



Documento de Apoyo al Documento Básico
DB-HR Protección frente al ruido
Código Técnico de la Edificación

DA DB-HR / 2

Procedimiento de cálculo de transmisiones indirectas

Marzo 2020

Los Documentos de Apoyo (DA) son textos de carácter técnico que cuentan con la aprobación de los servicios técnicos del Ministerio de Fomento, pero carecen de valor reglamentario. El objetivo de estos documentos es ayudar a la comprensión y la puesta en práctica del texto reglamentario.

Referencias

Documento Básico:

DB HR 3.1.3 Opción general. Método de cálculo de aislamiento acústico

Normas:

- * UNE-EN ISO 12354-1: 2018 Acústica de edificios. Estimación del rendimiento acústico de los edificios a partir del rendimiento de los elementos. Parte 1: Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos. (ISO 12354-1:2017)
- * UNE-EN ISO 12354-2: 2018 Acústica de edificios. Estimación del rendimiento acústico de los edificios a partir del rendimiento de los elementos. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos. (ISO 12354-2:2017)
- * UNE-EN ISO 12354-3: 2018 Acústica de edificios. Estimación del rendimiento acústico de los edificios a partir del rendimiento de los elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo frente al ruido exterior. (ISO 12354-3:2017)
- * UNE-EN ISO 717-2:2013 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos. (ISO 717-2:2013)
- UNE-EN ISO 10848-1:2018 Acústica. Medición en laboratorio y sobre el terreno de la transmisión por flancos del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido del equipo técnico de edificios entre recintos adyacentes. Parte 1: Documento marco. (ISO 10848-1:2017)
- UNE-EN ISO 10848-2:2018 Acústica. Medición en laboratorio y sobre el terreno de la transmisión por flancos del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido del equipo técnico de edificios entre recintos adyacentes. Parte 2: Aplicación a elementos de tipo B cuando la unión tiene una influencia pequeña. (ISO 10848-2:2017)
- UNE-EN ISO 10848-3:2018 Acústica. Medición en laboratorio y sobre el terreno de la transmisión por flancos del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido del equipo técnico de edificios, entre recintos adyacentes. Parte 3: Aplicación a elementos de tipo B cuando la unión tiene una influencia sustancial. (ISO 10848-3:2017)
- UNE-EN ISO 10848-4:2018 Acústica. Medición en laboratorio y sobre el terreno de la transmisión por flancos del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido del equipo

técnico de edificios entre recintos adyacentes. Parte 4: Aplicación a uniones con al menos un elemento de tipo A. (ISO 10848-4:2017)

Las normas marcadas con un asterisco (*) están citadas en el articulado del DB-HR.

1 Objeto

El objeto de este DA es mostrar el procedimiento de cálculo de las transmisiones indirectas para incluir aquellos casos no contemplados en la opción general de aislamiento acústico del DB HR descrita en el apartado 3.1.3.

El procedimiento de cálculo descrito en este DA está basado en el modelo simplificado para valores globales de las normas UNE-EN ISO 12354 partes 1, 2 y 3. Este procedimiento también puede aplicarse en el caso del modelo detallado por frecuencias.

En este DA se recogen las expresiones de cálculo de la transmisión acústica a través de las uniones contenidas en la UNE-EN ISO 12354-1 de los siguientes parámetros:

- Índice de reducción de vibraciones, K_{ij} .
- Diferencia de nivel de vibración promediada direccionalmente, $\overline{D_{v_{ij,n}}}$.

