLCULO DB-HR CTE)

7.1 Cálculo del aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores

7.1.1 Entre recintos adyacentes

7.1.2 Entre recintos superpuestos

7.2 Cálculo del aislamiento acústico a ruido del exterior

7.2.1 Aislamiento de fachadas

8- FICHAS JUSTIFICATIVAS DB-HR

8.1 Fichas justificativas de la opción simplificada de aislamiento acústico

8.2 Fichas justificativas de la opción general de aislamiento acústico

8.3 Ficha justificativa del tiempo de reverberación y de la absorción acústica

9- RESUMEN Y CONCLUSIONES

10- ANEXOS

10.1 Hojas de cálculo del aislamiento a ruido aéreo y de impacto

10.2 Hojas de cálculo del aislamiento a ruido del exterior

1- INTRODUCCIÓN

La introducción del Documento Básico de protección frente al ruido (en adelante DB-HR) supone una revolución en el mundo de la acústica en la edificación, ya que no solo es un documento que restringe más los valores límite de aislamiento, sino que sustituye a la norma NBE-CA-88 “Condiciones acústicas en los edificios” que se basaba en aislamientos teóricos obtenidos en laboratorio, por una nueva norma de carácter prestacional que no busca un aislamiento mínimo, sino que busca que los niveles de ruido recibidos en el interior de los recintos no superen un máximo establecido en el DB-HR para cada tipo de espacio o recinto.

Este cambio supone el tener que adaptar los aislamientos de cada recinto al entorno para conseguir un confort acústico mínimo, lo cual va en beneficio de los usuarios, pero complica enormemente los cálculos de los que actualmente existen varios modelos matemáticos que abordan este tema. Más adelante estudiaremos los recogidos dentro del DB-HR que están basados en los métodos expuestos en las normas UNE-EN 12354-1, 2 y 3.

Otra gran novedad introducida por el DB-HR es que permite que se comprueben “in situ” los aislamientos mediante ensayos acústicos, dada la necesidad de conocer la realidad del aislamiento colocado en obra.

El DB-HR esta estructurado básicamente en cuatro apartados:

- Aislamiento a ruido aéreo
- Aislamiento a ruido de impacto
- Tiempo de reverberación
- Protección frente al ruido y vibraciones de las instalaciones

Estos cuatro apartados en los que se estructura el DB-HR se desarrollan en el punto 4, en los que comprobaremos el aumento de las restricciones, el aumento de complicación de los métodos de cálculo y las nuevas exigencias y mejoras que introducen los apartados de tiempo de reverberación y el de protección frente al ruido y vibraciones de las instalaciones.

En la primera parte del trabajo (Punto 3) se estudian las exigencias de la NBE-CA-88 y las soluciones constructivas propuestas en el proyecto objeto del estudio que actualmente se encuentra en fase de construcción, y posteriormente comparar las nuevas exigencias con las de la anterior norma (Punto 5)

La segunda fase del trabajo es una fase práctica (Punto 6 y 7) en la que se calculan los aislamientos a ruido aéreo y de impacto tanto en recintos interiores como el aislamiento a ruido del exterior por los métodos de cálculo que propone el DB-HR.

2- MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 DATOS GENERALES

Denominación de la obra	“EDIFICIO MORERAS”, 61 Viviendas, Locales Comerciales y Aparcamientos.
Emplazamiento	Plaza Nº 1 del Plan Parcial del Sector " Moreras II" Parcela 3. Valencia
Autores del proyecto	MIGUEL A. HERNANDEZ MARTIN RAFAEL SELVA ROS
Presupuesto	PEM: 4.782.393,27 €
Plazo de ejecución	18 meses
Topografía y superficie	El solar de superficie de 675m ² se encuentra libre de edificaciones con una topografía horizontal.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Se trata de un edificio con dos sótanos, planta baja y once plantas destinadas a uso viviendas con un total de 61 viviendas.

La parcela dispone de un acceso general para los residentes, dos plantas de aparcamiento para uso garaje con acceso mediante dos núcleos de comunicación vertical con dos ascensores cada uno y una escalera.

La planta baja tiene dos locales comerciales sin uso específico, cuarto de contadores, basuras, etc... y una zona destinada a gimnasio, en el resto de la planta baja se ubica el zaguán de acceso a las plantas superiores y el acceso al aparcamiento.

Las plantas 1 a 11 están destinadas a viviendas de dos, tres y cuatro dormitorios, con un total de 61 viviendas.

En la planta cubierta se ubican infraestructuras de telecomunicaciones, maquinaria de ascensores, de aire acondicionado, etc...

El edificio dispone de instalación de A.C.S mediante la utilización de un sistema de energía solar térmica de baja temperatura, como medio de aportación de calor. Dispone de colectores solares, que captan la radiación solar que incide sobre su superficie y la transformen en energía térmica, elevando la temperatura del fluido caloportador, que circule por su interior, para posteriormente ser transferido a cada una de las viviendas a través del circuito secundario, con el fin de cubrir el 70 % de la demanda de Agua Caliente Sanitaria.

El proyecto tiene solicitada licencia de obras el día 11 de Abril de 2006, por lo tanto se continúan aplicando las disposiciones contenidas en la NBE-CA-88.

La distribución general del conjunto es la siguiente:

Plantas sótano:

El edificio dispone de 2 plantas de sótano bajo rasante destinadas a uso aparcamiento, con un total de 74 plazas, de las cuales 14 están adaptadas para minusválidos, y 60 trasteros. En el sótano -2 se encuentra un depósito aljibe de 12m³ de agua para reserva contra incendios.

Ambas plantas de sótano disponen de un acceso rodado mediante rampa para entrada y salida de vehículos.

Dispone de un acceso peatonal a la planta baja y dos núcleos de ascensor, con dos ascensores cada núcleo que comunican con la planta baja y el resto de plantas.

Plantas primera a tercera:

Se proyectan tres plantas iguales, de primera a tercera, con seis viviendas por planta con viviendas tipo A, B, C y C', cada tipo de los cuales consta de:

- **Viviendas tipo A (2 viviendas por planta):** Tres dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.
- **Vivienda tipo B (2 viviendas por planta):** Tres dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.
- **Vivienda tipo C (1 vivienda por planta):** Tres dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.
- **Vivienda tipo C' (1 vivienda por planta):** Cuatro dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.

Plantas cuarta a octava:

Se proyectan cinco plantas iguales, de cuarta a octava, con seis viviendas por planta.

- **Viviendas tipo A (2 viviendas por planta):** Tres dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.
- **Vivienda tipo B (2 viviendas por planta):** Tres dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.
- **Vivienda tipo C (1 vivienda por planta):** Tres dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.
- **Vivienda tipo C' (1 vivienda por planta):** Cuatro dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.

Planta novena:

- **Vivienda tipo B:** Tres dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.
- **Vivienda tipo C:** Cuatro dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería, salón-comedor con balcón y vestíbulo-distribuidor.
- **Vivienda tipo H:** Dos dormitorios, un baño completo, un aseo, cocina con galería y salón-comedor.
- **Vivienda tipo D (2 viviendas por planta):** Son dos viviendas tipo duplex, con cocina, un aseo, salón-comedor y terraza en planta novena, con una escalera interior que comunica con la planta décima en la que tiene tres dormitorios y dos baños completos.

Planta décima:

- **Vivienda tipo D:** Se asciende a ellas por la planta novena y en esta planta contienen dos baños y tres dormitorios.
- **Viviendas tipo E, F y G (2 viviendas por planta):** Son duplex por los que se accede por la planta número once, en la décima contienen dos baños, tres dormitorios y terraza.

Planta onceava:

- **Viviendas tipo E, F y G (2 viviendas por planta):** Son duplex por los que se accede por esta planta, contienen cocina, un baño, salón-comedor, vestíbulo y terraza.

CUADRO DISTRIBUCIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VIVIENDA

PLANTA	VIVIENDAS					Nº VIVIENDAS
1ª	<i>Tipo A</i> (2 viviendas)	<i>Tipo B</i> (2 viviendas)	<i>Tipo C</i> (1 vivienda)	<i>Tipo C'</i> (1 vivienda)		6
2ª	<i>Tipo A</i> (2 viviendas)	<i>Tipo B</i> (2 viviendas)	<i>Tipo C</i> (1 vivienda)	<i>Tipo C'</i> (1 vivienda)		6
3ª	<i>Tipo A</i> (2 viviendas)	<i>Tipo B</i> (2 viviendas)	<i>Tipo C</i> (1 vivienda)	<i>Tipo C'</i> (1 vivienda)		6
4ª	<i>Tipo A</i> (2 viviendas)	<i>Tipo B</i> (2 viviendas)	<i>Tipo C</i> (1 vivienda)	<i>Tipo C'</i> (1 vivienda)		6
5ª	<i>Tipo A</i> (2 viviendas)	<i>Tipo B</i> (2 viviendas)	<i>Tipo C</i> (1 vivienda)	<i>Tipo C'</i> (1 vivienda)		6
6ª	<i>Tipo A</i> (2 viviendas)	<i>Tipo B</i> (2 viviendas)	<i>Tipo C</i> (1 vivienda)	<i>Tipo C'</i> (1 vivienda)		6
7ª	<i>Tipo A</i> (2 viviendas)	<i>Tipo B</i> (2 viviendas)	<i>Tipo C</i> (1 vivienda)	<i>Tipo C'</i> (1 vivienda)		6
8ª	<i>Tipo A</i> (2 viviendas)	<i>Tipo B</i> (2 viviendas)	<i>Tipo C</i> (1 vivienda)	<i>Tipo C'</i> (1 vivienda)		6
9ª	<i>Tipo D</i> (2 viviendas)	<i>Tipo B</i> (2 viviendas)	<i>Tipo C</i> (1 vivienda)	<i>Tipo C'</i> (1 vivienda)	<i>Tipo H</i> (1 vivienda)	13
10ª		<i>Tipo E</i> (2 viviendas)	<i>Tipo F</i> (2 viviendas)	<i>Tipo G</i> (2 viviendas)		
11ª						
TOTAL						61

Planta cubierta:

Dispone de dos casetones con la maquinaria de los ascensores y una sala para la maquinaria de A.C.S., parte de la cubierta es plana transitable, y parte es solo accesible para el mantenimiento de los paneles solares de la producción de A.C.S.

2.3 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

CIMENTACIÓN

La cimentación se prevé realizarla mediante muros pantallas perimetrales arriostrados mediante anclajes al terreno cada 3 metros y losa armada con canto suficiente para resistir el empuje del agua dado el nivel freático de la zona, bajo la losa irá un entramado de pilotes pantalla rectangulares para mejorar el reparto de cargas de dimensiones desde 2,5 hasta de 10 metros.

ESTRUCTURA

La estructura se resuelve mediante vigas y soportes de hormigón armado realizado "in situ" en lo que se refiere a los elementos principales, y forjado unidireccional de nervio "in situ" y bovedilla de hormigón en unos casos y losa de hormigón armado en otros.

La estructura está formada en su mayor parte por vigas planas salvo algunos elementos que por luz o carga se hace necesario realizar viga de cuelgue.

Tanto las escaleras como el forjado de apoyo de la maquinaria de ascensor se resolverán mediante losas de hormigón armado.

FACHADAS

Se proyecta para la fachada principal dos tipos de cerramiento:

Tipo I: Revestimiento exterior formado por aplacado pétreo con mortero de agarre o aplacado con material tipo composite sobre rastreles, cerramiento de ladrillo perforado (11,5cm), enfoscado hidrófugo por el interior (1,5cm), aislamiento térmico y acústico realizado con poliuretano proyectado "in situ" de espesor 4cm, cámara de aire no ventilada formada mediante el trasdosado de placa de cartón-yeso de 1,5cm se espesor sobre montantes y rastreles de 4,6cm.

Tipo II: Revestimiento exterior continuo monocapa de espesor 2cm, cerramiento de ladrillo perforado tipo panal de 11,5cm enfoscado con mortero hidrófugo de espesor 1,5cm, aislante térmico y acústico realizado con poliuretano proyectado "in situ" de espesor 4cm, cámara de aire no ventilada formada mediante el trasdosado de placa de cartón-yeso de 1,5cm se espesor sobre montantes y rastreles de 4,6cm.

Para la parte acristalada de esta fachada se recurre a un cristal de doble hoja 6+6+4, cristal exterior de 6mm, cámara de aire de 6mm y hoja interior de cristal de 4mm, montado sobre una carpintería de aluminio A-3.

CUBIERTAS Y TERRAZAS

La cubierta plana en terrazas de áticos y balcones es una cubierta transitable formada por un forjado de 30+5 con barrera de vapor, aislante térmico de placas de poliestireno extruido de 40mm, una lámina de fieltro y formación de pendientes mediante hormigón aligerado con mallatex. La impermeabilización es de tipo doble lámina bicapa no adherida con armadura de poliéster reforzado, capa geotextil antiadherente y acabado embaldosado con plaqueta de gres catalán antideslizante recibido con mortero de cemento con juntas de 1cm y juntas elásticas en encuentros con los cerramientos verticales.

La cubierta del edificio y casetones se resuelve mediante una cubierta no transitable formada por una lámina de vapor sobre el forjado, sobre la lámina se ubica el aislamiento térmico mediante placas rígidas de poliestireno extruido de 40mm, una lámina de fieltro sobre el aislante, formación de pendientes con hormigón celular sobre la que se ubica la impermeabilización, que se resuelve mediante una doble lámina bicapa no adherida con armadura de poliéster, se protegerá con una lámina geotextil, capa de regularización de 3cm de mortero con mallatex y una capa de acabado de grava de cantos rodados de 7cm de origen silíceo con una granulometría de 18/25mm exenta de finos.

PARTICIONES INTERIORES

Para la tabiquería en interior de viviendas se recurre a tabiquería de entramado autoportante, formados por perfilera de chapa galvanizada y paneles de cartón-yeso con aislante en el interior, y alicatado para cuartos húmedos. Para la separación de zonas comunes y entre viviendas se recurre a tabique de ladrillo panal de 11,5cm enlucido a ambas caras con trasdosado por ambas partes de perfilera de chapa galvanizada y placas de cartón-yeso.

Para cuarto de máquinas de ascensor y cuarto de contadores de agua el cerramiento se utilizará será ladrillo perforado de 1 pie de espesor y se trasdosará con tabique de cartón-yeso y con aislamiento acústico que garantice los 55dB exigidos por la normativa vigente. En el caso del cuarto de maquinas del ascensor, las paredes de la sala se forraran por la parte interior con un material absorbente a base de paneles fonoabsorbentes de lana de roca rígida de 40mm de espesor y 70Kg/m³ de densidad, para evitar la transmisión de ruido aéreo a través de los huecos del suelo de la sala al hueco del ascensor.

PAVIMENTOS

El pavimento en ambos sótanos es una solera-pavimento continuo de hormigón HA-25 fratasado con un sellado superficial de laca, bajo la solera y previa formación de pendientes, se colocarán unos módulos drenantes de 50x50cm y 14cm de altura.

El pavimento en viviendas será un parquet flotante de color roble barnizado en fábrica colocada sobre un recrido de nivelación de mortero con fibras y bajo el mortero se colocará una lámina anti-impacto.

En cocinas y baños se colocará solado a base de baldosa de gres cerámico de primera calidad a juego con el alicatado, recibido sobre una solera de mortero autonivelante.

La escalera general se realizará con baldosa de terrazo de primera calidad tomado con mortero de cemento.

En rellanos de viviendas será baldosa de mármol de primera calidad color crema con cenefas, recibida con mortero de cemento sobre una capa de arena de 2cm.

El zaguán será de baldosa de mármol negro de 52x52x2 tomadas con mortero sobre una capa de arena de 2cm.

El acceso al zaguán será pavimentado con baldosa de granito nacional gris de 60x60x1,2 con tratamiento antideslizante.

En cuartos de instalaciones se utilizará baldosa de terrazo de primera calidad de dimensiones 40x40 colocada con mortero sobre una capa de arena de 2cm.

ALICATADOS

Los alicatados de cocinas, tendederos, baños y aseos se realizarán con azulejo en relieve o liso de primera calidad con cenefa en baños y aseos.

En cuartos de basuras el alicatado irá en relieve o liso de primera calidad con piezas en inglete en las esquinas y con rodapié sanitario.

REVESTIMIENTOS Y PINTURAS

Cuando se tengan que realizar enlucidos de yeso sobre hormigón se preparará previamente la superficie mediante la aplicación de una imprimación para mejorar el agarre. Se colocarán cantoneras de PVC en las zonas de encuentros y mallatex en el encuentro de dos materiales distintos.

Los paramentos verticales en viviendas se revestirán con pintura plástica lisa en color suave en vestíbulos, pasillos y salones, en dormitorios será de color blanca.

Los falsos techos de escayola y los revestidos horizontales de yeso así como las zancas de escalera de dúplex se tratarán con revestimiento pintura plástico liso color blanco falsos techos.

Las rejas, puertas y demás elementos metálicos se trataran con dos manos de antioxidante de distinto color y esmalte de acabado.

Los muros, pilares y tabiques del exterior de los trasteros, vestíbulo de ascensor y de escalera, se realizará con pintura plástica lisa en garaje, para realización de franjas de color en garajes realizando un zócalo de 1m y dos franjas de 20cm una de ellas blanca colores a elegir y otra en color gris de 20cm, mano de fondo con pintura plástica diluida muy fina,

plastecido de faltas y dos manos de acabado.

En el sótano se realizara una rotulación y marcado de flechas de dirección a base de pintura al clorocaucho con dos manos sobre suelos de garaje, marcando sentidos de circulación, encintado,.. ancho mínimo trazo 20cm. Y una rotulación marcado de plazas de garajes a base de pintura reflectante de tráfico con dos manos, zonas de peatones, numeración de plazas, de trasteros, líneas delimitadoras de plazas u otros con una anchura de línea de 10cm.

CARPINTERIA

La carpintería exterior se proyecta de aluminio lacado color titanio, sellada por el exterior e interior con masilla de poliuterano.

Para la carpintería interior todas las hojas serán macizas de tablero de fibras MDF de 5mm de espesor de primera calidad color roble o haya vaporizada.

Los armarios serán modulares de hojas abatibles y revestimiento interior de melamina tipo mukaly mecanizada, las puertas irán barnizadas en color haya vaporizada o roble.

Las puertas de entrada a viviendas serán acorazadas, formada por una estructura monoplancha de acero electrogalvanizado con nervaduras verticales de refuerzo, paneles aislantes acústico-térmicos y con una cerradura de cuatro puntos.

Las puertas metálicas serán prefabricadas de una hoja abatible, cortafuegos y parallamas homologadas para zonas de vestíbulos, cuartos de maquinaria, cuartos de contadores, trasteros, zonas comunes...

FALSOS TECHOS

Los falsos techos de los cuartos de máquinas se realizaran con paneles de 60x60 cm., liso acústico de 8.5 kg/m² de peso, a base de escayola, fibra de vidrio y perlita, con panel de fibras de vidrio cubierto de papel metalizado, con sustentación vista a base de perfil primario y secundario lacados, rematado perimetralmente con perfil angular y suspendido mediante tirantes roscados de varilla galvanizada de diámetro 3mm.

Los falsos techos de viviendas y comunes (recinto de basuras, trasteros,etc.) estarán realizados mediante placas de cartón-yeso laminado de 15mm suspendido del forjado mediante varillas roscadas, en los laterales se colocaran unos angulares y moldura perimetral de 7x4cm

Los falsos techos de vestíbulos y zonas comunes se realizarán mediante placas de cartón-yeso laminado con alma de yeso con fibra de vidrio y velos superficiales incombustibles, se colgaran del forjado mediante una estructura de horquillas que encajan en los perfiles y están suspendidas a techo mediante varillas roscadas.

EQUIPAMIENTO

En los baños se incluirán los aparatos sanitarios Porcelanosa o similar, en baño principal y secundario. Grifería Noken de Porcelanosa o similar. Plato de ducha Porcelanosa o similar gran formato con tarima de iroko con columna de hidro de Porcelanosa o similar. Encimera de mármol crema marfil en baño principal con lavabo de encastrar y grifería Porcelanosa o similar.

Cocinas equipadas con muebles altos 90cm y bajos Porcelanosa o similar. Electrodomésticos: encimera vitrocerámica Teka o similar, horno empotrado eléctrico Teka o similar, con los mandos de la encimera incorporados y campana extractora decorativa acero inox. Encimera de granito 2+2. Fregadero Teka o similar de 2 senos o un seno mas escurridor a elegir por D.F.

Pre-instalación para lavadora exterior, lavavajillas. Llaves cromadas y conexión a desagües.

Pre- instalación de Home-cinema.

Instalación de alarma en viviendas Seguritas Direct (punto de teléfono y toma de corriente en central) integrada en sistema domótico.

Instalación de Aire Acondicionado con sistema de conductos y rejillas.

Instalación completa de calefacción, con panel de control en salón-comedor.

Instalación de video-portero electrónico.

Sistema inteligente control domótico Lartec.

3- ANÁLISIS Y ESTUDIO DEL PROYECTO

3.1 EXIGENCIAS NBE-CA-88

La norma básica de edificación NBE-CA-88 “Condiciones acústicas en los edificios” tiene como objeto establecer las condiciones mínimas exigibles a los edificios, en nuestro caso concreto nos vamos a centrar en las exigencias para uso residencial, ya que el proyecto a estudiar es un edificio de viviendas.

A efectos de esta norma se contemplan una serie de exigencias que vamos a agrupar para su estudio en tres partes, que son las siguientes:

- Aislamiento acústico a ruido aéreo para elementos tanto verticales como horizontales, y nivel máximo de ruido a impacto en elementos horizontales.
- Tiempos máximos aconsejados de reverberación
- Nivel de vibración

Para facilitar los cálculos y la verificación del funcionamiento de las exigencias, la norma da una “Ficha justificativa del cumplimiento de la NBE-CA-88” en la que se recogen los valores de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impacto de los elementos que componen el edificio, del que se expresan sus distintos elementos, su masa unitaria y las características acústicas de cada uno de ellos.

La ficha debe ser de fácil lectura y debe formar parte de la documentación técnica del proyecto. La ficha de nuestro edificio objeto del estudio se encuentra en el punto 3.3.

Los tiempos máximos de reverberación y de vibración son valores aconsejados que varían en función del tipo de edificio y del local, al ser valores recomendados no son de obligado cumplimiento y no se encuentran en la Ficha justificativa del cumplimiento de la NBE-CA-88.

Para el caso del proyecto concreto que nos ocupa los aislamientos mínimos a exigir de los elementos son los siguientes (niveles de presión ponderados con la curva A, para compensar las diferencias de sensibilidad del oído humano en las distintas frecuencias dentro del campo auditivo).

3.1.1 AISLAMIENTOS A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO

La misión de estas exigencias es que los elementos que conforman los recintos de nuestro edificio no sobrepasen unos niveles máximos de ruido recomendados.

3.1.1.1 AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO DE ELEMENTOS VERTICALES

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	AISLAMIENTO MÍNIMO A RUIDO AÉREO
<i>Particiones interiores (Artículo 10º)</i>	- Entre áreas de igual uso: $\geq 30\text{dBA}$ - Entre áreas de distinto uso: $\geq 35\text{dBA}$
<i>Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos (Artículo 11º)</i>	- Aislamiento $\geq 45\text{dBA}$
<i>Paredes separadoras de zonas comunes interiores (Artículo 12º)</i>	- Aislamiento $\geq 45\text{dBA}$
<i>Paredes separadoras de salas de máquinas (Artículo 17º)</i>	- Aislamiento $\geq 55\text{dBA}$
<i>Fachadas (Artículo 13º)</i>	- Aislamiento global $\geq 30\text{dBA}$

3.1.1.2 AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO DE ELEMENTOS HORIZONTALES

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	AISLAMIENTO MÍNIMO A RUIDO AÉREO	AISLAMIENTO MÁXIMO A RUIDO DE IMPACTO
<i>Separación de propiedades o usuarios distintos (Artículo 14º)</i>	- Aislamiento $\geq 45\text{dBA}$	- Aislamiento $\leq 80\text{dBA}$
<i>Cubiertas (Artículo 15º)</i>	- Aislamiento $\geq 45\text{dBA}$	- Aislamiento $\leq 80\text{dBA}$
<i>Salas de máquinas (Artículo 17º)</i>	- Aislamiento $\geq 55\text{dBA}$	

3.1.2 TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Se entiende por reverberación la persistencia del sonido en un punto determinado del interior de un recinto debido a reflexiones sucesivas de los cerramientos del mismo.

El tiempo de reverberación es el tiempo en el que la presión acústica se reduce a la milésima parte de su valor inicial (tiempo que tarda en reducirse el nivel de presión en 60dB).

Se puede calcular mediante la expresión:

$$T = 0,163 \frac{V}{A}$$

Siendo:

T: Tiempo de reverberación (segundos).

V: Volumen del local (m³).

A: Absorción del local (m²).

La absorción se calcula para cada banda de frecuencia mediante la expresión:

$$A_f = \alpha_f \times S$$

Siendo:

α_f : Coeficiente de absorción acústica del material para la banda de frecuencia f.

S: Área de material (m²).

Los valores recomendados de tiempo de reverberación en segundos para un edificio residencial son los siguientes:

LOCAL	TIEMPO DE REVERBERACIÓN (s)
<i>Estancias</i>	≤ 1,0
<i>Dormitorios</i>	≤ 1,0
<i>Servicios</i>	≤ 1,0
<i>Zonas comunes</i>	≤ 1,5

3.1.3 NIVEL DE VIBRACIÓN

El nivel de vibración es un parámetro subjetivo obtenido de manera experimental como la media de un gran número de ensayos. Corresponde a la percepción subjetiva de las vibraciones en el margen de 0,5 a 80Hz.

Se define mediante la siguiente expresión empírica:

$$K = a_a \frac{\alpha}{\sqrt{1+(f/f_0)^2}}$$

Siendo:

a_a : Es la amplitud de la aceleración en m/s^2 .

α : Es un coeficiente experimental de valor $12,5 s^2/mm$.

f_0 : es 10Hz.

Los valores máximos de vibraciones que no se recomiendan sobrepasar en los locales habitables son:

ÁREA	VALOR MÁXIMO RECOMENDADO DE K
<i>Área de reposo durante la noche</i>	0,1
<i>Área vividera</i>	5

Para canalizaciones hidráulicas y conductos de aire se dan una serie de recomendaciones (Art.18):

- Trazarlas siempre que sea posible por áreas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas, instalándose preferentemente por conductos de obra registrables, y fijándose mediante dispositivos antivibratorios.
- Las canalizaciones hidráulicas estarán dotadas de dispositivos que eviten los golpes de ariete.
- En las redes de saneamiento será exigible la correcta ventilación de las bajantes, a fin de evitar los ruidos producidos por pistón hidráulico.
- La superficie interior de los conductos de acondicionamiento de aire y de ventilación mecánica, en caso necesario, se revestirá con material absorbente.

3.2 ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3.2.1 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS VERTICALES

A continuación se recoge para cada tipología de cerramiento vertical los elementos que componen en el proyecto su sistema constructivo con la definición de su composición, su aislamiento proyectado a ruido aéreo, su masa, su espesor y los detalles necesarios para su correcta comprensión y ejecución en obra.

Los distintos tipos de cerramientos verticales que nos encontramos en el proyecto son:

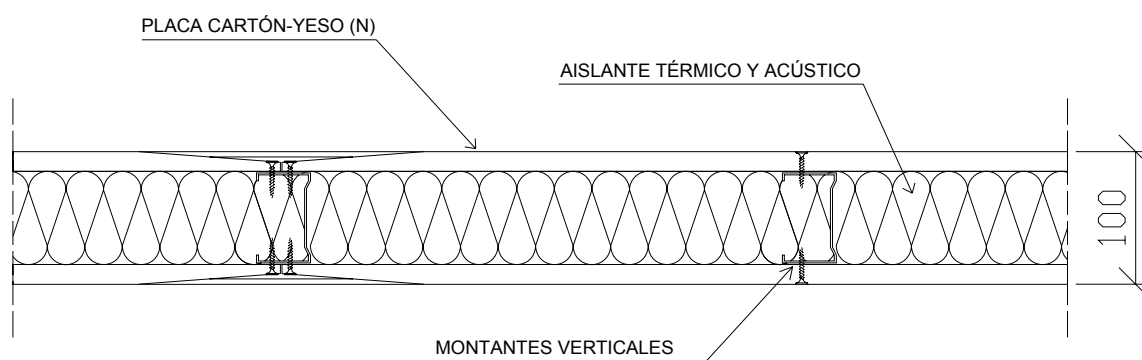
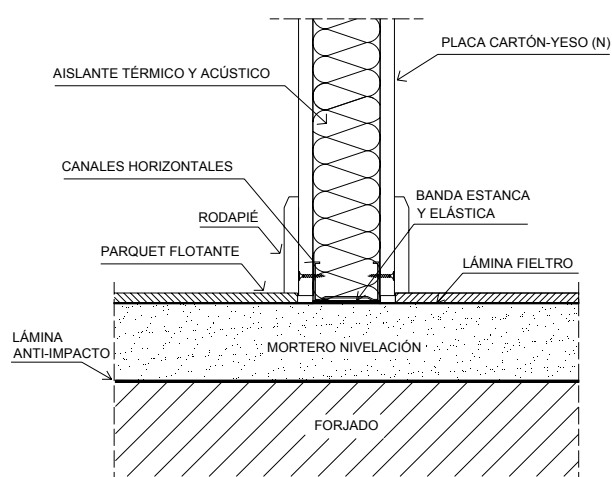
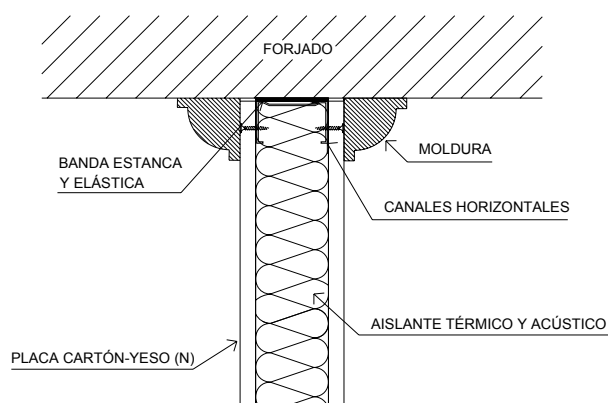
- Particiones interiores (Entre áreas de igual uso)
 - Dormitorio / Dormitorio
 - Baño / Baño
- Particiones interiores (Entre áreas de distinto uso)
 - Salón-comedor / Dormitorio
 - Dormitorio / Baño y Dormitorio / Cocina
 - Baño / Cocina
 - Cocina / Salón-comedor
- Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos
 - Vivienda / Vivienda
- Paredes separadoras de zonas comunes
 - Vivienda / Zona común
- Paredes separadoras de salas de máquinas
 - Vivienda / Caja ascensor
 - Sala de máquinas
- Fachada
 - Fachada tipo I
 - Fachada tipo II

3.2.1.1 PARTICIONES INTERIORES (Entre áreas de igual uso)**DORMITORIO / DORMITORIO**

La separación entre dormitorios esta formada por un tabique de entramado autoportante constituido por una estructura de perfiles metálicos de chapa de acero galvanizado de 70mm de ancho a base de montantes (elementos verticales), separados 40mm entre ellos y canales (elementos horizontales). Entre los perfiles llevará ubicado un aislante térmico y acústico ocupando el espacio entre placas.

A cada lado de la perfilería se colocará una placa de cartón-yeso laminado normal (N) de 15mm de espesor cogidas a los montantes mediante tornillos autorroscantes, la junta entre placas se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado, dando un ancho total de tabique terminado de 100mm.

En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca entre los canales horizontales y el elemento constructivo horizontal.

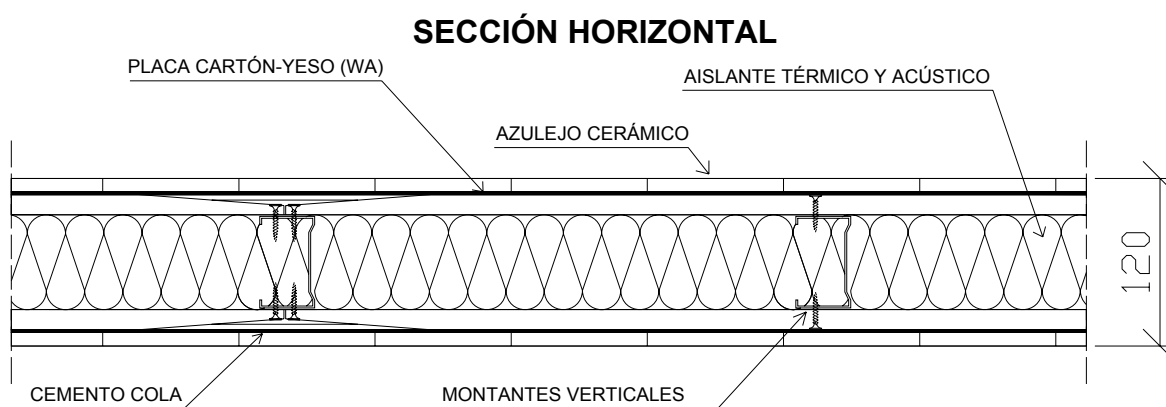
SECCIÓN HORIZONTAL**ENCUENTRO CON PAVIMENTO****ENCUENTRO CON TECHO****ESPESOR: 100mm****MASA: 27,86 Kg/m²** **AISLAMIENTO: 43dBA**

BAÑO / BAÑO

El tabique de separación entre baños es de tipo entramado autoportante formado por una estructura de perfiles metálicos de chapa de acero galvanizado de 70mm de ancho a base de montantes (elementos verticales), separados 40mm entre ellos y canales (elementos horizontales). Entre los perfiles llevará ubicado un aislante térmico y acústico ocupando el espacio entre placas.

A cada lado de la perfilería se atornillará una placa de cartón-yeso laminado especial para cuartos húmedos (WA) de 15mm de espesor cogidas a los montantes mediante tornillos autorroscantes, la junta entre placas se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado, y sobre las placas se coloca el alicatado de azulejo cerámico recibido con cemento cola, dando un ancho total de tabique terminado de 120mm.,

En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca entre la perfilería y el elemento horizontal.

**ENCUENTRO CON PAVIMENTO**

PLACA CARTÓN-YESO (WA)

AZULEJO CERÁMICO

CEMENTO COLA

CANALES HORIZONTALES

RODAPIÉ

PAVIMENTO CERÁMICO

LÁMINA ANTI-IMPACTO

MORTERO NIVELACIÓN

FORJADO

BANDA ESTANCA Y ELÁSTICA

ENCUENTRO CON TECHO

FORJADO

FALSO TECHO

CANALES HORIZONTALES

AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO

CEMENTO COLA

PLACA CARTÓN-YESO (WA)

AZULEJO CERÁMICO

BANDA ESTANCA Y ELÁSTICA

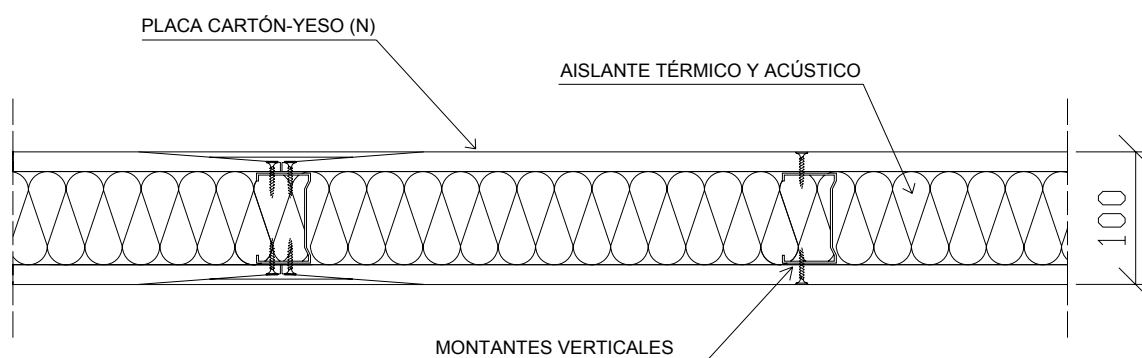
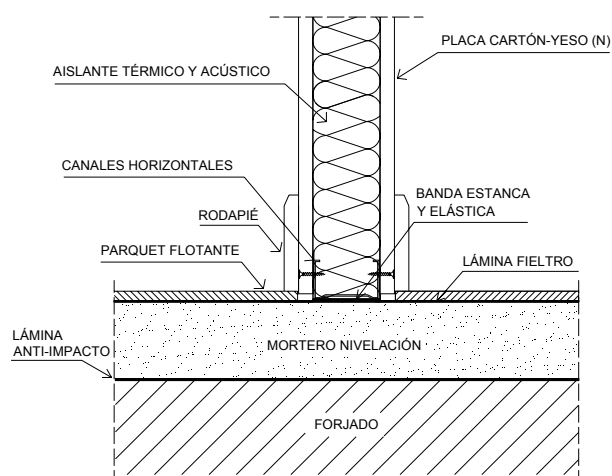
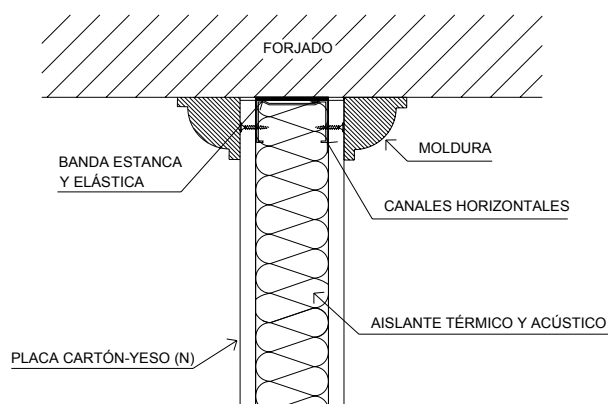
ESPESOR: 120mm**MASA: 72 Kg/m²****AISLAMIENTO: 43dB**

3.2.1.2 PARTICIONES INTERIORES (Entre áreas de distinto uso)**SALÓN-COMEDOR / DORMITORIO**

El tabique de separación entre el salón-comedor y los dormitorios es un entramado autoportante formado por una estructura de perfiles metálicos de chapa de acero galvanizado de 70mm de ancho a base de montantes (elementos verticales), separados 40mm entre ellos y canales (elementos horizontales). Entre los perfiles llevará ubicado un aislante térmico y acústico ocupando el espacio entre placas.

A cada lado de la perfilería se colocará una placa de cartón-yeso laminado normal (N) de 15mm de espesor cogidas a los montantes mediante tornillos autorroscantes, la junta entre placas se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado, dando un ancho total de tabique terminado de 100mm.

En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca entre los canales horizontales y el elemento constructivo horizontal.

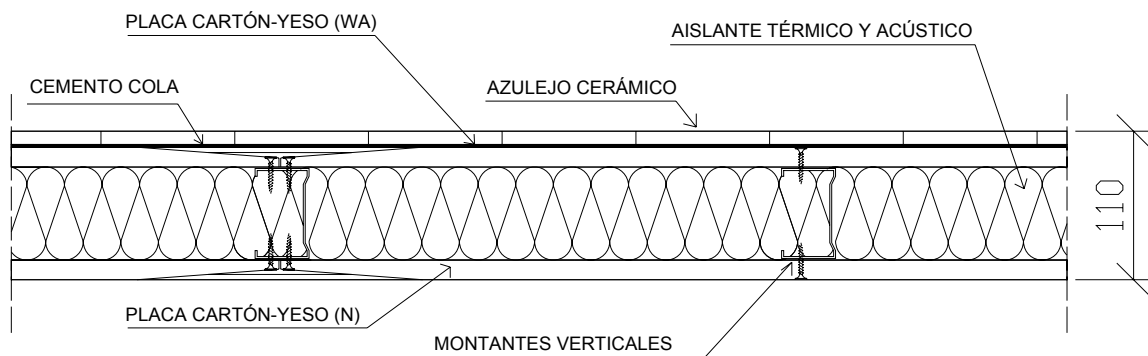
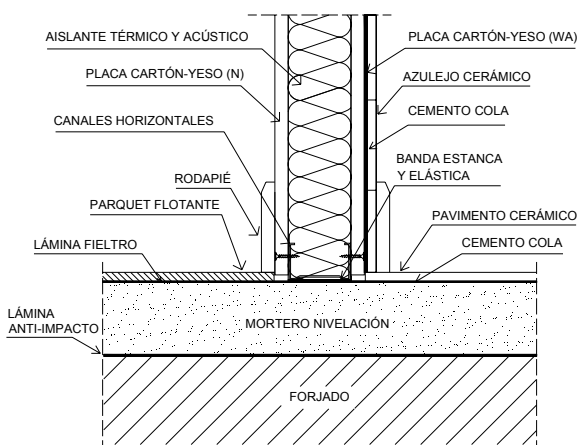
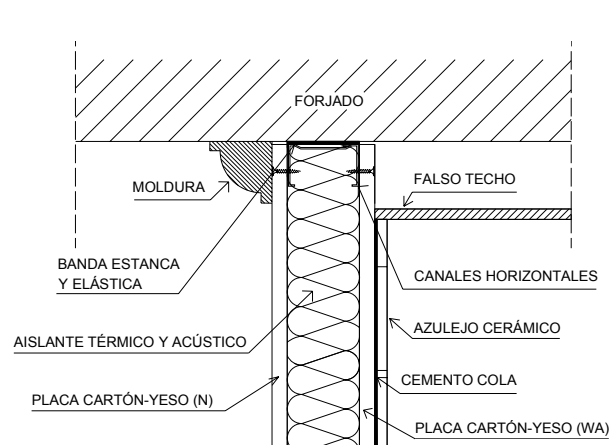
SECCIÓN HORIZONTAL**ENCUENTRO CON PAVIMENTO****ENCUENTRO CON TECHO****ESPESOR: 100mm****MASA: 27,86 Kg/m²** **AISLAMIENTO: 43dB**

DORMITORIO / BAÑO y DORMITORIO / COCINA

El tabique de separación entre los dormitorios y baños y entre dormitorio y cocina esta formado por una estructura de perfiles metálicos de chapa de acero galvanizado de 70mm de ancho a base de montantes (elementos verticales), separados 40mm entre ellos y canales (elementos horizontales). Entre los perfiles llevará ubicado un aislante térmico y acústico ocupando el espacio entre placas.

A la perfilería se atornillará una placa de cartón-yeso laminado, especial para cuartos húmedos (WA) de 15mm de espesor en el lado del baño, y una placa normal (N) en el dormitorio, ambas placas irán cogidas a los montantes mediante tornillos autorroscantes, la junta entre placas se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado. Sobre la placa WA se coloca el alicatado de azulejo cerámico recibido con cemento cola, dando un ancho total de tabique terminado de 110mm.

En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca entre los canales horizontales y el elemento constructivo horizontal.

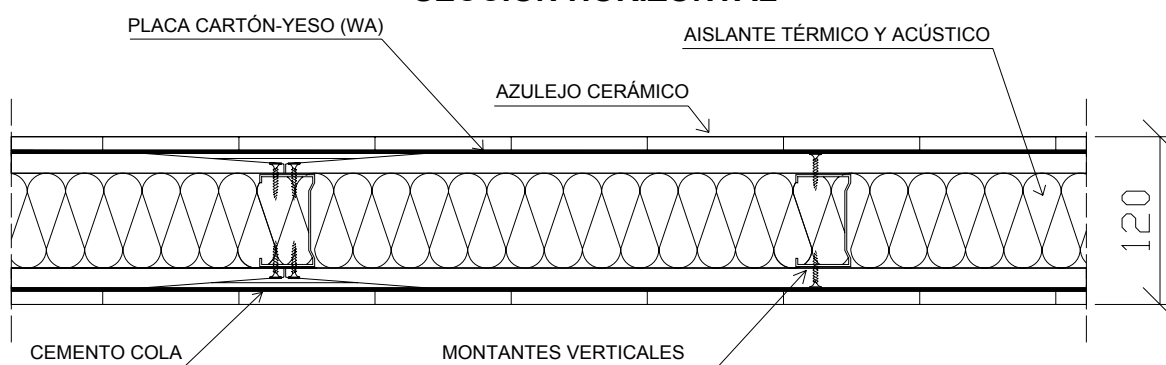
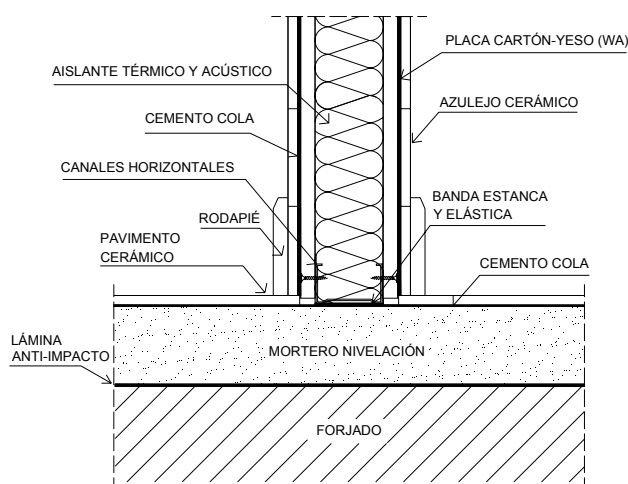
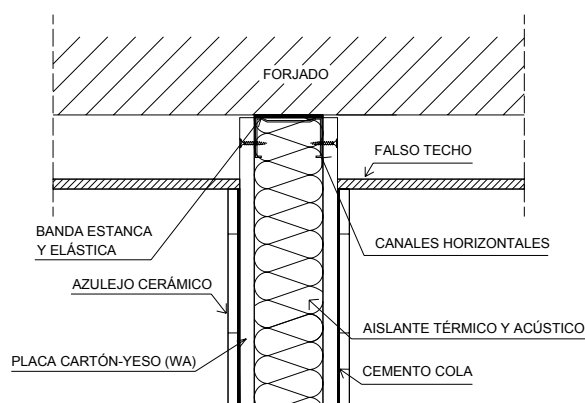
SECCIÓN HORIZONTAL**ENCUENTRO CON PAVIMENTO****ENCUENTRO CON TECHO****ESPESOR: 110mm****MASA: 50 Kg/m²****AISLAMIENTO: 43dBA**

BAÑO / COCINA

El tabique de separación entre los baños y las cocinas esta formado por una estructura de perfiles metálicos de chapa de acero galvanizado de 70mm de ancho a base de montantes (elementos verticales), separados 40mm entre ellos y canales (elementos horizontales). Entre los perfiles llevará ubicado un aislante térmico y acústico.

