

ANÁLISIS DE LA CASUÍSTICA DERIVADA DE LA APLICACIÓN DEL CTE

Alfonso Rodríguez Molares^{a)}, Manuel A. Sobreira Seoane^{a)}, M^a Teresa Carrascal García^{b)},
Amelia Romero Fernández^{b)}, Jose Antonio Tenorio Ríos^{b)}

a) Sonitum, Grupo de Acústica Aplicada, Universidad de Vigo { amolares@gts.tsc.uvigo.es } b) Instituto de
Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, CSIC { tcarrascal@ietcc.csic.es }

Resumen

El nuevo reglamento en materia de protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación (DB HR) sienta las bases para que los proyectistas calculen los parámetros de calidad acústica en las viviendas mediante un método que proviene del método simplificado la norma europea UNE 12354-1:2000. Dicho método toma como variables de entrada, no sólo los parámetros acústicos de los elementos involucrados, sino también sus dimensiones y las particularidades geométricas de cada par de recintos.

Existe la creencia generalizada de que el caso peor se encuentra cubierto si se considera que ambos recintos presentan las cuatro aristas coincidentes. Esta suposición, que simplifica convenientemente la casuística de aplicación del método de cálculo, es en general incorrecta y puede, en algunos casos concretos, tener importantes consecuencias sobre el resultado final del cálculo de aislamiento. En este texto se presenta la casuística más habitual incluyendo algunos escenarios en los que existen dos elementos separadores que todavía no han sido incluidos en las hojas de cálculo oficiales. Se analizan asimismo algunas consecuencias de aceptar la simplificación por simetría.

Palabras-clave: DB HR, UNE 12354, casuística.

Abstract

The new Spanish regulation about sound insulation in buildings (DB HR) laid the foundations for calculating the acoustic performance of dwellings by means of a method which stems from the simplified method of the European norm UNE 12354-1:2000. The input variables of this method are not only the acoustic characteristics of the elements, but also the dimensions and geometrical settings of each couple of rooms.

There is a widespread belief that the worst case is covered if it is considered that both rooms have their four edges coincident. This supposition, which simplifies conveniently the large amount of case studies, is generally incorrect and, in some cases, it has important consequences in the sound insulation final result. Along this text the more usual case studies are presented, including some cases presenting two partition walls which have not been included yet in the official data sheets. Some of the consequences of accepting the symmetry assumption are also analysed.

Keywords: DB HR, UNE 12354, cases studies.

1 Introducción

La norma UNE 12354-1:2000 [1] en el octavo punto del apartado 4.2.4 explicita que “con un nivel dividido (es decir, escalonado) o recintos desplazados horizontalmente (es decir, escalonados) la continuación de la construcción separadora se debería tratar como un elemento de flanco, a menudo el dominante”. A partir de esta breve reseña, que viene acompañada de los esquemas que se pueden ver en la figura 1, se abre un importante árbol de casos de encuentros entre recintos desplazados horizontal y verticalmente.