2 Transmisiones indirectas para diferentes tipos de elementos constructivos

El método de cálculo descrito en la opción general de aislamiento acústico permite la estimación del aislamiento acústico en los edificios mediante el cálculo del aislamiento acústico a través de la vía directa y las vías indirectas, según se describe en las figuras 3.5, 3.6 y 3.7 del DB HR. El aislamiento acústico para la transmisión indirecta o por flancos para cada vía de transmisión está definido por los siguientes índices:

- **Para ruido aéreo, $R_{ij,A}$:** Índice global de reducción acústica para la transmisión por flancos para cada vía de transmisión ij ($ij=Ff$; Fd o Df). Se emplea en el cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos y entre un recinto y el exterior.
- **Para ruido de impactos, $L_{nw,ij}$:** Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado debido a la transmisión indirecta o por flancos para cada vía de transmisión desde el forjado al resto de elementos constructivos conectados a dicho forjado.

Para el cálculo de ambos parámetros, es necesario conocer cómo es la transmisión de vibraciones a través de las uniones entre elementos constructivos. Según cómo sea ésta, deben diferenciarse dos tipos de elementos constructivos:

- **Elementos tipo A¹**, son fundamentalmente elementos de tipo homogéneo, como elementos de hormigón armado, de madera contralaminada (CLT), fábricas de ladrillo y bloque de hormigón de una o dos hojas, vidrios, plásticos y metales, incluyendo sus acabados o revestimientos continuos si están fijados rígidamente, como enlucidos, enfoscados, recrecidos, pavimentos pegados, etc.

La transmisión acústica a través de las uniones de estos elementos se caracteriza por el índice de reducción de vibraciones, K_{ij} .

Las uniones entre elementos de tipo A y de tipo B también se caracterizan por el índice K_{ij} .

- **Elementos de tipo B**, son elementos constructivos formados por placas de yeso laminado o tableros de madera anclados a un entramado metálico o de madera.

La transmisión de la energía acústica a través de las uniones entre elementos constructivos de tipo B se caracteriza por la diferencia de nivel de vibración promediada direccionalmente, $\overline{D_{v_{ij,n}}}$ estimada a través de las prestaciones acústicas de los elementos constructivos.

Para elementos de tipo B, las transmisiones indirectas se caracterizan también por D_{nf} , diferencia de nivel transmitido por los flancos normalizada y por $L_{n,t}$, nivel de presión acústica de impactos

¹ Son elementos con un tiempo de reverberación estructural determinado por los elementos conectados (al menos hasta la banda de 1000 Hz) y con una disminución del nivel de vibraciones menor a 6 dB en la dirección perpendicular a la línea de unión.

por flancos normalizado, que son parámetros definidos en las normas UNE-EN ISO 12354 partes 1 y 2 respectivamente.

2.1 Elementos de tipo A y combinaciones de elementos de tipo A y B

Para los elementos de tipo A y las combinaciones de elementos de tipo A y B, el índice global de reducción acústica para la transmisión por flancos, $R_{ij,A}$, se obtiene mediante la ecuación 2.1, que aparece particularizada para los caminos de transmisión Ff, Fd y Df en las expresiones 3.12, 3.13 y 3.14 del DB HR.

$$R_{ij,A} = \frac{R_{i,A} + R_{j,A}}{2} + \Delta R_{ij,A} + K_{ij} + \left(10 \cdot \log \frac{S_s}{l_0 \cdot l_f} \right) \quad [\text{dB}] \quad (2.1)$$

siendo:

$R_{i,A}$ índice global de reducción acústica ponderado A del elemento i en el recinto emisor, [dBA];

$R_{j,A}$ índice global de reducción acústica ponderado A del elemento j en el recinto receptor, [dBA];

$\Delta R_{ij,A}$ mejora del índice global de reducción acústica debido a revestimientos para la vía de transmisión ij. Véanse expresiones 3.15 y 3.16 del DB HR, [dBA];

K_{ij} índice de reducción de vibraciones. Véase apartado 3, [dB];

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 flanco, [m];

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

Para el cálculo del nivel global de presión de ruido de impactos normalizado por flancos $L_{n,w,ij}$ se aplica la ecuación 3.23 del DB HR, que se reproduce a continuación.