A cada lado de la perfilaría se atornillará una placa de cartón-yeso laminado especial para cuartos húmedos (WA) de 15mm de espesor cogidas a los montantes mediante tornillos autorroscantes, la junta entre placas se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado, y sobre las placas se coloca el alicatado de azulejo cerámico recibido con cemento cola, dando un ancho total de tabique terminado de 120mm.

En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca entre la perfilaría y el elemento horizontal.

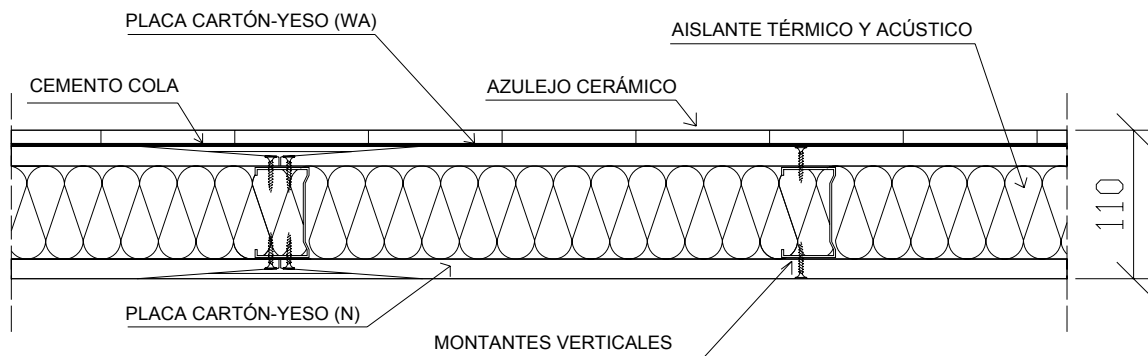
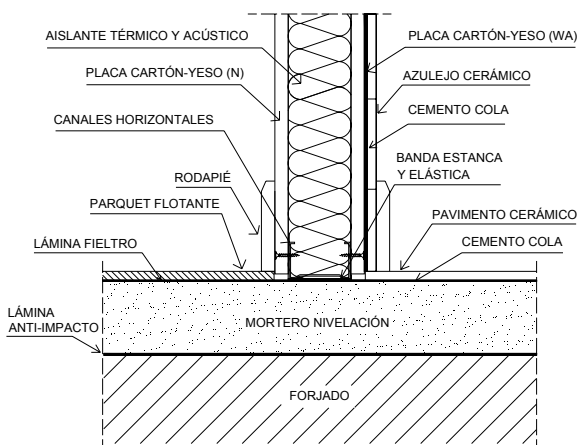
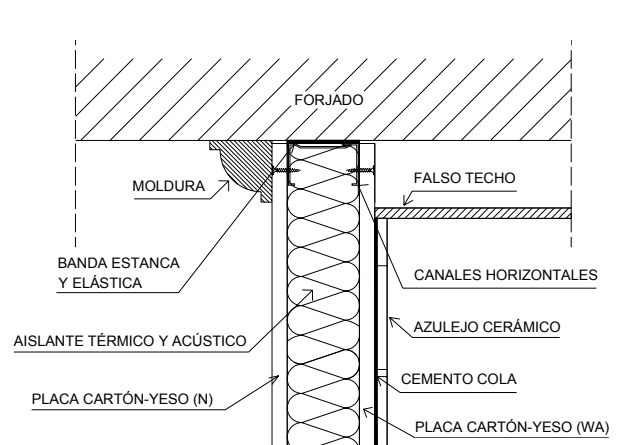
SECCIÓN HORIZONTAL**ENCUENTRO CON PAVIMENTO****ENCUENTRO CON TECHO****ESPESOR: 120mm****MASA: 72 Kg/m²** **AISLAMIENTO: 43dBA**

COCINA / SALÓN-COMEDOR

El tabique de separación entre la cocina y el salón-comedor es de tipo entramado autoportante formado por una estructura de perfiles metálicos de chapa de acero galvanizado de 70mm de ancho a base de montantes (elementos verticales), separados 40mm entre ellos y canales (elementos horizontales). Entre los perfiles llevará ubicado un aislante térmico y acústico.

A la perfilería se atornillará una placa de cartón-yeso laminado, especial para cuartos húmedos (WA) de 15mm de espesor en el lado de la cocina, y una placa normal (N) en el salón-comedor, ambas placas irán cogidas a los montantes mediante tornillos autorroscantes, la junta entre placas se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado. Sobre la placa WA se coloca el alicatado de azulejo cerámico recibido con cemento cola, dando un ancho total de tabique terminado de 110mm.

En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca entre los canales horizontales y el elemento constructivo horizontal.

SECCIÓN HORIZONTAL**ENCUENTRO CON PAVIMENTO****ENCUENTRO CON TECHO****ESPESOR: 110mm****MASA: 50 Kg/m²****AISLAMIENTO: 43dB**

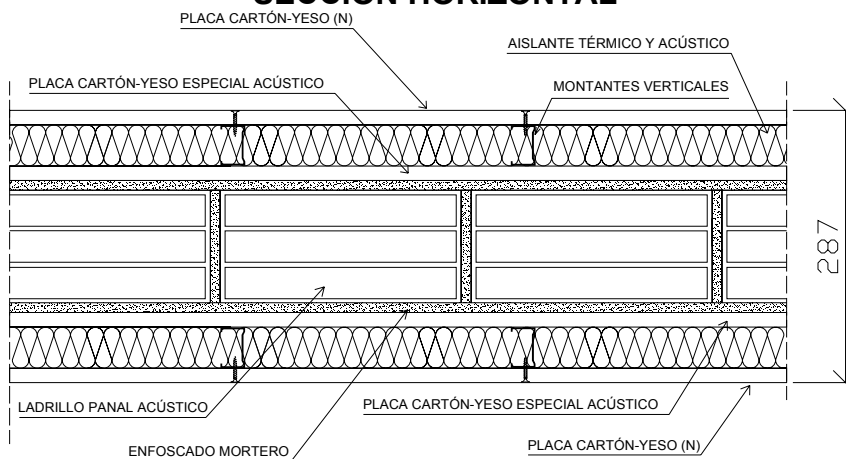
3.2.1.3 PAREDES SEPARADORAS DE PROPIEDADES O USUARIOS DISTINTOS

VIVIENDA / VIVIENDA

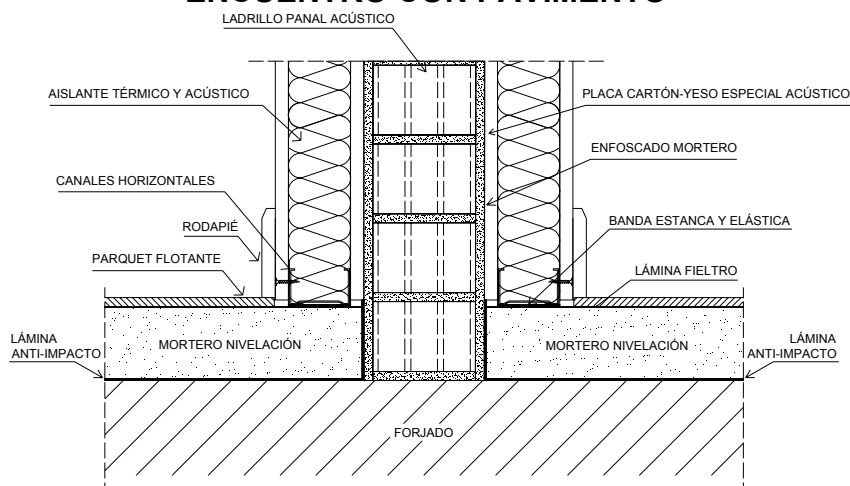
Este tabique de separación entre viviendas, esta formado por un ladrillo panel acústico de 24x11,5x9 de 11,5cm de espesor sentados con mortero de cemento procedente de central con juntas de 1cm, la última hilada recibida con yeso y enfoscado de mortero por ambas caras con espesor de 1cm. Por ambas caras lleva un trasdosado formado por una estructura de perfiles de 46mm de chapa de acero galvanizado a base de montantes (elementos verticales) y canales (elementos horizontales), relleno de lana de roca rígida de 30mm de espesor y 70Kg/m³ de densidad que ocupará el espacio entre placas. A cada lado de la perfilería se atornillará una placa de cartón-yeso laminado normal (N) de 15mm de espesor a los montantes mediante tornillos autorroscantes, la junta se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado. El panel interior será una placa de cartón-yeso laminado especial aislante acústico de 15mm pegado con cola al ladrillo panel.

En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca en los trasdosados a ambas caras bajo los perfiles.

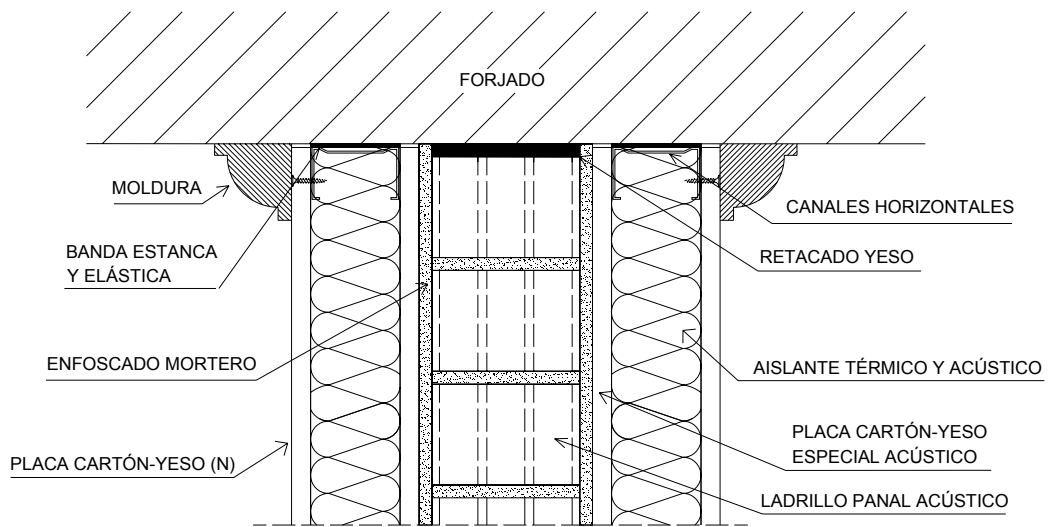
SECCIÓN HORIZONTAL



ENCUENTRO CON PAVIMENTO



ENCUENTRO CON TECHO



ESPESOR: 287mm

MASA: 215,72 Kg/m²

AISLAMIENTO: 45dBA

3.2.1.4 PAREDES SEPARADORAS DE ZONAS COMUNES

VIVIENDA / ZONA COMÚN

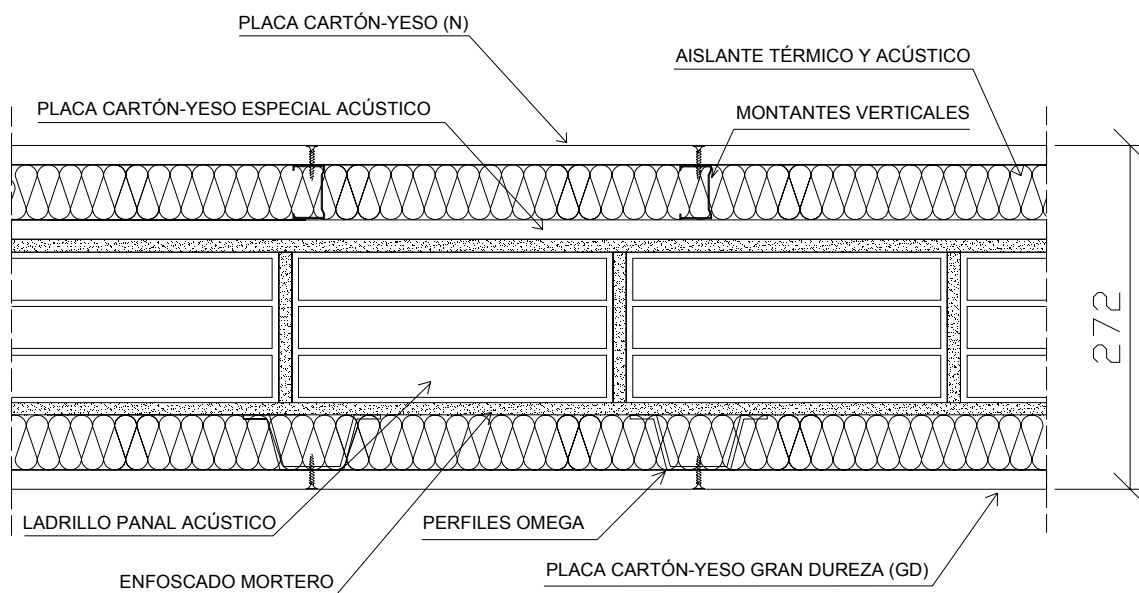
Este tabique de separación entre las viviendas y zonas comunes, esta formado por un ladrillo panal acústico de 24x11,5x9 de 11,5cm de espesor sentados con mortero de cemento procedente de central con juntas de 1cm, la última hilada recibida con yeso y enfoscado de mortero por ambas caras con espesor de 1cm.

Por la cara de la vivienda lleva un trasdosado formado por una estructura de perfiles de 46mm de chapa de acero galvanizado a base de montantes (elementos verticales) y canales (elementos horizontales), relleno de lana de roca rígida de 30mm de espesor y 70Kg/m^3 de densidad que ocupará el espacio entre placas. A cada lado de la perfilería se atornillará una placa de cartón-yeso laminado normal (N) de 15mm de espesor cogida a los montantes mediante tornillos autorroscantes, la junta se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado.

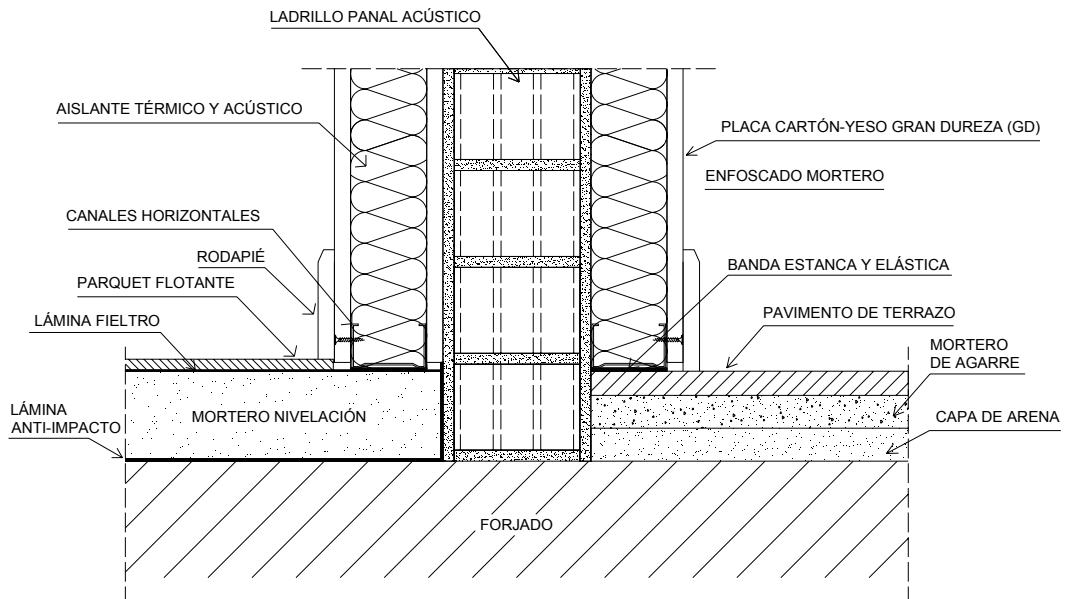
Trasdosado por el lado de la zona común llevara una placa de gran dureza (GC) de 15mm cogida mediante unos perfiles omega, entre la placa y los perfiles llevará ubicado el aislante térmico y acústico.

En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca en los trasdosados a ambas caras bajo los perfiles.

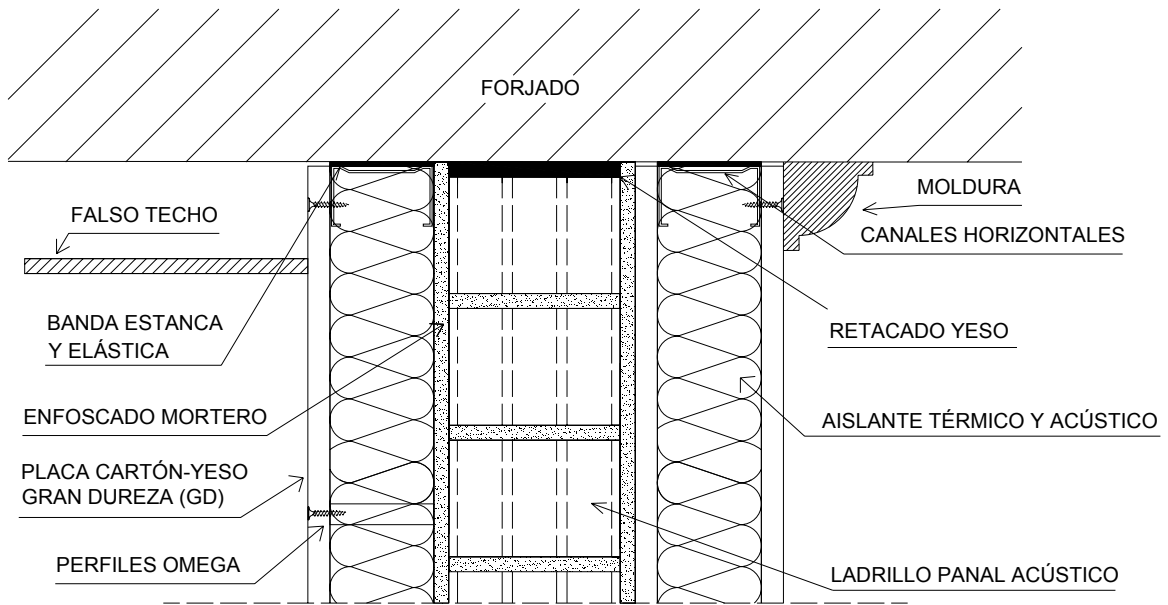
SECCIÓN HORIZONTAL



ENCUENTRO CON PAVIMENTO



ENCUENTRO CON TECHO



ESPESOR: 272mm

MASA: 205,72 Kg/m²

AISLAMIENTO: 45dBA

3.2.1.5 PAREDES SEPARADORAS DE SALA DE MÁQUINAS

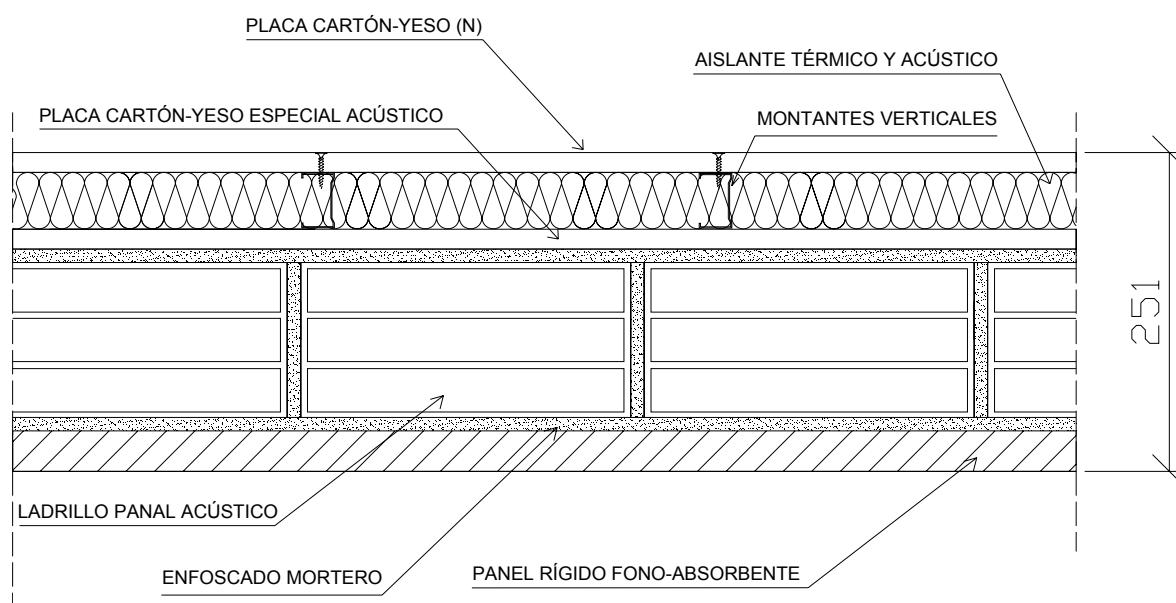
VIVIENDA / CAJA ASCENSOR

Este tabique es el de separación entre las viviendas y la caja de ascensor, esta formado por un ladrillo panal acústico de 24x11,5x9 de 11,5cm de espesor sentados con mortero de cemento procedente de central con juntas de 1cm, la última hilada recibida con yeso y enfoscado de mortero por ambas caras con espesor de 1cm.

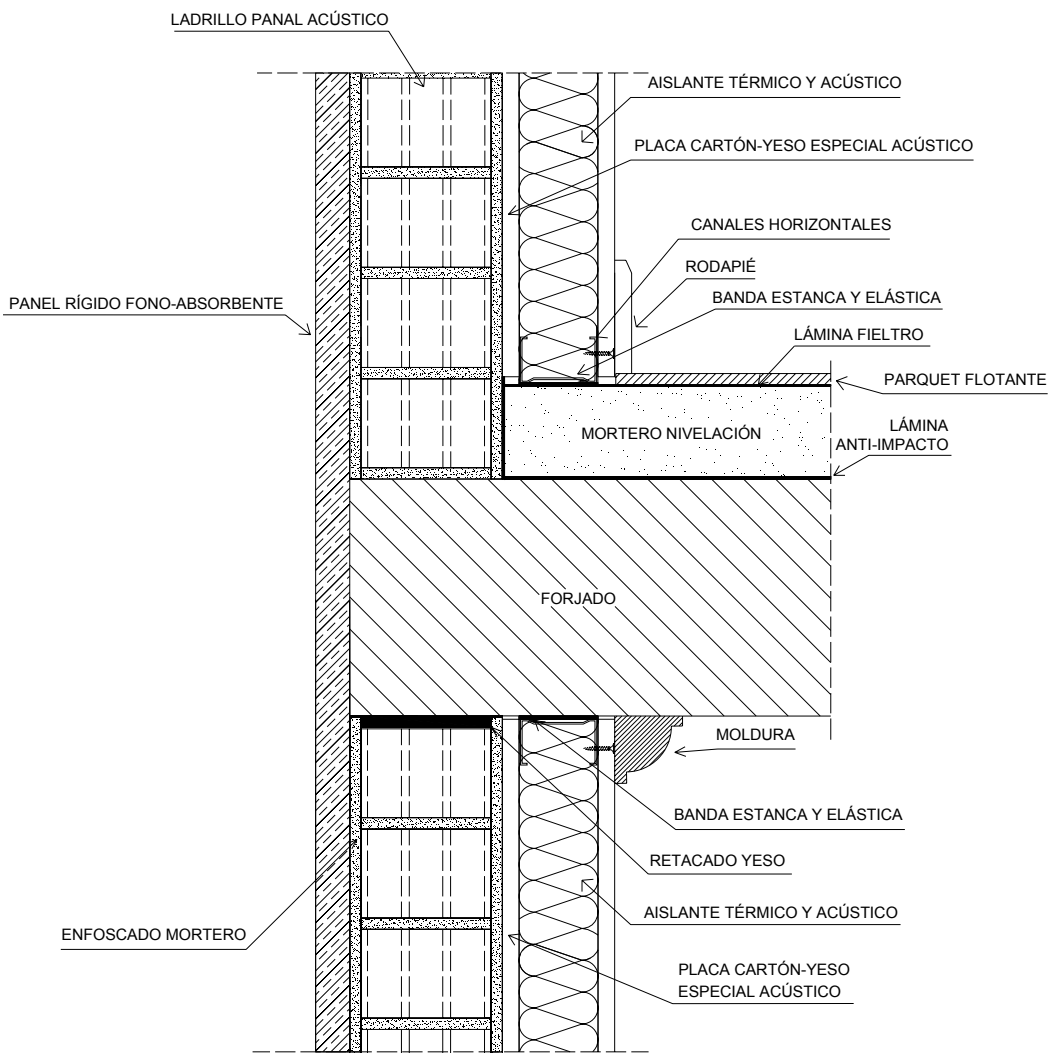
Por la cara de la vivienda lleva un trasdosado formado por una estructura de perfiles de 46mm de chapa de acero galvanizado a base de montantes (elementos verticales) y canales (elementos horizontales), relleno de lana de roca rígida de 30mm de espesor y 70Kg/m³ de densidad que ocupará el espacio entre placas. A cada lado de la perfilería se atornillará una placa de cartón-yeso laminado normal (N) de 15mm de espesor cogida a los montantes mediante tornillos autorroscantes, siendo la placa interior una placa especial acústica de 15mm, la junta se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado. Por el lado del ascensor el ladrillo panal se enfoscará con mortero hidrófugo de 1cm de espesor y se forrará con paneles fonoabsorbentes de lana de roca rígida de 40mm de espesor y 70Kg/m³ adheridos mediante mortero adhesivo.

En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca en el trasdosado bajo los perfiles.

SECCIÓN HORIZONTAL



SECCIÓN VERTICAL



ESPESOR: 251mm

MASA: 205,72 Kg/m²

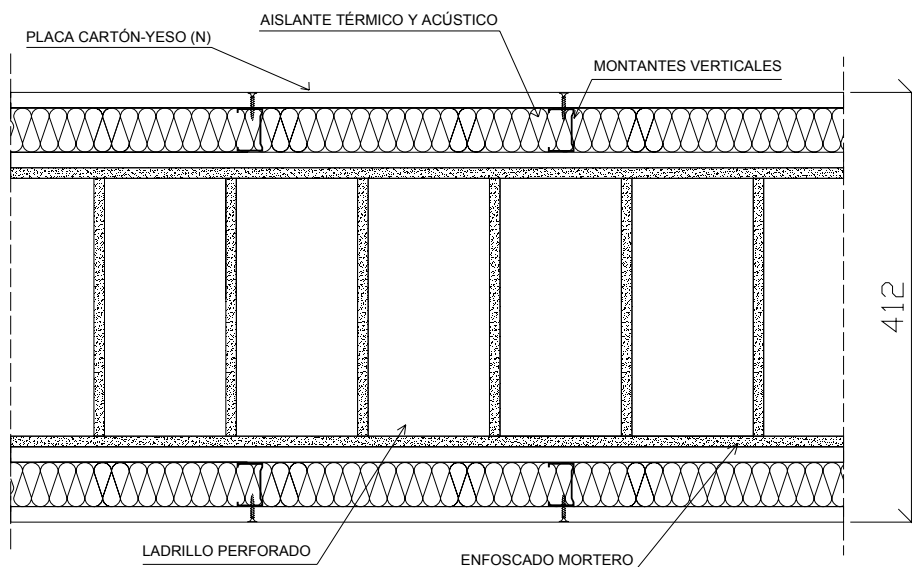
AISLAMIENTO: 45dBA

SALA DE MÁQUINAS

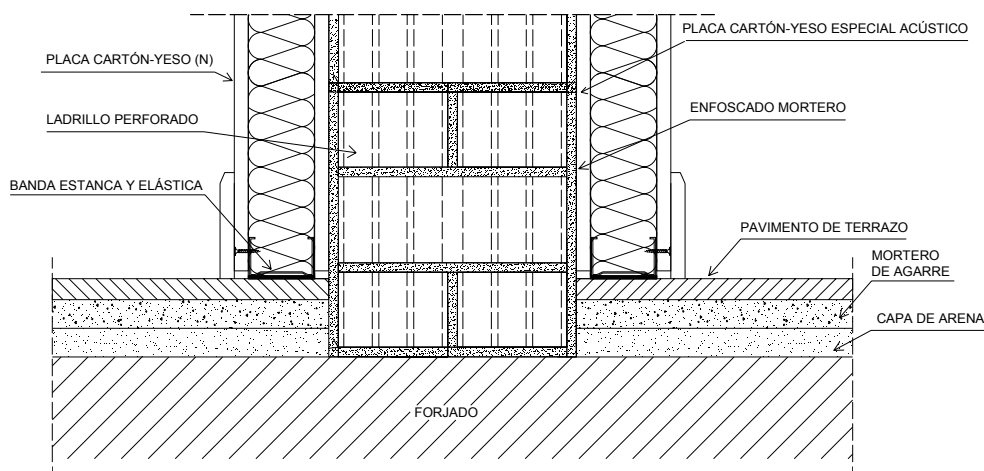
Los cerramientos que forman las paredes separadoras de las salas de máquinas están formados por un tabique de ladrillo cerámico perforado de 24cm de espesor, el ladrillo se enfoscará con mortero hidrófugo de 1cm, por ambas caras lleva un trasdosado formado por una estructura de perfiles de 46mm de chapa de acero galvanizado a base de montantes (elementos verticales) y canales (elementos horizontales), relleno de lana de roca rígida de 30mm de espesor y 70Kg/m^3 de densidad que ocupará el espacio entre placas. A cada lado de la perfilería se atornillará una placa de cartón-yeso laminado normal (N) de 15mm de espesor a los montantes mediante tornillos autorroscantes, la junta se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado.

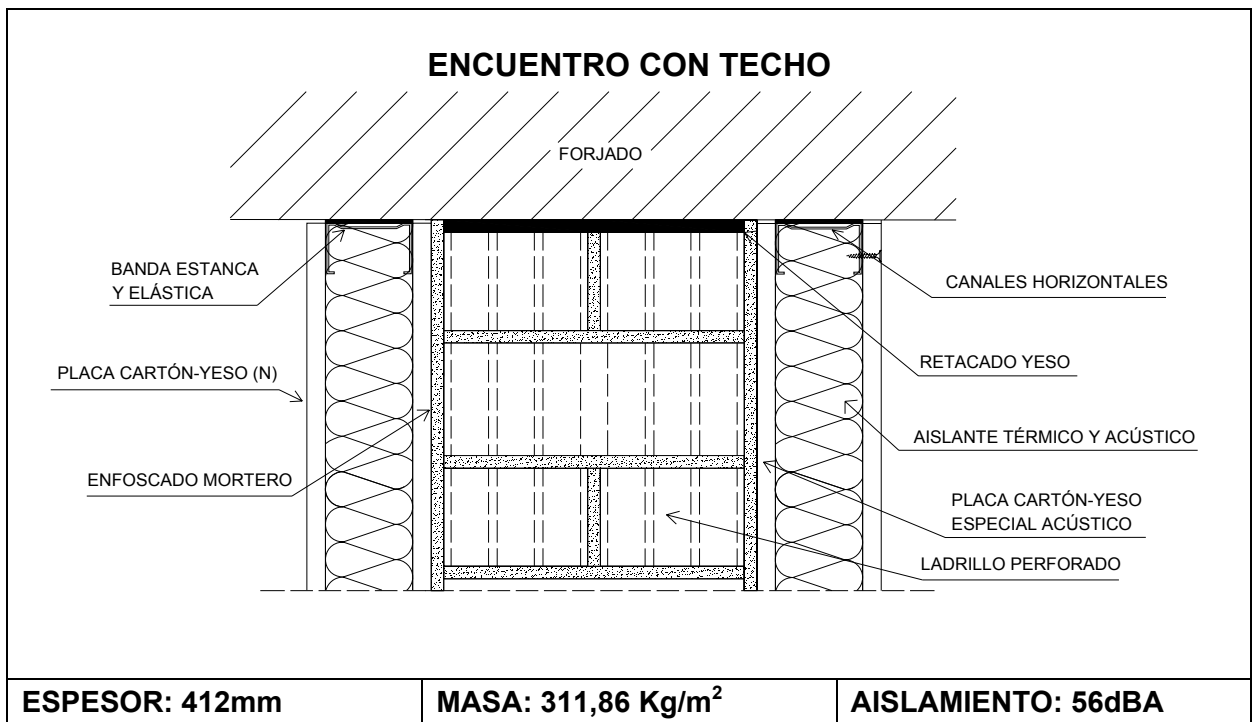
En el encuentro con el pavimento y con el techo se colocará una banda elástica y estanca en los trasdosados a ambas caras bajo los perfiles.

SECCIÓN HORIZONTAL



ENCUENTRO CON PAVIMENTO



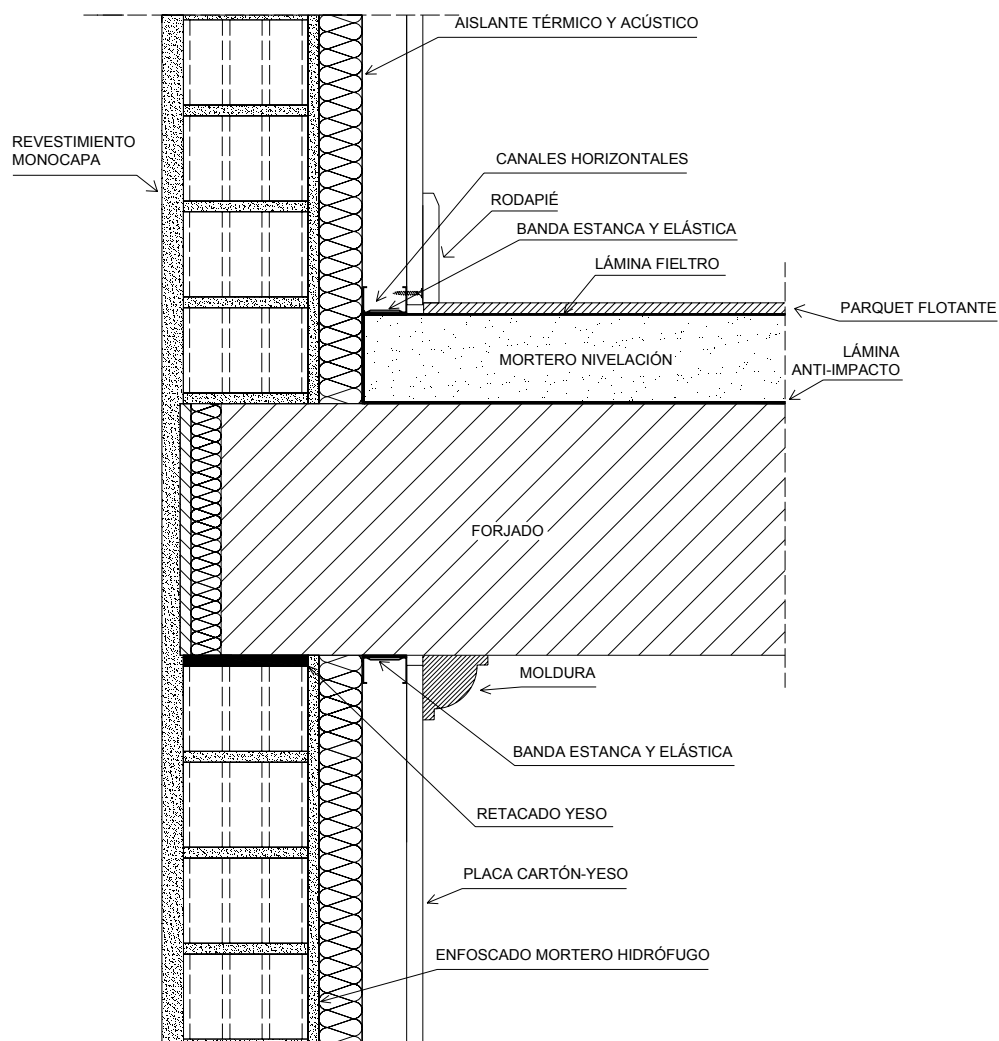


3.2.1.6 FACHADA**FACHADA (Tipo I)**

La fachada proyectada tipo I es de doble hoja, formada por un revestimiento exterior continuo monocapa de espesor 2cm, cerramiento de ladrillo perforado tipo panal de 11,5cm enfoscado con mortero hidrófugo de espesor 1,5cm, aislante térmico y acústico realizado con poliuretano proyectado "in situ" de espesor 4cm, cámara de aire no ventilada formada mediante el trasdosado de una placa de cartón-yeso laminado de 1,5cm se espesor atornillado sobre una estructura de montantes (elementos verticales) y rastreles (elementos horizontales) de chapa de acero galvanizado de 4,6cm de ancho, las juntas entre placas se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado.

El aislamiento proyectado de la parte ciega de la fachada es de 48dBA.

Para la parte acristalada de esta fachada se recurre a un cristal de doble hoja 6+6+4, cristal exterior de 6mm, cámara de aire de 6mm y hoja interior de cristal de 4mm, montado sobre una carpintería de aluminio A-3 que confiere a la ventana un aislamiento global de 29dBA.

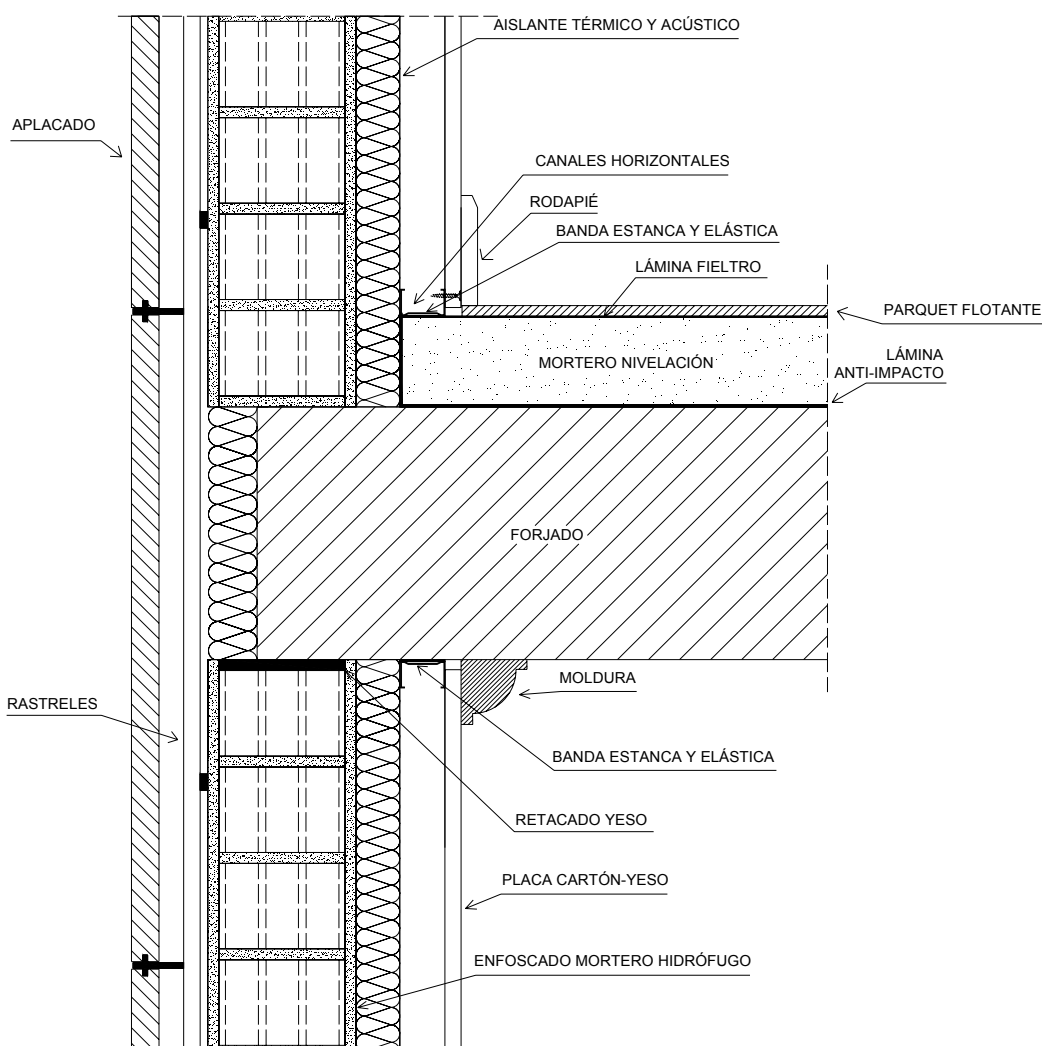
**ESPESOR: 246mm****MASA: 210 Kg/m²****AISLAMIENTO: 35dBA**

FACHADA (Tipo II)

La fachada proyectada Tipo II es una fachada ventilada de doble hoja, con revestimiento exterior formado por aplacado pétreo con mortero de agarre o aplacado con material tipo composite sobre rastreles, cerramiento de ladrillo perforado (11,5cm), enfoscado hidrófugo por el interior (1,5cm), aislamiento térmico y acústico realizado con poliuretano proyectado "in situ" de espesor 4cm, cámara de aire no ventilada formada mediante el trasdosado de una placa de cartón-yeso laminado de 1,5cm se espesor atornillado sobre una estructura de montantes (elementos verticales) y rastreles (elementos horizontales) de chapa de acero galvanizado de 4,6cm de ancho, las juntas entre placas se tratará con una cinta autoadhesiva y un posterior material de rejuntado.

El aislamiento proyectado de la parte ciega de la fachada es de 48dBA.

Para la parte acristalada de esta fachada se recurre a un cristal de doble hoja 6+6+4, cristal exterior de 6mm, cámara de aire de 6mm y hoja interior de cristal de 4mm, montado sobre una carpintería de aluminio A-3 que confiere a la ventana un aislamiento global de 29dBA.

**ESPESOR: 296mm****MASA: 245 Kg/m²****AISLAMIENTO: 32dBA**

3.2.2 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS HORIZONTALES

A continuación se recoge para cada tipología de cerramiento vertical de los que componen el proyecto su sistema constructivo, con la definición de su composición, su aislamiento proyectado a ruido aéreo, su masa y su espesor y los detalles constructivos necesarios para su correcta comprensión y ejecución en obra.

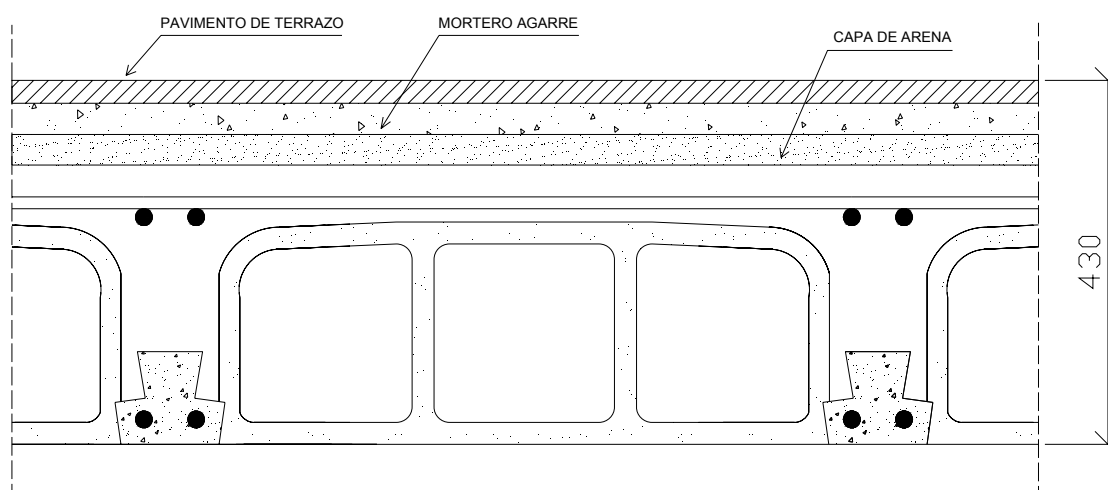
Los distintos tipos de elementos constructivos horizontales que nos encontramos en el proyecto son:

- Elementos horizontales de separación
 - Forjado planta baja y zonas comunes
 - Resto forjados
- Cubierta
 - Cubierta no transitable
 - Cubierta transitables
- Elementos horizontales de sala de máquinas
 - Sala de máquinas

3.2.2.1 ELEMENTOS HORIZONTALES DE SEPARACIÓN

FORJADO PLANTA BAJA Y ZONAS COMUNES

El forjado de planta baja que sirve de separación horizontal entre la planta baja y el sótano esta constituido por un forjado unidireccional de viguetas y bovedillas de hormigón de canto 30+5 y el pavimento será de terrazo continuo recibido con una capa de mortero de 3cm sobre una capa de arena de 2cm.