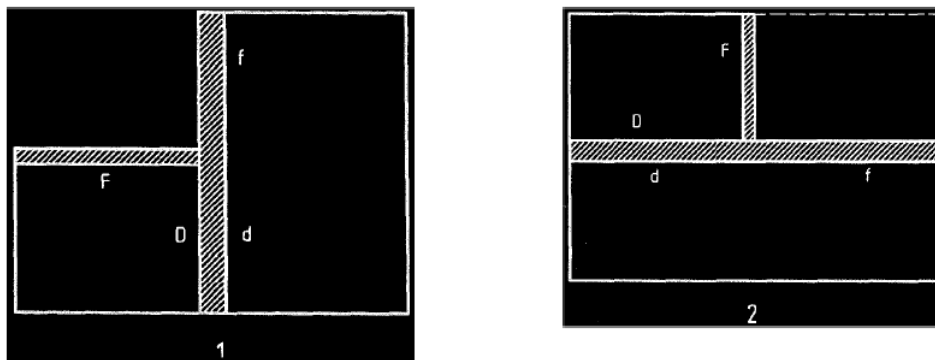


Figura 1 Esquemas de niveles divididos incluidos en la norma UNE 12354-1:2000

Los casos representados en la figura 1, que pudieran parecer singularidades, son casos muy frecuentes en la edificación, especialmente en la residencial, donde las exigencias funcionales hacen que el espacio interior se encuentre muy compartimentado. Ambos esquemas pueden interpretarse como secciones horizontales (plantas) o verticales (alzados). Si se interpretan como plantas, los esquemas 1 y 2 se corresponderían con disposiciones en las que los recintos de una misma planta no son simétricos; si se interpretan como alzados se corresponderían con cambios de distribución entre las plantas del edificio.

Si además consideramos elementos de más de cuatro aristas (lo cual no es habitual en paramentos pero sí en secciones de forjado) y la existencia de pares recintos conectados mediante dos o más elementos separadores, es patente que el inmenso número de casos hace inabarcable el cálculo completo de un edificio a partir de un método basado en casos.

Por supuesto, es necesario realizar una serie de simplificaciones para acometer el cálculo con el estado actual de la tecnología. Sin embargo, no es posible desacreditar el punto octavo del apartado 4.2.4 de la norma UNE 12354-1:2000 afirmando que el caso peor está contemplado si se considera que ambos recintos tienen cuatro aristas coincidentes. Primeramente por que dicha aproximación pasa por utilizar índices de reducción vibracional (K_{ij}) inexactos, ya que no existe publicación alguna en la que aparezcan los K_{ij} de uniones en T donde exista discontinuidad de masas en los elementos 1 y 3. Y, en segundo lugar, por que aceptar dicha suposición supone contradecir la afirmación expuesta en la UNE 12354-1:2000 de que dicha contribución de flanco es a menudo la dominante.

En el presente texto se intentará refutar dicha simplificación y se acotará inferiormente el error derivado de su aplicación. Se desglosarán los casos más habituales de cálculo derivados de una interpretación ajustada a dicho punto y se llegará, de este modo, al conjunto de casos contemplados en la hojas de cálculo oficiales [2] publicadas en Mayo de 2008. Se presentarán además algunos encuentros con dos elementos separadores que no han sido aún incluidos en la versión oficial.

2 El cambio de orientación de los K_{ij} en uniones no coincidentes

Al realizar el cálculo de los índices de reducción vibracional (K_{ij}) habitualmente se suele asumir que,

$$\begin{aligned} K_{Ff} &= K_{13}, \\ K_{Fd} &= K_{12}, \\ K_{Df} &= K_{23}. \end{aligned} \quad (1)$$

dónde los sufijos F, f, D y d se corresponden con la notación del DB HR para el flanco emisor, el flanco receptor, el directo por el emisor y el directo por el receptor y los sufijos 1, 2 y 3 con la notación para los índices K_{ij} que se contemplan en el anexo E de la norma UNE 12354-1:2000 [1] y en el anexo D del DB HR [3]. Esta asignación es cierta, únicamente, cuando la unión que se caracteriza se corresponde con una arista coincidente. En caso de que uno de los recintos se encuentre desplazado sobre el otro la asignación de los índices vendrá dada por la posición que ocupe cada elemento en la T resultante. Considérense las dos posibles orientaciones de una arista no coincidente que se muestran en la figura 2.