$$L_{n,w,ij} = L_{n,w} - \Delta L_w + \frac{R_{i,A} - R_{j,A}}{2} - \Delta R_{j,A} - K_{ij} - \left(10 \cdot \log \frac{S_i}{l_0 \cdot l_f} \right) \quad [\text{dB}] \quad (2.2)$$

siendo:

$L_{n,w}$ nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, [dB];

ΔL_w reducción del nivel de presión de ruido de impactos por revestimientos, por ejemplo, un suelo flotante, colocado en el lado de la emisión, [dB];

$R_{i,A}$ índice global de reducción acústica ponderado A del elemento i en el recinto emisor, [dBA];

$R_{j,A}$ índice global de reducción acústica ponderado A del elemento j en el recinto receptor, [dBA];

$\Delta R_{j,A}$ mejora del índice global de reducción acústica debido a revestimientos en el elemento j, [dBA];

K_{ij} índice de reducción de vibraciones. Véase apartado 3, [dB];

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 flanco, [m];

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

2.2 Elementos de tipo B

En el caso de uniones entre elementos de tipo B, es decir, de elementos de entramado de madera o metálico, la norma UNE-EN ISO 12354-1, indica que el cálculo del índice de reducción acústica para la transmisión por flancos, R_{ij} , a partir de índices de reducción acústica de los elementos constructivos debe realizarse para cada banda de tercio de octava según se indica en la ecuación 2.3, y debe particularizarse para cada vía de transmisión (Ff; Fd o Df).

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + \overline{D_{v,ij,n}} + 10 \cdot \log \frac{S_s}{l_0 \cdot l_f} \quad [\text{dBA}] \quad (2.3)$$

siendo:

- R_i índice de reducción acústica del elemento i en el recinto emisor, [dBA];
- R_j índice de reducción acústica del elemento j en el recinto receptor, [dBA];
- ΔR_{ij} mejora del índice de reducción acústica debido a revestimientos para la vía de transmisión ij . Véanse expresiones 3.15 y 3.16 del DB HR, [dBA];
- $\overline{D_{v,ij,n}}$ diferencia de nivel de vibración normalizada promediada direccionalmente. Véase apartado 4, [dB];
- 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 flanco, [m];
- l_0 longitud de la arista de unión de referencia con valor $l_0 = 1\text{m}$.

El valor del Índice global de reducción acústica para la transmisión por flancos, $R_{ij,A}$ puede obtenerse al aplicar la ponderación espectral A recogida en la tabla A.6 del DB HR.

En el caso de las construcciones de entramado ligero de madera en las que todos los elementos constructivos (forjado, elementos de separación, tabiquería, fachada, etc.) son de entramado ligero, pueden aplicarse las ecuaciones 3.6, 3.8, 3.17 y 3.18 del DB HR usando los valores de tercios de octava obtenidos para cada vía de transmisión R_{ij} . El valor global de la diferencia de niveles estandarizada ponderada A, $D_{nT,A}$, o de la diferencia de niveles ponderada A para ruido de automóviles, $D_{2m,nT,Atr}$ debe obtenerse aplicando las ecuaciones A.7 y A.6 del DB HR respectivamente.

De forma alternativa, el índice global de reducción acústica para la transmisión por flancos, $R_{ij,A}$, de elementos de tipo B puede estimarse también a partir de la diferencia normalizada de nivel por flancos ponderada, $D_{n,f,ij,w}$, aplicando el procedimiento de cálculo de la UNE-EN ISO 12354-1. $D_{n,f,ij,w}$ se obtiene mediante los métodos de ensayo descritos en las normas UNE-EN ISO 10848 partes 1, 2 y 3.