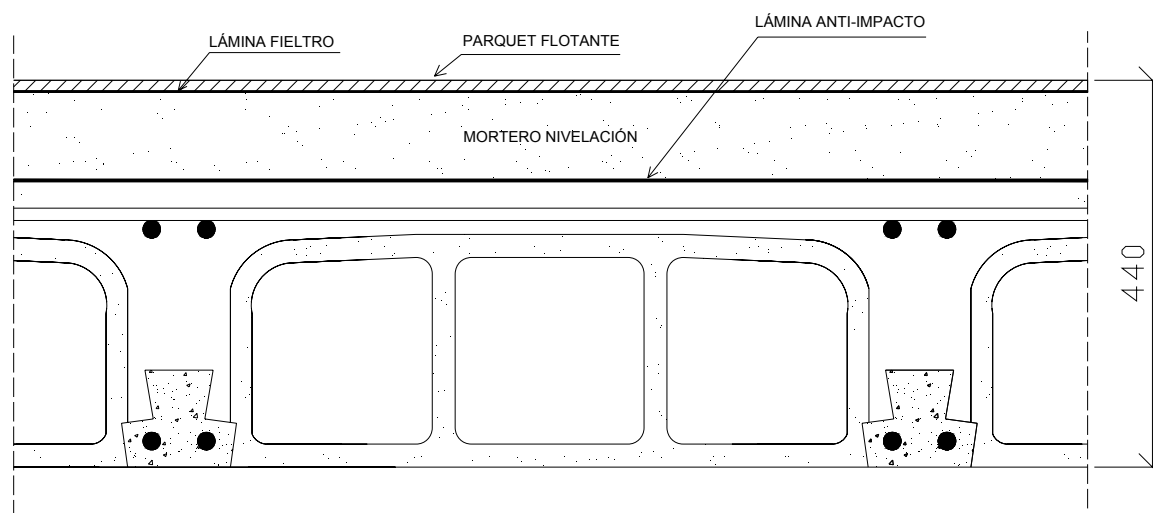
ESPESOR: 430mm

MASA: 520 Kg/m²

AISLAMIENTO: 57dBA

RESTO FORJADOS

El resto de los forjados son de tipo unidireccionales de vigueta y bovedilla de hormigón de canto 30+5 sobre el que se colocará una lámina anti-impacto y sobre ella una capa de mortero de nivelación con fibras de 7cm de espesor, el pavimento de acabado será de tarima flotante que se colocará sobre una lámina de fieltro.



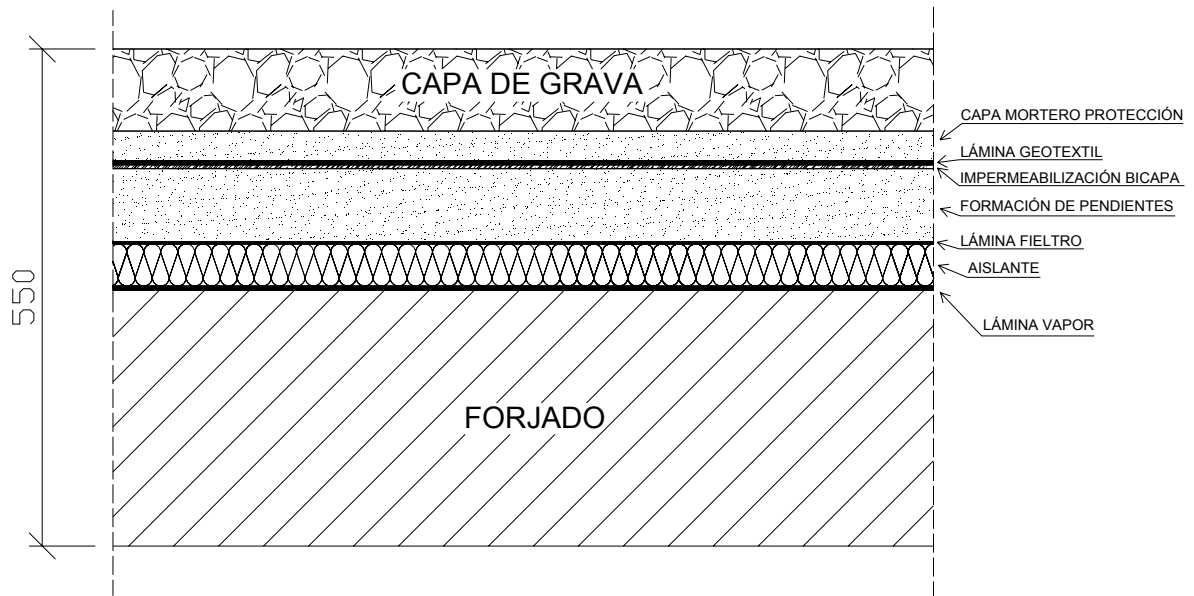
ESPESOR: 440mm

MASA: 470 Kg/m²

AISLAMIENTO: 55dBA

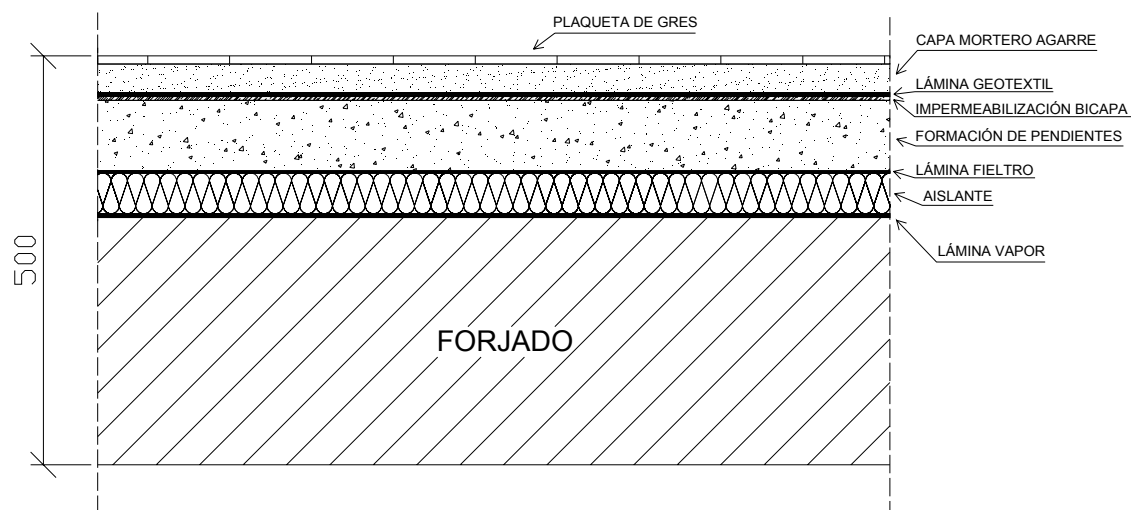
3.2.2.2 CUBIERTA**CUBIERTA NO TRANSITABLE**

La cubierta del edificio y casetones se resuelve mediante una cubierta no transitable formada por una lámina de vapor sobre el forjado, sobre la lámina se ubica el aislamiento térmico mediante placas rígidas de poliestireno extruído de 40mm, una lámina de fieltro sobre el aislante, formación de pendientes con hormigón celular sobre la que se ubica la impermeabilización, que se resuelve mediante una doble lámina bicapa no adherida con armadura de poliéster, se protegerá con una lámina geotextil, capa de regularización de 3cm de mortero con mallatex y una capa de acabado de grava de cantos rodados de 7cm, de origen silíceo con una granulometría de 18/25mm exenta de finos.

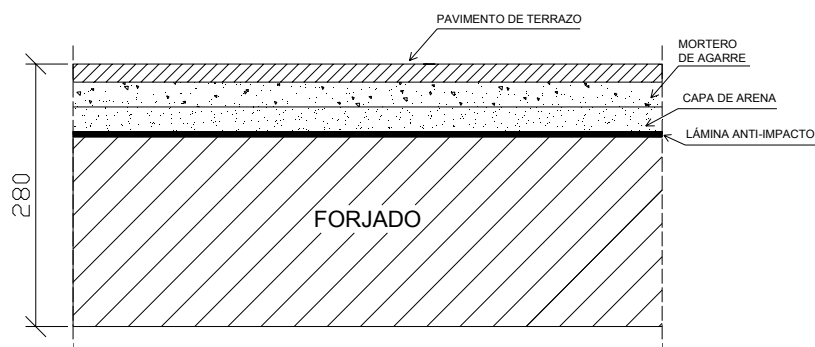
**ESPESOR: 550mm****MASA: 500 Kg/m²** **AISLAMIENTO: 55dBA**

CUBIERTA TRANSITABLE

La cubierta plana en terrazas de áticos y balcones es una cubierta transitable formada por un forjado de 30+5 con barrera de vapor, aislante térmico de placas de poliestireno extruido de 40mm, una lámina de fieltro, formación de pendientes mediante hormigón aligerado con mallatex. La impermeabilización es de tipo doble lámina bicapa no adherida con armadura de poliéster reforzado, capa geotextil antiadherente y acabado embaldosado con plaqueta de gres catalán antideslizante recibido con mortero de cemento con juntas de 1cm y juntas elásticas en encuentros con los cerramientos verticales.

**ESPESOR: 500 mm****MASA: 420 Kg/m²****AISLAMIENTO: 57dBA****3.2.2.3 ELEMENTOS HORIZONTALES DE SALA DE MÁQUINAS****SALA DE MÁQUINAS**

Los forjados de salas de máquinas y/o recintos de instalaciones estarán formados por una losa de hormigón armado de canto 22 con lámina anti-impacto, el pavimento será de terrazo continuo recibido con una capa de mortero de 3cm sobre una capa de arena de 2cm.

**ESPESOR: 280mm****MASA: 720 Kg/m²****AISLAMIENTO: 59dBA**

3.3 FICHA JUSTIFICATIVA DEL CUMPLIMIENTO DE LA NBE-CA-88

El presente cuadro expresa los valores del aislamiento a ruido aéreo de los elementos constructivos verticales, los valores del aislamiento global a ruido aéreo de las fachadas de los distintos locales, y los valores del aislamiento a ruido aéreo y el nivel de ruido de impacto en el espacio subyacente de los elementos constructivos horizontales, que cumplen los requisitos exigidos en los artículos 10.º, 11.º, 12.º, 13.º, 14.º, 15.º y 17.º de la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-82. «Condiciones Acústicas en los Edificios».

Elementos constructivos verticales			masa m en Kg/m ²	Aislamiento acústico a ruido aéreo R en dBA	
				Proyectado	Exigido
particiones interiores (art. 10.º)	Entre áreas de igual uso	TCY15mm + Aislamiento + TCY15mm	27,86	43	≥ 30
		ALIC + TCY15mm + Aislamiento + TCY15mm + ALIC	72	43	
	Entre áreas de uso distinto	TCY15mm + Aislamiento + TCY15mm + ALIC	50	43	≥ 35
		TCY15mm + Aislamiento + TCY15mm	27,86	43	
Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos (art. 11.º)	TCY15mm + Lana30mm + Ladri. panel ACUS11,5 + Lana30mm + TCY15mm		216	45	≥ 45
Paredes separadoras de zonas comunes interiores (art. 12.º)	TCY15mm + Lana30mm + Ladri. panel ACUS11,5 + Lana30mm + TCY15mm		206	45	≥ 45
Paredes separadoras de salas de máquinas (art. 17.º)	PYL15mm+Lana-roca+ENF.+LP24,5+ENF.+Lana40mm+TCY		312	56	≥ 55
	PYL15+lana-roca40+Panel-Aislante15+ENF.+LP115+ENF.+Panel		206	45	

		Parte ciega			Ventanas				Aislamiento acústico global a ruido aéreo a _g en dBA		
		s _c	m _c	a _c	s _v	e	a _v	s _v	a _c -a _g	Proyectado	Exigido
		m ²	Kg/m ²	dBA	m ²	mm	dBA	s _c +s _v	dBA		
Fachadas (art. 13.º) (1)	Monoc/LP11,5/PYL15	10,29	210	48	2,99	16	29	0,24	13	35	≥ 30
	Aplac./LP11,5/PYL15	9,65	245	48	8,97	16	29	0,3	16	32	

Elementos constructivos horizontales		masa m en Kg/m ²	Aislamiento acústico a ruido aéreo R en dBA		Nivel ruido impacto L _n en dBA	
			Proyectado	Exigido	Proyectado	Exigido
Elementos horizontales de separación (art. 14.º)	F.U.H.35+L.Anti+Parquet	470	55	≥ 45	79	≤ 80
	F.U.H.35+Bald terrazo	520	57			
	F.U.H. 35+solera	600	55			
Cubiertas (art. 15.º)	F.U.H.35+Aisla+Imperm.+Mort+Grava	500	55	≥ 45	78	≤ 80
	F.U.H.35+Aisla+Imperm.+Mort+Plaqueta	420	57			
Elementos horizontales separadores de salas de máquinas (art. 17.º)	Losa Hor22+L.Anti+Terrazo	720	59	≥ 55		

(1) El aislamiento global de estos elementos debe calcularse según lo expuesto en el Anexo 1 de la NBE-CA-88.

4- TIPOLOGÍAS Y EXIGENCIAS DEL CTE DB-HR

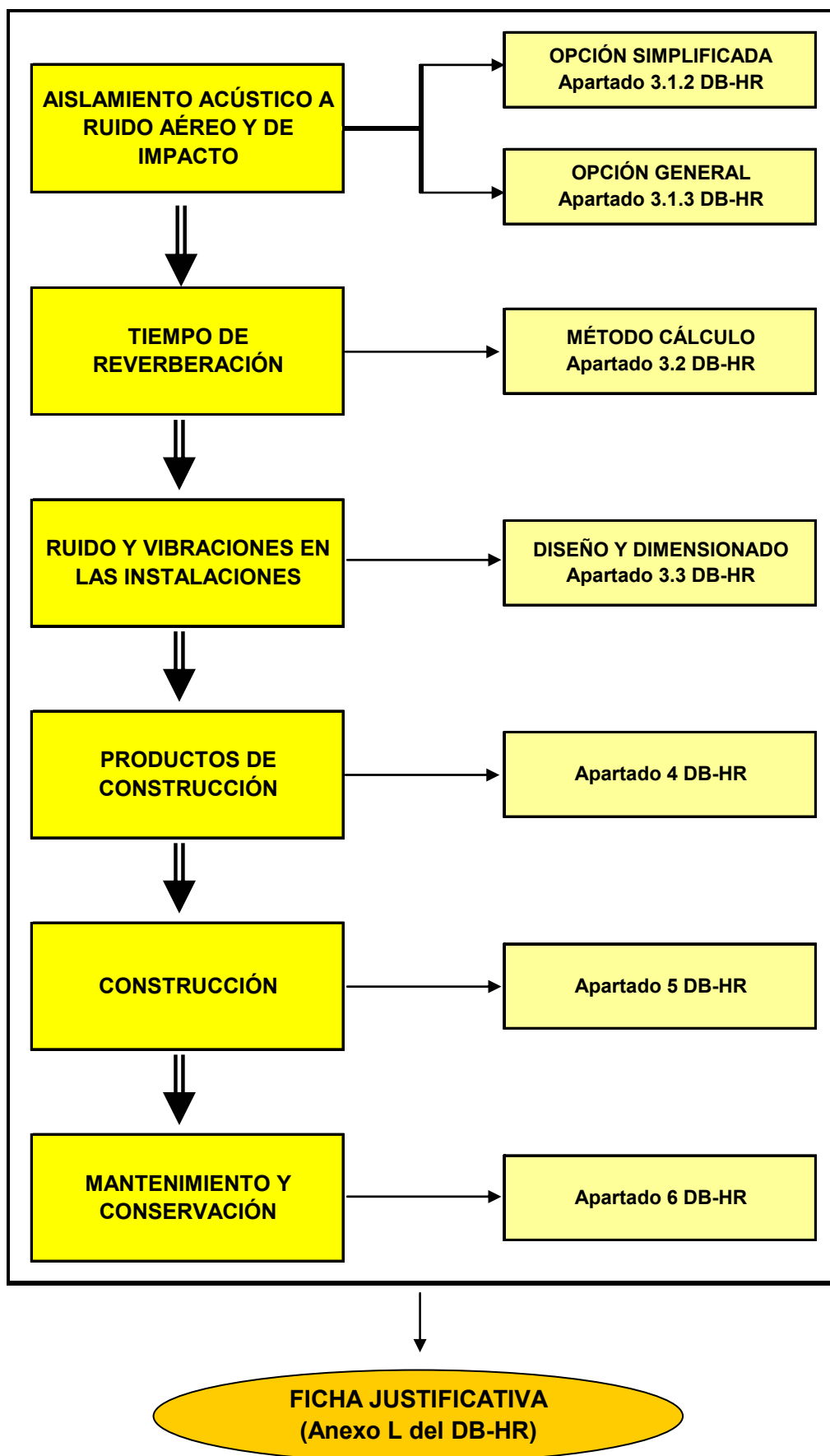
El Documento Básico de protección frente al ruido (DB-HR) tiene como misión establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias de protección frente al ruido.

La correcta aplicación del documento básico supone el cumplimiento de las exigencias.

Para el ámbito concreto que nos ocupa de la vivienda residencial el código técnico caracteriza y cuantifica las exigencias en siguientes apartados:

- Valores límite de aislamiento
 - Aislamiento acústico a ruido aéreo
 - Aislamiento acústico a ruido de impactos.
- Valores límite de tiempo de reverberación
- Ruido y vibraciones en las instalaciones
- Productos de construcción
- Construcción
- Mantenimiento y conservación

Para satisfacer correctamente estas exigencias de DB-HR propone la siguiente secuencia:



4.1 VALORES LÍMITE DE AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO

El aislamiento acústico a ruido aéreo es la diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en dBA, entre el recinto emisor y el receptor. Estos valores los deben de cumplir todos los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior.

4.1.1 RECINTOS PROTEGIDOS

Los recintos protegidos son aquellos recintos habitables con mejores características acústicas, en nuestro caso concreto de una edificación de viviendas son los dormitorios y los comedores. Las características mínimas que deben de cumplir los elementos constructivos tanto verticales como horizontales son los siguientes:

TIPOLOGÍA	AISLAMIENTO MÍNIMO A RUIDO AÉREO
<i>Misma unidad de uso (tabiquería)</i>	- Aislamiento ≥ 33 dBA
<i>Otras unidades de uso</i>	- Aislamiento ≥ 50 dBA
<i>Zonas comunes</i>	- Aislamiento global ≥ 50 dBA (puertas y ventanas ≥ 30 dBA)
<i>Recintos de instalaciones o recintos de actividad</i>	- Aislamiento ≥ 55 dBA

El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto protegido y el exterior viene dado en función de la zona donde se ubique el edificio y del índice de ruido día, este dato esta recogido en el Anexo 1 del Real decreto 1513/2005, de 16 de Diciembre.

Dependiendo del ruido de día (L_d) para nuestra zona entramos en la siguiente tabla y obtenemos el aislamiento mínimo con el que debe contar nuestra **fachada**.

ÍNDICE DE RUIDO DÍA (dBA)	DORMITORIOS	ESTANCIAS
$L_d \leq 60$	30dBA	30dBA
$60 < L_d \leq 65$	32dBA	30dBA
$65 < L_d \leq 70$	37dBA	32dBA
$70 < L_d \leq 75$	42dBA	37dBA
$L_d > 75$	47dBA	42dBA

En el caso de que no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, se aplicará el valor mínimo de 60dBA.

Para fachadas interiores (patios etc...) el valor del índice de ruido día se consideraran 10dBA menos. Si el ruido exterior predominante es de aeronaves el aislamiento obtenido de la tabla anterior se incrementará en 4dBA.

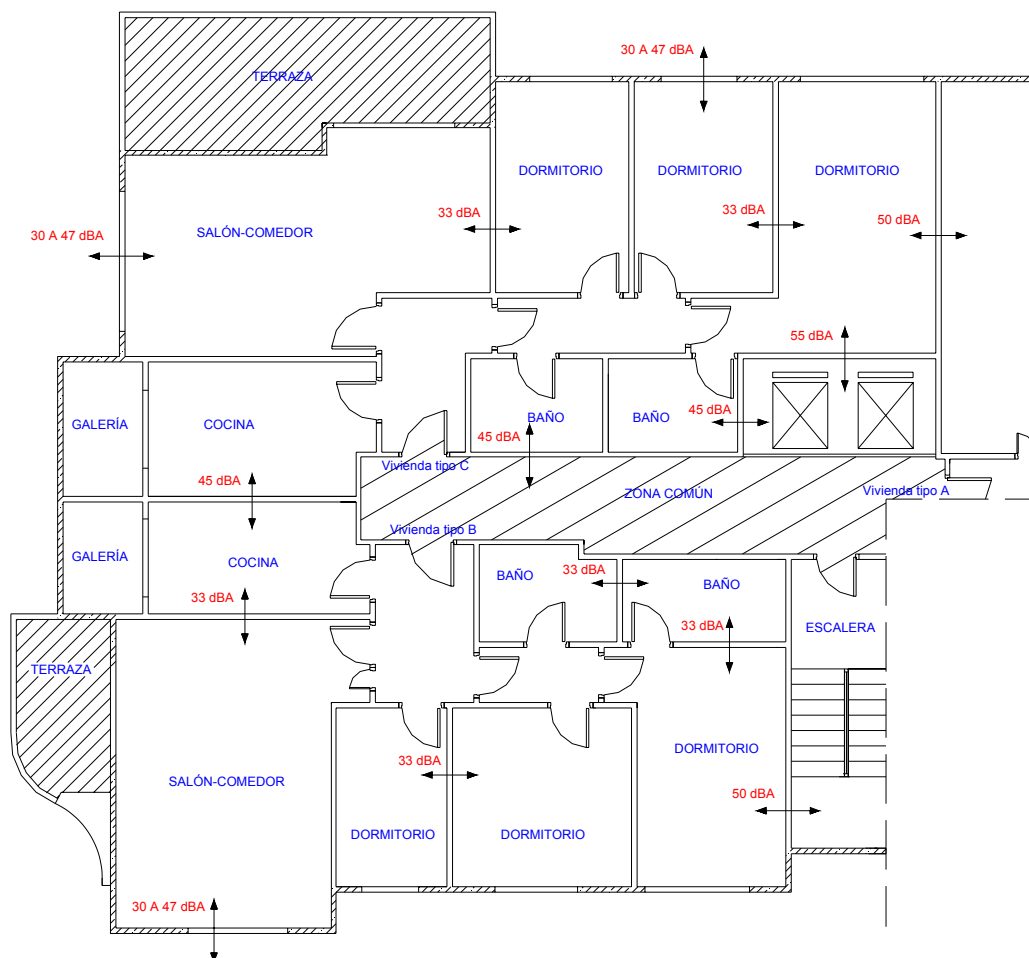
4.1.2 RECINTOS HABITABLES

Son los recintos interiores destinados al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia requieren unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Para nuestro caso concreto consideras recintos habitables a cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores.

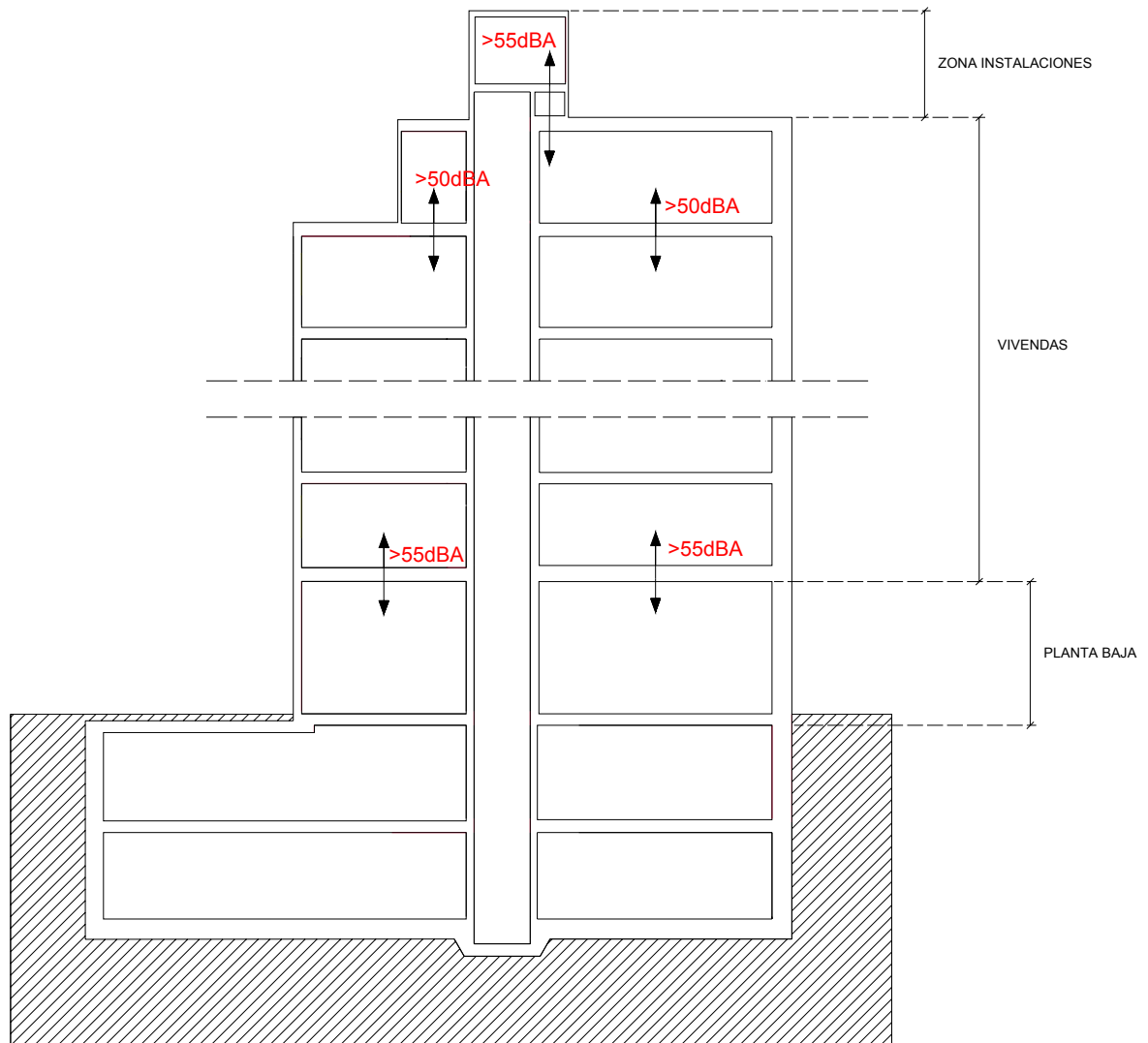
Las características mínimas que deben de cumplir los elementos constructivos tanto verticales como horizontales son los siguientes:

TIPOLOGÍA	AISLAMIENTO MÍNIMO A RUIDO AÉREO
<i>Misma unidad de uso (tabiquería)</i>	- Aislamiento ≥ 33 dBa
<i>Otras unidades de uso</i>	- Aislamiento ≥ 45 dBa
<i>Zonas comunes</i>	- Aislamiento global ≥ 45 dBa (puertas y ventanas ≥ 20 dBa)
<i>Recintos de instalaciones o recintos de actividad</i>	- Aislamiento ≥ 45 dBa

ESQUEMA DE LOS VALORES LÍMITE DE LOS AISLAMIENTOS A RUIDO AÉREO DE LOS ELEMENTOS VERTICALES



ESQUEMA DE LOS VALORES LÍMITE DE LOS AISLAMIENTOS A RUIDO AÉREO DE LOS ELEMENTOS HORIZONTALES

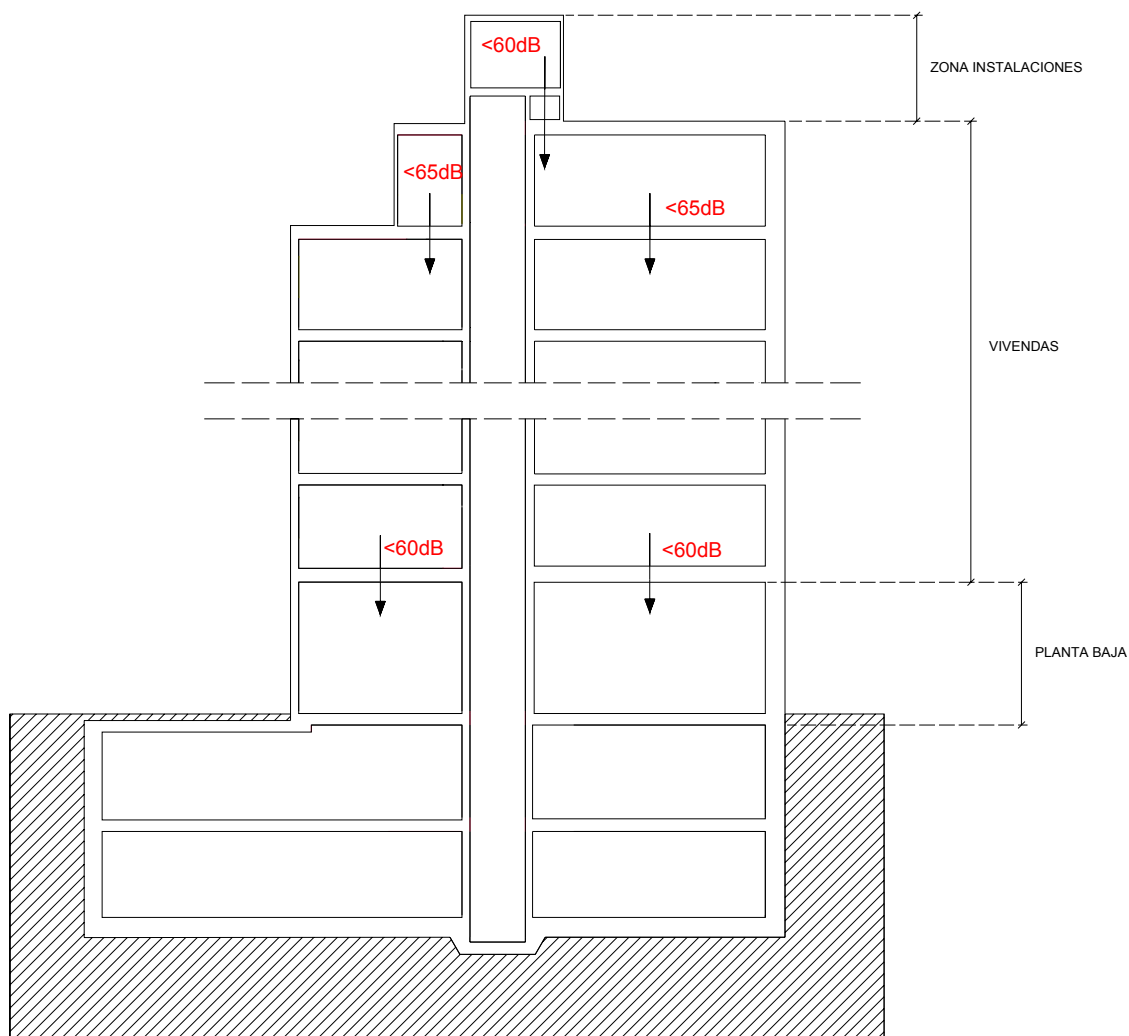


4.2 VALORES LÍMITE DE AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTOS

Los elementos constructivos de separación horizontal deben tener para los recintos protegidos las siguientes características:

TIPOLOGÍA	AISLAMIENTO MÍNIMO A RUIDO AÉREO
<i>Otras unidades de uso</i>	- Aislamiento $\leq 65\text{dB}$
<i>Zonas comunes</i>	- Aislamiento global $\leq 65\text{dB}$
<i>Recintos de instalaciones o recintos de actividad</i>	- Aislamiento $\leq 60\text{dB}$

ESQUEMA DE LOS VALORES LÍMITE DE LOS AISLAMIENTOS A RUIDO DE IMPACTOS



4.3 VALORES LÍMITE DE TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y ABSORCIÓN ACÚSTICA

El conjunto de los elementos constructivos que forman nuestro conjunto debe de contar con unos acabados superficiales y revestimientos que tengan la absorción acústica suficiente que cumplan con las exigencias establecidas en el DB-HR, que para edificios residenciales se trata de limitar la reverberación mediante la utilización de materiales con superficie absorbentes.

Para limitar la reverberación en zonas comunes la superficie absorbente A debe de ser al menos de 0,2m² por cada metro cúbico de la zona común.

Para el cálculo de la absorción y del tiempo de reverberación, a diferencia de lo establecido en la anterior norma (NBE-CA-88), se cojera la media de las frecuencias de valores 500, 1000 y 2000Hz conforme la siguiente expresión:

$$T = \frac{T_{500} + T_{1000} + T_{2000}}{3}$$

Estos cálculos de absorción y del tiempo de reverberación de las zonas comunes del edificio objeto del estudio se encuentran en el punto 6.2 y la ficha justificativa en el punto 8.3 de este trabajo.

Para salas de conferencias y aulas de hasta 350m³ el DB-HR propone dos métodos de cálculo para la absorción acústica y el tiempo de reverberación, que son el método general y el método simplificado.

4.4 RUIDO Y VIBRACIONES EN LAS INSTALACIONES

Se deben de limitar 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.

Las exigencias en cuanto a ruido y vibraciones se consideran satisfechas si se cumple:

- Que los conductos de instalaciones cuando se adosen a un elemento de separación vertical se revestirán de tal manera que no disminuyan el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.
- 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 sellaran las holguras de los huecos efectuados en el forjado para paso del conducto con una material elástico que impida el paso de vibraciones a la estructura del edificio.
- Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los conductos de instalaciones que discurren bajo el. Para ello, los conductos se revestirán de un material elástico.

El nivel máximo de potencia acústica admitido de los equipos situados en recintos de instalaciones viene dado por la expresión:

$$L_w \leq 70 + 10 \text{ Log } V - 10 \text{ Log } T + K \zeta^2 \quad (\text{dB})$$

Siendo:

L_w : Nivel de potencia acústica de emisión (dB).

V: Volumen del recinto de instalaciones (m^3).

T: Tiempo de reverberación del recinto.

ζ : Transmisibilidad del sistema antivibratorio, se obtiene de la tabla siguiente.

K: Factor que depende del tipo de equipo, se obtiene de la tabla siguiente.

TIPO DE EQUIPO	K	VALOR DE TRANSMISIBILIDAD (ζ) MÁXIMO
<i>Calderas</i>	12,5	0,15
<i>Bombas de impulsión</i>	12,5	0,10
<i>Maquinaria de los ascensores</i>	1000	0,01

Para los equipos situados en recintos protegidos el nivel de potencia acústica máximo emitido por un equipo, debe de ser menor que el valor del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado ponderado A ($L_{eqA,T}$) establecido en la siguiente tabla.

TIPO DE RECINTO	Valor de $L_{eqA,T}$
<i>Dormitorios y estancias</i>	30dBA
<i>Zonas comunes y servicios</i>	50dBA

4.4.1 CONDICIONES DE MONTAJE

- 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 base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función.
- En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, la bancada tendrá suficiente masa e inercia para evitar el paso de las vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- 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.
- Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.
- Se evitara suspensiones complementarias a la general, cuando las bombas se instalen en la cubierta.

4.4.2 INSTALACIONES HIDRÁULICAS

- Las conducciones colectivas del edificio deben llevarse por conductos aislados de los recintos protegidos y de los recintos habitables.
- En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos, abrazaderas y suspensiones elásticas.
- El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m^2 .
- En los cuartos húmedos en los que la instalación de evacuación 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.

4.4.3 INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO

- Los conductos de aire acondicionado deben estar revestidos de un material absorbente acústico 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.
- Se usarán rejillas y difusores terminales. El nivel de potencia acústica máximo generado por el paso del aire acondicionado viene dado por la expresión:

$$L_w \leq L_{eqA,T} + 10 \text{ Log } V - 10 \text{ Log } T - 14 \quad (\text{dB})$$

Siendo:

L_w : Nivel de potencia acústica de la rejilla (dB).

V: Volumen del recinto (m^3).

T: Tiempo de reverberación del recinto.

$L_{eqA,T}$: Valor del nivel sonoro continuo equivalente ponderado A.

4.4.4 VENTILACIÓN

- Deben aislarse los conductos y conducciones verticales de ventilación que discurran por recintos habitables y protegidos dentro de una unidad de uso, especialmente los conductos de extracción de humos de los garajes, que se considerarán recintos de instalaciones.
- En el caso de instalaciones de ventilación con admisión de aire por impulsión mecánica, los difusores deben cumplir con el nivel de potencia máximo especificado para instalaciones de aire acondicionado.

4.4.5 ASCENSORES Y MONTACARGAS

- Las guías se anclarán a los forjados del edificio mediante interposición de elementos elásticos, evitándose el anclaje a los elementos de separación verticales. La caja del ascensor se considerará un recinto de instalaciones a efectos de aislamiento acústico.
- La maquinaria de los ascensores estará desolidarizada de los elementos estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones y, cuando esté situada en una cabina independiente, ésta se considerará recinto de instalaciones a efectos de aislamiento acústico.
- 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.

4.5 PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

4.5.1 CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS PRODUCTOS

- 1- Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.
- 2- Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m^2 .
- 3- Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por:
 - a) la resistividad al flujo del aire, r , en kPa s/m^2 , obtenida según UNE EN 29053, y la rigidez dinámica, s' , en MN/m^3 , obtenida según UNE EN 29052-1 en el caso de productos de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación.
 - b) la rigidez dinámica, s' , en MN/m^3 , obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE, en el caso de productos aislantes de ruido de impactos utilizados en suelos flotantes y bandas elásticas.
 - c) el coeficiente de absorción acústica, α , al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio α_m , en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos.En caso de no disponer del valor del coeficiente de absorción acústica medio α_m , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado, α_w .
- 4- En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.

4.5.2 CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

1- Los elementos de separación verticales se caracterizan por el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA.

Los trasdosados se caracterizan por la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A , en dBA.

2- Los elementos de separación horizontales se caracterizan por:

a) el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA.

b) el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, en dB

Los suelos flotantes se caracterizan por:

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

b) la reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , en dB.

Los techos suspendidos se caracterizan por:

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

b) el coeficiente de absorción acústica medio, α_m , si su función es el control de la reverberación.

3- La parte ciega de las fachadas y de las cubiertas se caracterizan por:

a) el índice global de reducción acústica, R_w , en dB.

b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA.

c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, $R_{A,tr}$, en dBA.

d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB.

e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, C_{tr} , en dB.

Los huecos de las fachadas y de las cubiertas se caracterizan por:

a) el índice global de reducción acústica, R_w , en dB.

b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA.

c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, $R_{A,tr}$, en dBA.

d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB.

e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, C_{tr} , en dB.

f) la clase de ventana, según la norma UNE EN 12207.

g) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, $R_{A,tr}$, para las cajas de persianas, en dBA.

4- Los aireadores se caracterizan por la diferencia de niveles normalizada, ponderada A, $D_{n,e,A}$, en dBA.

5- Los sistemas, tales como techos suspendidos o conductos de instalaciones de aire acondicionado o ventilación, a través de los cuales se produzca la transmisión aérea indirecta, se caracterizan por la diferencia de niveles acústica normalizada para transmisión indirecta, ponderada A, $D_{n,s,A}$, en dBA.

6- Cada mueble fijo, tal como una butaca fija en una sala de conferencias o un aula, se caracteriza por el área de absorción acústica equivalente medio, $A_{O,m}$, en m^2 .

7- En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

4.5.3 CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA DE PRODUCTOS

1- En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los elementos constructivos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.

2- Deberá comprobarse que los productos recibidos:

- a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto.
- b) disponen de la documentación exigida.
- c) están caracterizados por las propiedades exigidas.
- d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.

3- En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

4.6 CONSTRUCCIÓN

En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.

4.6.1 EJECUCIÓN

Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de ejecución de los elementos constructivos. En especial se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes:

4.6.1.1 ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES Y TABIQUERÍA

- 1- Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes. Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes, excepto cuando se interponga entre ambos una hoja de fábrica o una placa de yeso laminado.
- 2- Las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos deben ser estancas, para ello se sellarán o se emplearán cajas especiales para mecanismos en el caso de los elementos de separación verticales de entramado autoportante.

De fábrica o paneles prefabricados pesados y trasdosados de fábrica

- 1- Deben rellenarse las llagas y los tendeles con mortero ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas.
- 2- Deben retacarse con mortero las rozas hechas para paso de instalaciones de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto.
- 3- En el caso de elementos de separación verticales formados por dos hojas de fábrica separadas por una cámara, deben evitarse las conexiones rígidas entre las hojas que puedan producirse durante la ejecución del elemento, debidas, por ejemplo, a rebabas de mortero o restos de material acumulados en la cámara. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe cubrir toda su superficie. Si éste no rellena todo el ancho de la cámara, debe fijarse a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del mismo dentro de la cámara.

4- Cuando se empleen bandas elásticas, éstas deben quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y fachadas, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material.

5- En el caso de elementos de separación verticales con bandas elásticas (tipo 2) cuyo acabado superficial sea un enlucido, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido del techo en su encuentro con el forjado superior, para ello, se prolongará la banda elástica o se ejecutará un corte entre ambos enlucidos. Para rematar la junta, podrán utilizarse cintas de celulosa microperforada.

6- De la misma manera, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido de la hoja principal de las fachadas de una sola hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.

De entramado autoportante y trasdosados de entramado

1- Los elementos de separación verticales de entramado autoportante deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102040 IN y los trasdosados, bien de entramado autoportante, o bien adheridos, deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102041 IN. En ambos casos deben utilizarse los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas de estanquidad establecidos por el fabricante de los sistemas.

2- Las juntas entre las placas de yeso laminado y de las placas con otros elementos constructivos deben tratarse con pastas y cintas para garantizar la estanquidad de la solución.

3- En el caso de elementos formados por varias capas superpuestas de placas de yeso laminado, deben contrapearse las placas, de tal forma que no coincidan las juntas entre placas ancladas a un mismo lado de la perfilera autoportante.

4- El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones puesto en la cámara debe rellenarla en toda su superficie, con un espesor de material adecuado al ancho de la perfilera utilizada.

5- En el caso de trasdosados autoportantes aplicados a un elemento base de fábrica, se cepillará la fábrica para eliminar rebabas y se dejarán al menos 10mm de separación entre la fábrica y los canales de la perfilera.

4.6.1.2 ELEMENTOS DE SEPARACIÓN HORIZONTALES

Suelos flotantes

1- Previamente a la colocación del material aislante a ruido de impactos, el forjado debe estar limpio de restos que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.

2- El material aislante a ruido de impactos cubrirá toda la superficie del forjado y no debe interrumpirse su continuidad, para ello se solaparán o sellarán las capas de material aislante, conforme a lo establecido por el fabricante del aislante a ruido de impactos.

3- En el caso de que el suelo flotante estuviera formado por una capa de mortero sobre un material aislante a ruido de impactos y este no fuera impermeable, debe protegerse con una barrera impermeable previamente al vertido del hormigón.

4 Los encuentros entre el suelo flotante y los elementos de separación verticales, tabiques y pilares deben realizarse de tal manera que se eliminen contactos rígidos entre el suelo flotante y los elementos constructivos perimétricos.

Techos suspendidos y suelos registrables

1- Cuando discurran conductos de instalaciones por el techo suspendido o por el suelo registrable, debe evitarse que dichos conductos conecten rígidamente el forjado y las capas que forman el techo o el suelo.

2- En el caso de que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deben formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no debe disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.

3- En el caso de techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste debe rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante.

4- Deben sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes.

4.6.1.3 FACHADAS Y CUBIERTAS

La fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, así como la fijación de las cajas de persiana, debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

4.6.1.4 INSTALACIONES

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

4.6.1.5 ACABADOS SUPERFICIALES

Los acabados superficiales, especialmente pinturas, aplicados sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deben modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

4.6.2 CONTROL DE LA EJECUCIÓN

- 1- El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y las modificaciones autorizadas por el Director de Obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.
- 2- Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones del proyecto y con la frecuencia indicada en el mismo.
- 3- Se incluirá en la documentación de la obra ejecutada cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución, sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en el DB-HR.

4.6.3 CONTROL DE LA OBRA TERMINADA

- 1- En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.
- 2- En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del DB-HR.
- 3- Para el cumplimiento de las exigencias del DB-HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos de 3dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1s para tiempo de reverberación.

4.7 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

- 1- Los edificios deben mantenerse de tal forma que en sus recintos se conserven las condiciones acústicas exigidas inicialmente.
- 2- Cuando en un edificio se realice alguna reparación, modificación o sustitución de los materiales o productos que componen sus elementos constructivos, éstas deben realizarse con materiales o productos de propiedades similares, y de tal forma que no se menoscaben las características acústicas del mismo.
- 3- Debe tenerse en cuenta que la modificación en la distribución dentro de una unidad de uso, como por ejemplo la desaparición o el desplazamiento de la tabiquería, modifica sustancialmente las condiciones acústicas de la unidad.