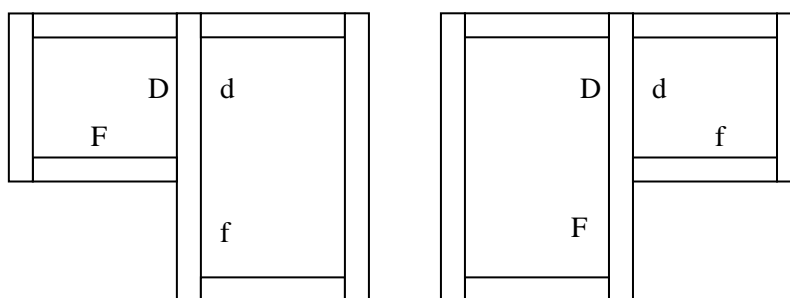
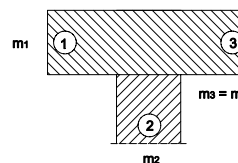


Figura 2 – Posibles orientaciones de una arista no coincidente, hacia el recinto emisor (izquierda) y hacia el recinto receptor (derecha).

Como puede verse en el primer caso, el flanco emisor (F) juega el papel de elemento transversal (2), papel que en las aristas coincidentes suele correr a cargo del elemento separador. Resta asignar al elemento directo (D y d) el elemento (1) y al flanco receptor (f) el elemento (3). Nótese que dada la simetría de todos los índice K_{13} publicados, la asignación inversa (D=3 y f=1) tendría el mismo efecto, aunque es preferible la asignación planteada inicialmente ya que la vía de transmisión 13 ocurre de D a f y no de f a D. De forma análoga en el segundo caso, el flanco receptor (f) constituye el elemento transversal (2), el flanco emisor (F) el elemento (1) y el elemento directo (D y d) el elemento (3). De este modo es directo llegar a las equivalencias aplicables en ambas orientaciones, respectivamente,

$$\begin{aligned} \text{hacia el} & \begin{cases} K_{Ff} = K_{23}, \\ K_{Fd} = K_{21} = K_{12}, \\ K_{Df} = K_{13}. \end{cases} & \text{hacia el} & \begin{cases} K_{Ff} = K_{12} \\ K_{Fd} = K_{13} \\ K_{Df} = K_{32} = K_{23} \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$



3 Análisis de la consideración de la arista coincidente como caso peor

La aplicación de las equivalencias expuestas en (2) exige de una correcta asignación de las masas asociadas; esto es, las masas de los elementos D y f en caso de orientación hacia el emisor han de ser necesariamente iguales, y análogamente las masas de los elementos F y d en caso de orientación hacia el receptor. Esto viene dado por la propia geometría de los encuentros con desplazamiento, ya que la separadora siempre se considera continua, y es congruente con los índices K_{ij} publicados hasta el momento.

No se descarta que, en un futuro cercano, nuevos estudios aporten expresiones para los índices de reducción vibracional que extiendan el margen de aplicación de las publicadas en la UNE 12354-1:2000 para uniones de tres elementos con tres masas distintas. Sin duda sería un resultado de utilidad para la aplicación exacta del método de cálculo en casos que no son del todo marginales, pero, hasta entonces, es necesario aferrarse a la sólida base de los estudios de Gerretsen [4,5].

Dado que es preciso que las masas de los elementos 1 y 3 sean iguales, para realizar la aproximación de arista coincidentes es necesario modificar la masa del elemento de flanco abatido. Esta modificación es de por sí desviación suficiente como para rechazar la aproximación. De todos modos considérese por el momento válida a fin de estudiar si efectivamente deriva en el peor de los casos.

3.1 Refutación de la consideración de la arista como caso peor

Plantéense pues dos casos de estudio, dos aristas rígidas tipo T unión de elementos homogéneos (véase la figura 3), una considerada de la forma que especifica la UNE 12354-1:2000, y otra según la consideración de la arista coincidente como caso peor. El objetivo es comparar los índices de reducción acústica aparente de las dos aristas y ver si, efectivamente, el índice del caso B ($R'_{/B}$) es siempre menor que el índice del caso A ($R'_{/A}$).