Para ruido de impactos, según la norma UNE-EN ISO 12354-2, el nivel de presión de ruido de impactos normalizado por flancos $L_{n,ij}$ desde el forjado i al elemento j , cuando ambos elementos son de tipo B, debe realizarse para cada banda de tercio de octava según se indica en la ecuación 2.4.

$$L_{n,ij} = L_n + \Delta L_i + \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_j + \overline{D_{v,ij,n}} + 10 \cdot \log \frac{S_f}{l_0 \cdot l_f} \quad [\text{dB}] \quad (2.4)$$

siendo:

- L_n nivel de presión de ruido de impactos normalizado para la transmisión directa, [dB];
- ΔL_i reducción del nivel de presión de ruido de impactos por revestimientos, por ejemplo, un suelo flotante, colocado en el lado de la emisión, [dB];
- R_i índice de reducción acústica del elemento i en el recinto emisor, [dBA];
- R_j índice de reducción acústica del elemento j en el recinto receptor, [dBA];
- ΔR_j mejora del índice de reducción acústica debido a revestimientos en el elemento j , [dBA];
- $\overline{D_{v,ij,n}}$ diferencia de nivel de vibración normalizada promediada direccionalmente. Véase apartado 4, [dB];
- 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 flanco, [m];
- l_0 longitud de la arista de unión de referencia con valor $l_0 = 1\text{m}$.

En el caso de las construcciones de entramado ligero de madera en las que todos los elementos constructivos (forjado, elementos de separación, tabiquería, fachada, etc.) son de entramado ligero,

pueden aplicarse las ecuaciones 3.20, 3.21 y 3.24 del DB HR usando los valores de tercios de octava obtenidos para cada vía de transmisión $L_{n,ij}$. El valor global del nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, debe obtenerse aplicando la norma UNE-EN ISO 717-2.

De forma alternativa, el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado por flancos, $L_{n,w,ij}$, de elementos de tipo B puede estimarse también a partir del nivel de presión acústica de impactos por flancos normalizado ponderado, $L_{n,f,w}$, aplicando el procedimiento de cálculo de la UNE-EN ISO 12354-2. $L_{n,f,w}$ se obtiene mediante los métodos de ensayo descritos en las normas UNE-EN ISO 10848 partes 1 y 2 y aplicando la ponderación de la UNE-EN ISO 717-2.

3 Cálculo del índice de reducción de vibraciones, K_{ij}

Pueden obtenerse los índices de reducción de vibraciones, K_{ij} , en uniones de elementos constructivos para los distintos tipos de uniones; a partir de las expresiones que se indican a continuación. Estas expresiones están dadas en función de la magnitud M , definida como:

$$M = \lg \frac{m'_{\perp i}}{m'_i} \tag{3.1}$$

siendo:

m'_i masa por unidad de superficie del elemento i en el camino de transmisión ij , [kg/m^2];

$m'_{\perp i}$ masa por unidad de superficie del otro elemento, perpendicular al i , que forma la unión, [kg/m^2].

Para el cálculo de M , debe tomarse únicamente la masa correspondiente al elemento base o forjado conectado a los elementos constructivos colindantes y deben excluirse las masas de las capas de *revestimiento*, tales como *suelos flotantes*, *trasdosados* y techos suspendidos.

El valor global de K_{ij} es la media aritmética de los valores de tercios de octava de las frecuencias de 200 a 1250 Hz. K_{ij} es poco dependiente de la frecuencia para aquellas uniones entre elementos homogéneos. Para las uniones con el resto de elementos constructivos, K_{ij} depende en mayor o menor medida de la frecuencia. En estos casos, para hallar el valor global de K_{ij} de las ecuaciones 3.12 a 3.15 y de 3.18 a 3.36, puede tomarse el valor de la frecuencia igual a $f=500$ Hz.

Los esquemas siguientes representan uniones muy simplificadas que pueden verse tanto en planta, como en sección.