5- COMPARACIÓN EXIGENCIAS ENTRE NBE-CA-88 Y CTE DB-HR

5.1 AISLAMIENTOS A RUIDO AÉREO

5.1.1 ELEMENTOS VERTICALES

El siguiente cuadro resume según la clasificación del código técnico (DB-HR), para cada tipología y para cada estancia de los que nos encontramos en el proyecto a estudiar, los aislamientos exigidos para cada tipo de partición vertical y el aislamiento que se exigía en la anterior norma básica (NBE-CA-88).

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS		AISLAMIENTO EXIGIDO		
TIPOLOGÍAS	ESTANCIAS	CTE DB-HR	NBE-CA-88	
RECINTOS PROTEGIDOS	MISMA UNIDAD DE USO (Tabiquería)	Dormitorio-Dormitorio	33dBA	30dBA
		Cocina-Salón		35dBA
		Salón-Dormitorio		35dBA
		Baño-Dormitorio		35dBA
		Cocina-dormitorio		35dBA
	OTRA UNIDAD DE USO	Vivienda-Vivienda	50dBA	45dBA
	ZONA INSTALACIONES	Salas instalaciones o recintos de actividad	55dBA	55dBA
ZONA COMÚN	Vivienda-Zona común	50dBA	45dBA	
FACHADA	Fachada	30 a 47dBA	30dBA	
RECINTOS HABITABLES	MISMA UNIDAD DE USO	Baño-Baño	33dBA	30dBA
	OTRA UNIDAD DE USO	Vivienda-Vivienda	45dBA	45dBA
	ZONA COMÚN	Vivienda-Zona común	45dBA	45dBA
	ZONA INSTALACIONES	Salas instalaciones o recintos de actividad	45dBA	55dBA

Observamos que el CTE ha unificado todos los elementos de tabiquería interior, dando un valor de aislamiento de 33dBA, con la NBE-CA-88 las exigencias eran de 30 o 35dBA dependiendo si son áreas de igual o de distinto uso.

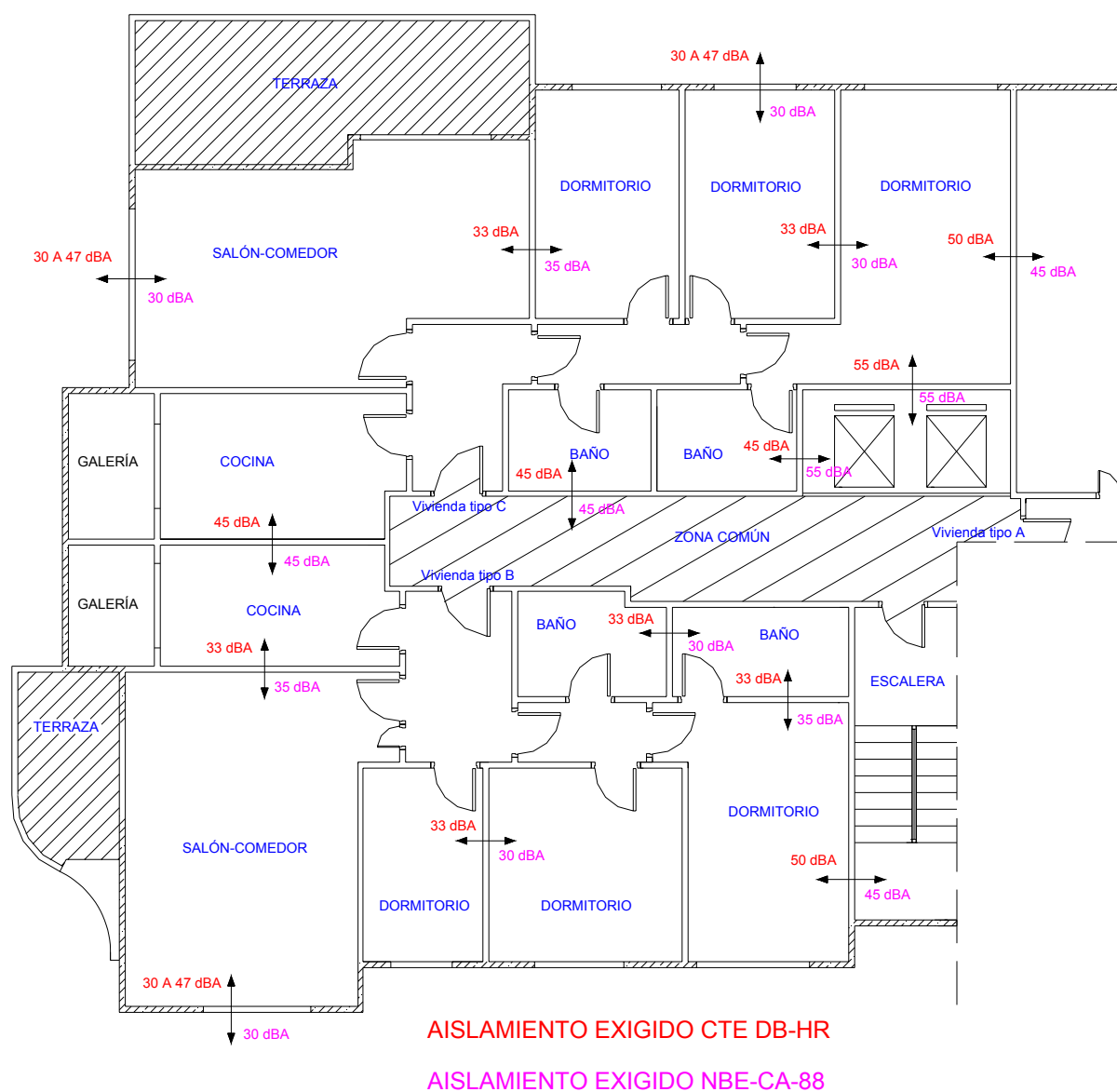
En todos los recintos calificados como protegidos se produce un aumento general del aislamiento mínimo de unos 5dBA.

En fachada con la norma NBE-CA-88 se pide un aislamiento mínimo de 30dBA y con el CTE la exigencia aumenta hasta los 47dBA, aunque el valor final del aislamiento que debe de tener la fachada viene dado en función de la zona donde se ubique el edificio y del índice de

ruido día, este dato esta recogido en el Anexo 1 del Real decreto 1513/2005, de 16 de Diciembre.

Para nuestro caso en concreto, al no haber mapa de ruido para la zona en la que se ubica el edificio el aislamiento global de la fachada debe de ser mayor o igual a 30dB que es el valor que recomienda el DB-HR cuando no hay datos, pero dada la ubicación de la vivienda hay que sumar 4dB por el ruido de aeronaves, con lo cual el aislamiento global exigido para la fachada del edificio es de 34dBA.

ESQUEMA DE COMPARACIÓN DE EXIGENCIAS DE LOS AISLAMIENTOS MÍNIMOS EXIGIDOS A RUIDO AÉREO EN LOS ELEMENTOS VERTICALES



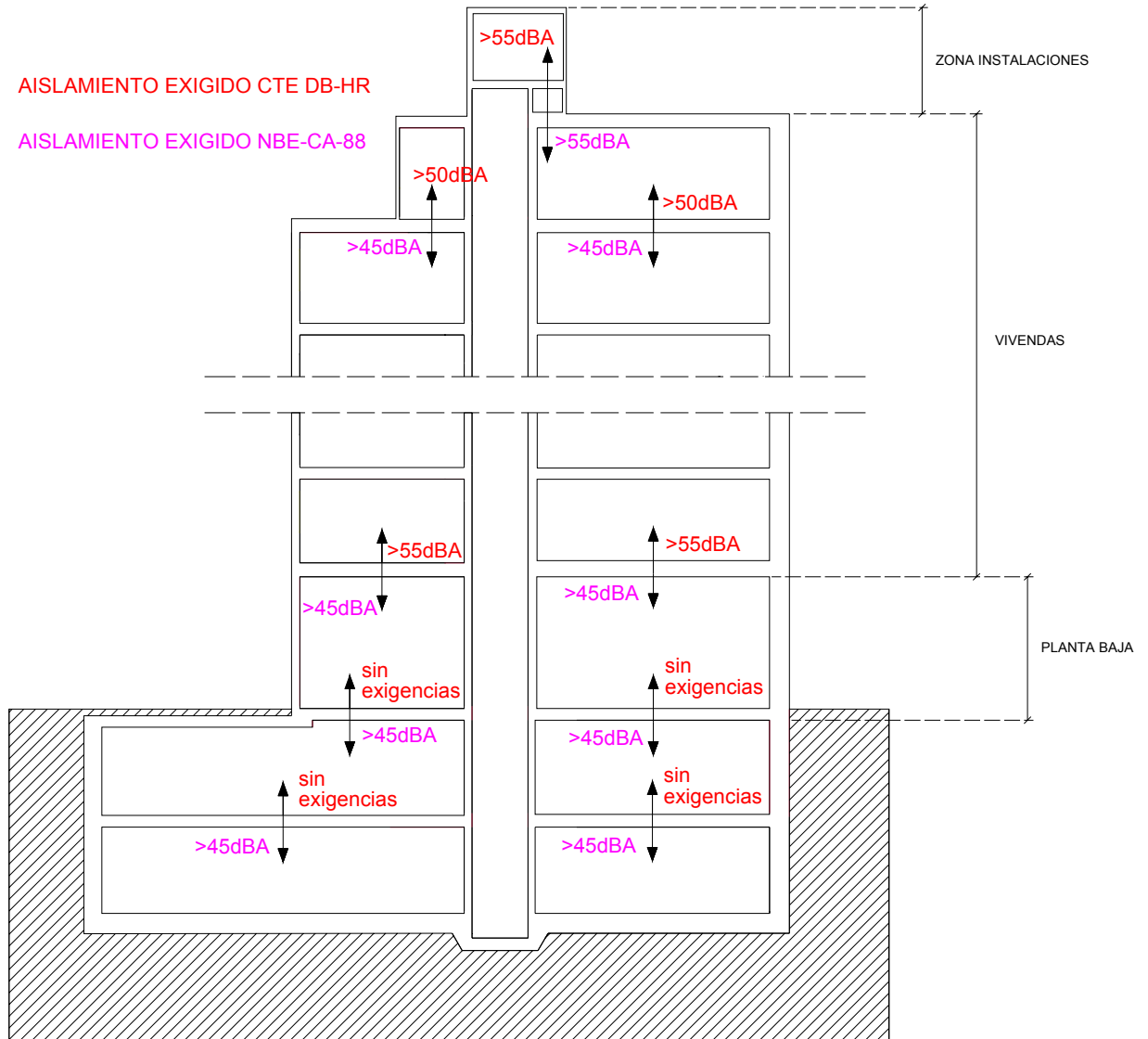
5.1.2 ELEMENTOS HORIZONTALES

El siguiente cuadro resume según la clasificación del código técnico (DB-HR), para cada tipología y para cada elemento constructivo horizontal de los que nos encontramos en el proyecto a estudiar, los aislamientos exigidos a ruido aéreo y el aislamiento que se exigía en la anterior norma básica.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS		AISLAMIENTO EXIGIDO		
TIPOLOGÍAS		ESTANCIAS	CTE DB-HR	NBE-CA-88
<i>RECINTOS PROTEGIDOS</i>	<i>OTRA UNIDAD DE USO</i>	Vivienda-Vivienda	50dBA	45dBA
	<i>ZONA COMÚN</i>	Vivienda-Zona común	50dBA	45dBA
	<i>ZONA INSTALACIONES</i>	Instalaciones o recintos de actividad	55dBA	55dBA
<i>RECINTOS HABITABLES</i>	<i>OTRA UNIDAD DE USO</i>	Vivienda-Vivienda	45dBA	45dBA
	<i>ZONA COMÚN</i>	Vivienda-Zona común	45dBA	45dBA
	<i>ZONA INSTALACIONES</i>	Instalaciones o recintos de actividad	45dBA	55dBA

El CTE ha aumentado las restricciones de aislamiento en 5dBA en los recintos protegidos (a excepción de las zonas de instalaciones), pero en cambio en los recintos habitables se mantienen el nivel de las exigencias anteriores, o en el caso de los recintos de instalaciones la exigencia mínima a disminuido en 10dBA, debido principalmente a que los recintos habitables son locales en los que se genera ruido con lo cual la exigencia debía bajar, al contrario que en los recintos protegidos que necesitan una mayor protección al ruido.

ESQUEMA DE COMPARACIÓN DE LOS AISLAMIENTOS EXIGIDOS A RUIDO AÉREO EN LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS HORIZONTALES



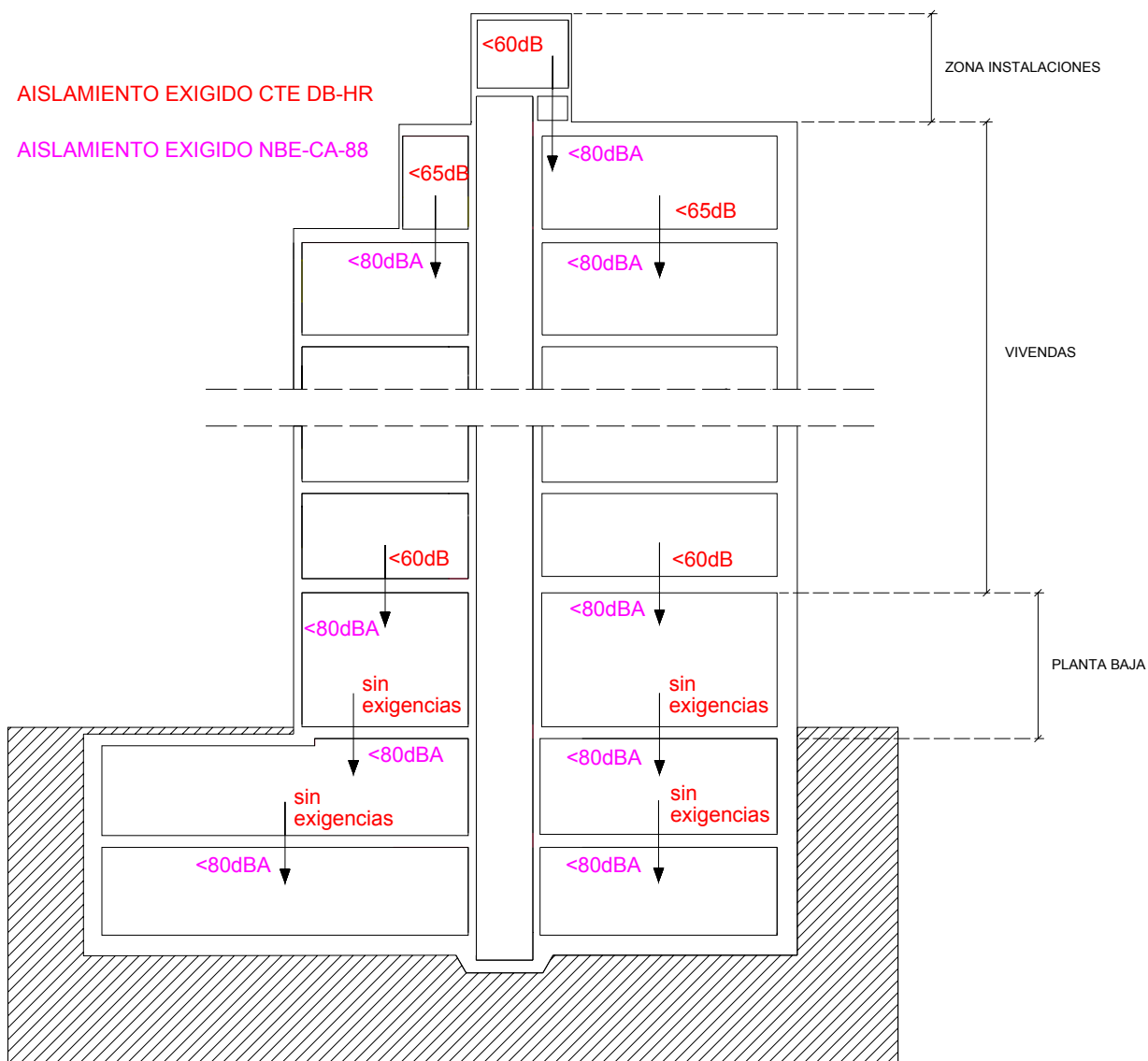
5.2 AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO

El siguiente cuadro resume según la clasificación del código técnico, para cada tipología y para cada estancia de los que nos encontramos en el proyecto a estudiar, los aislamientos exigidos a ruido de impacto para cada tipo de partición horizontal y el aislamiento que se exigía en la anterior norma básica.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS		AISLAMIENTO EXIGIDO		
TIPOLOGÍAS		ESTANCIAS	CTE DB-HR	NBE-CA-88
RECINTOS PROTEGIDOS	<i>OTRA UNIDAD DE USO</i>	Vivienda-Vivienda	<65dB	<80dBA
	<i>ZONA COMÚN</i>	Vivienda-Zona común	<65dB	<80dBA
	<i>ZONA INSTALACIONES</i>	Instalaciones o recintos de actividad	<60dB	<80dBA

Las exigencias del CTE sobre aislamientos mínimos a ruido de impacto han aumentado considerablemente, ya que se pasa de un valor máximo 80dBA que exigía la NBE-CA-88 a pedir un nivel igual o inferior a 65dB, lo cual es un aumento de la restricción de un 18,75% respecto al valor anterior.

ESQUEMA DE COMPARACIÓN DE LOS AISLAMIENTOS EXIGIDOS A RUIDO DE IMPACTO



6- APLICACIÓN DEL CTE (DISEÑO Y DIMENSIONADO)

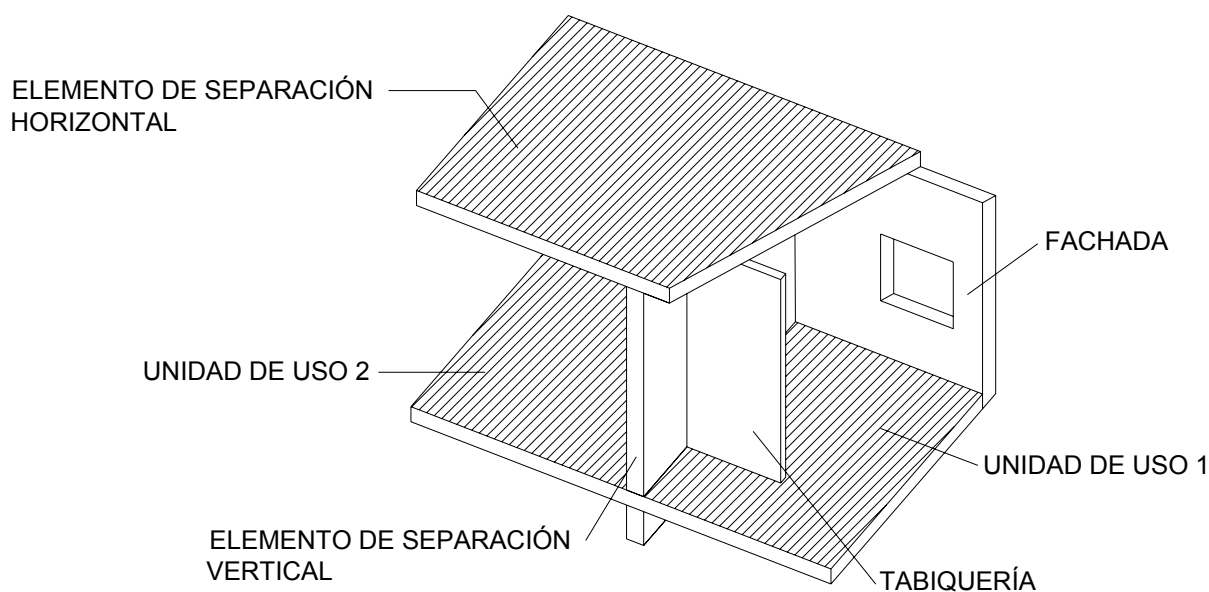
6.1 AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y A RUIDO DE IMPACTO

Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, puede elegirse una de las dos opciones siguientes:

- Opción simplificada
- Opción general

6.1.1 MÉTODO SIMPLIFICADO

La opción simplificada proporciona aislamientos a ruido aéreo y a ruido de impacto para cumplir las exigencias de los valores mínimos, aportando soluciones para todos los elementos constructivos (tanto verticales como horizontales) que influyen en la transmisión del ruido y de las vibraciones entre recintos. Esta opción es aplicable a edificios de uso residencial.



Para cada uno de los elementos constructivos se establecen unas tablas con los valores de aislamiento mínimos de los parámetros acústicos que los definen. La opción simplificada es válida para uso residencial.

Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos deben distinguirse:

- Tabiquería
- Elementos de separación verticales y horizontales
- Medianerías
- Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior

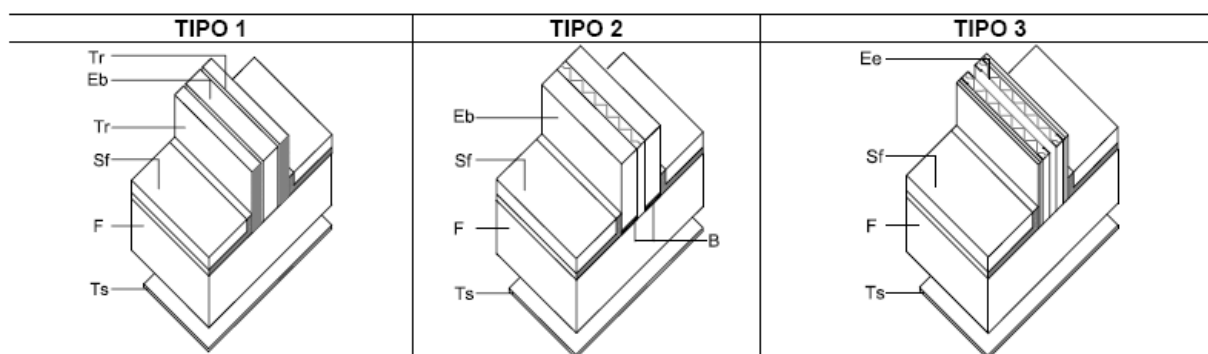
ELEMENTOS DE SEPARACIÓN

Los elementos de separación verticales son aquellos elementos que separan unidades de uso diferentes, o una unidad de uso con una zona común o una zona de instalaciones, para esta opción se contemplan tres posibles tipos de composición de elementos:

Tipo 1: elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados (Eb), sin trasdosado o con un trasdosado por ambos lados (Tr).

Tipo 2: Elementos de dos hojas de fábrica o paneles prefabricados pesados (Eb), con bandas elásticas en su perímetro dispuestas en los encuentros de, al menos, una de las hojas con forjados, suelos, techos, pilares y fachadas.

Tipo 3: Elementos de dos hojas de entramado autoportante (Ee).



Eb: Elemento constructivo base de fábrica o de paneles prefabricados pesados (una o dos hojas)

Tr: Trasdosados

Ee: Elemento de entramado autoportante

F: Forjado

Sf: Suelo flotante

Ts: Techo suspendido

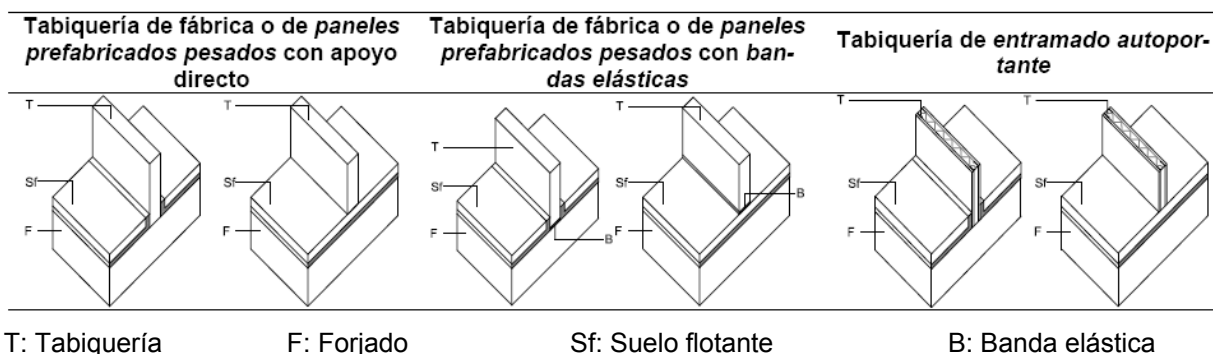
B: Banda elástica

Los elementos de separación horizontales son aquellos que separan unidades de uso diferentes, o una unidad de uso con una zona común o un recinto de instalaciones. Los elementos de separación horizontales están formados por el forjado (F), el suelo flotante (Sf), y en algunos casos el techo suspendido (Ts).

La tabiquería está formada por el conjunto de particiones interiores de una unidad de uso, en esta opción se contemplan los siguientes tipos:

- Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado o en el suelo flotante, sin imposición de bandas elásticas.

- Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas dispuestas al menos en los encuentros inferiores de los forjados.
- Tabiquería de entramado autoportante



Estas soluciones de elementos son válidas para las soluciones de fachada y medianería tanto de una hoja como de dos hojas.

Los parámetros que definen cada elemento constructivo son los siguientes:

- Para el elemento de separación vertical, la tabiquería y la fachada:
 - m , masa por unidad de superficie del elemento base, en kg/m^2 .
 - R_A , índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento base, en dBA.
 - ΔR_A , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al trasdosado.
- Para el elemento de separación horizontal:
 - m , masa por unidad de superficie del forjado, en kg/m^2 , que corresponde al valor de masa por unidad de superficie de la sección tipo del forjado, excluyendo ábacos, vigas y macizados.
 - R_A , índice global de reducción acústica, ponderado A, del forjado, en dBA.
 - ΔL_w , reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB, debida al suelo flotante.
 - ΔR_A , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al suelo flotante o al techo suspendido.

Los valores mínimos de masa y de reducción acústica de los diferentes tipos de tabiquería son los siguientes:

TIPO	MASA (Kg/m ²)	REDUCCIÓN ACÚSTICA (R _A)
Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo	70	35dBA
Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	65	33dBA
Entramado autoportante	25	43dBA

CONDICIONES MÍNIMAS DE LOS ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES

1- En la siguiente tabla se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes o entre una unidad de uso y una zona común.

Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que delimitan un recinto de instalaciones o un recinto de actividad. Las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con guión se refieren a elementos de separación verticales que no necesitan trasdosados.

2- En el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el trasdosado debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base. Si no fuera posible trasdosar por ambas caras y la transmisión de ruido se produjera principalmente a través del elemento de separación vertical, como es el caso de cajas de escaleras o de ascensores, podrá trasdosarse el elemento constructivo base solamente por una cara, incrementándose en 4dBA la mejora ΔR_A del trasdosado especificada en la tabla.

3- En el caso de que una unidad de uso no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación vertical de la tabla.

4- De acuerdo con lo establecido en el apartado de valores límite de aislamiento, las puertas que comunican un recinto protegido de una unidad de uso con una zona común, deben tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, no menor que 30dBA y si comunican un recinto habitable de una unidad de uso con una zona común, su índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A no será menor que 20dBA.

5- Con objeto de limitar las transmisiones indirectas por flancos y en el caso de que algún elemento de separación vertical acometiera a una medianería o a una fachada de dos hojas, la hoja exterior de la misma debe tener una masa por unidad de superficie mayor que 130 kg/m^2 .

Con objeto de limitar las transmisiones indirectas por flancos y en el caso de que algún elemento de separación vertical acometiera a una medianería o a una fachada de una hoja, ventilada o fachada con el aislamiento por el exterior, debe cumplirse:

- a) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la medianería o la fachada debe ser al menos 41dBA y su masa por unidad de superficie, m , al menos 130 kg/m^2 .
- b) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 2 cuya masa por unidad de superficie, m , sea menor que 170 kg/m^2 , no está permitido que éstos acometan a medianerías o a fachadas de una sola hoja, ventiladas o que tengan el aislamiento por el exterior.
- c) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 2 cuya masa por unidad de superficie, m , sea mayor que 170 kg/m^2 , el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la medianería o la fachada a la que acometen debe ser al menos 50dBA y su masa por unidad de superficie, m , al menos 225 kg/m^2 .
- d) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 3, índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la medianería o la fachada a la que acometen debe ser al menos 50dBA y su masa por unidad de superficie, m , al menos 225 kg/m^2 .

PARÁMETROS ACÚSTICOS DE LOS ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES				
Tipo	Elemento base (Eb-Ee)		Trasdosado (Tr)	
			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo y tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	Tabiquería de entramado autoportante
	m (Kg/m ²)	R _A (dBA)	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA
TIPO 1 Una hoja o dos hojas de fábrica con trasdosado	160	41	27	10
	180	45	13	7
	200	46	10	5 (12)
	250	49	6	3 (10)
	300	52	4 (16)	1 (7)
	300 ⁽⁶⁾	55 ⁽⁶⁾	-	-
	350	55	3 (9)	1 (5)
	400	57	- (6)	- (3)
TIPO 2 Dos hojas de fábrica con trasdosado	130 ⁽⁴⁾	54 ⁽⁴⁾	-	-
	170 ⁽⁴⁾	54 ⁽⁴⁾	-	-
	(200) ⁽⁵⁾	(61) ⁽⁵⁾	-	-
TIPO 3 Entramado autoportante	49	65		
	(60) ⁽⁷⁾	(68) ⁽⁷⁾		
	(117) ⁽⁸⁾	(68) ⁽⁸⁾		

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

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

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

(4) La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga bandas elásticas perimétricas no será mayor que 150 kg/m² y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan bandas elásticas perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 42dBA.

(5) Esta solución es válida únicamente para tabiquería de entramado autoportante o de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas en la base, dispuestas tanto en la tabiquería del recinto de instalaciones, como en la del recinto protegido inmediatamente superior. Por otra parte, esta solución no es válida cuando acometan a medianerías o fachadas de una sola hoja ventiladas o que tengan en aislamiento por el exterior. La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga bandas elásticas perimétricas no será mayor que 150 kg/m² y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan bandas elásticas perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 45dBA.

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

(7) Esta solución es válida si el forjado que separa el recinto de instalaciones o recinto de actividad de un recinto protegido o recinto habitable tiene una masa por unidad de superficie mayor de 400 kg/m².

(8) Esta solución es válida si el forjado que separa el recinto de instalaciones o recinto de actividad de un recinto protegido o recinto habitable tiene una masa por unidad de superficie mayor que 350 kg/m².

CONDICIONES MÍNIMAS DE LOS ELEMENTOS DE SEPARACIÓN HORIZONTALES

1- En la siguiente tabla se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación horizontales.

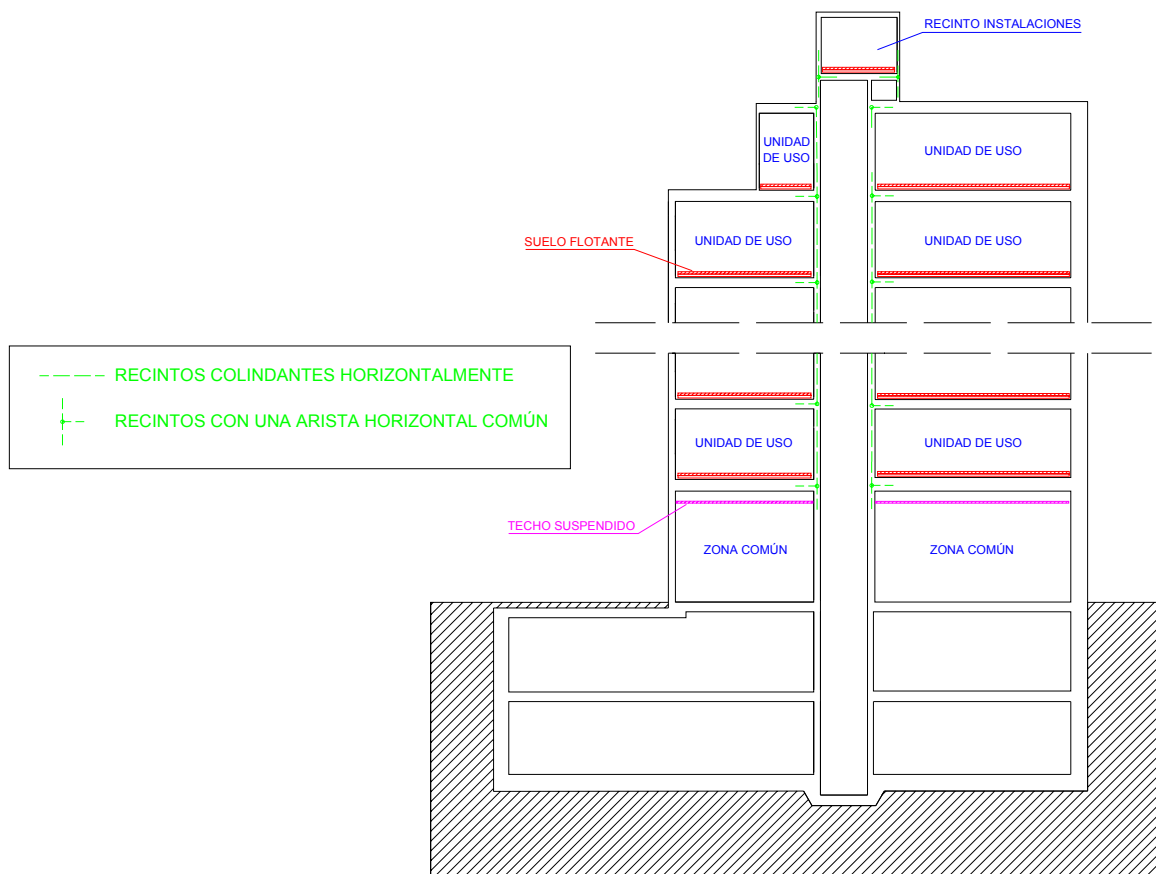
2- Los forjados que delimitan superiormente una unidad de uso deben disponer de un suelo flotante y, en su caso, de un techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A y de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w especificados en la tabla.

3- Los forjados que delimitan inferiormente una unidad de uso y la separan de una zona común, un recinto de instalaciones o un recinto de actividad deben disponer de una combinación de suelo flotante y techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A .

4- Además, para limitar la transmisión de ruido de impactos, en el forjado de una unidad de uso, de un recinto de actividad o de instalaciones o una zona común colindantes horizontalmente con unidades de uso diferentes o con una arista horizontal común con las mismas deben disponerse suelos flotantes cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , sea la especificada en la tabla.

5- Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación horizontales entre una unidad de uso y un recinto de instalaciones o de actividad.

ESQUEMA DE LA DISPOSICIÓN DE LOS SUELOS FLOTANTES



PARÁMETROS ACÚSTICOS DE LOS COMPONENTES DE LOS ELEMENTOS DE SEPARACIÓN HORIZONTAL										
Forjado		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts)								
		Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados con apoyo directo			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas			Tabiquería de entramado autoportante		
		Sf		Ts	Sf		Ts	Sf		Ts
m (Kg/m ²)	R _A (dBA)	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA
300	52	27 (32)	18 (18) (18)	0 (18) (18)	23 (28)	11 (11) (11)	0 (14) (14)	16 (21)	6 (6) (6) (11)	(0) (9) (9) (0)
350	54	25 (30)	13 (13)	0 (11) (11)	21 (26)	8 (8) (8)	0 (10) (10)	14 (19)	5 (5) 0 (5) (10)	0 (7) 4 (7) (0)
400	57	23 (28)	9 (9) (9)	0 (11) (11)	18 (23)	6 (6) (6)	0 (9) (9)	12 (17)	4 0 (4) (4) (9)	0 4 (7) (7) (0)
450	58	22 (27)	8 (8) (8) (13)	0 (10) (10) 0	16 (21)	7 (7) (7)	0 (8) (8)	(10) (15)	3 0 (3) (3) (8)	0 3 (6) (6) (0)
500	60	21 (26)	7 (7) (7) (12)	0 10 (10) 0	14 (19)	6 (6) (6)	0 (8) (8)	8 (13)	2 0 (2) (2) (7)	0 2 (6) (6) (0)

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

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

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

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

(5) Las soluciones con paréntesis en ΔR_A del suelo flotante y del techo suspendido son de aplicación para recintos de instalaciones o recintos de actividad, colindantes inferiormente con recintos protegidos.

Las soluciones con paréntesis en ΔL_w y ΔR_A del suelo flotante y ΔR_A del techo suspendido son de aplicación para recintos de instalaciones o recintos de actividad, superpuestos a recintos protegidos.

CONDICIONES MÍNIMAS DE LAS MEDIANERÍAS

- 1- El parámetro que define una medianería es el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A .
- 2- El valor del índice global de reducción acústica ponderado, R_A , de toda la superficie del cerramiento que constituya una medianería de un edificio, no será menor que 45dBA.

Condiciones mínimas de las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior.

1- En la siguiente tabla se expresan los valores mínimos que deben cumplir los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior y, en el caso de que los hubiera, los aireadores y las cajas de persiana, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior indicados en el punto 4.1 y del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido.

2- Los parámetros acústicos que definen los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior son:

- a) R_A , índice global de reducción acústica, ponderado A, de la parte ciega.
- b) $R_{A,tr}$, índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, del hueco.
- c) $D_{n,e,Atr}$, diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, de los aireadores.

3- Para limitar la influencia de los aireadores en el aislamiento acústico de la fachada, el valor mínimo de la diferencia de niveles normalizada ponderada A, $D_{n,e,Atr}$ de los mismos debe ser el que figura en la tabla.

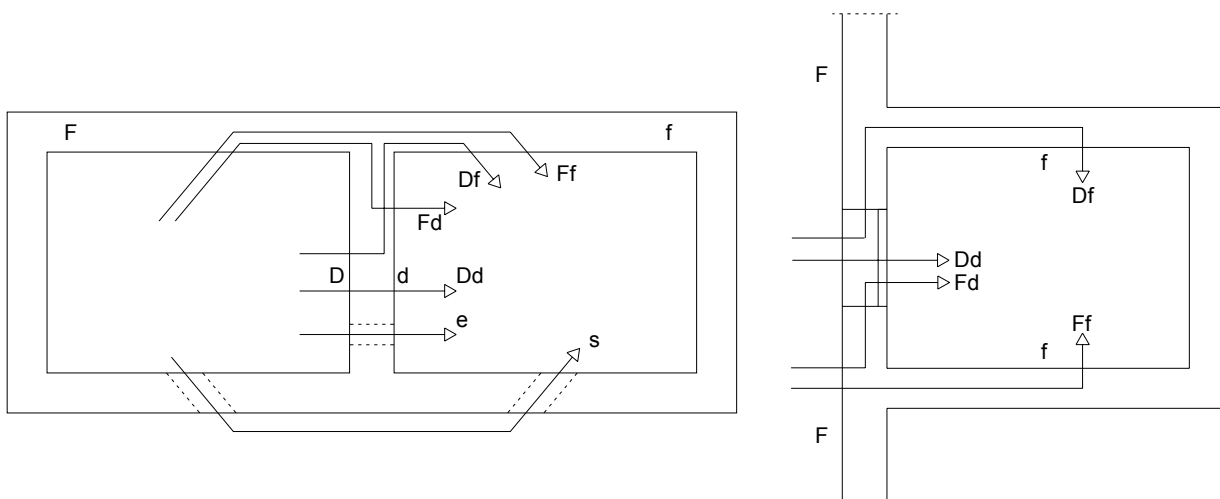
PARÁMETROS ACÚSTICOS DE FACHADAS, CUBIERTAS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL EXTERIOR DE RECINTOS PROTEGIDOS							
Nivel límite exigido	Parte ciega 100% R_A (dBA)	Parte ciega ≠100% R_A (dBA)	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de la ventana y de la caja de persiana y $D_{n,e,Atr}$ del aireador en dBA				
			Hasta 15%	De 16% a 30%	De 31% a 60%	De 61% a 80%	De 81% a 100%
$D_{2m,nT,Atr}=34$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	

El valor $D_{2m,nT,Atr}$ resulta del aislamiento exigido de 34dBA para la fachada del edificio de viviendas, del estudio resulta del valor de 30dBA (valor mínimo, por carecer de mapa de ruido) y los 4dB a sumar por el ruido predominante de aeronaves.

6.1.2 MÉTODO GENERAL

El método de cálculo por la opción general es un procedimiento de cálculo basado en el modelo simplificado para la transmisión acústica estructural recogido en la norma UNE EN 12354-1, 2 y 3.

La transmisión acústica desde el exterior a un recinto de un edificio o entre dos recintos de un edificio se produce siguiendo los caminos de transmisión acústica entre recintos, que son los caminos directos, indirectos o por vía de flancos.

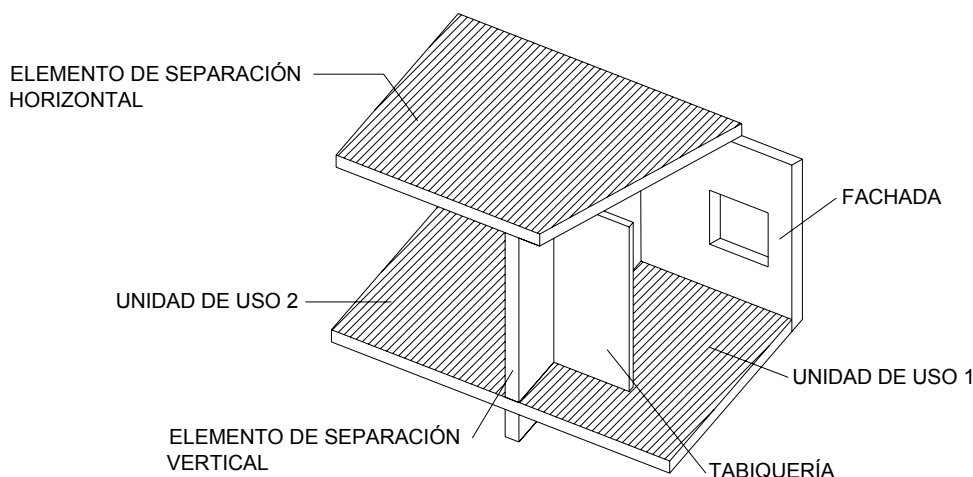


En el cálculo de ruido aéreo se usa el aislamiento acústico aparente R' (o índice de reducción acústica aparente), que se considera en su forma global R_A' , en el cálculo de ruido de impactos se usa el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado $L'_{n,w}$.

Procedimiento de aplicación

1- Para el correcto diseño y dimensionado de los elementos constructivos de un edificio que proporcionan el aislamiento acústico, tanto a ruido aéreo como a ruido de impactos, debe realizarse el diseño y dimensionado de sus recintos teniendo en cuenta las diferencias en forma, tamaño y de elementos constructivos entre parejas de recintos, y considerando cada uno de ellos como recinto emisor y como recinto receptor.

2- Debe procederse separadamente al cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo tanto de elementos de separación verticales (particiones y medianerías) y elementos de separación horizontales, como de fachadas y de cubiertas, y al cálculo del aislamiento acústico a ruido de impactos de los elementos de separación horizontales entre recintos superpuestos, entre recintos adyacentes y entre recintos con una arista horizontal común.



3- A partir de los datos previos del proyecto, debe determinarse el aislamiento acústico a ruido aéreo ($D_{nT,A}$, diferencia de niveles estandarizada, ponderada A) y el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, para un recinto, teniendo en cuenta las transmisiones acústicas directas de los elementos constructivos que lo separan de otros y también las transmisiones acústicas indirectas por todos los caminos posibles, así como las características geométricas del recinto, los elementos constructivos empleados y las formas de encuentro de los elementos constructivos entre sí.

4- Los valores finales de las magnitudes que definen las exigencias, diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, $D_{nT,A}$, y nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, se expresarán redondeados a un número entero.

Los valores de las especificaciones de productos y elementos constructivos podrán usarse redondeados a enteros o con un decimal y en las magnitudes de cálculos intermedios se usará una cifra decimal.

Hipótesis para el cálculo

1- Las transmisiones por vía directa y por vía de flancos deben establecerse en términos de aislamiento medido in situ. No obstante, a efectos del DB-HR se consideran válidas las expresiones siguientes:

$$R_{\text{situ}} = R_{\text{lab}}$$

$$L_{n,\text{situ}} = L_{n,\text{lab}}$$

Siendo:

R_{situ} : índice de reducción acústica de un elemento medido in situ (dB).

R_{lab} : índice de reducción acústica de un elemento medido en laboratorio (dB).

$L_{n,\text{situ}}$: nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ (dB).

$L_{n,\text{lab}}$: nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido en laboratorio (dB).

2- De igual forma, para revestimientos tales como techos suspendidos, suelos flotantes y trasdosados, los valores medidos in situ de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR_{situ} , y de la reducción del nivel de presión de ruido de impactos por revestimiento de la cara de emisión del elemento de separación, ΔL_{situ} , y de la cara de recepción del elemento de separación, $\Delta L_{\text{d,situ}}$, pueden aproximarse a los valores medidos en laboratorio:

$$\Delta R_{\text{situ}} = \Delta R_{\text{lab}}$$

$$\Delta L_{\text{situ}} = \Delta L_{\text{lab}}$$

$$\Delta L_{\text{d,situ}} = \Delta L_{\text{d,lab}}$$

Siendo:

ΔR_{lab} : mejora del índice de reducción acústica de un revestimiento de elemento constructivo vertical u horizontal medido en laboratorio (dB).

ΔL_{lab} : reducción del nivel de presión de ruido de impactos de un revestimiento de forjado en la cara de emisión del elemento de separación medido en laboratorio (dB).