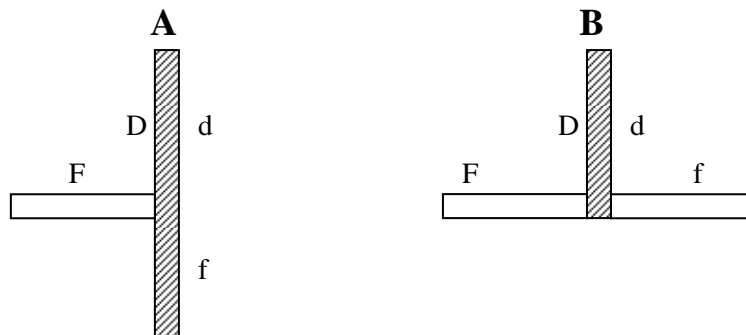


Figura 3 – Esquemas asociados a la simplificación que está en tela de juicio. Caso A: interpretación explícita de la UNE 12354-1:2000 (derecha), Caso B: aproximación por simetría.

Como se acaba de indicar, dados los índices de reducción vibracional K_{ij} disponibles actualmente, es preciso modificar la masa del elemento f a fin de que sea igual a la del elemento F. Reitérese la opinión de los autores de que dicha modificación conlleva una notable falta de rigor.

Dado que los índices de reducción acústica de los elementos asociados (R_D , R_F , R_f) no han cambiado¹, basta calcular los índices K_{ij} para demostrar que el índice de reducción acústica aparente de la arista según el cálculo aproximado no es siempre menor que el obtenido según el cálculo exhaustivo. Los índices K_{ij} del caso exhaustivo (A) son los siguientes,

$$\mathbf{A} \begin{cases} K_{Ff} = K_{23} = 5,7 + 5,7 \left(\log_{10} \frac{m_D}{m_F} \right)^2, \\ K_{Fd} = K_{21} = K_{12} = 5,7 + 5,7 \left(\log_{10} \frac{m_D}{m_F} \right)^2, \\ K_{Df} = K_{13} = 5,7 + 14,1 \log_{10} \frac{m_F}{m_D} + 5,7 \left(\log_{10} \frac{m_F}{m_D} \right)^2, \end{cases} \quad (3)$$

donde, según lo indicado en el anexo E de la UNE 12354-1:2000, se debe verificar que $m_3 = m_1$, es decir que $m_f = m_D$. Los índices K_{ij} del caso aproximado (B) son los siguientes,

$$\mathbf{B} \begin{cases} K_{Ff} = K_{13} = 5,7 + 14,1 \log_{10} \frac{m_D}{m_F} + 5,7 \left(\log_{10} \frac{m_D}{m_F} \right)^2, \\ K_{Fd} = K_{21} = K_{12} = 5,7 + 5,7 \left(\log_{10} \frac{m_D}{m_F} \right)^2, \\ K_{Df} = K_{23} = 5,7 + 5,7 \left(\log_{10} \frac{m_F}{m_D} \right)^2, \end{cases} \quad (4)$$

donde, según lo indicado en la UNE 12354-1 ha de verificar que $m_3 = m_1$, es decir que $m_f = m_F$. Observando las expresiones (3) y (4) es directo ver que los índices K_{Fd} en ambos casos son idénticos y que los índices K_{Ff} y K_{Df} difieren ambos en el mismo factor. Se pueden pues igualar los índices de reducción vibracional en ambos casos del siguiente modo,

$$\begin{cases} K_{Ff}|_B = K_{Ff}|_A + 14,1 \log_{10} \frac{m_D}{m_F}, \\ K_{Fd}|_B = K_{Fd}|_A, \\ K_{Df}|_B = K_{Df}|_A + 14,1 \log_{10} \frac{m_D}{m_F}. \end{cases} \quad (5)$$

¹ Podría derivarse una demostración similar, más restrictiva, en caso de que se modificase el índice de reducción acústica del elemento f, pero llevar a cabo dicha modificación conllevaría un alejarse aún más del caso que se pretende aproximar.