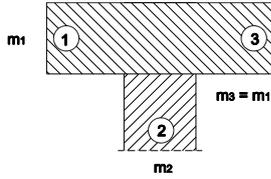
La elección de una u otra expresión depende de:

- el tipo de elemento constructivo;
- el número de elementos que confluyen en la unión. Si un elemento acomete a otro, sería una unión en T. Si se trata de dos elementos que acometen a otro en el mismo punto, sería una unión en cruz. Un ejemplo de una unión en T es la vista en planta de un tabique que acomete a un elemento de separación vertical.

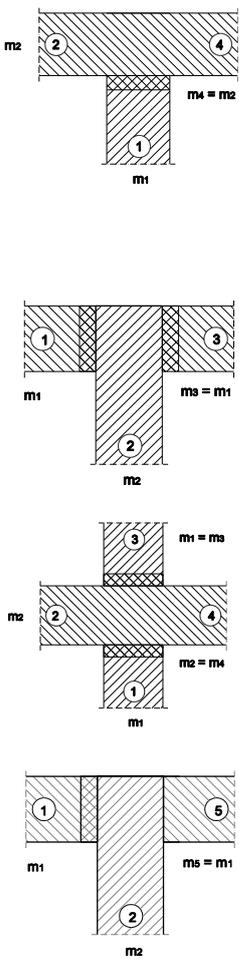
Unión rígida en + de elementos constructivos homogéneos:

| | |
|--|--|
| | $K_{13} = 8,7 + 17,1M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB; } 0 \text{ dB/octava} \tag{3.2}$ |
| | $K_{12} = 8,7 + 5,7 \cdot M^2 (= K_{23}) \text{ dB; } 0 \text{ dB/octava} \tag{3.3}$ |

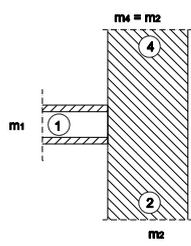
Unión rígida en T de elementos constructivos homogéneos:

| | |
|---|---|
|  | $K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB}; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (3.4)$ |
| | $K_{12} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2 (= K_{23}) \text{ dB}; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (3.5)$ |

Uniones en + y en T de elementos constructivos homogéneos con elementos flexibles interpuestos

| | |
|--|---|
|  | <p>Si la trayectoria de transmisión cruza una única junta elástica:</p> $K_{12} = K_{14} = K_{ij,rigid} + \Delta_1 \text{ (dB)} \quad (3.6)$ <p>Si la trayectoria de transmisión cruza dos juntas elásticas:</p> $K_{13} = K_{ij,rigid} + 2\Delta_1 \text{ (dB)} \quad (3.7)$ <p>Para las vías de transmisión sin bandas elásticas:</p> $K_{24} = 3,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB}; 0 \leq K_{24} \leq -4 \text{ dB}; \text{pendiente: } 0 \text{ dB/octava} \quad (3.8)$ $K_{25} = 5,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB}; \text{pendiente: } 0 \text{ dB/octava} \quad (3.9)$ <p>siendo:</p> <p>$K_{ij,rigid}$ es el valor de K_{ij} de una unión rígida en cruz o en T sin bandas según ecuaciones 3.2 a 3.5.</p> $\Delta_1 = C_c \cdot \lg(f / f_1) \text{ (dB)}; \quad \Delta_1 \geq 5 \text{ dB} \quad (3.10)$ <p>con:</p> $C_c = -\frac{\text{carga}}{\text{carga}_{ref}} + 20 \quad (3.11)$ <p>carga carga sobre la junta elástica, [kN/m²]; carga_{ref} carga de referencia con valor 100kN/m²; Pueden tomarse los siguientes valores de C_c: $C_c = 20$ para una carga inferior a 80 kN/m² sobre la capa elástica; $C_c = 15$ para una carga entre a 80 kN/m² y 750 kN/m² sobre la capa elástica; $C_c = 10$ para una carga superior a 750 kN/m² sobre la capa elástica.</p> <p>$f_1 = 110 \text{ Hz}$, si s'_t de la banda elástica se sitúa entre 50 MN/m³ y 100 MN/m³ $f_1 = 50 \text{ Hz}$, si s'_t de la banda elástica se sitúa entre 30 MN/m³ y 49 MN/m³</p> <p>f_1 varía en función de $(E_1 / t_1 \sqrt{\rho_1 \cdot \rho_2})^{1,5}$ siendo E_1, el módulo de Young de la banda elástica, t_1 el espesor de la banda elástica y ρ_1, ρ_2, las densidades de los elementos conectados.</p> |
|--|---|