$\Delta L_{\text{d,lab}}$: reducción del nivel de presión de ruido de impactos mediante una capa adicional sobre la cara de recepción del elemento de separación medido en laboratorio (dB).

Para forjados homogéneos de masa por unidad de superficie menor que 300 kg/m^2 o forjados de vigas de madera, no deben usarse los valores de reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔL , medidos sobre un forjado normalizado.

3- Para la aplicación de los valores ΔR_A en el método de cálculo, en donde aparecen como sumando lineal, deben cumplirse las condiciones de uso siguientes:

- a) La relación de masas por unidad de superficie entre el elemento constructivo base vertical y el revestimiento debe ser igual o mayor que 2.
- b) La relación de masas por unidad de superficie entre el forjado y el suelo flotante debe ser igual o mayor que 2.

4- En el caso de que no se cumplan estas condiciones, debe utilizarse el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A del conjunto formado por el elemento base vertical y los trasdosados o del conjunto formado por el forjado y el suelo flotante.

5- Para la aplicación de los valores ΔL_w en el método de cálculo, en donde aparecen como sumando lineal, debe cumplirse que la relación de masas por unidad de superficie entre el forjado y el suelo flotante debe ser igual o mayor que 2. Cuando no se cumpla esta condición debe utilizarse el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, del conjunto formado por el suelo flotante y el forjado.

6- Por simplificación en la notación, a partir de este punto se considerará:

$$R_{lab} = R, L_{n,lab} = L_n, \Delta R_{lab} = \Delta R, \Delta L_{lab} = \Delta L \text{ y } \Delta L_{d,lab} = \Delta L_d.$$

7- En las uniones, la transmisión in situ se caracteriza por el índice de reducción de vibraciones para cada camino de transmisión del elemento i al j , K_{ij} . Éste es función de la diferencia de niveles de velocidad promediada en dirección $D_{v,ij,situ}$.

Su valor se obtiene mediante las fórmulas del Anejo D del DB-HR "Cálculo del índice de reducción de vibraciones en uniones de elementos constructivos", a partir de la relación de masas por unidad de superficie, del tipo de unión y de los elementos constructivos.

6.1.2.1 MÉTODO DE CÁLCULO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO ENTRE RECINTOS INTERIORES

1- La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, $D_{nT,A}$, utilizada para recintos interiores se calcula mediante la expresión:

$$D_{nT,A} = R'_A + 10 \log \frac{0,32V}{S_s} \quad (\text{dBA})$$

Siendo

V : volumen del recinto receptor (m^3).

S_s : área compartida del elemento de separación (m^2).

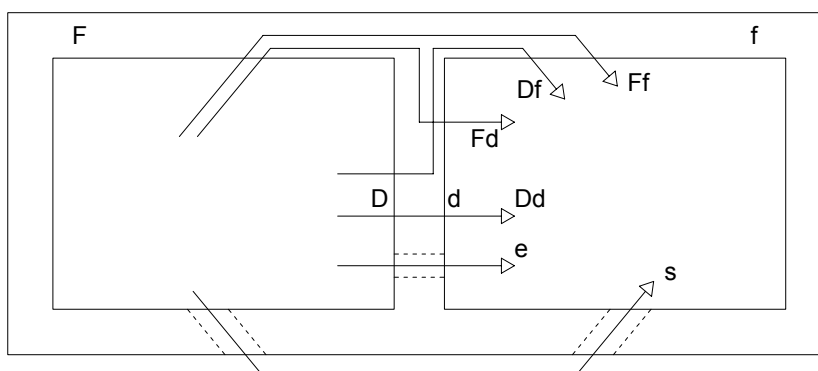
R'_A : índice global de reducción acústica aparente, ponderado A (dBA).

2- El índice de reducción acústica aparente en obra R' se calcula de forma general mediante la expresión:

$$R' = -10 \log \zeta' \quad (\text{dB})$$

Siendo:

ζ' : factor de transmisión total de potencia acústica, definido como el cociente entre la potencia acústica total radiada al recinto receptor y la potencia acústica incidente sobre la parte compartida del elemento de separación, para los distintos caminos directos e indirectos (de flancos) que se indican en la siguiente figura.



3- Para obtener el índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, R'_{A} , se utilizarán los índices globales de reducción acústica de los elementos constructivos, R_A , aproximadamente R_w+C de la UNE EN ISO 717-1, dando como resultado los correspondientes valores de aislamiento in situ.

$$R'_{A} = -10 \text{Log} \left(10^{-0,1R_{Dd,A}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Fd,A}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{ai=eI,si} 10^{-0,1D_{n,ai,A}} \right)$$

Siendo:

$R_{Dd,A}$: Índice global de reducción acústica para la transmisión directa (dB).

$R_{Ff,A}$: Índice global de reducción acústica para la transmisión indirecta, camino Ff (dB)

$R_{Df,A}$: Índice global de reducción acústica para la transmisión indirecta, camino Df (dB).

$R_{Fd,A}$: Índice global de reducción acústica para la transmisión indirecta, camino Fd (dB).

$D_{n,ai,A}$: diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para la transmisión de ruido aéreo por vía directa, a través de aireadores u otros elementos de construcción pequeños, $D_{n,e,A}$, o por vía indirecta, $D_{n,s,A}$, a través de distribuidores y pasillos o a través de sistemas tales como conductos de instalaciones de aire acondicionado o ventilación.

n: número de elementos de flanco del recinto, que normalmente es 4 pero puede ser diferente según el diseño del recinto.

S_s : área compartida del elemento de separación (m^2).

A_0 : área de absorción equivalente de referencia, de valor $A_0=10 m^2$.

4- El índice global de reducción acústica para la transmisión directa se determina a partir de los datos del elemento de separación según la expresión:

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

Siendo:

$R_{S,A}$: índice global de reducción acústica del elemento de separación para ruido rosa incidente (dBA).

$\Delta R_{Dd,A}$: mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de revestimientos del lado de la emisión y de la recepción, en dBA, para ruido rosa. Este valor se obtiene directamente de resultados disponibles por ensayos en laboratorio para la combinación elegida o se puede deducir de los resultados obtenidos de cada uno de los revestimientos por separado:

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

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

Se elegirá como valor mitad para el caso de dos revestimientos, el menor de ellos.

5- Los valores de los índices globales de reducción acústica para la transmisión por flancos se determinan mediante las expresiones:

$$R_{Ff,A} = \frac{R_{F,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Ff,A} + K_{Ff} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 + l_f} \quad (\text{dBA})$$

$$R_{Df,A} = \frac{R_{S,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Df,A} + K_{Df} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 + l_f} \quad (\text{dBA})$$

$$R_{Fd,A} = \frac{R_{F,A} + R_{S,A}}{2} + \Delta R_{Fd,A} + K_{Fd} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 + l_f} \quad (\text{dBA})$$

Siendo:

$R_{F,A}$: índice global de reducción acústica del elemento de flanco F (dBA).

$R_{f,A}$: índice global de reducción acústica del elemento de flanco f (dBA).

$\Delta R_{Ff,A}$: mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de revestimientos del elemento de flanco, del lado de la emisión y de la recepción (dBA).

$\Delta R_{Df,A}$: mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de revestimientos en el elemento de separación del lado de la emisión y/o del elemento de flanco en la recepción (dBA).

$\Delta R_{Fd,A}$: mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de revestimientos en el elemento de flanco del lado de la emisión y/o del elemento de separación en la recepción (dBA).

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

Un revestimiento: $\Delta R_{ij,A} = \Delta R_{i,A}$ ó $\Delta R_{ij,A} = \Delta R_{j,A}$ (dBA).

Dos revestimientos: $\Delta R_{ij,A} = \Delta R_{i,A} + (\Delta R_{j,A}/2)$ ó $\Delta R_{ij,A} = \Delta R_{j,A} + (\Delta R_{i,A}/2)$ (dBA).

Se elegirá como valor mitad para el caso de dos revestimientos, el menor de ellos.

K_{ij} : índice de reducción de vibraciones para el camino por flancos ij (ij = Ff; Fd o Df), (dB). Los K_{ij} se calcularán de acuerdo al Anejo D del DB-HR.

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 F y f (m).

l_0 : longitud de la arista de unión de referencia, de valor $l_0 = 1\text{m}$.

6- Los índices globales de reducción acústica, $R_{F,A}$, $R_{f,A}$, de elementos de flanco que contengan puertas, ventanas o estén formados por varios materiales diferentes, deben calcularse según las indicaciones que figuran en el Anejo I del DB-HR.

6.1.2.2 MÉTODO DE CÁLCULO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO EN FACHADAS

Cuando el ruido exterior dominante es el de automóviles o el de aeronaves, la magnitud del aislamiento global es $D_{2m,nT,Atr}$.

El valor de $D_{2m,nT,Atr}$ se puede aproximar mediante $D_{2m,nT,A} + C_{tr}$, usando para C_{tr} , el valor del término de adaptación espectral para ruido de tráfico del índice de reducción acústica del elemento de aislamiento más débil, generalmente la ventana, que se obtendrá en los datos de los productos o en tabulaciones incluidas en Documentos Reconocidos.

La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, de la fachada o de la cubierta, viene dada por la expresión:

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

Siendo:

R'_A : índice global de reducción acústica aparente (dBA).

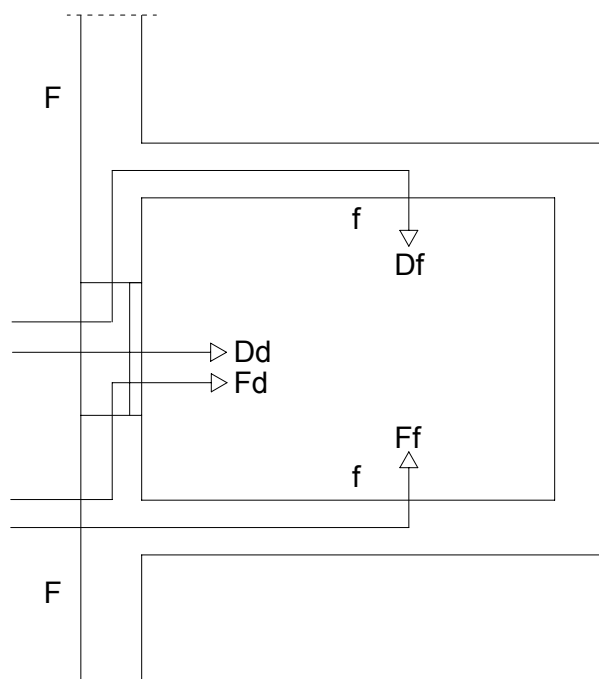
ΔL_{fs} : mejora del aislamiento o diferencia de niveles por la forma de la fachada (dB), que figura en el anejo F del DB-HR.

V: volumen del recinto receptor (m^3).

S: área total de la fachada o de la cubierta, vista desde el interior del recinto (m^2).

T_0 : tiempo de reverberación de referencia; su valor es $T_0 = 0,5$ s.

El índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, R'_A , se obtiene considerando las transmisiones directas e indirectas de la misma manera que en el índice global de reducción acústica entre recintos interiores.



La transmisión por flancos comprende todos los caminos indirectos, incluidos los correspondientes a elementos de fachada o de cubierta que no pertenecen al recinto.

$$R'_{A} = -10\text{Log} \left(10^{-0,1R_{m,A}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{ai=ei,si} 10^{-0,1D_{n,ai,A}} \right)$$

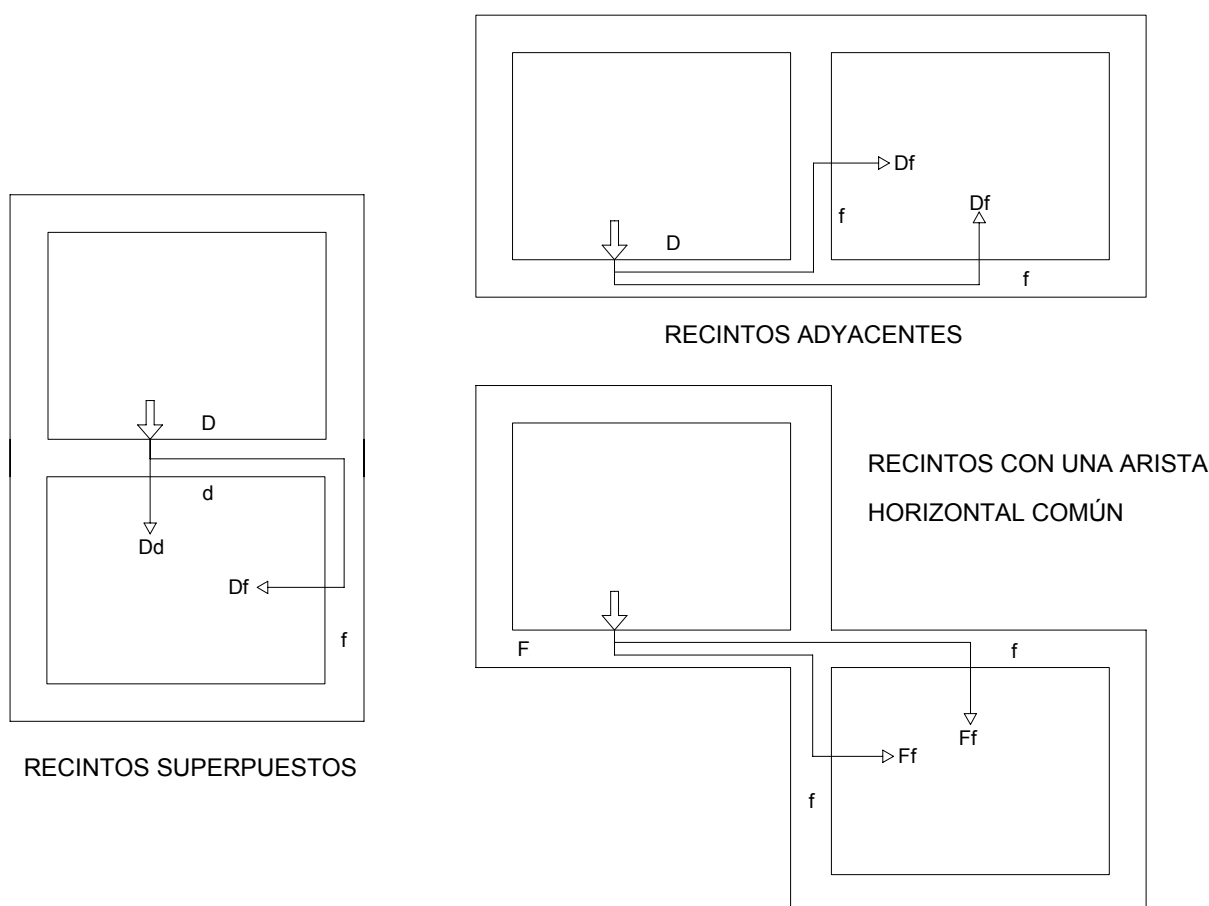
Siendo:

$R_{m,A}$: índice global de reducción acústica del elemento constructivo mixto (aislamiento mixto), ponderado A (dBA). En el Anejo G del DB-HR se detalla el cálculo del aislamiento de estos elementos.

n: número de caminos indirectos.

6.1.2.3 MÉTODO DE CÁLCULO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS

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



El nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado se calcula mediante la expresión:

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \text{ Log } (0,032V) \quad (\text{dB})$$

Siendo:

V: Volumen del recinto receptor (m^3).

$L'_{n,w}$: Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado (dB).

El nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L'_{n,w}$, resultante, para recintos superpuestos, recintos adyacentes y recintos con una arista horizontal común se calcula mediante las expresiones que se indican en los siguientes apartados.

Podrán aplicarse valores globales a todas las magnitudes de los elementos constructivos que aparecen en el cálculo.

RECINTOS SUPERPUESTOS

El nivel global de presión de ruido de impactos normalizado viene dado por la expresión:

$$L'_{n,w} = 10 \text{ Log} \left(10^{-0,1L_{n,w,d}} + \sum_{j=1}^n 10^{-0,1L_{n,w,ij}} \right) (\text{dB})$$

Siendo:

$L_{n,w,d}$: Nivel global de presión de ruido de impacto normalizado, por transmisión directa (dB).

$L_{n,w,ij}$: nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, debido a la transmisión indirecta, o por flancos (dB).

n: número de flancos o de elementos de flanco, generalmente 4.

La transmisión directa vale:

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

Siendo:

$L_{n,w,situ}$: nivel global de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ (dB).

$\Delta L_{w,situ}$: reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por revestimiento del lado de la emisión medido in situ (dB).

$\Delta L_{d,w,situ}$: reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por revestimiento del lado de la recepción medido in situ (dB).

La transmisión directa desde el elemento i al j vale:

$$L'_{n,w,ij} = L_{n,w,situ} - \Delta L_{w,situ} + \frac{R_{A,i,situ} - R_{A,j,situ}}{2} \Delta R_{A,j,situ} - K_{ij} - 10 \text{ Log} \frac{S_i}{|I_{ij}|_0} \quad (\text{dB})$$

Siendo:

$L_{n,w,situ}$: nivel global de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ (dB).

$\Delta L_{w,situ}$: reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por revestimiento del lado de la emisión medido in situ (dB).

$R_{A,situ}$: índice global de reducción acústica de un elemento medido in situ (dBA).

$\Delta R_{A,j,situ}$: mejora del índice global de reducción acústica por revestimiento del elemento j medido in situ (dB).

K_{ij} : índice de reducción de vibraciones para cada camino de transmisión del elemento i al j, (dB).

S_i : área del elemento excitado (m^2).

L_{ij} : longitud común de la arista de unión entre el elemento i y el j (m).

l_0 : longitud de la arista de unión de referencia de valor 1m (m).

RECINTOS ADYACENTES Y RECINTOS CON UNA ARISTA HORIZONTAL COMÚN

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

$$L'_{n,w} = 10 \text{Log} \left(\sum_{j=1}^n 10^{-0,1L_{n,w,ij}} \right) \quad (\text{dB})$$

Siendo:

$L_{n,w,ij}$: nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, debido a la transmisión indirecta, o por flancos (dB).

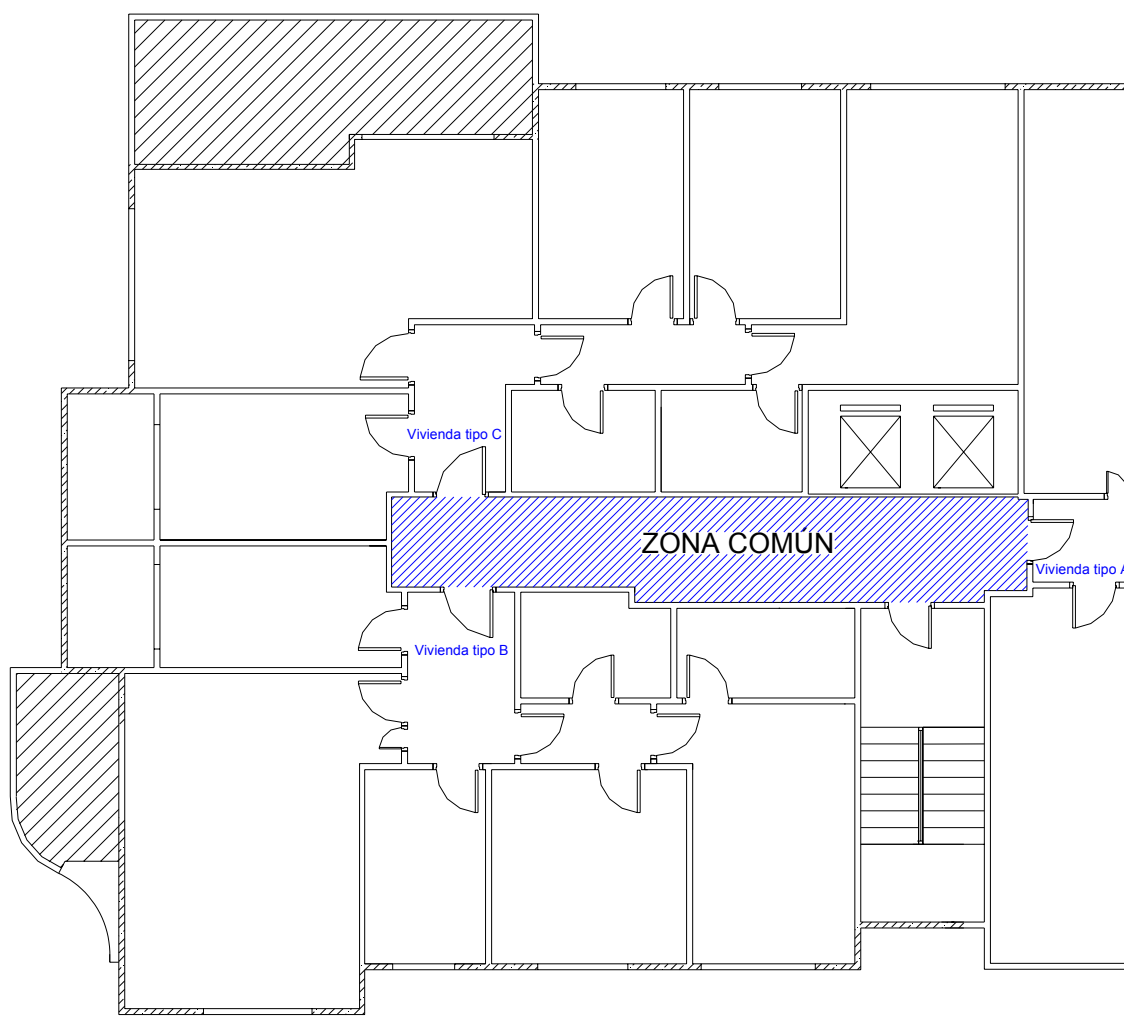
n: número de flancos o de elementos de flanco, generalmente 4.

6.2 TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y ABSORCIÓN ACÚSTICA

Como se indica en el apartado 4.3 el tiempo de reverberación en zonas comunes se regula en función de la superficie absorbente, que debe de ser al menos de $0,2\text{m}^2$ por cada metro cúbico de la zona común.

Para el cálculo de las superficies de las zonas comunes se va a escoger una planta tipo como la que se muestra es el esquema.

La superficie de la zona común es de $17,52\text{m}^2$ y $45,5\text{m}^3$ de volumen.



Para el cálculo del tiempo de reverberación y de la absorción acústica como se indica en el apartado 4.3 se hallará la media de las frecuencias de valores 500, 1000 y 2000Hz conforme la siguiente expresión:

$$T = \frac{T_{500} + T_{1000} + T_{2000}}{3}$$

Los materiales empleados para la ejecución de las zonas comunes son:

- Falsos techos mediante paneles absorbentes de cartón-yeso laminado multiperforado con alma de lana de roca, colgados del forjado mediante una estructura de perfiles y varillas roscadas.
- Revestimientos verticales mediante placas de cartón-yeso con pintura plástica.
- Pavimento de baldosa de mármol.
- Puertas de entrada a las viviendas acorazadas con revestimiento de madera de haya.

Los coeficientes de absorción de los materiales a las distintas frecuencias son los que se recogen en la siguiente tabla:

ZONA	MATERIALES	COEF. ABSORCIÓN		
		500Hz	1000Hz	2000Hz
Pavimento	Baldosa de mármol	0,01	0,01	0,02
Falsos techos	Panel perforado absorbente	0,9	0,9	0,85
Tabiques	Tabique cartón-yeso 15mm de espesor con pintura plástica	0,05	0,05	0,05
Zona ascensores	Acero inoxidable	0,01	0,01	0,01
Puertas viviendas	Madera de haya	0,03	0,03	0,02

Conocidos los materiales empleados, los coeficientes de absorción, la superficie de cada elemento y el volumen de la zona común se realiza la siguiente tabla con las frecuencias que indica el DB-HR y se calcula el tiempo de reverberación y la absorción.

ZONA	SUPERFICIE (m ²)	ABSORCIÓN			PROMEDIO
		500Hz	1000Hz	2000Hz	
Pavimento	17,52	0,18	0,18	0,35	0,23
Falsos techos	17,52	15,77	15,77	14,89	15,48
Tabiques	46,99	2,35	2,35	2,35	2,35
Zona ascensores	9,10	0,09	0,09	0,09	0,09
Puertas viviendas	7,04	0,21	0,21	0,14	0,19

La suma de los promedios de los coeficientes de absorción es de 18,34, el volumen del recinto a estudiar (zona común de 45,5m³) y calculado con la siguiente expresión,

$$T = 0,163 \frac{V}{A}$$

da un tiempo de reverberación de **0,4 segundos**.

La exigencia impuesta en el Documento Básico se cumple, ya que es una exigencia en la que se exige que exista $0,2\text{m}^2$ de un material absorbente por cada metro cúbico de recinto, en este caso el material absorbente debe de tener una superficie mínima de $(45,5 \times 0,2) 9,1\text{m}^2$ de elemento absorbente, que para las zonas comunes se cumple, ya que hay $18,34\text{m}^2$ de elemento absorbente.

El DB-HR no establece ni aconseja valores recomendados para tiempos de reverberación a diferencia de la NBE-CA-88 que para zonas comunes establece que el tiempo de reverberación debe de ser menor de 1,5 segundos (punto 3.1.2), el tiempo obtenido para la zona común es de 0,4 segundos con lo que se puede afirmar que debido a los materiales empleados la absorción es buena y la reverberación de la zona común es baja, este último valor es debido a la gran absorción que aportan los falsos techos absorbentes.

7- CÁLCULO DEL AISLAMIENTO (HERRAMIENTA DE CÁLCULO DB-HR CTE)

Para el cálculo de los aislamientos acústicos a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores, y para los cálculos de tiempos de reverberación, la Administración ha puesto a disposición de los profesionales una herramienta de cálculo que simplifica el proceso de cálculo de los aislamientos.

Esta herramienta de cálculo son una serie de hojas de cálculo con una base de datos que contiene elementos constructivos, materiales, revestimientos y ventanas procedentes del catálogo de elementos constructivos del CTE, aunque el usuario puede ampliarlas aportando nuevas soluciones introduciendo los datos de los materiales.

Para el cálculo de los aislamientos del proyecto objeto del estudio se recurre a esta herramienta de cálculo en su versión actual (Versión 1, Febrero de 2008), con la herramienta de cálculo se va a calcular:

- Aislamiento a ruido aéreo y de impacto de recintos interiores
 - Entre recintos adyacentes
 - Entre recintos superpuestos
- Aislamiento acústico a ruido del exterior
 - Fachada

Para el correcto diseño y dimensionado de los materiales que conforman un recinto hay que estudiarlos como parejas de recintos, y considerando uno de ellos recinto emisor y el otro como receptor, lo cual implica gran cantidad de casos de cálculo, con lo cual hay que establecer la pareja de recintos más representativos en cada caso para reducir el número de casos a estudiar.

Para todos los cálculos de los aislamientos los materiales de los elementos constructivos son los indicados en el punto 3.2 (soluciones constructivas del proyecto).

Se escogerán para los cálculos una serie de recintos representativos por tipologías y con todo ello se calculará si las soluciones constructivas proyectadas para el edificio cumplen con las nuevas exigencias introducidas por el DB-HR.

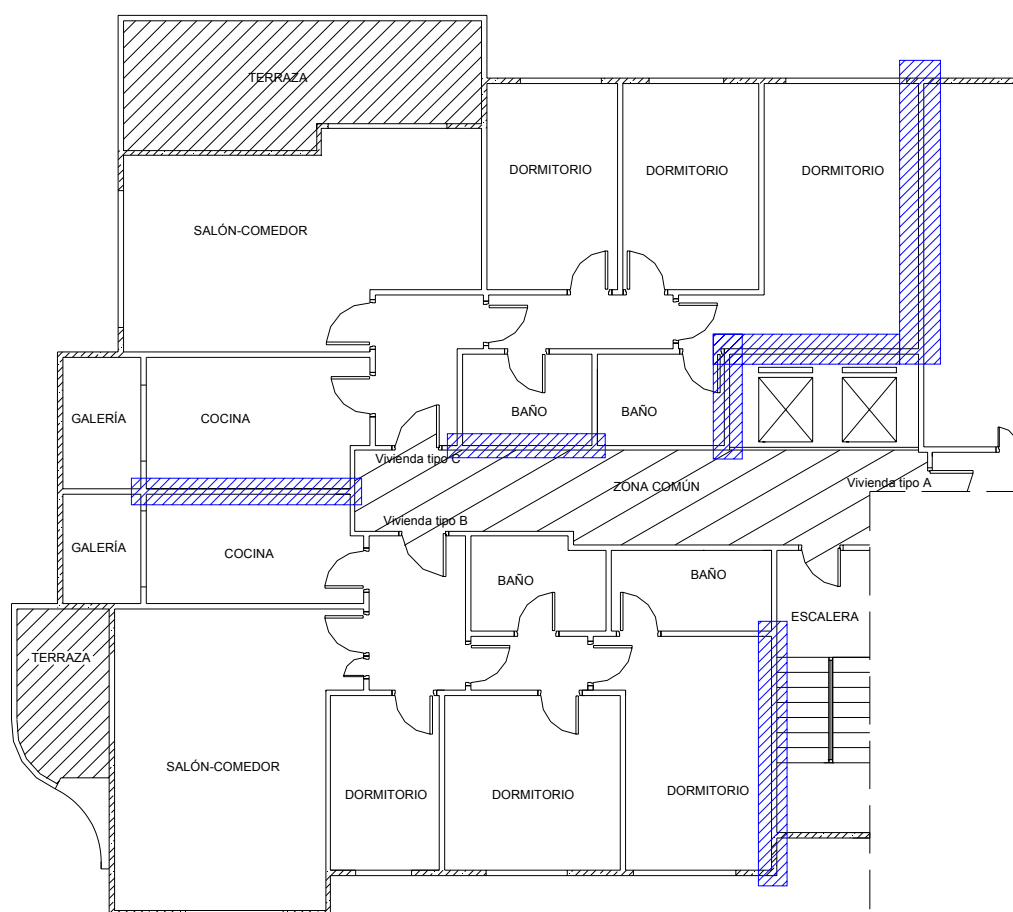
7.1 CÁLCULO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTOS ENTRE RECINTOS INTERIORES

7.1.1 ENTRE RECINTOS ADYACENTES

Para el cálculo del aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores hay que estudiar los recintos en parejas (recinto emisor y recinto receptor), lo que implica un gran número de casos a estudiar, para reducir este número de casos la herramienta de cálculo del DB-HR da una serie de recomendaciones para elegir los recintos más representativos.

Una primera recomendación para la elección de los recintos más representativos es que a igualdad de geometría (tanto en tamaño como en aristas) los recintos con el elemento separador de menor nivel global de reducción acústica será generalmente el caso más restrictivo, y a igualdad de materiales y de volumen entre recintos será más desfavorable el que tenga el elemento separador de mayor tamaño.

Debido a estas recomendaciones los cálculos se van a centrar entre recintos de distinto uso, siendo los recintos generadores de ruido (recinto emisor) las zonas comunes, otras unidades de uso y recintos de instalaciones, y los recintos receptores son las zonas protegidas que son las de aislamiento más restrictivo (dormitorios y saló-comedor). El siguiente plano indica los seis casos estudiados.



SALÓN-COMEDOR (Otra unidad de uso) - DORMITORIO	
Recinto emisor	Recinto receptor
Tipo de recinto: Otra unidad de uso (salón-comedor)	Tipo de recinto: Protegido (Dormitorio)
Elemento separador: Ancho (m): 4,94 Alto (m): 2,40 Elemento separador: PYL15+LP11,5+PYL15 Masa: 216 Kg/m ² Reducción acústica del elemento: 45dBA	Volumen (m³): 33,90
Elementos estructurales : Suelo: FUH 35+Mortero+L.anti+Parquet Techo: FUH 35+Enlucido yeso Fachada: Aplac+LP11,5+Aisl+PYL15 Pared interior: PYL15+LP11,5+Panel Superficie forjado (m ²): 23,05 Ventanas, puertas y lucernario: no hay	
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 50dBA D_{nt,A}: 44dBA NO CUMPLE	
REQUISITO CTE A RUIDO DE IMPACTOS: <65dB L_{nt,w}: 74dB NO CUMPLE	

ZONA COMÚN - DORMITORIO	
Recinto emisor	Recinto receptor
Tipo de recinto: Zona común	Tipo de recinto: Protegido (Dormitorio)
Elemento separador: Ancho (m): 3,65 Alto (m): 2,40 Elemento separador: PYL15+LP11,5+PYL15 Masa: 205 Kg/m ² Reducción acústica del elemento: 45dBA	Volumen (m³): 28,19
Elementos estructurales : Suelo: FUH 35+Arena+Mortero+Terrazo Techo: FUH 35+Enlucido yeso Fachada: Aplac+LP11,5+Aisl+PYL15 Pared interior: PYL15+Perfilería+PYL15 Superficie forjado (m ²): 8,30 Ventanas, puertas y lucernario: no hay	
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 50dBA D_{nt,A}: 44dBA NO CUMPLE	
REQUISITO CTE A RUIDO DE IMPACTOS: <65dB L_{nt,w}: 77dB NO CUMPLE	

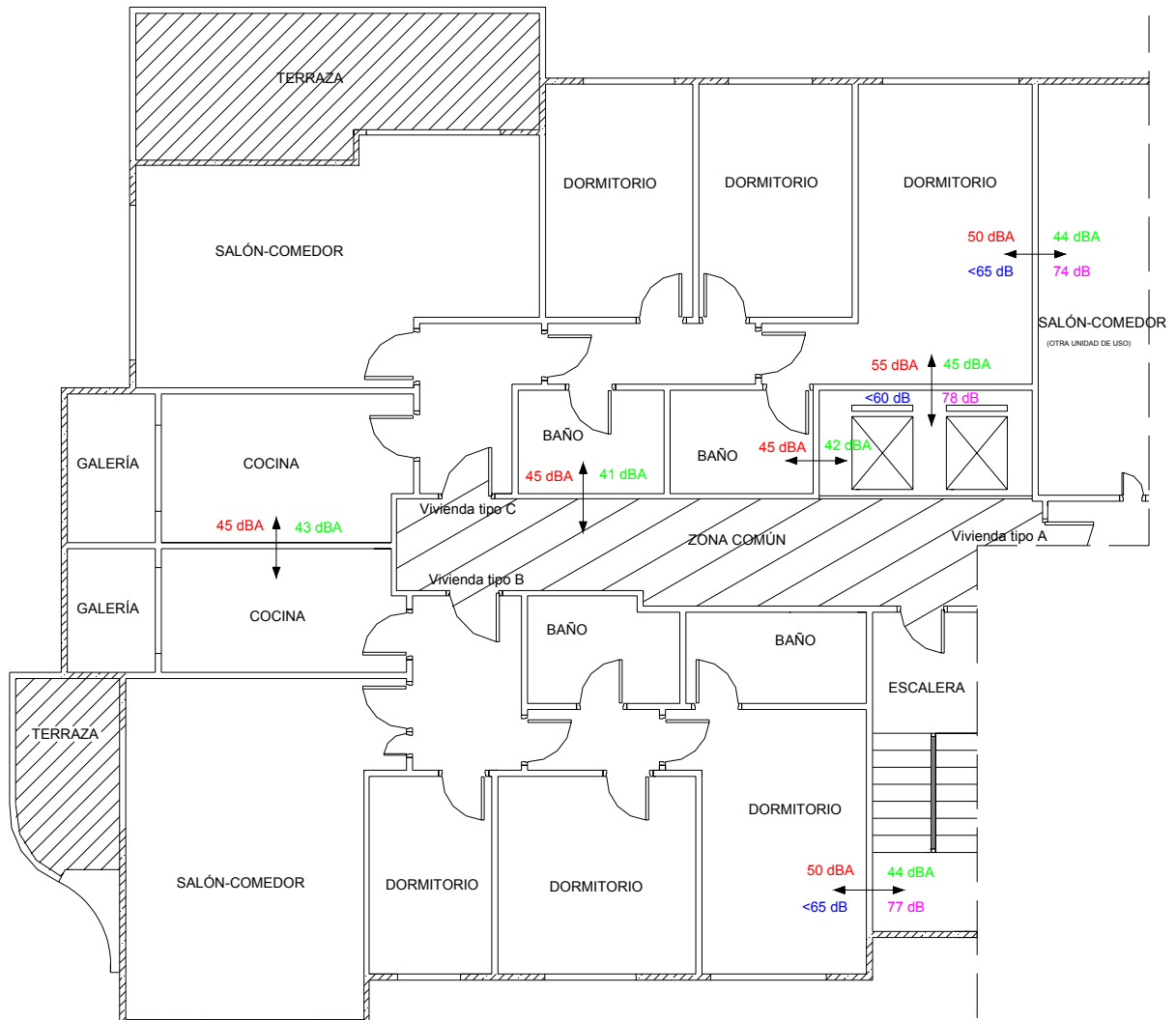
CAJA ASCENSOR (Zona instalaciones) - DORMITORIO	
Recinto emisor	Recinto receptor
Tipo de recinto: Zona Instalaciones	Tipo de recinto: Protegido (Dormitorio)
Elemento separador: Ancho (m): 3,60 Alto (m): 2,40 Elemento separador: PYL15+LP11,5+Panel Masa: 211 Kg/m ² Reducción acústica del elemento: 45dBA	Volumen (m³): 33,90
Elementos estructurales : Suelo: FUH 35+Arena+Mortero+Terrazo Techo: FUH 35+Enlucido yeso Pared 1: PYL15+LP11,5+Panel Pared 2: PYL15+LP11,5+Panel Superficie forjado (m ²): 6,07 Ventanas, puertas y lucernario: no hay	
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 55dBA D_{nt,A}: 45dBA NO CUMPLE	
REQUISITO CTE A RUIDO DE IMPACTOS: <60dB L_{nt,w}: 78dB NO CUMPLE	

CAJA ASCENSOR (Zona instalaciones)- BAÑO	
Recinto emisor	Recinto receptor
Tipo de recinto: Zona Instalaciones	Tipo de recinto: Habitable (Baño)
Elemento separador: Ancho (m): 1,70 Alto (m): 2,20 Elemento separador: ALIC+PYL+LP11,5+Panel Masa: 211 Kg/m ² Reducción acústica del elemento: 45dBA	Volumen (m³): 8,79
Elementos estructurales : Suelo: FUH 35+Arena+Mortero+Terrazo Techo: FUH 35+Enlucido yeso Pared 1: PYL15+LP11,5+Panel Pared 2: PYL15+LP11,5+PYL15 Superficie forjado (m ²): 6,07 Ventanas, puertas y lucernario: no hay	
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 45dBA D_{nt,A}: 42dBA NO CUMPLE	

ZONA COMÚN - BAÑO	
Recinto emisor	Recinto receptor
Tipo de recinto: Zona común	Tipo de recinto: Habitable (Baño)
Elemento separador: Ancho (m): 2,39 Alto (m): 2,2 Elemento separador: ALIC+PYL15+LP11,5+PYL15 Masa: 205 Kg/m ² Reducción acústica del elemento: 45dBA	Volumen (m³): 8,94
Elementos estructurales : Suelo: FUH 35+Arena+Mortero+Terrazo Techo: FUH 35+Enlucido yeso Pared 1: PYL15+LP11,5+PYL15 Pared 2: PYL15+LP11,5+PYL15 Superficie forjado (m ²): 12 Ventanas, puertas y lucernario: no hay	
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 45dBA D_{nt,A}: 41dBA NO CUMPLE	

COCINA (Otra unidad de uso) - COCINA	
Recinto emisor	Recinto receptor
Tipo de recinto: Otra unidad de uso (Cocina)	Tipo de recinto: Habitable (Cocina)
Elemento separador: Ancho (m): 3,77 Alto (m): 2,20 Elemento separador: ALIC+PYL15+LP11,5+PYL15+ALIC Masa: 216 Kg/m ² Reducción acústica del elemento: 45dBA	Volumen (m³): 20,24
Elementos estructurales : Suelo: FUH 35+Mortero+L.anti+Parquet Techo: FUH 35+Enlucido yeso Pared 1: PYL15+LP11,5+PYL15 Pared 2: PYL15+Perfilería+PYL15 Superficie forjado (m ²): 9,20 Ventanas, puertas y lucernario: no hay	
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 45dBA D_{nt,A}: 43dBA NO CUMPLE	

ESQUEMA DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTOS ENTRE RECINTOS ADYACENTES



AISLAMIENTO EXIGIDO CTE DB-HR A RUIDO AÉREO

AISLAMIENTO EXIGIDO CTE DB-HR A RUIDO DE IMPACTOS

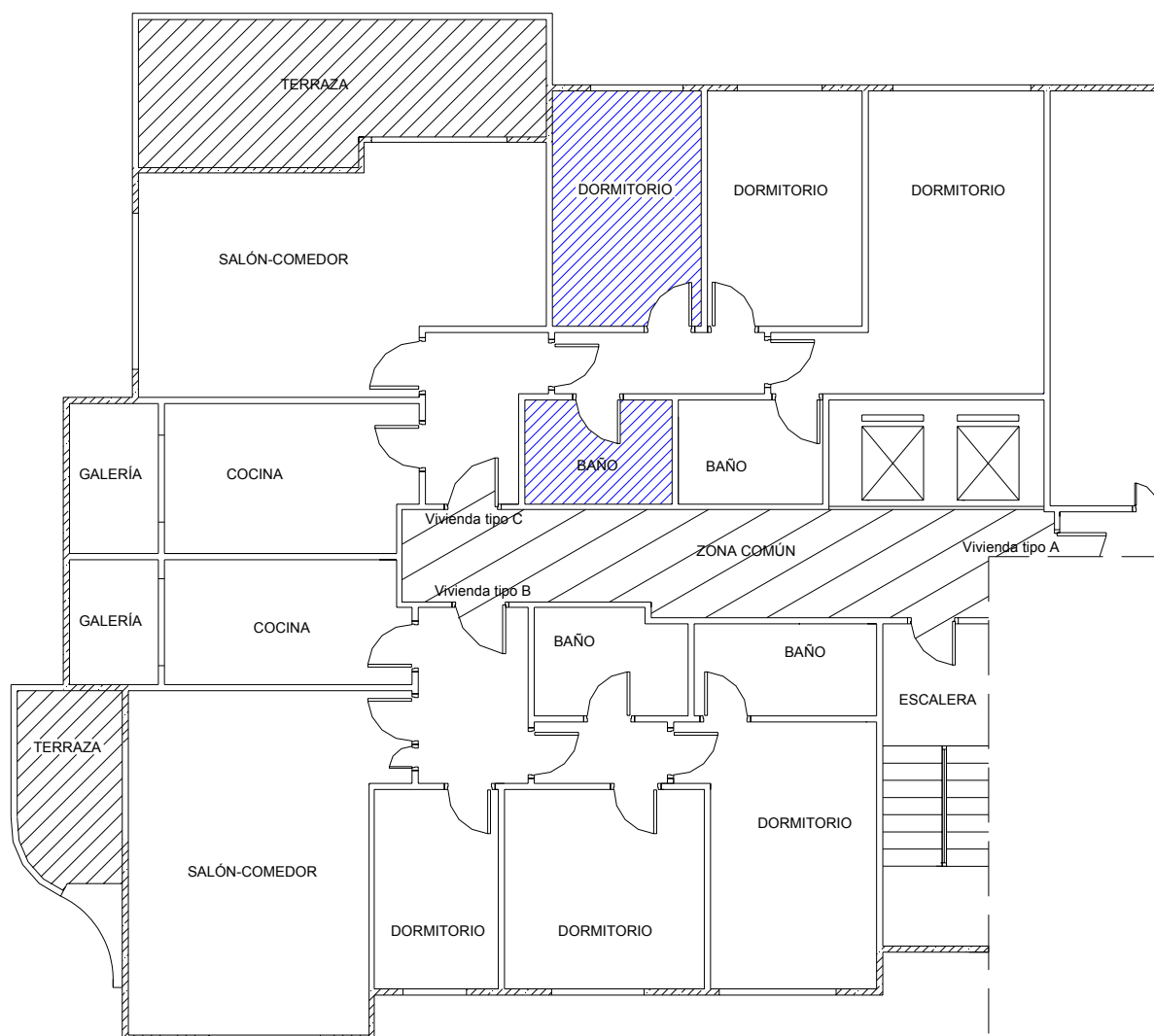
AISLAMIENTO REAL CTE DB-HR A RUIDO AÉREO

AISLAMIENTO REAL CTE DB-HR A RUIDO DE IMPACTO

7.1.2 ENTRE RECINTOS SUPERPUESTOS

Para el cálculo del aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores hay que estudiar los recintos en parejas (recinto emisor y recinto receptor), lo que implica un gran número de casos a estudiar, para reducir este número de casos la herramienta de cálculo del DB-HR da una serie de recomendaciones para elegir los recintos más representativos.

Para el cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos superpuestos el número de casos a estudiar son menores que para recintos adyacentes, pero aún así se escogen para el cálculo los recintos más representativos, para los casos de recintos superpuestos son los recintos que cuenten con el elemento separador de menor superficie, en recintos habitables será entre baños superpuestos, y para recintos protegidos el caso más desfavorable es entre los dormitorios de menor superficie. Los dos casos estudiados son los que se muestran en el siguiente plano.