Ya en este punto es posible observar que los índices de reducción vibracional en el caso B serán mayores que en el caso A si $m_D > m_F$. Pero es necesario llegar a una relación expresa entre los índices de reducción acústica aparente. Dado que los índices de reducción acústica de ambos casos sólo difieren en los índices de reducción vibracional la relación de equivalencia de la expresión (5) puede extenderse a los índices de reducción acústica de cada vía de transmisión (R_{Ff} , R_{Fd} , R_{Df}). Puede por tanto realizarse el sumatorio de los índices para cada caso y comparar el valor total del aislamiento aparente a través de la arista,

$$\begin{aligned} R'_{|_A} &= -10 \log_{10} \left(10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Fd}|_A} + 10^{-0.1R_{Df}|_A} \right), \\ R'_{|_B} &= -10 \log_{10} \left(10^{-0.1R_{Ff}|_B} + 10^{-0.1R_{Fd}|_B} + 10^{-0.1R_{Df}|_B} \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Aplicando las relaciones presentadas en (5) se puede desarrollar el índice de reducción acústica aparente del caso B,

$$R'_{|_B} = -10 \log_{10} \left(\left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Fd}|_A} + \left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Df}|_A} \right). \quad (7)$$

Una vez expresadas en los mismos términos es posible comparar la expresión (7) con la primera ecuación de la expresión (6) obteniendo que,

$$\begin{aligned} & R'_{|_B} > R'_{|_A} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow & -10 \log_{10} \left(\left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Fd}|_A} + \left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Df}|_A} \right) > -10 \log_{10} \left(10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Fd}|_A} + 10^{-0.1R_{Df}|_A} \right) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow & 10 \log_{10} \left(\left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Fd}|_A} + \left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Df}|_A} \right) < 10 \log_{10} \left(10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Fd}|_A} + 10^{-0.1R_{Df}|_A} \right) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow & \left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Fd}|_A} + \left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Df}|_A} < 10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Fd}|_A} + 10^{-0.1R_{Df}|_A} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow & \left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Ff}|_A} + \left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} 10^{-0.1R_{Df}|_A} < 10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Df}|_A} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow & \left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} \left(10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Df}|_A} \right) < 10^{-0.1R_{Ff}|_A} + 10^{-0.1R_{Df}|_A} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow & \left(\frac{m_F}{m_D} \right)^{1.41} < 1 \Leftrightarrow \left(\frac{m_D}{m_F} \right)^{1.41} > 1 \Leftrightarrow \frac{m_D}{m_F} > 1 \Leftrightarrow m_D > m_F. \end{aligned} \quad (8)$$

De modo que $R'_{|_B}$ será mayor que $R'_{|_A}$ siempre que la masa del elemento separador sea mayor que la masa del elemento de flanco. Ha de reconocerse que, precisamente, esta es la situación más habitual.

En definitiva no es posible asegurar que la consideración del caso con aristas coincidentes sea más restrictiva que la consideración del caso exhaustivo y no es posible basarse en ella para simplificar la casuística derivada del punto octavo del apartado 4.2.4 de la norma UNE 12354-1:2000.

3.2 Análisis del error cometido con la consideración de la arista como caso peor

Es posible acotar el error cometido por dicha aproximación observando la diferencia entre la expresión (7) y la primera ecuación de la expresión (6),

$$\begin{aligned}
 E_a &= R|_B - R|_A = \\
 &= -10\log_{10}\left(\left(\frac{m_F}{m_D}\right)^{1,41} 10^{-0,1R_{Ff}|_A} + 10^{-0,1R_{Fd}|_A} + \left(\frac{m_F}{m_D}\right)^{1,41} 10^{-0,1R_{Df}|_A}\right) + 10\log_{10}\left(10^{-0,1R_{Ff}|_A} + 10^{-0,1R_{Fd}|_A} + 10^{-0,1R_{Df}|_A}\right) = \\
 &= 10\log_{10}\left(\frac{10^{-0,1R_{Ff}|_A} + 10^{-0,1R_{Fd}|_A} + 10^{-0,1R_{Df}|_A}}{\left(\frac{m_F}{m_D}\right)^{1,41} 10^{-0,1R_{Ff}|_A} + 10^{-0,1R_{Fd}|_A} + \left(\frac{m_F}{m_D}\right)^{1,41} 10^{-0,1R_{Df}|_A}}\right). \tag{9}
 \end{aligned}$$