Uniones de elementos de entramado autoportante y elementos constructivos homogéneos

| | |
|---|--|
|  | $K_{13} = 10 + 20 M - 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB}; \text{mínimo } 10 \text{ dB} \quad (3.12)$ $K_{24} = 3,0 + 14,1M + 5,7 M^2 \text{ dB}; (m_2 / m_1) > 3; 0 \text{ dB/octava} \quad (3.13)$ |
|---|--|

| | |
|--|--|
| | $K_{12} = 10 + 10 \cdot M + 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB}; (=K_{23}) \quad (3.14)$ $f_k = 500 \text{ Hz}$ <p>Los elementos ligeros se consideran como un solo elemento con longitud de absorción $a_{\text{situ}}=S/l_0$, con $l_0 = 1 \text{ m}$. (3.15)</p> |
|--|--|

Esquinas de elementos homogéneos

| | |
|--|---|
| | $K_{12} = 15 M - 3 \text{ dB} (=K_{21}); \text{mínimo} - 2 \text{ dB}; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (3.16)$ |
|--|---|

Cambio de espesor en elementos homogéneos

| | |
|--|--|
| | $K_{12} = 5M^2 - 5 \text{ dB} (=K_{21}); \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (3.17)$ |
|--|--|

Uniones en + y en T entre elementos de madera contralaminada, CLT

Valores válidos para uniones entre elementos con una relación de masas por unidad de superficie igual a $0,5 < m_1/m_2 < 2$

| | |
|--|--|
| | $K_{13} = 22 + 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \quad (3.18)$ $K_{23} = 15 + 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \quad (3.19)$ $f_k = 500 \text{ Hz (pendiente: 1 dB/oct)}$ |
| | $K_{13} = 10 - 3,3 \cdot \lg(f / f_k) + 10M \quad (3.20)$ $K_{13} = 23 + 3,3 \cdot \lg(f / f_k); \quad (3.21)$ $K_{13} = 18 + 3,3 \cdot \lg(f / f_k); \quad (3.22)$ $f_k = 500 \text{ Hz}$ |

Para otros sistemas constructivos no contemplados en la norma UNE-EN ISO 12354-1, pueden calcularse los índices de reducción de vibraciones, K_{ij} , mediante otras formulaciones desarrolladas al efecto o usarse valores de K_{ij} obtenidos mediante mediciones según las normas UNE-EN ISO 10848 partes 1 y 4.

Es el caso de los elementos constructivos de dos hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados y estos mismos con bandas elásticas en su perímetro, tal y como se especifica en las soluciones de Tipo 2 del apartado 3.1.2.3 del DB HR.

Al tratarse de soluciones de dos hojas, los cálculos deben realizarse teniendo en cuenta el elemento constructivo completo con las dos hojas o sólo el elemento base. En cada caso, se indica qué elementos tener en consideración.