BAÑO - BAÑO	
Recinto emisor	Recinto receptor
Tipo de recinto: Otra unidad de uso (Baño)	Tipo de recinto: Habitable (Baño)
Elemento separador: Ancho (m): 2,39 Largo (m): 1,70 Elemento separador: Forjado vivienda (FUH 35+Mortero+L.anti+Gres) Masa: 470 Kg/m ² Reducción acústica del elemento: 55dBA	Volumen (m³): 9,75
Elementos estructurales : Pared 1: PYL15+Perfilería+PYL15 Pared 2: PYL15+LP11,5+PYL15 Pared 3: Alic.+PYL15+Perfilería+PYL15+Alic. Pared 4: Alic.+PYL15+Perfilería+PYL15+Alic. Ventanas, puertas y lucernario: no hay	
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 45dBA D_{nt,A}: 50dBA CUMPLE	

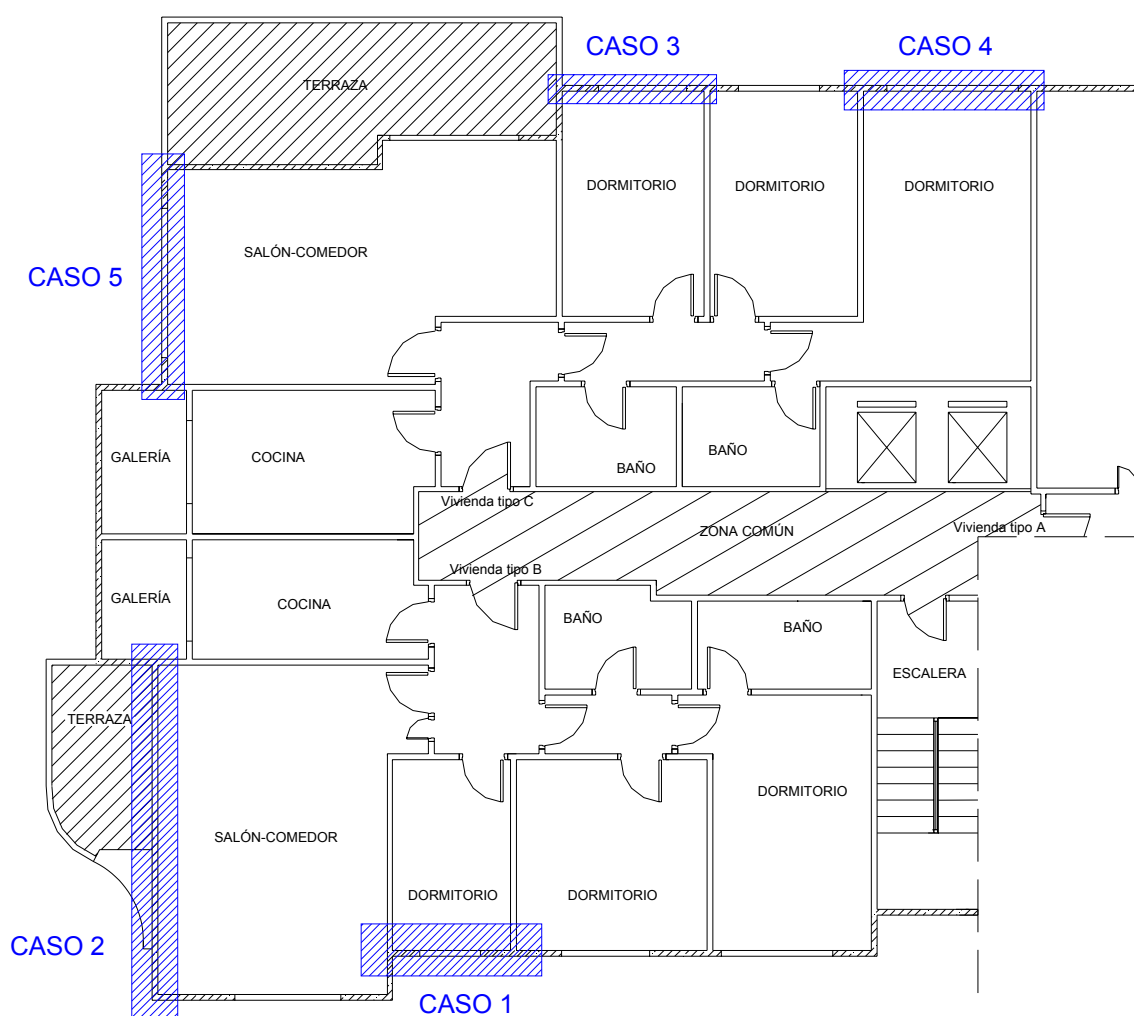
DORMITORIO - DORMITORIO	
Recinto emisor	Recinto receptor
Tipo de recinto: Otra unidad de uso (Dormitorio)	Tipo de recinto: Protegido (Dormitorio)
Elemento separador: Ancho (m): 2,42 Largo (m): 3,83 Elemento separador: Forjado vivienda (FUH 35+Mortero+L.anti+Parquet) Masa: 470 Kg/m ² Reducción acústica del elemento: R _A : 55dBA L _{n,w} : 79dB	Volumen (m³): 22,24
Elementos estructurales : Pared 1: PYL15+Perfilaría+PYL15 Pared 2: PYL15+Perfilaría+PYL15 Pared 3: Fachada Pared 4: PYL15+Perfilaría+PYL15 Ventanas, puertas y lucernario: no hay	
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 50dBA D_{nt,A}: 53dBA CUMPLE	
REQUISITO CTE A RUIDO DE IMPACTO: <65dB L_{nt,w}: 81dB NO CUMPLE	

7.2 CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DEL EXTERIOR

7.2.1 AISLAMIENTO DE FACHADAS

Para el cálculo del aislamiento acústico a ruido del exterior los cálculos se van a centrar en la fachada tipo II (fachada ventilada) que es la que envuelve todo el edificio a excepción de la planta baja, dado el gran número de casos posibles se van a elegir unos recintos tipo para comprobar su adecuación a las exigencias, estos recintos tipo serán los que presentan mayor restricciones.

Como recintos tipo a estudiar hay varios casos, los casos más desfavorables son los de fachada con menor superficie, fachada con una zona acristalada mayor, o los recintos de menor volumen, los casos a estudiar son los siguientes:



FACHADA (Caso 1)	
Sección de fachada directa	Recinto receptor
Índice de ruido día (L_d): 60dBA Tipo de ruido: Aeronaves	Tipo de recinto: Residencial
Fachada: Ancho (m): 2,02 Alto (m): 2,53 Tipo: Fachada ventilada (R_A : 48dBA) Masa: 245 Kg/m ² Ventanas: Superficie (m ²): 1,95 Índice global reducción acústica (dBA): 29	Elementos estructurales: Suelo: FUH 35+Mortero+L.anti+Parquet Techo: FUH 35+Enlucido yeso Pared 1: PYL15+Perfilería+PYL15 Pared 2: PYL15+Perfilería+PYL15 Volumen (m³): 15,75
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 34dBA $D_{2m,nt,Ar}$: 29dBA NO CUMPLE	

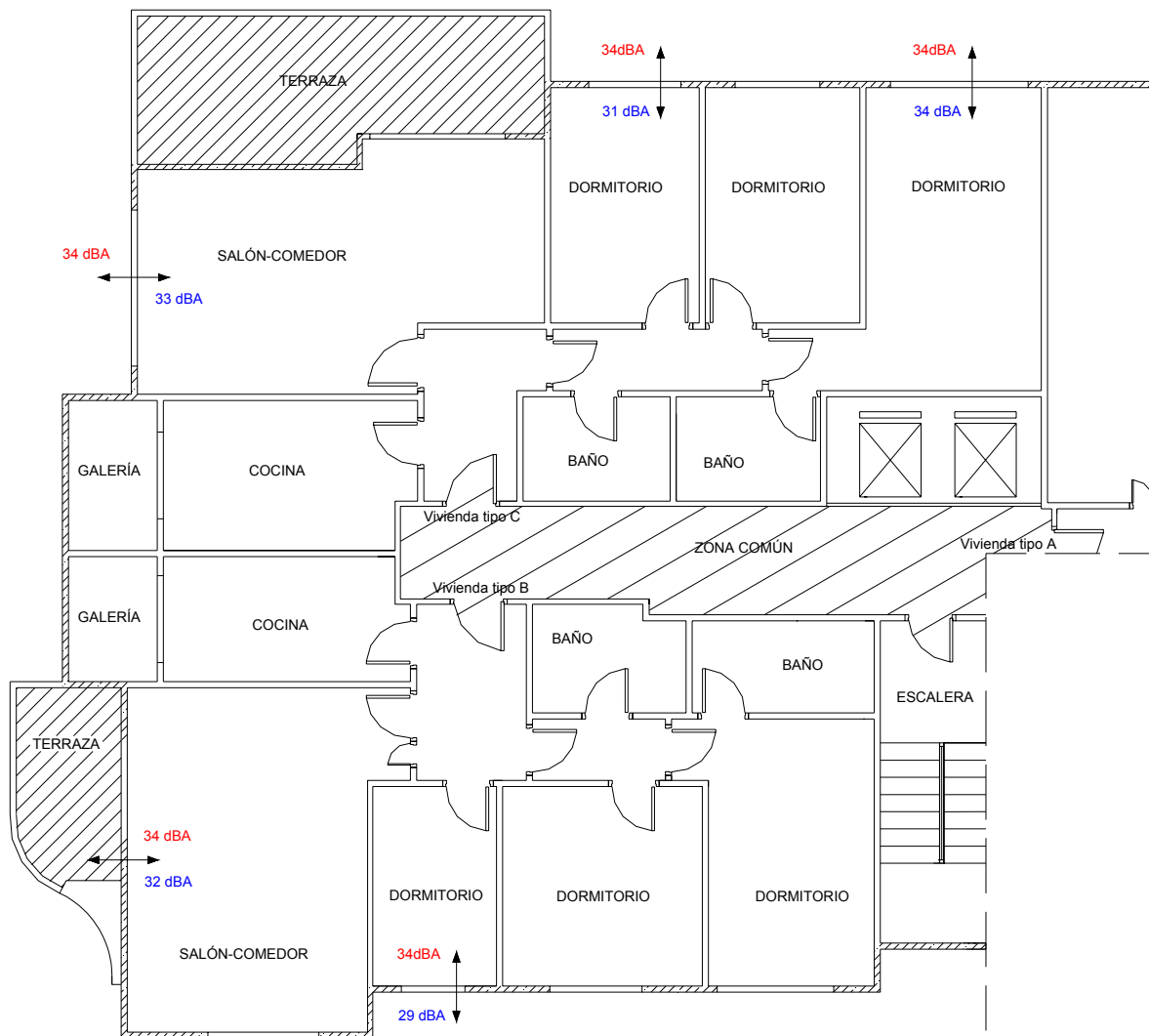
FACHADA (Caso 2)	
Sección de fachada directa	Recinto receptor
Índice de ruido día (L_d): 60dBA Tipo de ruido: Aeronaves	Tipo de recinto: Residencial
Fachada: Ancho (m): 5,61 Alto (m): 2,53 Tipo: Fachada ventilada (R_A : 48dBA) Masa: 245 Kg/m ² Ventanas: Superficie (m ²): 4,26 Índice global reducción acústica (dBA): 29	Elementos estructurales: Suelo: FUH 35+Mortero+L.anti+Parquet Techo: FUH 35+Enlucido yeso Pared 1: PYL15+LP11,5+PYL15 Pared 2: Fachada ventilada Volumen (m³): 52,64
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 34dBA $D_{2m,nt,Ar}$: 32dBA NO CUMPLE	

FACHADA (Caso 3)	
Sección de fachada directa	Recinto receptor
Índice de ruido día (L_d): 60dBA Tipo de ruido: Aeronaves	Tipo de recinto: Residencial
Fachada: Ancho (m): 2,42 Alto (m): 2,53 Tipo: Fachada ventilada (R_A : 48dBA) Masa: 245 Kg/m ² Ventanas: Superficie (m ²): 1,95 Índice global reducción acústica (dBA): 29	Elementos estructurales: Suelo: FUH 35+Mortero+L.anti+Parquet Techo: FUH 35+Enlucido yeso Pared 1: PYL15+LP11,5+PYL15 Pared 2: PYL15+Perfileria+PYL15 Volumen (m³): 22,30
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 34dBA $D_{2m,nt,Ar}$: 31dBA NO CUMPLE	

FACHADA (Caso 4)	
Sección de fachada directa	Recinto receptor
Índice de ruido día (L_d): 60dBA Tipo de ruido: Aeronaves	Tipo de recinto: Residencial
Fachada: Ancho (m): 2,86 Alto (m): 2,53 Tipo: Fachada ventilada (R_A : 48dBA) Masa: 245 Kg/m ² Ventanas: Superficie (m ²): 1,95 Índice global reducción acústica (dBA): 29	Elementos estructurales: Suelo: FUH 35+Mortero+L.anti+Parquet Techo: FUH 35+Enlucido yeso Pared 1: PYL15+LP11,5+PYL15 Pared 2: PYL15+Perfileria+PYL15 Volumen (m³): 35,68
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 34dBA $D_{2m,nt,Ar}$: 34dBA CUMPLE	

FACHADA (Caso 5)	
Sección de fachada directa	Recinto receptor
Índice de ruido día (L_d): 60dBA Tipo de ruido: Aeronaves	Tipo de recinto: Residencial
Fachada: Ancho (m): 3,66 Alto (m): 2,53 Tipo: Fachada ventilada (R_A : 48dBA) Masa: 245 Kg/m ² Ventanas: Superficie (m ²): 3,38 Índice global reducción acústica (dBA): 29	Elementos estructurales: Suelo: FUH 35+Mortero+L.anti+Parquet Techo: FUH 35+Enlucido yeso Pared 1: Fachada ventilada Pared 2: PYL15+Perfileria+PYL15 Volumen (m³): 53,53
REQUISITO CTE A RUIDO AÉREO: 34dBA $D_{2m,nt,Ar}$: 33dBA NO CUMPLE	

ESQUEMA DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DEL EXTERIOR



AISLAMIENTO EXIGIDO CTE DB-HR A RUIDO AÉREO

AISLAMIENTO REAL CTE DB-HR A RUIDO AÉREO

8- FICHAS JUSTIFICATIVAS DB-HR

8.1 FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico mediante la opción simplificada.

Tabiquería. (apartado 3.1.2.3.3)			
Tipo: Entramado autoportante	Características		
	de proyecto		exigidas
PYL15mm+perfilería 70mm con aislante+PYL15mm	m (kg/m ²)=	28	≥ 25
	R _A (dBA)=	43	≥ 43

Elementos de separación verticales entre recintos (apartado 3.1.2.3.4)			
Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación verticales situados entre:			
a) <i>recintos de unidades de uso diferentes;</i>			
b) <i>un recinto de una unidad de uso y una zona común;</i>			
c) <i>un recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.</i>			
Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)			
Solución de elementos de separación verticales entre: Vivienda-Vivienda (unidades de uso diferentes)			
Elementos constructivos	Tipo		Características de proyecto exigidas
Elemento de separación vertical	Elemento base	LP11,5	m (kg/m ²)= 160 ≥ 130 R _A (dBA)= 42 ≥ 41
	<i>Trasdosado</i>	PYL15+perfiles70Ais+PYL15	ΔR _A (dBA)= 3 ≥ 10
Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas	Puerta		R _A (dBA)= ≥ 30
	Muro		R _A (dBA)= ≥ 50
Condiciones de las <i>fachadas</i> de una hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior a las que acometen los elementos de separación verticales			
<i>Fachada</i>	Tipo		Características de proyecto exigidas
Fachada ventilada de doble hoja	Aplacado + ENF15mm + LP11,5 + ENF15mm + Aislamiento 40mm + Pefilería 46mm +PYL15mm		m (kg/m ²)= 245 ≥ 130 R _A (dBA)= 32 ≥ 36

Elementos de separación verticales entre recintos (apartado 3.1.2.3.4)			
Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación verticales situados entre:			
d) <i>recintos de unidades de uso diferentes;</i>			
e) <i>un recinto de una unidad de uso y una zona común;</i>			
f) <i>un recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.</i>			
Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)			
Solución de elementos de separación verticales entre: Vivienda-Zona común			
Elementos constructivos	Tipo		Características de proyecto exigidas
Elemento de separación vertical	Elemento base	LP11,5	m (kg/m ²)= 160 ≥ 130 R _A (dBA)= 42 ≥ 41
	<i>Trasdosado</i>	PYL15+perfiles70Ais+PYL15	ΔR _A (dBA)= 3 ≥ 10
Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas	Puerta	Laminar con chapa de acero	R _A (dBA)= 49 ≥ 30
	Muro		R _A (dBA)= ≥ 50
Condiciones de las <i>fachadas</i> de una hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior a las que acometen los elementos de separación verticales			
<i>Fachada</i>	Tipo		Características de proyecto exigidas
Fachada ventilada de doble hoja	Aplacado + ENF15mm + LP11,5 + ENF15mm + Aislamiento 40mm + Pefilería 46mm +PYL15mm		m (kg/m ²)= 245 ≥ 130 R _A (dBA)= 32 ≥ 36

Elementos de separación verticales entre recintos (apartado 3.1.2.3.4)

Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación verticales situados entre:

- g) *recintos de unidades de uso diferentes;*
- h) un *recinto de una unidad de uso y una zona común;*
- i) un *recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.*

Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)

Solución de elementos de separación verticales entre: Vivienda-Caja ascensor

Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas			
Elemento de separación vertical	Elemento base	LP11,5	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	160	\geq	130
			$R_A \text{ (dBA)}=$	42	\geq	41
	<i>Trasdosado</i>	PYL15+perfiles70Ais+PYL15	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$	3	\geq	10
Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas	Puerta		$R_A \text{ (dBA)}=$		\geq	30
	Muro		$R_A \text{ (dBA)}=$		\geq	50
Condiciones de las fachadas de una hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior a las que acometen los elementos de separación verticales						
<i>Fachada</i>		Tipo	Características de proyecto exigidas			
Fachada ventilada de doble hoja	Aplacado + ENF15mm + LP11,5 + ENF15mm + Aislamiento 40mm + Pefilería 46mm +PYL15mm		$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	245	\geq	130
			$R_A \text{ (dBA)}=$	32	\geq	36

Elementos de separación horizontales entre recintos (apartado 3.1.2.3.5)

Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación horizontales situados entre:

- a) *recintos de unidades de uso diferentes;*
- b) un *recinto de una unidad de uso y una zona común;*
- c) un *recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.*

Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)

Solución de elementos de separación horizontales entre: Vivienda-Vivienda (unidades de uso diferentes)

Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas			
Elemento de separación horizontal	Forjado	Forjado unidireccional vigueta y bovedilla de hormigón 30+5cm	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	415	\geq	400
			$R_A \text{ (dBA)}=$	50	\geq	57
	<i>Suelo flotante</i>	Lámina anti-impacto, mortero regularización 7cm y parquet	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$	5	\geq	4
			$\Delta L_w \text{ (dB)}=$	4	\geq	12
	Techo suspendido		$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$		\geq	

Elementos de separación horizontales entre recintos (apartado 3.1.2.3.5)

Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación horizontales situados entre:

- d) *recintos de unidades de uso diferentes;*
- e) un *recinto de una unidad de uso y una zona común;*
- f) un *recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.*

Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)

Solución de elementos de separación horizontales entre: Vivienda-Zona común

Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas			
Elemento de separación horizontal	Forjado	Forjado unidireccional vigueta y bovedilla de hormigón 30+5cm	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	415	\geq	400
			$R_A \text{ (dBA)}=$	50	\geq	57
	<i>Suelo flotante</i>	Lámina anti-impacto, mortero regularización 7cm y parquet	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$	5	\geq	4
			$\Delta L_w \text{ (dB)}=$	4	\geq	12
	Techo suspendido	Techo continuo de PYL montado sobre soportes	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$	0	\geq	0

Elementos de separación horizontales entre recintos (apartado 3.1.2.3.5)

Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación horizontales situados entre:

- g) recintos de unidades de uso diferentes;
- h) un recinto de una unidad de uso y una zona común;
- i) un recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.

Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)

Solución de elementos de separación horizontales entre: Zona instalaciones-Vivienda

Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas		
Elemento de separación horizontal	Forjado	Losa hormigón armado 22cm	m (kg/m ²)= 400	≥	300
			R _A (dBA)= 54	≥	52
	Suelo flotante	Lámina anti-impacto, capa arena, mortero, baldosa terrazo	ΔR _A (dBA)= 5	≥	6
			ΔL _w (dB)= 27	≥	21
	Techo suspendido		ΔR _A (dBA)=	≥	

Medianerías. (apartado 3.1.2.4)

Tipo	Características de proyecto exigidas
	R _A (dBA)= ≥ 45

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5)

Solución de fachada, cubierta o suelo en contacto con el aire exterior: Fachada tipo I

Elementos constructivos	Tipo	Área ⁽¹⁾ (m ²)	% Huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	Enfosc.+LP11,5+Aisl+PYL	10,3 =S _c	23	R _{A,tr} (dBA) = 48 ≥ 36
Huecos	Vidrio 6+6+4 aluminio A3	3 =S _n		R _{A,tr} (dBA) = 29 ≥ 33

⁽¹⁾ Área de la parte ciega o del hueco vista desde el interior del recinto considerado.

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5)

Solución de fachada, cubierta o suelo en contacto con el aire exterior: Fachada tipo II

Elementos constructivos	Tipo	Área ⁽¹⁾ (m ²)	% Huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	Aplac+LP11,5+Aisl+PYL	9,6 =S _c	48	R _{A,tr} (dBA) = 48 ≥ 36
Huecos	Vidrio 6+6+4 aluminio A3	9 =S _n		R _{A,tr} (dBA) = 29 ≥ 34

⁽²⁾ Área de la parte ciega o del hueco vista desde el interior del recinto considerado.

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5)

Solución de fachada, cubierta o suelo en contacto con el aire exterior: Cubierta

Elementos constructivos	Tipo	Área ⁽¹⁾ (m ²)	% Huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	Cubierta	=S _c	0	R _{A,tr} (dBA) = 55 ≥ 36
Huecos		=S _n		R _{A,tr} (dBA) = ≥

⁽³⁾ Área de la parte ciega o del hueco vista desde el interior del recinto considerado.

8.2 FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN GENERAL DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico mediante el método de cálculo.

Elementos de separación verticales entre: Salón-comedor - Dormitorio				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Protegido	Protegido	Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = $ <input type="text"/> $\geq $ <input type="text"/>
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	
Habitable		Elemento base: PYL15+LP11,5+PYL15	m (kg/m ²)= 216 R_A (dBA)= 45	$D_{nT,A} = $ 44 $\geq $ 50
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	
Zona común, siempre que los recintos no compartan puertas o ventanas		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = $ <input type="text"/> $\geq $ 50
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	
Zona común, siempre que los recintos compartan puertas o ventanas.		Puerta o ventana		$R_A = $ <input type="text"/> $\geq $ 30
		Muro		$R_A = $ <input type="text"/> $\geq $ 50
De instalaciones		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = $ <input type="text"/> $\geq $ 55
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	
De actividad	Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = $ <input type="text"/> $\geq $ 55	
	Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>		
Protegido	Habitable	Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = $ <input type="text"/> $\geq $ 45
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	
Habitable		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = $ <input type="text"/> $\geq $ 45
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	
Zona común		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = $ <input type="text"/> $\geq $ 45
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	
Zona común ⁽¹⁾ , cuando hay puertas entre los recintos		Puerta		$R_A = $ <input type="text"/> $\geq $ 20
		Muro		$R_A = $ <input type="text"/> $\geq $ 50
De instalaciones		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = $ <input type="text"/> $\geq $ 45
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	
De actividad		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R_A (dBA)= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = $ <input type="text"/> $\geq $ 45
		Trasdosado	ΔR_A (dBA)= <input type="text"/>	

⁽¹⁾ Sólo en edificios de uso residencial o sanitario

Elementos de separación verticales entre: Zona común - Dormitorio					
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido	
Protegido	Protegido	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 50	
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>		
Habitable		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 50	
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>		
Zona común, siempre que los recintos no compartan puertas o ventanas		Elemento base: PYL15+LP11,5+PYL15	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> 205 $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/> 45	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> 44 \geq <input type="text"/> 50	
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>		
Zona común, siempre que los recintos compartan puertas o ventanas.		Puerta o ventana			$R_A=$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 30
		Muro			$R_A=$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 50
De instalaciones		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 55	
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>		
De actividad	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 55		
	Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>			
Protegido	Habitable	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 45	
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>		
Habitable		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 45	
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>		
Zona común		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 45	
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>		
Zona común ⁽¹⁾ , cuando hay puertas entre los recintos		Puerta			$R_A=$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 20
		Muro			$R_A=$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 50
De instalaciones		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 45	
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>		
De actividad	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 45		
	Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$ <input type="text"/>			

Elementos de separación verticales entre: Caja ascensor (recinto instalaciones) - Dormitorio					
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características		Aislamiento acústico en proyecto exigido
Protegido	Protegido	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	<input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		<i>Trasdosado</i>	$R_A \text{ (dBA)}=$	<input type="text"/>	
Habitable		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	<input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		<i>Trasdosado</i>	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$	<input type="text"/>	
<i>Zona común, siempre que los recintos no compartan puertas o ventanas</i>		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	<input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		<i>Trasdosado</i>	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$	<input type="text"/>	
<i>Zona común, siempre que los recintos compartan puertas o ventanas.</i>		Puerta o ventana			$R_A=$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		Muro			$R_A=$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
De instalaciones		Elemento base: PYL15+LP11,5+Panel aislante	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	211	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		<i>Trasdosado</i>	$R_A \text{ (dBA)}=$	45	
De actividad	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	<input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>	
	<i>Trasdosado</i>	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$	<input type="text"/>		
Protegido	Habitable	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	<input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		<i>Trasdosado</i>	$R_A \text{ (dBA)}=$	<input type="text"/>	
Habitable		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	<input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		<i>Trasdosado</i>	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$	<input type="text"/>	
<i>Zona común</i>		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	<input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		<i>Trasdosado</i>	$R_A \text{ (dBA)}=$	<input type="text"/>	
<i>Zona común⁽¹⁾, cuando hay puertas entre los recintos</i>		Puerta			$R_A=$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		Muro			$R_A=$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
De instalaciones		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	<input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>
		<i>Trasdosado</i>	$R_A \text{ (dBA)}=$	<input type="text"/>	
De actividad	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)}=$	<input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/>	
	<i>Trasdosado</i>	$\Delta R_A \text{ (dBA)}=$	<input type="text"/>		

Elementos de separación verticales entre: Caja ascensor (recinto instalaciones) - Baño					
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características		Aislamiento acústico en proyecto exigido
Protegido	Protegido	Elemento base	m (kg/m ²)=	<input type="text"/>	D _{nt,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
		<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/>	
Habitable		Elemento base	m (kg/m ²)=	<input type="text"/>	D _{nt,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
		<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/>	
<i>Zona común, siempre que los recintos no compartan puertas o ventanas</i>		Elemento base	m (kg/m ²)=	<input type="text"/>	D _{nt,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
		<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/>	
<i>Zona común, siempre que los recintos compartan puertas o ventanas.</i>		Puerta o ventana			R _A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 30
		Muro			R _A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
De instalaciones		Elemento base	m (kg/m ²)=	<input type="text"/>	D _{nt,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 55
		<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/>	
De actividad	Elemento base	m (kg/m ²)=	<input type="text"/>	D _{nt,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 55	
	<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/>		
Protegido	Habitable	Elemento base	m (kg/m ²)=	<input type="text"/>	D _{nt,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45
		<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/>	
Habitable		Elemento base	m (kg/m ²)=	<input type="text"/>	D _{nt,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45
		<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/>	
<i>Zona común</i>		Elemento base	m (kg/m ²)=	<input type="text"/>	D _{nt,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45
		<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/>	
<i>Zona común⁽¹⁾, cuando hay puertas entre los recintos</i>		Puerta			R _A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 20
		Muro			R _A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
De instalaciones		Elemento base: Alic.+PYL15+LP11,5+Panel aisl	m (kg/m ²)=	<input type="text"/> 211	D _{nt,A} = <input type="text"/> 42 ≥ <input type="text"/> 45
		<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/> 45	
De actividad	Elemento base	m (kg/m ²)=	<input type="text"/>	D _{nt,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45	
	<i>Trasdosado</i>	R _A (dBA)=	<input type="text"/>		

Elementos de separación verticales entre: Zona común - Baño				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Protegido	Protegido	Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R _A (dBA)= <input type="text"/>	D _{nT,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
		Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>	
Habitable		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R _A (dBA)= <input type="text"/>	D _{nT,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
		Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>	
Zona común, siempre que los recintos no compartan puertas o ventanas		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R _A (dBA)= <input type="text"/>	D _{nT,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
		Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>	
Zona común, siempre que los recintos compartan puertas o ventanas.		Puerta o ventana		R _A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 30
		Muro		R _A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
De instalaciones		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R _A (dBA)= <input type="text"/>	D _{nT,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 55
		Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>	
De actividad	Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R _A (dBA)= <input type="text"/>	D _{nT,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 55	
	Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>		
Protegido	Habitable	Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R _A (dBA)= <input type="text"/>	D _{nT,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45
		Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>	
Habitable		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R _A (dBA)= <input type="text"/>	D _{nT,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45
		Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>	
Zona común		Elemento base: Alic.+PYL15+LP11,5+PYL15	m (kg/m ²)= <input type="text"/> 205 R _A (dBA)= <input type="text"/> 45	D _{nT,A} = <input type="text"/> 41 ≥ <input type="text"/> 45
		Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>	
Zona común ⁽¹⁾ , cuando hay puertas entre los recintos		Puerta		R _A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 20
		Muro		R _A = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 50
De instalaciones		Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R _A (dBA)= <input type="text"/>	D _{nT,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45
		Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>	
De actividad	Elemento base	m (kg/m ²)= <input type="text"/> R _A (dBA)= <input type="text"/>	D _{nT,A} = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45	
	Trasdosado	ΔR _A (dBA)= <input type="text"/>		

Elementos de separación verticales entre: Cocina - Cocina				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Protegido	Protegido	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 50
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	
Habitable		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 50
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	
Zona común, siempre que los recintos no compartan puertas o ventanas		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 50
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	
Zona común, siempre que los recintos compartan puertas o ventanas.		Puerta o ventana		$R_A =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 30
		Muro		$R_A =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 50
De instalaciones		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 55
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	
De actividad	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 55	
	Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>		
Protegido	Habitable	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 45
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	
Habitable		Elemento base: Alic+PYL15+LP11,5+PYL15+Ali	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> 216 $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> 45	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> 43 \geq <input type="text"/> 45
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	
Zona común		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 45
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	
Zona común ⁽¹⁾ , cuando hay puertas entre los recintos		Puerta		$R_A =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 20
		Muro		$R_A =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 50
De instalaciones		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 45
		Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	
De actividad	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>	$D_{nT,A} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> 45	
	Trasdosado	$\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/>		

Elementos de separación horizontales entre: Baño - Baño						
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características		Aislamiento acústico en proyecto exigido	
Protegido	Protegido	Forjado	m (kg/m ²)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 50$	
			R_A (dBA)=			
			$L_{n,w}$ (dB)=			
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$L'_{nT,w} = \text{ } \leq 65$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		
Habitable		Habitable	Forjado	m (kg/m ²)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 50$
				R_A (dBA)=		
				$L_{n,w}$ (dB)=		
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$L'_{nT,w} = \text{ } \leq 65$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		
Zona común	Protegido		Forjado	m (kg/m ²)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 50$
				R_A (dBA)=		
				$L_{n,w}$ (dB)=		
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$L'_{nT,w} = \text{ } \leq 65$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		
De instalaciones		Protegido	Forjado	m (kg/m ²)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 55$
				R_A (dBA)=		
				$L_{n,w}$ (dB)=		
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$L'_{nT,w} = \text{ } \leq 60$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		
De actividad	Protegido		Forjado	m (kg/m ²)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 55$
				R_A (dBA)=		
				$L_{n,w}$ (dB)=		
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$L'_{nT,w} = \text{ } \leq 60$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		
Protegido		Habitable	Forjado	m (kg/m ²)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 45$
				R_A (dBA)=		
				$L_{n,w}$ (dB)=		
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 45$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		
Habitable	Habitable		Forjado	m (kg/m ²)=	470	$D_{nT,A} = 50 \geq 45$
				R_A (dBA)=	55	
				$L_{n,w}$ (dB)=		
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 45$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		
Zona común		Habitable	Forjado	m (kg/m ²)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 45$
				R_A (dBA)=		
				$L_{n,w}$ (dB)=		
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 45$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		
De instalaciones	Habitable		Forjado	m (kg/m ²)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 45$
				R_A (dBA)=		
				$L_{n,w}$ (dB)=		
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 45$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		
De actividad		Habitable	Forjado	m (kg/m ²)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 45$
				R_A (dBA)=		
				$L_{n,w}$ (dB)=		
			Suelo flotante	ΔR_A (dBA)=		$D_{nT,A} = \text{ } \geq 45$
				ΔL_w (dB)=		
			Techo suspendido	ΔR_A (dBA)=		

Elementos de separación horizontales entre: Dormitorio - Dormitorio					
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características		Aislamiento acústico en proyecto exigido
Protegido	Protegido	Forjado FUH35+morter+L.anti+Parquet	m (kg/m ²)= 470	R _A (dBA)= 55	D _{nt,A} = 53 ≥ 50
			L _{n,w} (dB)= 79		
		Suelo flotante	ΔR _A (dBA)=	ΔL _w (dB)=	
Habitabile		Techo suspendido	ΔR _A (dBA)=	ΔL _w (dB)=	L' _{nt,w} = 81 ≤ 65
		Forjado	m (kg/m ²)=	R _A (dBA)=	D _{nt,A} = ≥ 50
			L _{n,w} (dB)=		
Suelo flotante		ΔR _A (dBA)=	ΔL _w (dB)=		
Zona común		Techo suspendido	ΔR _A (dBA)=	ΔL _w (dB)=	L' _{nt,w} = ≤ 65
		Forjado	m (kg/m ²)=	R _A (dBA)=	D _{nt,A} = ≥ 50
			L _{n,w} (dB)=		
Suelo flotante		ΔR _A (dBA)=	ΔL _w (dB)=		
De instalaciones		Techo suspendido	ΔR _A (dBA)=	ΔL _w (dB)=	L' _{nt,w} = ≤ 65
		Forjado	m (kg/m ²)=	R _A (dBA)=	D _{nt,A} = ≥ 55
			L _{n,w} (dB)=		
Suelo flotante		ΔR _A (dBA)=	ΔL _w (dB)=		
De actividad	Techo suspendido	ΔR _A (dBA)=	ΔL _w (dB)=	L' _{nt,w} = ≤ 60	
	Forjado	m (kg/m ²)=	R _A (dBA)=	D _{nt,A} = ≥ 55	
		L _{n,w} (dB)=			
Suelo flotante	ΔR _A (dBA)=	ΔL _w (dB)=			
Protegido	Habitabile	Forjado	m (kg/m ²)=	R _A (dBA)=	D _{nt,A} = ≥ 45
		Suelo flotante	ΔR _A (dBA)=		
Habitabile		Techo suspendido	ΔR _A (dBA)=		L' _{nt,w} = ≤ 65
		Forjado	m (kg/m ²)=	R _A (dBA)=	D _{nt,A} = ≥ 45
Suelo flotante		ΔR _A (dBA)=			
Zona común		Techo suspendido	ΔR _A (dBA)=		L' _{nt,w} = ≤ 65
		Forjado	m (kg/m ²)=	R _A (dBA)=	D _{nt,A} = ≥ 45
Suelo flotante		ΔR _A (dBA)=			
De instalaciones		Techo suspendido	ΔR _A (dBA)=		L' _{nt,w} = ≤ 65
		Forjado	m (kg/m ²)=	R _A (dBA)=	D _{nt,A} = ≥ 45
Suelo flotante		ΔR _A (dBA)=			
De actividad	Techo suspendido	ΔR _A (dBA)=		L' _{nt,w} = ≤ 65	
	Forjado	m (kg/m ²)=	R _A (dBA)=	D _{nt,A} = ≥ 45	
Suelo flotante	ΔR _A (dBA)=				
	Techo suspendido	ΔR _A (dBA)=		L' _{nt,w} = ≤ 65	

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior			
Ruido Exterior	Recinto receptor	Tipo	Aislamiento acústico en proyecto exigido
$L_d =$ 60	Protegido	Parte ciega: Aplacado sintético, cámara aire, LP11,5, aislante, cámara aire y trasdosado PYL Huecos: Carpintería aluminio, vidrio 6+6+4 (R_a global: 48dBA)	$D_{2m,nT,Atr} =$ 29 \geq 34

8.3 FICHAS JUSTIFICATIVAS DEL MÉTODO GENERAL DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y DE LA ABSORCIÓN ACÚSTICA

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de tiempo de reverberación y de absorción acústica mediante el método de cálculo

Tipo de recinto: Zona común			Volumen, V (m ³):				45,5
Elemento	Acabado	S Área, (m ²)	α_m Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m ²) $\alpha_m \cdot S$
			500	1000	2000	α_m	
Suelo	Baldosa de mármol	17,52	0,01	0,01	0,02	0,013	0,23
Techo	Panel perforado absorbente	17,52	0,9	0,9	0,85	0,88	15,48
Paramentos	Tabique cartón-yeso	46,99	0,05	0,05	0,05	0,05	2,35
	Zona ascensores acero inox	9,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09
	Puerta viviendas	7,04	0,03	0,03	0,02	0,026	0,19
Objetos ⁽¹⁾	Tipo	N número	Área de absorción acústica equivalente media, A _{O,m} (m ²)				A _{O,m} · N
			500	1000	2000	A _{O,m}	
Absorción aire ⁽²⁾	N número	Coeficiente de atenuación del aire, \bar{m}_m (m ⁻¹) Anejo I				4 · \bar{m}_m · V	
		500	1000	2000	\bar{m}_m		
			0,003	0,005	0,01	0,006	
A, (m²) Absorción acústica del recinto resultante	$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$					18,38	
T, (s) Tiempo de reverberación resultante	$T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$					0,4	
Absorción acústica resultante de la zona común			Absorción acústica exigida				
A (m ²)= 18,38			≥ 9,1 = 0,2 · V				
Tiempo de reverberación resultante			Tiempo de reverberación exigido				
T (s)= 0,4			≤				

⁽¹⁾ Sólo para salas de conferencias hasta 350 m³

⁽²⁾ Sólo para volúmenes mayores a 250 m³

9- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las conclusiones que se extraen del desarrollo de este trabajo se dividen en tres partes:

- Aislamiento a ruido aéreo y de impactos
- Tiempo de reverberación y absorción acústica
- Ruido y vibraciones en las instalaciones

AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTOS

El aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impactos ya estaba contemplado en la NBE-CA-88 y lo único que ha introducido el DB-HR es un aumento general de las restricciones que ha mejorado, pero complicado, los métodos de cálculo.

Con la entrada en vigor de esta norma se ha producido una mejora en el aislamiento de los edificios ya que la gran novedad que introduce es que se calculan todos los posibles caminos directos e indirectos del ruido lo cual implica un acercamiento a la realidad de las soluciones constructivas in situ, que con la anterior norma no se producía, ya que se tomaban valores de aislamiento obtenidos en laboratorio y no se tenían en cuenta las transmisiones indirectas.

En los siguientes cuadros se resume la diferencia de aislamiento exigido a ruido aéreo en ambas normas, con el aislamiento proyectado y con los aislamientos reales de los casos estudiados.

Estos datos están obtenidos con la herramienta de cálculo del CTE en los que se tiene en cuenta todas las transmisiones, tanto directas como indirectas calculado en el punto 7 de este trabajo.

AISLAMIENTOS A RUIDO AÉREO DE ELEMENTOS VERTICALES

TIPOLOGÍAS	ESTANCIAS	AISLAMIENTO EXIGIDO		AISLAMIENTO PROYECTADO	AISLAMIENTO REAL
		CTE-DB-HR	NBE-CA-88		
<i>RECINTOS HABITABLES</i>	Vivienda-Vivienda	50dBA	45dBA	45dBA	44dBA
	Salas instalaciones o recintos de actividad	55dBA	55dBA	45dBA	45dBA
	Vivienda-Zona común	50dBA	45dBA	45dBA	44dBA
	Fachada	30 a 47dBA	30dBA	32dBA	29dBA
<i>RECINTOS HABITABLES</i>	Fachada	30 a 47dBA	30dBA	32dBA	32dBA
	Vivienda-Vivienda	45dBA	45dBA	45dBA	43dBA
	Vivienda-Zona común	45dBA	45dBA	45dBA	41dBA
	Salas instalaciones o recintos de actividad	45dBA	55dBA	45dBA	42dBA

En color **azul** se indican los aislamientos que con el cambio al DB-HR han pasado a ser insuficientes, y en color **rojo** ó **verde** los aislamientos reales de las soluciones constructivas colocadas in situ, verde los que cumplen las exigencias y rojo los que no cumplen los requisitos mínimos del DB-HR.

Como se observa en la tabla anterior con el cambio de normativa no todas las soluciones constructivas del proyecto son válidas para las nuevas exigencias introducidas por el DB-HR, ya que se han aumentado para los recintos protegidos y para la protección al ruido del exterior.

El porcentaje de disminución del aislamiento acústico teniendo en cuenta las transmisiones indirectas y por vía de flancos es de hasta un 8,8% en los elementos verticales y oscila entre 0 y 4dBA de reducción del aislamiento dependiendo del caso concreto.

AISLAMIENTOS A RUIDO AÉREO DE ELEMENTOS HORIZONTALES

TIPOLOGÍAS	ESTANCIAS	AISLAMIENTO EXIGIDO		AISLAMIENTO PROYECTADO	AISLAMIENTO REAL
		CTE-DB-HR	NBE-CA-88		
<i>RECINTOS PROTEGIDOS</i>	Vivienda-Vivienda	50dBA	45dBA	55dBA	53dBA
<i>RECINTOS HABITABLES</i>	Vivienda-Vivienda	45dBA	45dBA	55dBA	50dBA

A diferencia de los aislamientos de los elementos verticales, los horizontales cumplen las nuevas exigencias, esto es debido principalmente al sobredimensionado de los elementos horizontales del proyecto, ya que su aislamiento proyectado es muy superior a los mínimos de la NBE-CA 88 y al del DB-HR.

AISLAMIENTOS A RUIDO DE IMPACTO

TIPOLOGÍAS	ESTANCIAS	AISLAMIENTO EXIGIDO		AISLAMIENTO PROYECTADO	AISLAMIENTO REAL
		CTE-DB-HR	NBE-CA-88		
<i>RECINTOS PROTEGIDOS</i>	Vivienda-Vivienda	<65dB	<80dBA	79dB	74dB
	Zona común	<65dB	<80dBA	78dB	77dB
	Zona instalaciones	<60dB	<80dBA	79dB	78dB

Para los aislamientos a ruido de impacto las exigencias han sufrido un gran aumento como se expone en el apartado 5.2, en el cuadro se observan que las soluciones constructivas proyectadas no cumplen las nuevas exigencias, lo que conlleva a que a la hora de comprobar

los aislamientos reales no cumplan y la cuantía en la que excede es mucho mayor que en los casos de aislamiento a ruido aéreo.

TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y ABSORCIÓN ACÚSTICA

En lo que se refiere a tiempos de reverberación y absorción acústica el DB-HR ha introducido numerosas mejoras, ya que esta nueva normativa proporciona dos métodos de cálculo para el correcto diseño de los elementos constructivos.

En el campo de la vivienda residencial el Documento Básico solo exige unos requisitos mínimos en zonas comunes, requisitos que tienen que ver con el tanto por ciento de materiales absorbentes colocados, se exige que exista $0,2\text{m}^2$ de material absorbente por cada metro cúbico de zona común, para el caso concreto del proyecto estudiado estos cálculos se encuentran en el punto 6.2.

Esta exigencia se cumple ya que hay $18,38\text{m}^2$ de material absorbente y lo mínimo es $9,1\text{m}^2$, este valor se cumple debido al empleo de falsos techos perforados absorbentes que tienen un coeficiente de absorción muy alto, lo que confiere a la zona común una buena absorción acústica.

ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LA ZONA COMÚN		ABSORCIÓN ACÚSTICA EXIGIDA	
$A = 18,38 \text{ m}^2$	\geq	$9,1 \text{ m}^2$	

Estos valores mínimos de absorción y los nuevos métodos de cálculo de tiempos de reverberación es una de las grandes novedades introducida por el DB-HR ya que anteriormente solo existían unos valores recomendados de tiempos de reverberación que no eran de obligado cumplimiento (Punto 3.1.2), la otra gran innovación del Documento básico es que recoge en su anexo L las fichas justificativas de la absorción y de los tiempos de reverberación, tanto para el método general como para el simplificado.

RUIDO Y VIBRACIONES EN LAS INSTALACIONES

En lo que se refiere a la protección al ruido y a las vibraciones de las instalaciones lo que ha introducido el DB-HR es una serie de especificaciones que se deben de cumplir (Punto 4.4) que se dividen en cinco apartados:

- Condiciones de montaje
- Instalaciones hidráulicas
- Instalaciones de aire acondicionado

- Ventilación
- Ascensores y montacargas

La introducción de estas especificaciones para reducir los niveles de ruido y las vibraciones es una mejora introducida por el DB-HR y que no estaba contemplado en la anterior norma NBE-CA-88, que solo se limitaba a dar una serie de recomendaciones constructivas y niveles máximos de ruido emitido por las instalaciones que no eran de obligado cumplimiento (Punto 3.1.3).