Se puede observar que el valor del error absoluto no solo depende de la relación m_F/m_D si no que también de los valores de los índices de reducción acústica de cada vía de transmisión (R_{Ff} , R_{Fd} , R_{Df}). Para poder llegar a un valor orientativo del error cometido, independientemente de los valores de los índices de reducción acústica, se recurrirá al análisis estadístico. Se realizará una evaluación de la expresión (9) aplicando el método Monte Carlo [6] sobre los índices R_{Ff} , R_{Fd} y R_{Df} . Una vez obtenido el error absoluto para un conjunto muestral suficientemente denso es posible determinar el valor medio de dicho error y su desviación estándar con un gran precisión. Es posible observar además si el error se encuentra acotado superior o inferiormente. El resultado la evaluación Monte Carlo puede verse en la figura 4.

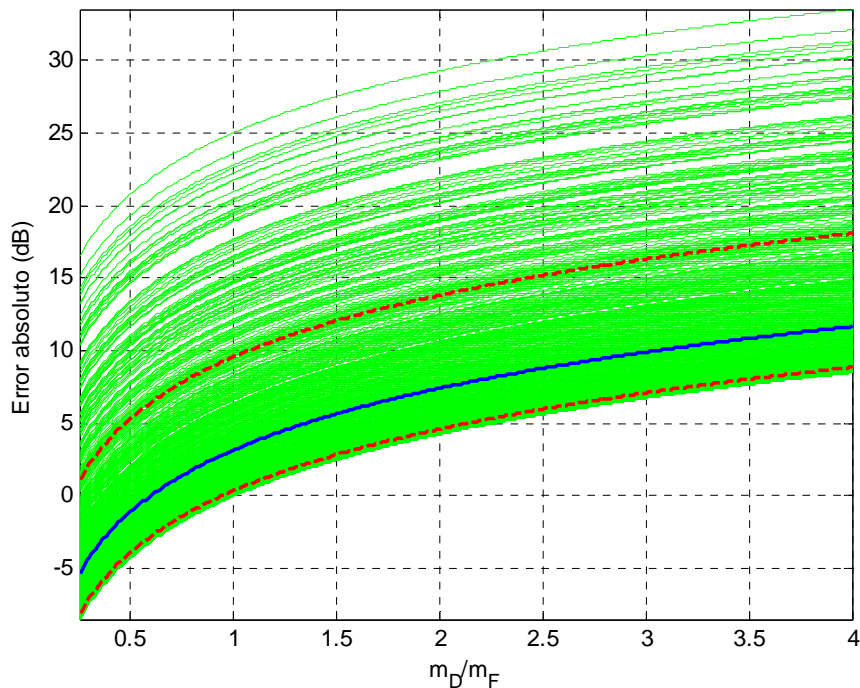


Figura 4 – Evaluación Monte Carlo del error cometido por la consideración de arista común como caso peor. Línea azul continua valor medio, línea roja discontinua desviación estándar del error.

Es evidente que, si la masa del separador es mayor que la del elemento de flanco ($m_D / m_F > 1$), el error absoluto es siempre positivo lo que implica que, efectivamente, $R'_{|B}$ será mayor que $R'_{|A}$, en concordancia con lo demostrado en el apartado 3.1.