Uniones en + y en T de elementos constructivos de dos hojas homogéneas

| | |
|--|--|
| | $K_{12} = 30 + 10 \cdot M - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) = K_{23} \text{ dB} \quad (3.23)$ $K_{13} = 20 + \text{MAX}\left(10; 10 + 20 \cdot M\right) - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) \text{ dB} \quad (3.24)$ <p>Se utilizan m y R_A del conjunto del elemento de separación de dos hojas</p> |
|--|--|

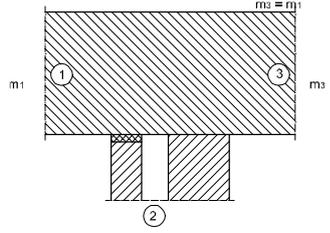
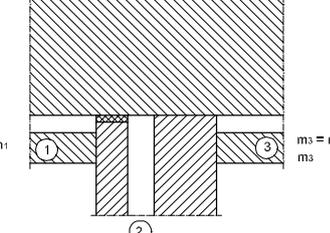
Uniones en + y en T de elementos constructivos de dos hojas homogéneas con bandas elásticas interpuestas en su perímetro

| | |
|--|--|
| | $K_{12} = 7,5 + 10 \cdot M^2 + 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) = K_{23} \text{ dB} \quad (3.25)$ $K_{13} = 4,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB} \quad (3.26)$ $K_{24} = 7,5 + 20 \cdot M^2 - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) \text{ dB} \quad (3.27)$ <p>Se utilizan m y R_A del conjunto del elemento de separación de dos hojas</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | $K_{12} = 30 + 10 \cdot M - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) = K_{23} \text{ dB} \quad (3.28)$ $K_{13} = 20 + \text{MAX}\left(10; 10 + 20 \cdot M\right) - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) \text{ dB} \quad (3.29)$ <p>Se utilizan m y R_A del conjunto del elemento de separación de dos hojas</p> |
|--|--|

Uniones en + y en T de elementos constructivos de dos hojas homogéneas con bandas elásticas interpuestas en el perímetro de una de las hojas

| | |
|--|---|
| | $K_{12} = 8,7 + 5,7 \cdot M^2 = K_{23} \text{ dB} \quad (3.30)$ $K_{13} = 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB} \quad (3.31)$ $K_{24} = 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB} \quad (3.32)$ <p>Se utilizan m y R_A del elemento constructivo base</p> |
|--|---|

| | |
|---|--|
|  | $K_{12} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2 = K_{23} \quad \text{dB} \quad (3.33)$ $K_{13} = 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 \quad \text{dB} \quad (3.34)$ <p>Se utilizan m y R_A del elemento constructivo base</p> |
|  | $K_{12} = 30 + 10 \cdot M - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) = K_{23} \quad \text{dB} \quad (3.35)$ $K_{13} = 20 + \text{MAX}(10; 10 + 20 \cdot M) - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) \quad \text{dB} \quad (3.36)$ <p>Se utilizan m y R_A del conjunto del elemento de separación de dos hojas</p> |

4 Cálculo de la diferencia de nivel de vibración promediada direccionalmente,

$\overline{D}_{v,ij,n}$

Los elementos de tipo B, están formados por placas de yeso laminado o tableros de madera fijados a uno o varios entramados metálicos o de madera. Los cálculos de R_{ij} y de L_{nij} pueden realizarse teniendo en cuenta el elemento constructivo completo o sólo la hoja interior, es decir, sólo aquellas capas que están en contacto con los recintos emisor o receptor.

En cualquier caso, los cálculos son correctos siempre que se usen los índices de reducción acústica adecuados: R_i y R_j de las hojas interiores o R_i y R_j del conjunto de las dos hojas, en combinación con la expresión correcta de la diferencia de nivel de vibración promediada direccionalmente, $\overline{D}_{v,ij,n}$, por ello, en este apartado se indica qué elementos deben considerarse en cada expresión.

Para otros tipos de uniones no contemplados en la norma UNE-EN ISO 12354-1 pueden usarse valores de $\overline{D}_{v,ij,n}$ obtenidos mediante mediciones según las normas UNE-EN ISO 10848 partes 1 y 3 o mediante otras formulaciones desarrolladas a tal efecto.