CONCLUSIONES

En los siguientes puntos se exponen de manera resumida las principales conclusiones que se extraen del trabajo realizado sobre el estudio del cambio de la normativa y de su aplicación a un proyecto en construcción:

- Con la entrada en vigor del DB-HR se ha producido un aumento general de las exigencias en lo que se refiere a los aislamientos a ruido aéreo y de impacto.
- En las particiones interiores de distinto uso dentro de una misma unidad de uso, el aislamiento mínimo exigido ha disminuido de 35dBA a 33dBA que exige ahora el DB-HR, al igual que han disminuido las exigencias entre la zonas de instalaciones y los recintos habitables, lo cual es lógico ya que los recintos habitables son generadores de ruido.
- Para la protección al ruido y a las vibraciones de las instalaciones se han introducido una serie de recomendaciones a seguir, que anteriormente no existían.
- En la nueva normativa se introducen valores límite de tiempo de reverberación y de absorción acústica, así como los métodos de cálculo para adecuar el proyecto a las exigencias, aunque para el sector de la edificación residencial se debe de calcular la absorción acústica que solo es obligatorio en las zonas comunes.
- Una gran mejora introducida en el aislamiento de la fachada es que su aislamiento acústico esta relacionado con el nivel de ruido del exterior, con lo cual a más ruido exterior más restrictivo es el valor del aislamiento, con lo que se adecua el aislamiento de la fachada al ruido exterior.
- Con la entrada en vigor del DB-HR la caja de ascensor se considera a efectos de aislamiento acústico como un recinto de instalaciones.
- La parte positiva de la introducción de los nuevos modelos de cálculo es que aproxima más a la realidad del aislamiento colocado en obra, ya que con la anterior norma se trabajaba con valores de aislamiento obtenidos en laboratorio, lo que hacia que los

aislamientos que resultaban in situ fueran inferiores a los proyectados debido a no tener en cuenta las transmisiones indirectas.

- Un nuevo aspecto cuando se comprueban los aislamientos in situ son las tolerancias, 3dBA para ruido aéreo y de impacto, y 0,1 segundos para el tiempo de reverberación.
- El DB-HR ha introducido las características que deben reunir los productos de construcción (Punto 4.5), un nuevo apartado de recomendaciones para la construcción (Punto 4.6) y otro apartado sobre mantenimiento y conservación (Punto 4.7)

COMENTARIOS

- Los nuevos modelos de cálculo han complicado la metodología del cálculo, aunque para el sector de la vivienda residencial es posible usar el modelo de cálculo simplificado que se basa en una serie de requisitos constructivos.
- Para viviendas unifamiliares adosadas existe un modelo simplificado de cálculo que expone las condiciones mínimas de los elementos de separación verticales y horizontales.
- La herramienta de cálculo proporcionada para el cálculo de los aislamientos no permite la realización del cálculo entre recintos de una misma unidad de uso, considerando que no son casos representativos, y solo considera como recintos emisores de ruido las zonas comunes, zonas de instalaciones y otras unidades de uso.

TRABAJOS FUTUROS

El trabajo realizado ha permitido identificar algunos temas que podrían ser una continuación y ampliación del trabajo llevado a cabo, estos puntos son los siguientes:

- ¿Qué medidas habría que tomar para adaptar el proyecto y satisfacer las nuevas exigencias introducidas por el DB-HR?
- ¿Cuanto costaría adaptar el proyecto a las exigencias del DB-HR?

10- ANEXOS

En las siguientes páginas se recogen las hojas de cálculo de los aislamientos, dichas hojas son el método general hechas con la herramienta de cálculo (Versión 1, Febrero 2008), los resultados de los cálculos obtenidos son los recogidos en el punto 7.1 y 7.2 de este trabajo, en el 7.1 el aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores, y en el 7.2 el cálculo del aislamiento a ruido del exterior.


Las hojas de cálculos se dividen en dos hojas, una primera con los datos de entrada y los requisitos, y una segunda hoja los cálculos de los aislamientos.

10.1 HOJAS DE CÁLCULO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO


El orden en el que se encuentran las hojas de cálculo es el siguiente:

- Cálculo conjunto del aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores adyacentes (Salón-comedor / Dormitorio)
- Cálculo conjunto del aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores adyacentes (Zona común / Dormitorio)
- Cálculo conjunto del aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores adyacentes (Caja ascensor / Dormitorio)
- Cálculo conjunto del aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores adyacentes (Caja ascensor / Baño)
- Cálculo conjunto del aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores adyacentes (Zona común / Baño)
- Cálculo conjunto del aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores adyacentes (Cocina / Cocina)
- Cálculo conjunto del aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores superpuestos (Baño / Baño)
- Cálculo conjunto del aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores superpuestos (Dormitorio / Dormitorio)

CÁLCULO CONJUNTO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS INTERIORES ADYACENTES (SALÓN-COMEDOR / DORMITORIO)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador

Ancho l_1 (m)	4,94	Alto l_2 (m)	2,4	Superficie S_e (m ²)	11,856
-----------------	------	----------------	-----	------------------------------------	--------

REF	Elemento Estructural Básico	m' ¹ (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Receptor	ΔR _{e,A}
P.MED	Partición Vivienda-Vivienda	216,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Ventanas, puertas y lucernarios	S _{vpl} (m ²)	0	R _{vpl,A}	0
---------------------------------	------------------------------------	---	--------------------	---

Transmisión Aérea Directa D _{n,r,A}	0	(aireadores)
Transmisión Aérea Indirecta D _{n,s,A}	0	(techos suspendidos, conductos y pasillos)

D _{n,T,A}	Requisito CTE
44	50 NO CUMPLE
L _{n,T,W}	Requisito CTE
74	65 NO CUMPLE





Recinto Emisor

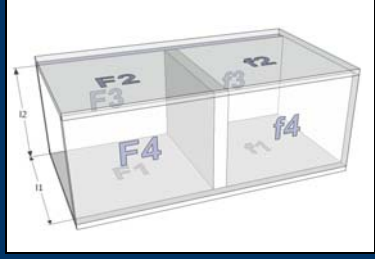
Tipo de Recinto		Otra unidad de uso								
REF	Elemento Estructural Básico	m' _F (kg/m ²)	R _{F,A}	L _{n,w}	S _e (m ²)	REF	Revestimiento	ΔR _{F,A}	ΔL _w	
Elemento F1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	79,0	23,05	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0
Elemento F2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	79,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0
Elemento F3 (Pared)	Fa.Proy	Fachada ventilada	245,0	48,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0
Elemento F4 (Pared)	P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0


Recinto Receptor

Tipo de Recinto		Volumen V _r (m ³)								
Protegido		33,9								
REF	Elemento Estructural Básico	m' _F (kg/m ²)	R _{F,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{F,A}				
Elemento f1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
Elemento f2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
Elemento f3 (Pared)	Fa.Proy	Fachada ventilada	245,0	48,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
Elemento f4 (Pared)	P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{Ff}	K _{Fd}	K _{Gr}		
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,1	13,4	13,4		Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,1	13,4	13,4		Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	17,0	11,7	11,7		Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	3,1	10,1	10,1		Vista en planta






Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008


Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos																	
Cálculos																	
Contribución Directa																	
		$R_{S,A}$	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	$R_{Dd,A}$	S_s (m ²)	S_{vpl} (m ²)	$R_{vpl,A}$	$R_{Dd,m,A}$	$\tau_{Dd} = 10^{-0,1 R_{i,A}}$				
		45	0	0	0	0	0	45,0	11,856	0	0	45,0	3,16228E-05				
Contribución de Flanco a flanco																	
i=j		$R_{F,A}$	$R_{f,A}$	$\Delta R_{F,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	l_0 (m)	l_f (m)	S_s (m ²)	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{i,A}}$			
1		55,0	55,0	0	0	0	0	0	-1,1	1	4,94	11,856	57,7	1,70171E-06			
2		55,0	55,0	0	0	0	0	0	-1,1	1	4,94	11,856	57,7	1,70171E-06			
3		48,0	48,0	0	0	0	0	0	17,0	1	2,4	11,856	71,9	6,42083E-08			
4		45,0	45,0	0	0	0	0	0	3,1	1	2,4	11,856	55,1	3,10365E-06			
													51,8	6,57127E-06			
Contribución de Flanco a directo																	
i	$R_{F,A}$	$R_{S,A}$	S_s (m ²)	S_{vpl} (m ²)	$R_{vpl,A}$	$R_{S,m,A}$	$\Delta R_{F,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Fd}	l_0 (m)	l_f (m)	S_s (m ²)	$R_{Fd,A}$	$\tau_{Fd} = 10^{-0,1 R_{i,A}}$
1	55,0	45	11,856	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,4	1	4,94	11,856	67,2	1,91489E-07
2	55,0	45	11,856	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,4	1	4,94	11,856	67,2	1,91489E-07
3	48,0	45	11,856	0	0	45,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,4	11,856	65,2	3,03743E-07
4	45,0	45	11,856	0	0	45,0	0	0	0	0	0	10,1	1	2,4	11,856	62,0	6,25319E-07
																58,8	1,31204E-06
Contribución de Directo a flanco																	
i	$R_{S,A}$	(m ²) S_{pv}	(m ²) S_{pv}	$R_{vpl,A}$	$R_{S,m,A}$	$R_{f,A}$	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	K_{Df}	l_0 (m)	l_f (m)	S_s (m ²)	$R_{Df,A}$	$\tau_{Df} = 10^{-0,1 R_{i,A}}$
1	45	12	0	0	45,0	55,0	0	0	0	0	0	13,4	1	4,94	11,856	67,2	1,91489E-07
2	45	12	0	0	45,0	55,0	0	0	0	0	0	13,4	1	4,94	11,856	67,2	1,91489E-07
3	45	12	0	0	45,0	48,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,4	11,856	65,2	3,03743E-07
4	45	12	0	0	45,0	45,0	0	0	0	0	0	10,1	1	2,4	11,856	62,0	6,25319E-07
																58,8	1,31204E-06
Contribucion por Transmision Aérea Directa e Indirecta																	
		$D_{n,e,A}$	$D_{n,s,A}$	A_0 (m ²)	S_s (m ²)	$D_{n,a,A}$	$\tau_{n,a} = 10^{-0,1 D_{n,a,A}}$										
		1000,0	1000,0	10,00	11,86	997,7	1,6869E-100										
Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A																	
$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Fd,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_i=e_i,s_i} 10^{-\frac{D_{n,\alpha_i,A}}{10}} \right)$												R'_A	$\tau_A = 10^{-0,1 R_{i,A}}$				
												45,0	3,16228E-05				
												51,8	6,57127E-06				
												58,8	1,31204E-06				
												58,8	1,31204E-06				
												997,7	1,6869E-100				
												43,9	4,08181E-05				
Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A																	
		R'_A	V (m ³)	S_s (m ²)	$D_{nT,A}$												
		43,9	33,9	11,856	43,5												

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido de impactos - Recintos Contiguos													
Cálculos													
Contribución de Directo a flanco													
i		$R_{S,A}$	$L_{n,w}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta L_{D,w}$	$\Delta R_{f,A}$	K_{Df}	l_0 (m)	l_f (m)	S_s (m ²)	$L_{n,w,Df}$	$\tau_{Df} = 10^{-0,1 R_{i,A}}$	
1		55	79	45,0	0	0	13,4	1	4,94	23,05	63,9	2474069,597	
2		55	79	55,0	0	0	-1,1	1	4,94	23,05	73,4	21986302,06	
											73,9	24460371,66	
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado													
		$L'_{n,w}$	V (m ³)	$L'_{nT,w}$									
		73,9	33,9	73,5									

CÁLCULO CONJUNTO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS INTERIORES ADYACENTES (ZONA COMÚN / DORMITORIO)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador

Ancho l_1 (m)	3,65	Alto l_2 (m)	2,4	Superficie S_e (m ²)	8,76
-----------------	------	----------------	-----	------------------------------------	------

REF	Elemento Estructural Básico	m' _e (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Receptor	ΔR _{e,A}
P.COM	Partición Vivienda-Zona común	205,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Ventanas, puertas y lucernarios	S _{opt} (m ²)	R _{opt,A}	Transmisión Aérea Directa D _{n,d,A}	D _{n,d,A}	(alrededores)	Transmisión Aérea Indirecta D _{n,r,A}	D _{n,r,A}	(techos suspendidos, conductos y pasillos)
	0	0		0			0	

D _{nT,A}	Requisito CTE
44	50 NO CUMPLE
L _{nT,W}	Requisito CTE
77	65 NO CUMPLE





Recinto Emisor

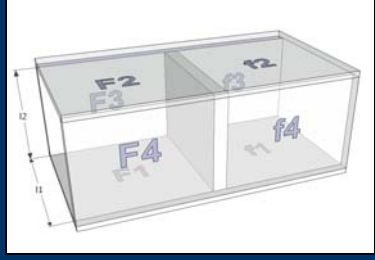
Tipo de Recinto		Zona común									
REF	Elemento Estructural Básico	m' _e (kg/m ²)	R _{e,A}	L _{n,w}	S _e (m ²)	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}	ΔL _w		
Elemento F1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento zonas comunes	520,0	57,0	78,0	8,3	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento zonas comunes	520,0	57,0	78,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F3 (Pared)	Fa.Proy	Fachada ventilada	245,0	48,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F4 (Pared)	P.baño	Partición Baño-Dormitorio	50,0	43,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	


Recinto Receptor

Tipo de Recinto		Volumen V _r (m ³)									
Protegido		28,19									
REF	Elemento Estructural Básico	m' _e (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}					
Elemento f1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento zonas comunes	520,0	57,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento f2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento zonas comunes	520,0	57,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento f3 (Pared)	Fa.Proy	Fachada ventilada	245,0	48,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento f4 (Pared)	P.baño	Partición Baño-Dormitorio	50,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{FF}	K _{FD}	K _{DT}			
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,8	14,0	14,0		Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,8	14,0	14,0		Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T 0.3	Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	16,7	11,8	11,8		Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	13,8	16,1	16,1		Vista en planta





Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos

Cálculos

Contribución Directa												
	R _{S,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Dd,A}	R _{Dd,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{Dd,m,A}	τ _{Dd} = 10 ^{-0,1 R_{i,A}}
	45	0	0	0	0	0	45,0	8,76	0	0	45,0	3,16228E-05

Contribución de Flanco a flanco													
i=j	R _{F,A}	R _{f,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Ff,A}	K _{Ff}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Ff,A}	τ _{Ff} = 10 ^{-0,1 R_{i,A}}
1	57,0	57,0	0	0	0	0	0	-1,8	1	3,65	8,76	59,0	1,2492E-06
2	57,0	57,0	0	0	0	0	0	-1,8	1	3,65	8,76	59,0	1,2492E-06
3	48,0	48,0	0	0	0	0	0	16,7	1	2,4	8,76	70,3	9,318E-08
4	43,0	43,0	0	0	0	0	0	13,8	1	2,4	8,76	62,4	5,74969E-07
												55,0	3,16655E-06

Contribución de Flanco a directo																		
i	R _{F,A}	R _{S,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{S,m,A}	R _{f,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Fd,A}	K _{Fd}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Fd,A}	τ _{Fd} = 10 ^{-0,1 R_{i,A}}
1	57,0	45	8,76	0	0	45,0	0	0	0	0	0	0	14,0	1	3,65	8,76	68,8	1,30479E-07
2	57,0	45	8,76	0	0	45,0	0	0	0	0	0	0	14,0	1	3,65	8,76	68,8	1,30479E-07
3	48,0	45	8,76	0	0	45,0	0	0	0	0	0	0	11,8	1	2,4	8,76	63,9	4,09479E-07
4	43,0	45	8,76	0	0	45,0	0	0	0	0	0	0	16,1	1	2,4	8,76	65,8	2,66026E-07
																	60,3	9,36461E-07

Contribución de Directo a flanco																		
i	R _{S,A} (m ²)	S _{pv} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{S,m,A}	R _{f,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Df,A}	K _{Df}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Df,A}	τ _{Df} = 10 ^{-0,1 R_{i,A}}		
1	45	8,76	0	0	45,0	57,0	0	0	0	0	0	14,0	1	3,65	8,76	68,8	1,30479E-07	
2	45	8,76	0	0	45,0	57,0	0	0	0	0	0	14,0	1	3,65	8,76	68,8	1,30479E-07	
3	45	8,76	0	0	45,0	48,0	0	0	0	0	0	11,8	1	2,4	8,76	63,9	4,09479E-07	
4	45	8,76	0	0	45,0	43,0	0	0	0	0	0	16,1	1	2,4	8,76	65,8	2,66026E-07	
																	60,3	9,36461E-07

Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta						
	D _{n,e,A}	D _{n,s,A}	A ₀ (m ²)	S _s (m ²)	D _{n,a,A'}	τ _{n,a} = 10 ^{-0,1 D_{n,a,A'}}
	1000,0	1000,0	10,00	8,76	996,4	2,2831E-100

Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A						
	R _A	τ _A = 10 ^{-0,1 R_A}				
	R _{Dd,A}	45,0	3,16228E-05			
	R _{Ff,A}	55,0	3,16655E-06			
	R _{Fd,A}	60,3	9,36461E-07			
	R _{Df,A}	60,3	9,36461E-07			
	D _{n,a,A'}	996,4	2,2831E-100			
		44,4	3,66623E-05			

$$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Fd,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_i=e_i, s_i} 10^{-\frac{D_{n,\alpha_i,A}}{10}} \right)$$

Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A				
	R _A	V (m ³)	S _s (m ²)	D _{nT,A}
	44,4	28,19	8,76	44,5


Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido de impactos - Recintos Contiguos

Cálculos


Contribución de Directo a flanco												
i	R _{S,A}	L _{n,w}	R _{f,m,A}	ΔL _{D,w}	ΔR _{f,A}	K _{Df}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	L _{n,w,Df}	τ _{Df} = 10 ^{0,1 Ri,A}	
1	57	78	45,0	0	0	14,0	1	3,65	8,3	66,4	4354770,673	
2	57	78	57,0	0	0	-1,8	1	3,65	8,3	76,2	41692552,6	
										76,6	46047323,27	

Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado			
	L _{n,w}	V (m ³)	L _{nT,w}
	76,6	28,19	77,1

CÁLCULO CONJUNTO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS INTERIORES ADYACENTES (CAJA ASCENSOR / DORMITORIO)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador

Ancho l_1 (m)	3,6	Alto l_2 (m)	2,4	Superficie S_e (m ²)	8,64
-----------------	-----	----------------	-----	------------------------------------	------

REF	Elemento Estructural Básico	m ³ (kg/m ³)	R _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Receptor	ΔR _{e,A}
P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Ventanas, puertas y lucernarios	S _{wp} (m ²)	R _{wp,A}	
	0	0	

Transmisión Aérea Directa D _{n,e,A}	D _{n,e,A}	
	0	(alreedores)
Transmisión Aérea Indirecta D _{n,i,A}	D _{n,i,A}	(techos suspendidos, conductos y pasillos)
	0	

Requisito CTE	
D _{nT,A}	45 55 NO CUMPLE
L _{nT,W}	78 60 NO CUMPLE





Recinto Emisor

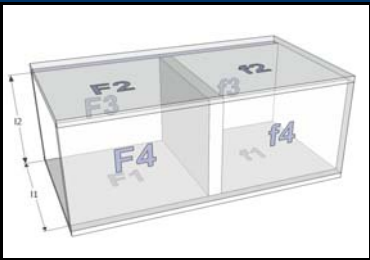
Tipo de Recinto		Recinto de actividad o instalaciones									
REF	Elemento Estructural Básico	m ³ (kg/m ³)	R _{e,A}	L _{n,w}	S _e (m ²)	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}	ΔL _w		
	Elemento F1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	79,0	6,07	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0
	Elemento F2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	79,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0
	Elemento F3 (Pared)	P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0
	Elemento F4 (Pared)	P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0


Recinto Receptor

Tipo de Recinto		Volumen V _r (m ³)									
Protegido		33,9									
REF	Elemento Estructural Básico	m ³ (kg/m ³)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{f,A}					
	Elemento f1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
	Elemento f2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
	Elemento f3 (Pared)	P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			
	Elemento f4 (Pared)	P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0			

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{ff}	K _{fd}	K _{cu}			
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,2	13,5	13,5		Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,2	13,5	13,5		Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T 0.3	Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	17,7	11,7	11,7		Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	3,0	10,0	10,0		Vista en planta






Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008


Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos																	
Cálculos																	
Contribución Directa																	
	$R_{S,A}$	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	$R_{Dd,A}$	$S_s (m^2)$	$S_{vpl} (m^2)$	$R_{vpl,A}$	$R_{Dd,m,A}$	$\tau_{Dd} = 10^{-0,1 R_{Dd,A}}$					
	45	0	0	0	0	0	45,0	8,64	0	0	45,0	3,16228E-05					
Contribución de Flanco a flanco																	
$i \rightarrow j$	$R_{F,A}$	$R_{f,A}$	$\Delta R_{F,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{Ff,A}}$				
1	55,0	55,0	0	0	0	0	0	-1,2	1	3,6	8,64	57,6	1,74282E-06				
2	55,0	55,0	0	0	0	0	0	-1,2	1	3,6	8,64	57,6	1,74282E-06				
3	45,0	45,0	0	0	0	0	0	17,7	1	2,4	8,64	68,3	1,47767E-07				
4	45,0	45,0	0	0	0	0	0	3,0	1	2,4	8,64	53,6	4,40248E-06				
												50,9	8,03589E-06				
Contribución de Flanco a directo																	
i	$R_{F,A}$	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_{vpl} (m^2)$	$R_{vpl,A}$	$R_{S,m,A}$	$\Delta R_{F,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{Ff,A}}$
1	55,0	45	8,64	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,5	1	3,6	8,64	67,3	1,87057E-07
2	55,0	45	8,64	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,5	1	3,6	8,64	67,3	1,87057E-07
3	45,0	45	8,64	0	0	45,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,4	8,64	62,3	5,91068E-07
4	45,0	45	8,64	0	0	45,0	0	0	0	0	0	10,0	1	2,4	8,64	60,6	8,7841E-07
																57,3	1,84359E-06
Contribución de Directo a flanco																	
i	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_{vpl} (m^2)$	$R_{vpl,A}$	$R_{S,m,A}$	$R_{f,A}$	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	K_{Df}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Df,A}$	$\tau_{Df} = 10^{-0,1 R_{Df,A}}$
1	45	8,64	0	0	45,0	55,0	0	0	0	0	0	13,5	1	3,6	8,64	67,3	1,87057E-07
2	45	8,64	0	0	45,0	55,0	0	0	0	0	0	13,5	1	3,6	8,64	67,3	1,87057E-07
3	45	8,64	0	0	45,0	45,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,4	8,64	62,3	5,91068E-07
4	45	8,64	0	0	45,0	45,0	0	0	0	0	0	10,0	1	2,4	8,64	60,6	8,7841E-07
																57,3	1,84359E-06
Contribucion por Transmision Aérea Directa e Indirecta																	
	$D_{n,e,A}$	$D_{n,s,A}$	$A_0 (m^2)$	$S_s (m^2)$	$D_{n,a,A}$	$\tau_{n,a} = 10^{-0,1 D_{n,a,A}}$											
	1000,0	1000,0	10,00	8,64	996,4	2,3148E-100											
Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A																	
	R'_A	$\tau_A = 10^{-0,1 R'_A}$															
	43,6	4,33458E-05															
$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_i=e_i,s_i} 10^{-\frac{D_{n,e_i,A}}{10}} \right)$																	
	$R_{Dd,A}$	45,0	3,16228E-05														
	$R_{Ff,A}$	50,9	8,03589E-06														
	$R_{Df,A}$	57,3	1,84359E-06														
	$R_{Df,A}$	57,3	1,84359E-06														
	$D_{n,a,A}$	996,4	2,3148E-100														
Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A																	
	R'_A	$V (m^3)$	$S_s (m^2)$	$D_{nT,A}$													
	43,6	33,9	8,64	44,6													

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido de impactos - Recintos Contiguos											
Cálculos											
Contribución de Directo a flanco											
i	$R_{S,A}$	$L_{n,w}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta L_{D,w}$	$\Delta R_{f,A}$	K_{Df}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$L_{n,w,Df}$	$\tau_{Df} = 10^{0,1 R_{i,A}}$
1	55	79	45,0	0	0	13,5	1	3,6	6,07	68,3	6688032,996
2	55	79	55,0	0	0	-1,2	1	3,6	6,07	77,9	62312827,97
										78,4	69000860,96
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado											
	$L'_{n,w}$	$V (m^3)$	$L'_{nT,w}$								
	78,4	33,9	78,0								

CÁLCULO CONJUNTO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS INTERIORES ADYACENTES (CAJA ASCENSOR / BAÑO)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador

Ancho l_1 (m)	1,7	Alto l_2 (m)	2,2	Superficie S_e (m ²)	3,74
-----------------	-----	----------------	-----	------------------------------------	------

REF	Elemento Estructural Básico	m' ² (kg/m ²)	R _{f,A}	REF	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR _{D,A}	REF	Revestimiento Recinto Receptor	ΔR _{d,A}
P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

$S_{vpl,A}$ (m ²)	0
R _{vpl,A}	0

Transmisión Aérea Directa D _{n,e,A}	0	(aireadores)
Transmisión Aérea Indirecta D _{n,s,A}	0	(techos suspendidos, conductos y pasillos)

D _{nT,A}	42	Requisito CTE
	45	NO CUMPLE
L _{nT,W}	80	Requisito CTE
	-	CUMPLE





Recinto Emisor

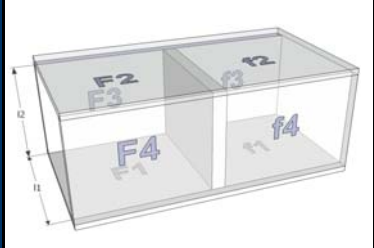
Tipo de Recinto		Recinto de actividad o instalaciones									
REF	Elemento Estructural Básico	m' ² (kg/m ²)	R _{f,A}	L _{n,w}	S _e (m ²)	REF	Revestimiento	ΔR _{F,A}	ΔL _w		
Elemento F1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento zonas comunes	520,0	57,0	78,0	6,07	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento zonas comunes	520,0	57,0	78,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F3 (Pared)	P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F4 (Pared)	P.COM	Partición Vivienda-Zona común	205,0	45,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	


Recinto Receptor

Tipo de Recinto		Volumen V _r (m ³)									
Habitabile		8,79									
REF	Elemento Estructural Básico	m' ² (kg/m ²)	R _{f,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{f,A}					
Elemento f1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento zonas comunes	520,0	57,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento f2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento zonas comunes	520,0	57,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento f3 (Pared)	P.Ascen	Partición vivienda-ascensor	211,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento f4 (Pared)	P.COM	Partición Vivienda-Zona común	205,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{rz}	K _{rd}	K _{cr}		
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,6	13,9	13,9		Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,6	13,9	13,9		Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 Juntas)	17,7	11,7	11,7		Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	3,2	10,1	10,1		Vista en planta






Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008


Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos																	
Cálculos																	
Contribución Directa																	
	$R_{S,A}$	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	$R_{Dd,A}$	$S_s (m^2)$	$S_{vpl} (m^2)$	$R_{vpl,A}$	$R_{Dd,m,A}$	$\tau_{Dd} = 10^{-0,1 R_{Dd,A}}$					
	45	0	0	0	0	0	45,0	3,74	0	0	45,0	3,16228E-05					
Contribución de Flanco a flanco																	
$i=j$	$R_{F,A}$	$R_{f,A}$	$\Delta R_{F,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{Ff,A}}$				
1	57,0	57,0	0	0	0	0	0	-1,6	1	1,7	3,74	58,8	1,32568E-06				
2	57,0	57,0	0	0	0	0	0	-1,6	1	1,7	3,74	58,8	1,32568E-06				
3	45,0	45,0	0	0	0	0	0	17,7	1	2,2	3,74	65,0	3,12918E-07				
4	45,0	45,0	0	0	0	0	0	3,2	1	2,2	3,74	50,5	8,94945E-06				
												49,2	1,19137E-05				
Contribución de Flanco a directo																	
i	$R_{F,A}$	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_{vpl} (m^2)$	$R_{vpl,A}$	$R_{S,m,A}$	$\Delta R_{F,A}$	$\Delta R_{D,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{Ff,A}}$
1	57,0	45	3,74	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,9	1	1,7	3,74	68,3	1,46506E-07
2	57,0	45	3,74	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,9	1	1,7	3,74	68,3	1,46506E-07
3	45,0	45	3,74	0	0	45,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,2	3,74	59,0	1,25167E-06
4	45,0	45	3,74	0	0	45,0	0	0	0	0	0	10,1	1	2,2	3,74	57,4	1,80727E-06
																54,7	3,35195E-06
Contribución de Directo a flanco																	
i	$R_{S,A}$	(m^2)	$S_{pv} (m^2)$	$R_{vpv,A}$	$R_{S,m,A}$	$R_{f,A}$	$\Delta R_{D,A}$	$\Delta R_{f,A}$	$\max \Delta R_{i,A}$	$\min \Delta R_{i,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	K_{Df}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Df,A}$	$\tau_{Df} = 10^{-0,1 R_{Df,A}}$
1	45	3,74	0	0	45,0	57,0	0	0	0	0	0	13,9	1	1,7	3,74	68,3	1,46506E-07
2	45	3,74	0	0	45,0	57,0	0	0	0	0	0	13,9	1	1,7	3,74	68,3	1,46506E-07
3	45	3,74	0	0	45,0	45,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,2	3,74	59,0	1,25167E-06
4	45	3,74	0	0	45,0	45,0	0	0	0	0	0	10,1	1	2,2	3,74	57,4	1,80727E-06
																54,7	3,35195E-06
Contribucion por Transmision Aérea Directa e Indirecta																	
	$D_{n,e,A}$	$D_{n,s,A}$	$A_0 (m^2)$	$S_s (m^2)$	$D_{n,a,A}$	$\tau_{n,a} = 10^{-0,1 D_{n,a,A}}$											
	1000,0	1000,0	10,00	3,74	992,7	5,3476E-100											
Indice global de reducción acústica aparente, ponderado A																	
							R'_A	$\tau_A = 10^{-0,1 R'_A}$									
							45,0	3,16228E-05									
							49,2	1,19137E-05									
							54,7	3,35195E-06									
							54,7	3,35195E-06									
							992,7	5,3476E-100									
							43,0	5,02404E-05									
Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A																	
	R'_A	$V (m^3)$	$S_s (m^2)$	$D_{nT,A}$													
	43,0	8,79	3,74	41,8													

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido de impactos - Recintos Contiguos													
Cálculos													
Contribución de Directo a flanco													
i	$R_{S,A}$	$L_{n,w}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta L_{D,w}$	$\Delta R_{f,A}$	K_{Df}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$L_{n,w,Df}$	$\tau_{Df} = 10^{0,1 R_{i,A}}$		
1	57	78	45,0	0	0	13,9	1	1,7	6,07	64,6	2854561,092		
2	57	78	57,0	0	0	-1,6	1	1,7	6,07	74,1	25829909,7		
										74,6	28684470,79		
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado													
	$L'_{n,w}$	$V (m^3)$	$L'_{nT,w}$										
	74,6	8,79	80,1										

CÁLCULO CONJUNTO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS INTERIORES ADYACENTES (ZONA COMÚN / BAÑO)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador

Ancho l_1 (m)	2,39	Alto l_2 (m)	2,2	Superficie S_e (m ²)	5,258
-----------------	------	----------------	-----	------------------------------------	-------

REF	Elemento Estructural Básico	m' ¹ (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR _{e,A}	REF	Revestimiento Recinto Receptor	ΔR _{e,A}
P.COM	Partición Vivienda-Zona común	205,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Ventanas, puertas y lucernarios	S _{wp} (m ²)	R _{wp,A}	Transmisión Aérea Directa D _{n,e,A}
	0	0	0 (aireadores)
			Transmisión Aérea Indirecta D _{n,i,A}
			0 (techos suspendidos, conductos y pasillos)

D _{n,T,A}	41	Requisito CTE	45	NO CUMPLE
L _{n,T,W}	79	Requisito CTE	-	CUMPLE





Recinto Emisor

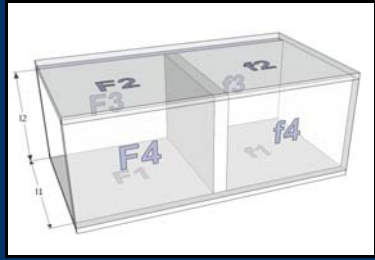
Tipo de Recinto	Zona común	REF	Elemento Estructural Básico	m' _e (kg/m ²)	R _{e,A}	L _{n,w}	S _e (m ²)	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}	ΔL _w
Elemento F1 (Suelo)	F.Proy		Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	79,0	12	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0
Elemento F2 (Techo)	F.Proy		Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	79,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0
Elemento F3 (Pared)	P.COM		Partición Vivienda-Zona común	205,0	45,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0
Elemento F4 (Pared)	P.COM		Partición Vivienda-Zona común	205,0	45,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0


Recinto Receptor

Tipo de Recinto	Habitable	Volumen V _r (m ³)	REF	Elemento Estructural Básico	m' _r (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}
Elemento f1 (Suelo)	F.Proy	8,94		Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento f2 (Techo)	F.Proy			Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento f3 (Pared)	P.COM			Partición Vivienda-Zona común	205,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento f4 (Pared)	P.COM			Partición Vivienda-Zona común	205,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{FF}	K _{FD}	K _{CV}		
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,3	13,6	13,6		Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,3	13,6	13,6		Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	17,7	11,7	11,7		Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	3,0	10,0	10,0		Vista en planta






Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008


Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos																	
Cálculos																	
Contribución Directa																	
	R _{S,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Dd,A}	R _{Dd,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{Dd,m,A}	τ _{Dd} = 10 ^{-0,1 Ri,A}					
	45	0	0	0	0	0	45,0	5,258	0	0	45,0	3,16228E-05					
Contribución de Flanco a flanco																	
i=j	R _{F,A}	R _{f,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Ff,A}	K _{Ff}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Ff,A}	τ _{Ff} = 10 ^{-0,1 Ri,A}				
1	55,0	55,0	0	0	0	0	0	-1,3	1	2,39	5,258	57,1	1,95726E-06				
2	55,0	55,0	0	0	0	0	0	-1,3	1	2,39	5,258	57,1	1,95726E-06				
3	45,0	45,0	0	0	0	0	0	17,7	1	2,2	5,258	66,5	2,22578E-07				
4	45,0	45,0	0	0	0	0	0	3,0	1	2,2	5,258	51,8	6,63135E-06				
												49,7	1,07685E-05				
Contribución de Flanco a directo																	
i	R _{F,A}	R _{S,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{S,m,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Fd,A}	K _{Fd}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Fd,A}	τ _{Fd} = 10 ^{-0,1 Ri,A}
1	55,0	45	5,258	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,6	1	2,39	5,258	67,0	1,98259E-07
2	55,0	45	5,258	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,6	1	2,39	5,258	67,0	1,98259E-07
3	45,0	45	5,258	0	0	45,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,2	5,258	60,5	8,90312E-07
4	45,0	45	5,258	0	0	45,0	0	0	0	0	0	10,0	1	2,2	5,258	58,8	1,32313E-06
																55,8	2,60996E-06
Contribución de Directo a flanco																	
i	R _{S,A}	(m ²)	S _{pv} (m ²)	R _{vpv,A}	R _{S,m,A}	R _{f,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Df,A}	K _{Df}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Df,A}	τ _{Df} = 10 ^{-0,1 Ri,A}
1	45	5,26	0	0	45,0	55,0	0	0	0	0	0	13,6	1	2,39	5,258	67,0	1,98259E-07
2	45	5,26	0	0	45,0	55,0	0	0	0	0	0	13,6	1	2,39	5,258	67,0	1,98259E-07
3	45	5,26	0	0	45,0	45,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,2	5,258	60,5	8,90312E-07
4	45	5,26	0	0	45,0	45,0	0	0	0	0	0	10,0	1	2,2	5,258	58,8	1,32313E-06
																55,8	2,60996E-06
Contribucion por Transmision Aérea Directa e Indirecta																	
	D _{n,e,A}	D _{n,s,A}	A ₀ (m ²)	S _s (m ²)	D _{n,a,A'}	τ _{n,a} = 10 ^{-0,1 Dn,a,A}											
	1000,0	1000,0	10,00	5,26	994,2	3,8037E-100											
Indice global de reducción acústica aparente, ponderado A																	
	R _A	τ _A = 10 ^{-0,1 Ri,A}															
	R _{Dd,A}	45,0	3,16228E-05														
	R _{Ff,A}	49,7	1,07685E-05														
	R _{Fd,A}	55,8	2,60996E-06														
	R _{Df,A}	55,8	2,60996E-06														
	D _{n,a,A'}	994,2	3,8037E-100														
		43,2	4,7611E-05														
Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A																	
	R _A	V (m ³)	S _s (m ²)	D _{nT,A}													
	43,2	8,94	5,258	40,6													

Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido de impactos - Recintos Contiguos													
Cálculos													
Contribución de Directo a flanco													
i	R _{S,A}	L _{n,w}	R _{f,m,A}	ΔL _{D,w}	ΔR _{f,A}	K _{Df}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	L _{n,w,Df}	τ _{Df} = 10 ^{0,1 Ri,A}		
1	55	79	45,0	0	0	13,6	1	2,39	12	63,4	2182089,995		
2	55	79	55,0	0	0	-1,3	1	2,39	12	73,3	21542120,29		
										73,8	23724210,29		
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado													
	L _{n,w}	V (m ³)	L _{nT,w}										
	73,8	8,94	79,2										

CÁLCULO CONJUNTO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS INTERIORES ADYACENTES (COCINA / COCINA)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador

Ancho l_1 (m)	3,77	Alto l_2 (m)	2,2	Superficie S_s (m ²)	8,294
-----------------	------	----------------	-----	------------------------------------	-------

REF	Elemento Estructural Básico	m'_l (kg/m ²)	$R_{l,A}$	REF	Revestimiento Recinto Emisor	$\Delta R_{0,A}$	REF	Revestimiento Recinto Receptor	$\Delta R_{d,A}$
P.MED	Partición Vivienda-Vivienda	216,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Ventanas, puertas y lucernarios	S_{vpl} (m ²)	$R_{vpl,A}$	0	0
---------------------------------	-----------------------------	-------------	---	---

Transmisión Aérea Directa $D_{0,2l,A}$	$D_{0,2l,A}$	0	(alreedores)
Transmisión Aérea Indirecta $D_{0,5,A}$	$D_{0,5,A}$	0	(techos suspendidos, conductos y pasillos)

$D_{nT,A}$	43	Requisito CTE	45	NO CUMPLE
$L'_{nT,W}$	79	Requisito CTE	-	CUMPLE





Recinto Emisor

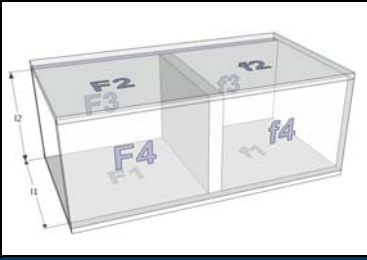
Tipo de Recinto		Otra unidad de uso									
REF	Elemento Estructural Básico	m'_f (kg/m ²)	$R_{f,A}$	$L_{r,w}$	S_s (m ²)	REF	Revestimiento	$\Delta R_{f,A}$	ΔL_w		
Elemento F1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	79,0	9,2	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	79,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F3 (Pared)	P.MED	Partición Vivienda-Vivienda	216,0	45,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	
Elemento F4 (Pared)	Tab.inte.	Tabiquería interior	28,0	43,0	0,0		R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	


Recinto Receptor

Tipo de Recinto		Volumen V_r (m ³)									
Habitable		20,24									
REF	Elemento Estructural Básico	m'_l (kg/m ²)	$R_{l,A}$	REF	Revestimiento	$\Delta R_{f,A}$					
Elemento f1 (Suelo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento f2 (Techo)	F.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento f3 (Pared)	P.MED	Partición Vivienda-Vivienda	216,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				
Elemento f4 (Pared)	Tab.inte.	Tabiquería interior	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0				

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K_{Fr}	K_{Fd}	K_{Cr}			
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,1	13,4	13,4		Vista en sección
Arista 2 (Unión Elemento-Techo)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	-1,1	13,4	13,4		Vista en sección
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T 0.3	Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	17,7	11,7	11,7		Vista en planta
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	20,0	18,9	18,9		Vista en planta





Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impactos

Cálculos

Contribución Directa												
	R _{S,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Df,A}	R _{Dd,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{Dd,m,A}	τ _{Dd} = 10 ^{-0,1 R_{i,A}}
	45	0	0	0	0	0	45,0	8,294	0	0	45,0	3,16228E-05

Contribución de Flanco a flanco													
i=j	R _{F,A}	R _{f,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Ff,A}	K _{Ff}	l ₀ (m)	l _r (m)	S _s (m ²)	R _{Ff,A}	τ _{Ff} = 10 ^{-0,1 R_{i,A}}
1	55,0	55,0	0	0	0	0	0	-1,1	1	3,77	8,294	57,3	1,85641E-06
2	55,0	55,0	0	0	0	0	0	-1,1	1	3,77	8,294	57,3	1,85641E-06
3	45,0	45,0	0	0	0	0	0	17,7	1	2,2	8,294	68,5	1,41104E-07
4	43,0	43,0	0	0	0	0	0	20,0	1	2,2	8,294	68,8	1,32989E-07
												54,0	3,98691E-06

Contribución de Flanco a directo																	
i	R _{F,A}	R _{S,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{S,m,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Ff,A}	K _{Ff}	l ₀ (m)	l _r (m)	S _s (m ²)	R _{Ff,A}	τ _{Ff} = 10 ^{-0,1 R_{i,A}}
1	55,0	45	8,294	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,4	1	3,77	8,294	66,8	2,08897E-07
2	55,0	45	8,294	0	0	45,0	0	0	0	0	0	13,4	1	3,77	8,294	66,8	2,08897E-07
3	45,0	45	8,294	0	0	45,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,2	8,294	62,5	5,64415E-07
4	43,0	45	8,294	0	0	45,0	0	0	0	0	0	18,9	1	2,2	8,294	68,6	1,36887E-07
																59,5	1,1191E-06

Contribución de Directo a flanco																	
i	R _{S,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{S,m,A}	R _{f,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Df,A}	K _{Df}	l ₀ (m)	l _r (m)	S _s (m ²)	R _{Df,A}	τ _{Df} = 10 ^{-0,1 R_{i,A}}
1	45	8,29	0	0	45,0	55,0	0	0	0	0	0	13,4	1	3,77	8,294	66,8	2,08897E-07
2	45	8,29	0	0	45,0	55,0	0	0	0	0	0	13,4	1	3,77	8,294	66,8	2,08897E-07
3	45	8,29	0	0	45,0	45,0	0	0	0	0	0	11,7	1	2,2	8,294	62,5	5,64415E-07
4	45	8,29	0	0	45,0	43,0	0	0	0	0	0	18,9	1	2,2	8,294	68,6	1,36887E-07
																59,5	1,1191E-06

Contribucion por Transmision Aérea Directa e Indirecta							
	D _{n,e,A}	D _{n,s,A}	A ₀ (m ²)	S _s (m ²)	D _{n,a,A'}	τ _{n,a} = 10 ^{-0,1 D_{n,a,A'}}	
	1000,0	1000,0	10,00	8,29	996,2	2,4114E-100	

Indice global de reducción acústica aparente, ponderado A							
	R _{Dd,A}	R _{Ff,A}	R _{Ff,A}	R _{Df,A}	D _{n,a,A'}	R' _A	τ _A = 10 ^{-0,1 R_{i,A}}
	45,0	54,0	59,5	59,5	996,2	44,2	3,78479E-05

$$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_i=e_i,s_i} 10^{-\frac{D_{n,e,i,A}}{10}} \right)$$

Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A				
	R' _A	V (m ³)	S _s (m ²)	D _{nT,A}
	44,2	20,24	8,294	43,1


Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido de impactos - Recintos Contiguos

Cálculos


Contribución de Directo a flanco												
i	R _{S,A}	L _{n,w}	R _{f,m,A}	ΔL _{D,w}	ΔR _{f,A}	K _{Df}	l ₀ (m)	l _r (m)	S _s (m ²)	L _{n,w,Df}	τ _{Df} = 10 ^{0,1 Ri,A}	
1	55	79	45,0	0	0	13,4	1	3,77	9,2	66,7	4730525,807	
2	55	79	55,0	0	0	-1,1	1	3,77	9,2	76,2	42038740,32	
										76,7	46769266,12	

Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado			
	L' _{n,w}	V (m ³)	L' _{nT,w}
	76,7	20,24	78,6

CÁLCULO CONJUNTO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS INTERIORES SUPERPUESTOS (BAÑO / BAÑO)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores. Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada

Elemento Separador

Ancho l_1 (m)	2,39	Largo l_2 (m)	1,7	Superficie S_e (m ²)	4,063
-----------------	------	-----------------	-----	------------------------------------	-------

REF	Elemento Estructural Básico	m' ² (kg/m ²)	R _{e,A}	L _{rw}	REF	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR _{e,A}	ΔL _w	REF	Revestimiento Recinto Receptor	ΔR _{e,A}	ΔL _w
Fo.Proy	Forjado y pavimento vivienda	470,0	55,0	79,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0