Uniones de elementos de entramado autoportante, transmisión a través de la hoja interior

Las ecuaciones siguientes son válidas para los siguientes elementos constructivos:

- suelo con masa por unidad de superficie comprendida entre 30 y 70 kg/m²;
- fachadas con masa por unidad de superficie comprendida entre 25 y 45 kg/m²;
- elementos de entramado autoportante con estructura doble con masa por unidad de superficie comprendida entre 35 y 75 kg/m²;
- elementos de entramado autoportante con estructura sencilla con masa por unidad de superficie comprendida entre 20 y 40 kg/m².

No se incluyen la madera maciza, ni los paneles de madera contralaminada, ya incluidos en el apartado 3.

Unión en forma de T entre suelo y fachada

| | |
|--|--|
| | <p>Cualquier trayectoria: Suelo – fachada y fachada – fachada</p> $\overline{D_{v,12,n}} = \overline{D_{v,13,n}} = 30 + 10\lg(f / f_k) \quad (4.1)$ <p>$f_k = 500\text{Hz}$ (pendiente: 3 dB/oct.)</p> <p>Se utiliza R de la hoja interior en contacto con el recinto emisor o receptor</p> |
|--|--|

Unión en forma de cruz suelo – pared de separación de doble estructura

| | |
|--|--|
| | <p>Para cualquier trayectoria horizontal de transmisión que atraviese la junta entre las dos estructuras, excepto suelo – suelo.</p> $\overline{D_{v,ij,n}} = 38 + 13,3\lg(f / f_k) \quad (4.2)$ <p>Trayectoria suelo-suelo</p> $\overline{D_{v,13,n}} = 36 + 3,3\lg(f / f_k) \quad (4.3)$ <p>Trayectoria suelo-pared de separación</p> $\overline{D_{v,12,n}} = 18 + 3,3\lg(f / f_k) \quad (4.4)$ <p>Trayectoria pared de separación - pared de separación</p> $\overline{D_{v,24,n}} = 22 + 3,3\lg(f / f_k) \quad (4.5)$ <p>$f_k = 500\text{Hz}$</p> <p>Se utiliza R de la hoja interior en contacto con el recinto emisor o receptor</p> |
|--|--|

Unión en forma de T de fachada – pared de separación de doble estructura

| | |
|--|--|
| | <p>Para cualquier trayectoria de transmisión que atraviese la junta de separación entre las dos estructuras:</p> $\overline{D_{v,12,n}} = \overline{D_{v,13,n}} = 38 + 13,3\lg(f / f_k) \quad (4.6)$ <p>$f_k = 500\text{Hz}$</p> <p>Se utiliza R de la hoja interior en contacto con el recinto emisor o receptor</p> |
|--|--|

Unión en forma de cruz con suelo continuo

| | |
|--|---|
| | <p>Trayectoria suelo-suelo o suelo-pared</p> $\overline{D_{v,13,n}} = \overline{D_{v,34,n}} = 20 - 3,3\lg(f / f_k) \quad (4.7)$ <p>Trayectoria pared-pared</p> $\overline{D_{v,24,n}} = 30 + 3,3\lg(f / f_k) \quad (4.8)$ <p>$f_k = 500\text{Hz}$</p> <p>Se utiliza R de la hoja interior en contacto con el recinto emisor o receptor</p> |
|--|---|

Uniones de elementos de entramado autoportante, considerando los elementos constructivos completos

El valor M se obtiene aplicando la ecuación 3.1, usando las masas de las hojas de los elementos constructivos completos.

| | |
|--|---|
| | $\overline{D_{v,13,n}} = 15 + 20M - (3,3 \lg f / f_k) \text{ dB y como mínimo } 10 \text{ dB} \quad (4.9)$ $\overline{D_{v,12,n}} = \overline{D_{v,23,n}} = 15 + 10 M - (3,3 \lg f / f_k) \text{ dB} \quad (4.10)$ <p>$f_k = 500 \text{ Hz}$ Se utiliza R del conjunto del elemento de separación</p> |
|--|---|