Ventanas, puertas y lucernarios	S _{wp} (m ²)	R _{wp,A}
	0	0

Transmisión Aérea Directa D _{n,t,A}	D _{n,t,A}	(aireadores)
	0	
Transmisión Aérea Indirecta D _{n,r,A}	D _{n,r,A}	(techos suspendidos, conductos y pasillos)
	0	

D _{n,t,A}	Requisito CTE
50	45 CUMPLE
L _{n,t,w}	Requisito CTE
85	- CUMPLE

Recinto Emisor





Tipo de Recinto	Otra unidad de uso	Elemento Estructural Básico	m' ² (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}
Elemento F1 (Pared)	P.COM	Partición Vivienda-Zona común	205,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento F2 (Pared)	P.baño2	Partición Baño-Baño	72,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento F3 (Pared)	P.viv	Partición interior vivienda	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento F4 (Pared)	P.baño2	Partición Baño-Baño	72,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

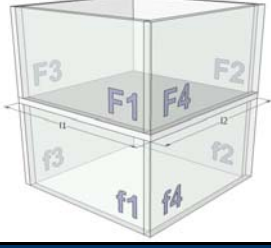
Recinto Receptor


Tipo de Recinto	Habitabile	Volumen V _r (m ³)	9,75
-----------------	------------	--	------

REF	Elemento Estructural Básico	m' ² (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}
Elemento f1 (Pared)	P.COM	Partición Vivienda-Zona común	205,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento f2 (Pared)	P.baño2	Partición Baño-Baño	72,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento f3 (Pared)	P.viv	Partición interior vivienda	28,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento f4 (Pared)	P.baño2	Partición Baño-Baño	72,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{ff}	K _{fd}	K _{df}		
Arista 1 (Unión Elemento-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	8,8	13,6	13,6		Vista en sección lateral
Arista 2 (Unión Elemento-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	18,3	18,1	18,1		Vista en sección lateral
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	43,6	20,3	20,3		Vista en sección frontal
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	18,3	18,1	18,1		Vista en sección frontal






Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008


Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores																	
Cálculos																	
Contribución Directa																	
	R _{S,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{I,A}	minΔR _{I,A}	ΔR _{Dd,A}	R _{Dd,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{Dd,m,A}	τ _{Dd} = 10 ^{-0,1 R_{I,A}}					
	55	0	0	0	0	0	55,0	4,063	0	0	55,0	3,16228E-06					
Contribución de Flanco a flanco																	
i=j	R _{F,A}	R _{f,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{I,A}	minΔR _{I,A}	ΔR _{Ff,A}	K _{Ff}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Ff,A}	τ _{Ff} = 10 ^{-0,1 R_{I,A}}				
1	45,0	45,0	0	0	0	0	0	8,8	1	2,39	4,063	56,1	2,44035E-06				
2	43,0	43,0	0	0	0	0	0	18,3	1	2,39	4,063	63,6	4,38876E-07				
3	43,0	43,0	0	0	0	0	0	43,6	1	1,7	4,063	90,3	9,22666E-10				
4	43,0	43,0	0	0	0	0	0	18,3	1	1,7	4,063	65,1	3,12171E-07				
												55,0	3,19232E-06				
Contribución de Flanco a directo																	
i	R _{F,A}	R _{S,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{S,m,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{I,A}	minΔR _{I,A}	ΔR _{Fd,A}	K _{Fd}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Fd,A}	τ _{Fd} = 10 ^{-0,1 R_{I,A}}
1	45,0	55	4,063	0	0	55,0	0	0	0	0	0	13,6	1	2,39	4,063	65,9	2,56571E-07
2	43,0	55	4,063	0	0	55,0	0	0	0	0	0	18,1	1	2,39	4,063	69,5	1,13445E-07
3	43,0	55	4,063	0	0	55,0	0	0	0	0	0	20,3	1	1,7	4,063	73,1	4,94618E-08
4	43,0	55	4,063	0	0	55,0	0	0	0	0	0	18,1	1	1,7	4,063	70,9	8,06932E-08
																63,0	5,00171E-07
Contribución de Directo a flanco																	
i	R _{S,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{S,m,A}	R _{f,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{I,A}	minΔR _{I,A}	ΔR _{Df,A}	K _{Df}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Df,A}	τ _{Df} = 10 ^{-0,1 R_{I,A}}
1	55	4,06	0	0	55,0	45,0	0	0	0	0	0	13,6	1	2,39	4,063	65,9	2,56571E-07
2	55	4,06	0	0	55,0	43,0	0	0	0	0	0	18,1	1	2,39	4,063	69,5	1,13445E-07
3	55	4,06	0	0	55,0	43,0	0	0	0	0	0	20,3	1	1,7	4,063	73,1	4,94618E-08
4	55	4,06	0	0	55,0	43,0	0	0	0	0	0	18,1	1	1,7	4,063	70,9	8,06932E-08
																63,0	5,00171E-07
Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta																	
	D _{n,e,A}	D _{n,s,A}	A ₀ (m ²)	S _s (m ²)	D _{n,a,A'}	τ _{n,a} = 10 ^{-0,1 D_{n,a,A}}											
	1000,0	1000,0	10,00	4,06	993,1	4,9225E-100											
Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A																	
												R' _A	τ _A = 10 ^{-0,1 R'_A}				
$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Fd,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_i=e_i,s_i} 10^{-\frac{D_{n,\alpha_i,A}}{10}} \right)$												R _{Dd,A}	55,0	3,16228E-06			
												R _{Ff,A}	55,0	3,19232E-06			
												R _{Fd,A}	63,0	5,00171E-07			
												R _{Df,A}	63,0	5,00171E-07			
												D _{n,a,A'}	993,1	4,9225E-100			
			51,3	7,35494E-06													
Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A																	
	R' _A	V (m ³)	S _s (m ²)	D _{nT,A}													
	51,3	9,75	4,063	50,2													

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores													
Cálculos													
Contribución Directa													
	L _{n,w}	ΔL _{D,w}	ΔL _{d,w}	L _{n,w,Dd}	τ _{Dd} = 10 ^{0,1 R_{I,A}}								
	79	0	0	79,0	79432823,47								
Contribución de Directo a flanco													
i	R _{S,A}	L _{n,w}	R _{f,m,A}	ΔL _{D,w}	ΔR _{f,A}	K _{Df}	l ₀ (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	L _{n,w,Df}	τ _{Df} = 10 ^{0,1 R_{I,A}}		
1	55	79	45,0	0	0	13,6	1	2,39	4,063	68,1	6444764,937		
2	55	79	43,0	0	0	18,1	1	2,39	4,063	64,5	2849611,909		
3	55	79	43,0	0	0	20,3	1	1,7	4,063	60,9	1242424,159		
4	55	79	43,0	0	0	18,1	1	1,7	4,063	63,1	2026920,605		
										71,0	12563721,61		
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos													
	L _{n,w}	τ _n = 10 ^{0,1 L_{n,w}}											
	L _{n,w,Dd}	79,0	79432823,47										
	L _{n,w,Df}	71,0	12563721,61										
		79,6	91996545,08										
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado													
	L _{n,w}	V (m ³)	L _{nT,w}										
	79,6	9,75	84,7										

CÁLCULO CONJUNTO DEL AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS INTERIORES SUPERPUESTOS (DORMITORIO / DORMITORIO)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores. Recintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Datos de Entrada





Elemento Separador		Ancho l_1 (m)	2,42	Largo l_2 (m)	3,83	Superficie S_s (m ²)	9,2686					
REF	Elemento Estructural Básico	m'_i (kg/m ²)	$R_{i,A}$	$L_{i,w}$	REF	Revestimiento Recinto Emisor	$\Delta R_{e,A}$	ΔL_w	REF	Revestimiento Recinto Receptor	$\Delta R_{r,A}$	ΔL_w
Fo.Proy	Forjado y pavimento vivienda	470,0	55,0	79,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	0

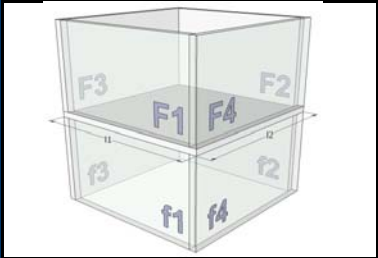
Transmisión Aérea Directa $D_{n,t,A}$	$D_{n,t,w}$	Requisito CTE
0	0	53
Transmisión Aérea Indirecta $D_{n,e,A}$	$D_{n,e,w}$	Requisito CTE
0	0	81


S_{vcl} (m ²)	$R_{vcl,A}$	Requisito CTE
0	0	50
		Requisito CTE
		65

Tipo de Recinto		Otra unidad de uso					
REF	Elemento Estructural Básico	m'_e (kg/m ²)	$R_{e,A}$	REF	Revestimiento	$\Delta R_{e,A}$	
Elemento F1 (Pared)	P.viv	Partición interior vivienda	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento F2 (Pared)	P.viv	Partición interior vivienda	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento F3 (Pared)	Fa.Proy	Fachada ventilada	245,0	48,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento F4 (Pared)	P.viv	Partición interior vivienda	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Tipo de Recinto		Protegido		Volumen V_r (m ³)	22,24		
REF	Elemento Estructural Básico	m'_i (kg/m ²)	$R_{i,A}$	REF	Revestimiento	$\Delta R_{i,A}$	
Elemento f1 (Pared)	P.viv	Partición interior vivienda	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento f2 (Pared)	P.viv	Partición interior vivienda	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento f3 (Pared)	Fa.Proy	Fachada ventilada	245,0	48,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0
Elemento f4 (Pared)	P.viv	Partición interior vivienda	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

Uniones de los Elementos Constructivos						
REF	Elemento Estructural Básico	K_{F1}	K_{F2}	K_{C1}		
Arista 1 (Unión Elemento-Pared)	C.0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	28,8	22,2	22,2	
Arista 2 (Unión Elemento-Pared)	C.0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	28,8	22,2	22,2	
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	T.0.3	Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	22,2	12,2	12,2	
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	C.0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	28,8	22,2	22,2	





Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

LUIS MAZARÍO FERNÁNDEZ

131 de 143


Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores																	
Cálculos																	
Contribución Directa																	
	R _{S,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Df,A}	R _{Dd,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{Dd,m,A}	τ _{Dd} = 10 ^{-0,1 Ri,A}					
	55	0	0	0	0	0	55,0	9,2686	0	0	55,0	3,16228E-06					
Contribución de Flanco a flanco																	
i=j	R _{F,A}	R _{f,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Ff,A}	K _{Ff}	l _o (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Ff,A}	τ _{Ff} = 10 ^{-0,1 Ri,A}				
1	43,0	43,0	0	0	0	0	0	28,8	1	2,42	9,2686	77,7	1,71539E-08				
2	43,0	43,0	0	0	0	0	0	28,8	1	2,42	9,2686	77,7	1,71539E-08				
3	48,0	48,0	0	0	0	0	0	22,2	1	3,83	9,2686	74,0	3,95824E-08				
4	43,0	43,0	0	0	0	0	0	28,8	1	3,83	9,2686	75,7	2,71486E-08				
												70,0	1,01039E-07				
Contribución de Flanco a directo																	
i	R _{F,A}	R _{S,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{S,m,A}	ΔR _{F,A}	ΔR _{d,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Fd,A}	K _{Fd}	l _o (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Fd,A}	τ _{Fd} = 10 ^{-0,1 Ri,A}
1	43,0	55	9,2686	0	0	55,0	0	0	0	0	0	22,2	1	2,42	9,2686	77,1	1,95822E-08
2	43,0	55	9,2686	0	0	55,0	0	0	0	0	0	22,2	1	2,42	9,2686	77,1	1,95822E-08
3	48,0	55	9,2686	0	0	55,0	0	0	0	0	0	12,2	1	3,83	9,2686	67,5	1,77213E-07
4	43,0	55	9,2686	0	0	55,0	0	0	0	0	0	22,2	1	3,83	9,2686	75,1	3,09917E-08
																66,1	2,47369E-07
Contribución de Directo a flanco																	
i	R _{S,A}	S _s (m ²)	S _{vpl} (m ²)	R _{vpl,A}	R _{S,m,A}	R _{f,A}	ΔR _{D,A}	ΔR _{f,A}	maxΔR _{i,A}	minΔR _{i,A}	ΔR _{Df,A}	K _{Df}	l _o (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	R _{Df,A}	τ _{Df} = 10 ^{-0,1 Ri,A}
1	55	9,27	0	0	55,0	43,0	0	0	0	0	0	22,2	1	2,42	9,2686	77,1	1,95822E-08
2	55	9,27	0	0	55,0	43,0	0	0	0	0	0	22,2	1	2,42	9,2686	77,1	1,95822E-08
3	55	9,27	0	0	55,0	48,0	0	0	0	0	0	12,2	1	3,83	9,2686	67,5	1,77213E-07
4	55	9,27	0	0	55,0	43,0	0	0	0	0	0	22,2	1	3,83	9,2686	75,1	3,09917E-08
																66,1	2,47369E-07
Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta																	
	D _{n,e,A}	D _{n,s,A}	A ₀ (m ²)	S _s (m ²)	D _{n,a,A'}	τ _{n,a} = 10 ^{-0,1 Dn,a,A}											
	1000,0	1000,0	10,00	9,27	996,7	2,1578E-100											
Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A																	
												R' _A	τ _A = 10 ^{-0,1 Ri,A}				
$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Fd,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_i=e_i,s_i} 10^{-\frac{D_{n,e,i,A}}{10}} \right)$												R _{Dd,A}	55,0	3,16228E-06			
												R _{Ff,A}	70,0	1,01039E-07			
												R _{Fd,A}	66,1	2,47369E-07			
												R _{Df,A}	66,1	2,47369E-07			
												D _{n,a,A'}	996,7	2,1578E-100			
												54,3	3,75805E-06				
Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A																	
	R' _A	V (m ³)	S _s (m ²)	D _{nT,A}													
	54,3	22,24	9,2686	53,1													

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos interiores													
Cálculos													
Contribución Directa													
	L _{n,w}	ΔL _{D,w}	ΔL _{d,w}	L _{n,w,Dd}	τ _{Dd} = 10 ^{0,1 Ri,A}								
	79	0	0	79,0	79432823,47								
Contribución de Directo a flanco													
i	R _{S,A}	L _{n,w}	R _{f,m,A}	ΔL _{D,w}	ΔR _{f,A}	K _{Df}	l _o (m)	l _f (m)	S _s (m ²)	L _{n,w,Df}	τ _{Df} = 10 ^{0,1 Ri,A}		
1	55	79	43,0	0	0	22,2	1	2,42	9,2686	56,9	491882,5314		
2	55	79	43,0	0	0	22,2	1	2,42	9,2686	56,9	491882,5314		
3	55	79	48,0	0	0	12,2	1	3,83	9,2686	66,5	4451392,823		
4	55	79	43,0	0	0	22,2	1	3,83	9,2686	58,9	778475,246		
										67,9	6213633,132		
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos													
	L _{n,w}	L _{n,w,Dd}	L _{n,w,Df}	L' _{n,w}	τ _n = 10 ^{0,1 Ln,w}								
		79,0	67,9	79,3	85646456,6								
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado													
	L' _{n,w}	V (m ³)	L' _{nT,w}										
	79,3	22,24	80,8										


10.2 HOJAS DE CÁLCULO DEL AISLAMIENTO A RUIDO DEL EXTERIOR

- Cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas (Caso 1)
- Cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas (Caso 2)
- Cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas (Caso 3)
- Cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas (Caso 4)
- Cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas (Caso 5)

CÁLCULO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO EN FACHADAS (CASO 1)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_1 (m)	2,02	Alto l_2 (m)	2,53	Superficie S_0 (m ²)	5,1106
-----------------	------	----------------	------	------------------------------------	--------

REF	Elemento Estructural Básico	m', (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Forma de la fachada	α _w	h _{lm}	ΔL ₁₂	REF	Revestimiento interior	ΔR _{e,A}
F.PROY	Fachada ventilada	245,0	48,0	FF 1	Plano de Fachada	0	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

REF	S _v (m ²)	Ventana	R _{e,A}	C _{tr}	Transmisión Aérea Directa I D _{n,e1,A}	S ₀ (m ²)	D _{n,e1,A} (dB)
V.E.PY	1,95	Ventana doble proyecto 6-6-4	29	-2	0	0	0

(aireadores con tratamiento acústico...)
 (aireadores sin tratamiento acústico)
 (techos suspendidos, conductos, pasillos...)

L _d (dBA)	Tipo de Ruido	D _{20m,T,Ar}	Requisito CTE
60	Aeronaves	29	34 NO CUMPLE

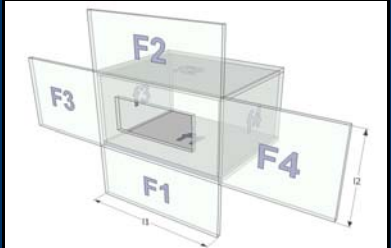
Recinto Receptor


Tipo de Recinto Residencial y sanitario Dormitorios	Volumen V _r (m ³) 15,75
--	---

REF	Elemento Estructural Básico	m', (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}	l _{r1} (m)
Elemento f1 (Suelo)	Fo.Proy Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,02
Elemento f2 (Techo)	Fo.Proy Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,02
Elemento f3 (Pared)	T.Inte Tabiquería interior	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53
Elemento f4 (Pared)	T.Inte Tabiquería interior	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{FF}	K _{FD}	K _{DF}	Vista
Arista 1 (Unión Fachada-Suelo)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 Juntas)	12,2	22,2	12,2	Vista en sección
Arista 2 (Unión Fachada-Techo)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 Juntas)	12,2	22,2	12,2	Vista en sección
Arista 3 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	19,4	-5,2	19,4	Vista en planta
Arista 4 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	19,4	-5,2	19,4	Vista en planta





Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

Cálculo de Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo en Fachadas

Cálculos

Contribución Directa										
	R _{S,A}	ΔR _{Dd,A}	R _{Dd,A}	S _e (m ²)	S _v (m ²)	R _{v,A}	R _{Dd,m,A}	τ _{Dd} = 10 ^{-0,1 R_{Dd,A}}		
	48	0	48,0	5,1106	1,95	29	33,1	0,000490157		

Contribución de Flanco a flanco										
i=j	R _{F,m,A}	R _{f,m,A}	ΔR _{Ff,A}	K _{Ff}	l ₀ (m)	l _r (m)	S _e (m ²)	R _{Ff,A}	τ _{Ff} = 10 ^{-0,1 R_{Ff,A}}	
1	48,0	55,0	0	12,2	1	2,02	5,1106	67,7	1,69508E-07	
2	48,0	55,0	0	12,2	1	2,02	5,1106	67,7	1,69508E-07	
3	48,0	43,0	0	19,4	1	2,53	5,1106	68,0	1,59456E-07	
4	48,0	43,0	0	19,4	1	2,53	5,1106	68,0	1,59456E-07	
								61,8	6,57928E-07	

Contribución de Flanco a directo													
i	R _{F,m,A}	R _{S,A}	S _e (m ²)	S _v (m ²)	R _{v,A}	R _{S,m,A}	ΔR _{Fd,A}	K _{Fd}	l ₀ (m)	l _r (m)	S _e (m ²)	R _{Fd,A}	τ _{Fd} = 10 ^{-0,1 R_{Fd,A}}
1	48,0	48	5,1106	1,95	29	33,1	0	22,2	1	2,02	5,1106	66,8	2,10555E-07
2	48,0	48	5,1106	1,95	29	33,1	0	22,2	1	2,02	5,1106	66,8	2,10555E-07
3	48,0	48	5,1106	1,95	29	33,1	0	-5,2	1	2,53	5,1106	38,4	0,000145292
4	48,0	48	5,1106	1,95	29	33,1	0	-5,2	1	2,53	5,1106	38,4	0,000145292
												35,4	0,000291005

Contribución de Directo a flanco													
j	R _{S,A}	S _e (m ²)	S _v (m ²)	R _{v,A}	R _{S,m,A}	R _{f,m,A}	ΔR _{Df,A}	K _{Df}	l ₀ (m)	l _r (m)	S _e (m ²)	R _{Df,A}	τ _{Df} = 10 ^{-0,1 R_{Df,A}}
1	48	5,11	1,95	29	33,1	55,0	0	12,2	1	2,02	5,1106	60,3	9,42667E-07
2	48	5,11	1,95	29	33,1	55,0	0	12,2	1	2,02	5,1106	60,3	9,42667E-07
3	48	5,11	1,95	29	33,1	43,0	0	19,4	1	2,53	5,1106	60,5	8,86764E-07
4	48	5,11	1,95	29	33,1	43,0	0	19,4	1	2,53	5,1106	60,5	8,86764E-07
												54,4	3,65886E-06

Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta										
								D _{n,a,A'}	τ _{n,a} = 10 ^{-0,1 D_{n,a,A'}}	
								D _{n,d1,A}	1000,0	1E-100
								D _{n,d2,A}	1000,0	1E-100
								D _{n,s,A}	1000,0	1E-100
								992,3	5,8702E-100	


Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A										
								R' _A	τ _A = 10 ^{-0,1 R'_A}	
								R _{Dd,A}	33,1	0,000490157
								R _{Ff,A}	61,8	6,57928E-07
								R _{Fd,A}	35,4	0,000291005
								R _{Df,A}	54,4	3,65886E-06
								D _{n,a,A'}	992,3	5,8702E-100
								31,0	0,000785479	

$$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Fd,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_1=\alpha_1, \alpha_2} 10^{-\frac{D_{n,\alpha_1,A}}{10}} \right)$$


Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A													
								R' _A	ΔL _n	V (m ³)	T ₀	S _e (m ²)	D _{2m,nT,A}
								31,0	0,0	15,75	0,5	5,1106	31,2

Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A (automóviles o aeronaves)											
								Tipo de Ruido	D _{2m,nT,A}	C _{tr}	D _{2m,nT,AtR}
								Aeronaves	31,2	-2	29,2

CÁLCULO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO EN FACHADAS (CASO 2)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_f (m)	5,61	Alto l_p (m)	2,53	Superficie S_e (m ²)	14,193
-----------------	------	----------------	------	------------------------------------	--------

REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	R _{v,A}	REF	Forma de la fachada	α _w	h _{0m}	ΔL ₀₁	REF	Revestimiento interior	ΔR _{v,A}
F.PROY	Fachada ventilada	245,0	48,0	FF 1	Plano de Fachada	0	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

REF	S _v (m ²)	Ventana	R _{v,A}	C _w	Transmisión Aérea Directa I D _{n,ot,A}	S _v (m ²)	D _{n,ot,A} (dB)	(aireadores con tratamiento acústico...)
V.E.PY	4,26	Ventana doble proyecto 6-6-4	29	-2	Transmisión Aérea Directa II D _{n,ot,A}	0	0	(aireadores sin tratamiento acústico)
					Transmisión Aérea Indirecta D _{n,ot,A}	0	0	(techos suspendidos, conductos, pasillos...)





L _d (dBA)	60	Tipo de Ruido	Aeronaves	D _{0m,T,Ar}	32	Requisito CTE	34	NO CUMPLE
----------------------	----	---------------	-----------	----------------------	----	---------------	----	-----------

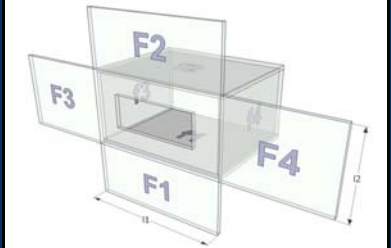
Recinto Receptor


Tipo de Recinto	Volumen V _r (m ³)
Residencial y sanitario Estancias	52,64

Elemento	REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	R _{v,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{v,A}	l _{r,i} (m)
Elemento f1 (Suelo)	Fo.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	5,61
Elemento f2 (Techo)	Fo.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	5,61
Elemento f3 (Pared)	T.Inte	Tabiquería interior	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53
Elemento f4 (Pared)	F.PROY	Fachada ventilada	245,0	48,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53

Uniones de los Elementos Constructivos

	REF	Elemento Estructural Básico	K _{xx}	K _{yy}	K _{zz}		
Arista 1 (Unión Fachada-Suelo)	T 0.3	Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	12,2	22,2	12,2		Vista en sección
Arista 2 (Unión Fachada-Techo)	T 0.3	Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	12,2	22,2	12,2		Vista en sección
Arista 3 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	19,4	-5,2	19,4		Vista en planta
Arista 4 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	10,0	3,0	10,0		Vista en planta





Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

Cálculo de Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo en Fachadas

Cálculos

Contribución Directa										
	$R_{S,A}$	$\Delta R_{Dd,A}$	$R_{Dd,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{Dd,m,A}$	$\tau_{Dd} = 10^{-0,1 R_{Dd,A}}$		
	48	0	48,0	14,1933	4,26	29	34,1			0,000388948

Contribución de Flanco a flanco										
i=j	$R_{F,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{Ff,A}}$	
1	48,0	55,0	0	12,2	1	5,61	14,1933	67,7	1,69508E-07	
2	48,0	55,0	0	12,2	1	5,61	14,1933	67,7	1,69508E-07	
3	48,0	43,0	0	19,4	1	2,53	14,1933	72,4	5,74155E-08	
4	48,0	48,0	0	10,0	1	2,53	14,1933	65,5	2,82512E-07	
								61,7		6,78944E-07

Contribución de Flanco a directo													
i	$R_{F,m,A}$	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$\Delta R_{Fd,A}$	K_{Fd}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Fd,A}$	$\tau_{Fd} = 10^{-0,1 R_{Fd,A}}$
1	48,0	48	14,1933	4,26	29	34,1	0	22,2	1	5,61	14,1933	67,3	1,87561E-07
2	48,0	48	14,1933	4,26	29	34,1	0	22,2	1	5,61	14,1933	67,3	1,87561E-07
3	48,0	48	14,1933	4,26	29	34,1	0	-5,2	1	2,53	14,1933	43,3	4,66024E-05
4	48,0	48	14,1933	4,26	29	34,1	0	3,0	1	2,53	14,1933	51,5	7,01428E-06
												42,7	5,39918E-05

Contribución de Directo a flanco													
j	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	K_{Df}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Df,A}$	$\tau_{Df} = 10^{-0,1 R_{Df,A}}$
1	48	14,2	4,26	29	34,1	55,0	0	12,2	1	5,61	14,1933	60,8	8,39724E-07
2	48	14,2	4,26	29	34,1	55,0	0	12,2	1	5,61	14,1933	60,8	8,39724E-07
3	48	14,2	4,26	29	34,1	43,0	0	19,4	1	2,53	14,1933	65,5	2,8443E-07
4	48	14,2	4,26	29	34,1	48,0	0	10,0	1	2,53	14,1933	58,5	1,39953E-06
												54,7	3,36341E-06


Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta				$D_{n,a,A'}$	$\tau_{n,a} = 10^{-0,1 D_{n,a,A'}}$
				1000,0	1E-100
				1000,0	1E-100
				1000,0	1E-100
				996,7	2,1137E-100

Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A				R'_A	$\tau_A = 10^{-0,1 R'_A}$
				34,1	0,000388948
				61,7	6,78944E-07
				42,7	5,39918E-05
				54,7	3,36341E-06
				996,7	2,1137E-100
				33,5	0,00446982


Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A					
R'_A	ΔL_{rs}	$V (m^3)$	T_0	$S_s (m^2)$	$D_{2m,nT,A}$
33,5	0,0	52,64	0,5	14,1933	34,4

Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A (automóviles o aeronaves)				
Tipo de Ruido	$D_{2m,nT,A}$	C_{tr}	$D_{2m,nT,Atr}$	
Aeronaves	34,4	-2	32,4	

CÁLCULO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO EN FACHADAS (CASO 3)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_f (m)	2,42	Alto l_p (m)	2,53	Superficie S_e (m ²)	6,1226
-----------------	------	----------------	------	------------------------------------	--------

REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	R _{v,A}	REF	Forma de la fachada	α _w	h _{0m}	ΔL ₀₁	REF	Revestimiento interior	ΔR _{v,A}
F.PROY	Fachada ventilada	245,0	48,0	FF 1	Plano de Fachada	0	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

REF	S _v (m ²)	Ventana	R _{v,A}	C _w	Transmisión Aérea Directa I D _{n,ot,A}	S _v (m ²)	D _{n,ot,A} (dB)	(aireadores con tratamiento acústico...)
V.E.PY	1,95	Ventana doble proyecto 6-6-4	29	-2	Transmisión Aérea Directa II D _{n,ot,A}	0	0	(aireadores sin tratamiento acústico)
					Transmisión Aérea Indirecta D _{n,ot,A}	0	0	(techos suspendidos, conductos, pasillos...)





L _d (dBA)	60	Tipo de Ruido	Aeronaves	D _{50m,T,Ab}	31	Requisito CTE	34 NO CUMPLE
----------------------	----	---------------	-----------	-----------------------	----	---------------	---------------------

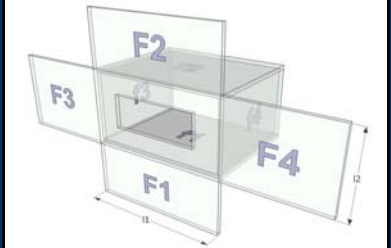
Recinto Receptor


Tipo de Recinto	Volumen V _r (m ³)
Residencial y sanitario Dormitorios	22,3

REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	R _{v,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{v,A}	l _{r,i} (m)
Elemento f1 (Suelo)	Fo.Proy Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,42
Elemento f2 (Techo)	Fo.Proy Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,42
Elemento f3 (Pared)	T.Into Tabiquería interior	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53
Elemento f4 (Pared)	T.Into Tabiquería interior	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{xx}	K _{yy}	K _{zz}		
Arista 1 (Unión Fachada-Suelo)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	12,2	22,2	12,2		Vista en sección
Arista 2 (Unión Fachada-Techo)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	12,2	22,2	12,2		Vista en sección
Arista 3 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	19,4	-5,2	19,4		Vista en planta
Arista 4 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	19,4	-5,2	19,4		Vista en planta





Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

Cálculo de Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo en Fachadas

Cálculos

Contribución Directa										
	$R_{S,A}$	$\Delta R_{Dd,A}$	$R_{Dd,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{Dd,m,A}$	$\tau_{Dd} = 10^{-0,1 R_{Dd,A}}$		
	48	0	48,0	6,1226	1,95	29	33,9	0,000411759		

Contribución de Flanco a flanco										
i=j	$R_{F,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{Ff,A}}$	
1	48,0	55,0	0	12,2	1	2,42	6,1226	67,7	1,69508E-07	
2	48,0	55,0	0	12,2	1	2,42	6,1226	67,7	1,69508E-07	
3	48,0	43,0	0	19,4	1	2,53	6,1226	68,8	1,331E-07	
4	48,0	43,0	0	19,4	1	2,53	6,1226	68,8	1,331E-07	
								62,2	6,05216E-07	

Contribución de Flanco a directo													
i	$R_{F,m,A}$	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{Ff,A}}$
1	48,0	48	6,1226	1,95	29	33,9	0	22,2	1	2,42	6,1226	67,1	1,92983E-07
2	48,0	48	6,1226	1,95	29	33,9	0	22,2	1	2,42	6,1226	67,1	1,92983E-07
3	48,0	48	6,1226	1,95	29	33,9	0	-5,2	1	2,53	6,1226	39,5	0,000111156
4	48,0	48	6,1226	1,95	29	33,9	0	-5,2	1	2,53	6,1226	39,5	0,000111156
								36,5			0,000222697		

Contribución de Directo a flanco													
j	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	K_{Df}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Df,A}$	$\tau_{Df} = 10^{-0,1 R_{Df,A}}$
1	48	6,12	1,95	29	33,9	55,0	0	12,2	1	2,42	6,1226	60,6	8,63997E-07
2	48	6,12	1,95	29	33,9	55,0	0	12,2	1	2,42	6,1226	60,6	8,63997E-07
3	48	6,12	1,95	29	33,9	43,0	0	19,4	1	2,53	6,1226	61,7	6,78419E-07
4	48	6,12	1,95	29	33,9	43,0	0	19,4	1	2,53	6,1226	61,7	6,78419E-07
								55,1			3,08483E-06		

Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta				$D_{n,a,A'}$	$\tau_{n,a} = 10^{-0,1 D_{n,a,A'}}$
				1000,0	1E-100
				1000,0	1E-100
				1000,0	1E-100
				993,1	4,8999E-100


Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A				R'_A	$\tau_A = 10^{-0,1 R'_A}$
				33,9	0,000411759
				62,2	6,05216E-07
				36,5	0,000222697
				55,1	3,08483E-06
				993,1	4,8999E-100
				32,0	0,00638146

$$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f-1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{j=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_i=0,1,2,3} 10^{-\frac{D_{n,\alpha_i,A}}{10}} \right)$$


Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A					
R'_A	ΔL_{rs}	$V (m^3)$	T_0	$S_s (m^2)$	$D_{2m,nT,A}$
32,0	0,0	22,3	0,5	6,1226	32,8

Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A (automóviles o aeronaves)				
Tipo de Ruido	$D_{2m,nT,A}$	C_{tr}	$D_{2m,nT,Atr}$	
Aeronaves	32,8	-2	30,8	

CÁLCULO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO EN FACHADAS (CASO 4)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_1 (m)	2,86	Alto l_2 (m)	2,53	Superficie S_e (m ²)	7,2358
-----------------	------	----------------	------	------------------------------------	--------

REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	R _{v,A}	REF	Forma de la fachada	α _w	h _{0m}	ΔL ₀₁	REF	Revestimiento interior	ΔR _{v,A}
F.PROY	Fachada ventilada	245,0	48,0	FF 1	Plano de Fachada	0	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

REF	S _v (m ²)	Ventana	R _{v,A}	C _w	Transmisión Aérea Directa I D _{n,el,A}	S _v (m ²)	D _{n,el,A} (dB)	(aireadores con tratamiento acústico...)
V.E.PY	1,95	Ventana doble proyecto 6-6-4	29	-2	Transmisión Aérea Directa II D _{n,el,A}	0	0	(aireadores sin tratamiento acústico)
					Transmisión Aérea Indirecta D _{n,el,A}	0	0	(techos suspendidos, conductos, pasillos...)





L_d (dBA)	60	Tipo de Ruido	Aeronaves	D_{0m,nT,Ar}	34	Requisito CTE	34	CUMPLE
----------------------------	----	----------------------	-----------	-----------------------------	----	----------------------	----	---------------

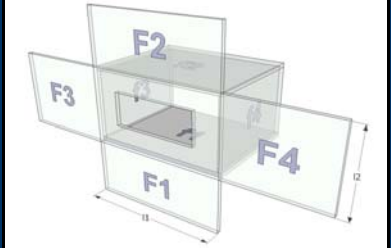
Recinto Receptor


Tipo de Recinto	Residencial y sanitario Dormitorios
Volumen V_r (m ³)	35,68

REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	R _{v,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{v,A}	l _{r1} (m)
Elemento f1 (Suelo)	Fo.Proy Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,86
Elemento f2 (Techo)	Fo.Proy Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,86
Elemento f3 (Pared)	P.MED Partición Vivienda-Vivienda	216,0	45,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53
Elemento f4 (Pared)	T.Inte Tabiquería interior	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{FF}	K _{FFd}	K _{CF}		
Arista 1 (Unión Fachada-Suelo)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	12,2	22,2	12,2		Vista en sección
Arista 2 (Unión Fachada-Techo)	T 0.3 Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 juntas)	12,2	22,2	12,2		Vista en sección
Arista 3 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	10,5	2,2	10,5		Vista en planta
Arista 4 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4 Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	19,4	-5,2	19,4		Vista en planta





Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

Cálculo de Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo en Fachadas

Cálculos

Contribución Directa										
	$R_{S,A}$	$\Delta R_{Dd,A}$	$R_{Dd,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{Dd,m,A}$	$\tau_{Dd} = 10^{-0,1 R_{Dd,A}}$		
	48	0	48,0	7,2358	1,95	29	34,5	0,00035085		

Contribución de Flanco a flanco										
i=j	$R_{F,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{Ff,A}}$	
1	48,0	55,0	0	12,2	1	2,86	7,2358	67,7	1,69508E-07	
2	48,0	55,0	0	12,2	1	2,86	7,2358	67,7	1,69508E-07	
3	48,0	45,0	0	10,5	1	2,53	7,2358	61,6	6,90115E-07	
4	48,0	43,0	0	19,4	1	2,53	7,2358	69,5	1,12623E-07	
								59,4	1,14175E-06	

Contribución de Flanco a directo														
i	$R_{F,m,A}$	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Fd}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Fd,A}$	$\tau_{Fd} = 10^{-0,1 R_{Fd,A}}$
1	48,0	48	7,2358	1,95	29	34,5	55,0	0	22,2	1	2,86	7,2358	67,5	1,78138E-07
2	48,0	48	7,2358	1,95	29	34,5	55,0	0	22,2	1	2,86	7,2358	67,5	1,78138E-07
3	48,0	48	7,2358	1,95	29	34,5	45,0	0	2,2	1	2,53	7,2358	48,1	1,55465E-05
4	48,0	48	7,2358	1,95	29	34,5	43,0	0	-5,2	1	2,53	7,2358	40,6	8,682E-05
													39,9	0,000102723

Contribución de Directo a flanco													
j	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	K_{Df}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Df,A}$	$\tau_{Df} = 10^{-0,1 R_{Df,A}}$
1	48	7,24	1,95	29	34,5	55,0	0	12,2	1	2,86	7,2358	61,0	7,97538E-07
2	48	7,24	1,95	29	34,5	55,0	0	12,2	1	2,86	7,2358	61,0	7,97538E-07
3	48	7,24	1,95	29	34,5	45,0	0	10,5	1	2,53	7,2358	54,9	3,247E-06
4	48	7,24	1,95	29	34,5	43,0	0	19,4	1	2,53	7,2358	62,8	5,29891E-07
												52,7	5,37197E-06


Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta				$D_{n,a,A'}$	$\tau_{n,a} = 10^{-0,1 D_{n,a,A'}}$
				1000,0	1E-100
				1000,0	1E-100
				1000,0	1E-100
				993,8	4,1461E-100

Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A						R'_A	$\tau_A = 10^{-0,1 R'_A}$	
$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f-1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{j=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Fd,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_i=0,1,2,3} 10^{-\frac{D_{n,\alpha_i,A}}{10}} \right)$						$R_{Dd,A}$	34,5	0,00035085
						$R_{Ff,A}$	59,4	1,14175E-06
						$R_{Df,A}$	39,9	0,000102723
						$R_{Fd,A}$	52,7	5,37197E-06
						$D_{n,a,A'}$	993,8	4,1461E-100
				33,4	0,000460086			


Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A						R'_A	ΔL_{ra}	$V (m^3)$	T_0	$S_s (m^2)$	$D_{2m,nT,A}$
						33,4	0,0	35,68	0,5	7,2358	35,5

Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A (automóviles o aeronaves)					Tipo de Ruido	$D_{2m,nT,A}$	C_{tr}	$D_{2m,nT,Atr}$
					Aeronaves	35,5	-2	33,5

CÁLCULO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO EN FACHADAS (CASO 5)



Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_1 (m)	3,66	Alto l_2 (m)	2,53	Superficie S_2 (m ²)	9,2598
-----------------	------	----------------	------	------------------------------------	--------

REF	Elemento Estructural Básico	m', (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Forma de la fachada	α _w	h _{lm}	ΔL ₁₂	REF	Revestimiento interior	ΔR _{e,A}
F.PROY	Fachada ventilada	245,0	48,0	FF 1	Plano de Fachada	0	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

REF	S _v (m ²)	Ventana	R _{e,A}	C _{tr}	Transmisión Aérea Directa I D _{n,e1,A}	S _v (m ²)	D _{n,e1,A} (dB)	(aireadores con tratamiento acústico...)
V.E.PY	3,38	Ventana doble proyecto 6-6-4	29	-2	Transmisión Aérea Directa II D _{n,e2,A}	0	0	(aireadores sin tratamiento acústico)
					Transmisión Aérea Indirecta D _{n,e3,A}	0	0	(techos suspendidos, conductos, pasillos...)





L _d (dBA)	Tipo de Ruido	D _{2m,T,Ar}	Requisito CTE
60	Aeronaves	33	34 NO CUMPLE

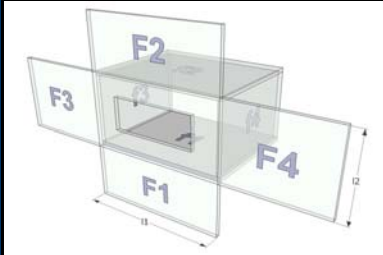
Recinto Receptor


Tipo de Recinto	Volumen V _r (m ³)
Residencial y sanitario Estancias	53,53

REF	Elemento Estructural Básico	m', (kg/m ²)	R _{e,A}	REF	Revestimiento	ΔR _{e,A}	l _{r1} (m)	
Elemento f1 (Suelo)	Fo.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	3,66
Elemento f2 (Techo)	Fo.Proy	Forjado y pavimento viviendas	470,0	55,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	3,66
Elemento f3 (Pared)	F.PROY	Fachada ventilada	245,0	48,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53
Elemento f4 (Pared)	T.Inte	Tabiquería interior	28,0	43,0	R.0.0	Sin Revestimiento	0	2,53

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K _{FF}	K _{FD}	K _{DF}			
Arista 1 (Unión Fachada-Suelo)	T 0.3	Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 Juntas)	12,2	22,2	12,2		Vista en sección
Arista 2 (Unión Fachada-Techo)	T 0.3	Unión flexible en T de elementos homogéneos (2 Juntas)	12,2	22,2	12,2		Vista en sección
Arista 3 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	10,0	3,0	10,0		Vista en planta
Arista 4 (Unión Fachada-Pared)	C 0.4	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)	19,4	-5,2	19,4		Vista en planta





Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

Cálculo de Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo en Fachadas

Cálculos

Contribución Directa										
	$R_{S,A}$	$\Delta R_{Dd,A}$	$R_{Dd,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{Dd,m,A}$	$\tau_{Dd} = 10^{-0,1 R_{Dd,A}}$		
	48	0	48,0	9,2598	3,38	29	33,3	0,000469595		

Contribución de Flanco a flanco										
i=j	$R_{F,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Ff,A}$	K_{Ff}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Ff,A}$	$\tau_{Ff} = 10^{-0,1 R_{Ff,A}}$	
1	48,0	55,0	0	12,2	1	3,66	9,2598	67,7	1,69508E-07	
2	48,0	55,0	0	12,2	1	3,66	9,2598	67,7	1,69508E-07	
3	48,0	48,0	0	10,0	1	2,53	9,2598	63,6	4,33031E-07	
4	48,0	43,0	0	19,4	1	2,53	9,2598	70,6	8,80057E-08	
								60,7	8,60053E-07	

Contribución de Flanco a directo													
i	$R_{F,m,A}$	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$\Delta R_{Fd,A}$	K_{Fd}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Fd,A}$	$\tau_{Fd} = 10^{-0,1 R_{Fd,A}}$
1	48,0	48	9,2598	3,38	29	33,3	0	22,2	1	3,66	9,2598	66,9	2,06091E-07
2	48,0	48	9,2598	3,38	29	33,3	0	22,2	1	3,66	9,2598	66,9	2,06091E-07
3	48,0	48	9,2598	3,38	29	33,3	0	3,0	1	2,53	9,2598	49,3	1,18136E-05
4	48,0	48	9,2598	3,38	29	33,3	0	-5,2	1	2,53	9,2598	41,1	7,84885E-05
												40,4	9,07142E-05

Contribución de Directo a flanco													
j	$R_{S,A}$	$S_s (m^2)$	$S_v (m^2)$	$R_{v,A}$	$R_{S,m,A}$	$R_{f,m,A}$	$\Delta R_{Df,A}$	K_{Df}	$l_0 (m)$	$l_f (m)$	$S_s (m^2)$	$R_{Df,A}$	$\tau_{Df} = 10^{-0,1 R_{Df,A}}$
1	48	9,26	3,38	29	33,3	55,0	0	12,2	1	3,66	9,2598	60,3	9,22683E-07
2	48	9,26	3,38	29	33,3	55,0	0	12,2	1	3,66	9,2598	60,3	9,22683E-07
3	48	9,26	3,38	29	33,3	48,0	0	10,0	1	2,53	9,2598	56,3	2,35711E-06
4	48	9,26	3,38	29	33,3	43,0	0	19,4	1	2,53	9,2598	63,2	4,79041E-07
												53,3	4,68152E-06

Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta				$D_{n,a,A'}$	$\tau_{n,a} = 10^{-0,1 D_{n,a,A'}}$
				1000,0	1E-100
				1000,0	1E-100
				1000,0	1E-100
				994,9	3,2398E-100

Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A						R'_A	$\tau_A = 10^{-0,1 R'_A}$	
$R'_A = -10 \log_{10} \left(10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=f-1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Fd,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_i=e_i,s_i} 10^{-\frac{D_{n,\alpha_i,A}}{10}} \right)$						$R_{Dd,A}$	33,3	0,000469595
						$R_{Ff,A}$	60,7	8,60053E-07
						$R_{Df,A}$	40,4	9,07142E-05
						$R_{Fd,A}$	53,3	4,68152E-06
						$D_{n,a,A'}$	994,9	3,2398E-100
				32,5	0,000565851			

Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A						
R'_A	ΔL_{ra}	$V (m^3)$	T_0	$S_s (m^2)$	$D_{2m,nT,A}$	
32,5	0,0	53,53	0,5	9,2598	35,3	

Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A (automóviles o aeronaves)				
Tipo de Ruido	$D_{2m,nT,A}$	C_{tr}	$D_{2m,nT,Atr}$	
Aeronaves	35,3	-2	33,3	