La dispersión de los índices de reducción acústica produce una notable dispersión del error con una desviación estándar de aproximadamente 8dB. Se observa que el error absoluto no está acotado superiormente, pero sí inferiormente por la curva,

$$E_a \Big|_{\min} = 14,1 \log_{10} \frac{m_D}{m_F} \quad (10)$$

Es en definitiva desaconsejable el uso de la consideración de la arista común como caso peor, presentando, en la mayoría de los casos, un error mínimo dado por la expresión (10) y un valor máximo que puede llegar a ser del orden de las decenas de decibelios en el caso estudiado con elementos homogéneos.

4 La casuística derivada de la aplicación del DB HR

Una vez demostrada la necesidad de contemplar las particularidades geométricas de los encuentros entre recintos según lo especificado en el punto octavo del apartado 4.2.4 de la UNE 12354-1:2000, se hace necesario analizar un nutrido árbol de casos posibles. Como se expone en este apartado, sólo la variación de disposiciones da lugar a una casuística inmensa y por ello es preciso seleccionar aquellos que sean de uso intensivo en la construcción a fin de cubrir las necesidades de los proyectistas.

4.1 Tres aristas coincidentes

Uno de los casos más evidentes está constituido por el encuentro con tres aristas comunes, tanto en transmisión vertical como horizontal. Esto conlleva incluir en la casuística los tres casos de cálculo que se puede ver en la figura 5.

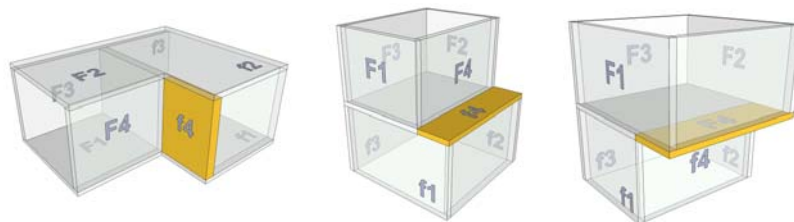


Figura 5 – Casos con tres aristas comunes, transmisión horizontal (izquierda), transmisión vertical orientación hacia emisor (centro) y transmisión vertical orientación hacia receptor (derecha).

El cálculo puede resolverse simultáneamente para ruido aéreo y de impacto, salvo en la transmisión vertical de ruido de impacto, que obliga a desglosar el cálculo en orientación hacia el emisor y hacia el receptor.

4.2 Dos aristas coincidentes

Al disminuir en uno el número de aristas coincidentes, el conjunto de casos posibles asciende a veinticuatro. Es posible seleccionar el número mínimo de casos a fin de abarcar los de mayor utilidad. Para ello se han desdeñado aquellos casos que implicaban una discontinuidad en el forjado, como los mostrados en la figura 6, ya que en edificación, y especialmente en la residencial, el forjado es la estructura horizontal resistente que en la mayoría de los casos es común a todos los recintos de un mismo nivel.

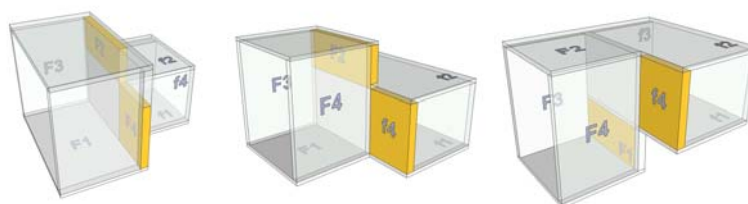


Figura 6 – Algunos casos con dos aristas coincidentes no contemplados.

Ello limita consecuentemente la aplicación de las hojas de cálculo oficiales, pero nótese que sería inviable intentar abarcar los veinticuatro casos posibles. Ello ejemplifica la no idoneidad de una metodología basada en casos. Los encuentros que sí han sido contemplados en las hojas son mostrados en la figura 7. En el caso de disposiciones de recintos que no compartan la estructura horizontal resistente, tales como los rellanos de las cajas de escaleras o las zancas de éstas, está previsto en la herramienta introducir un caso particular que permita realizar el cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto.

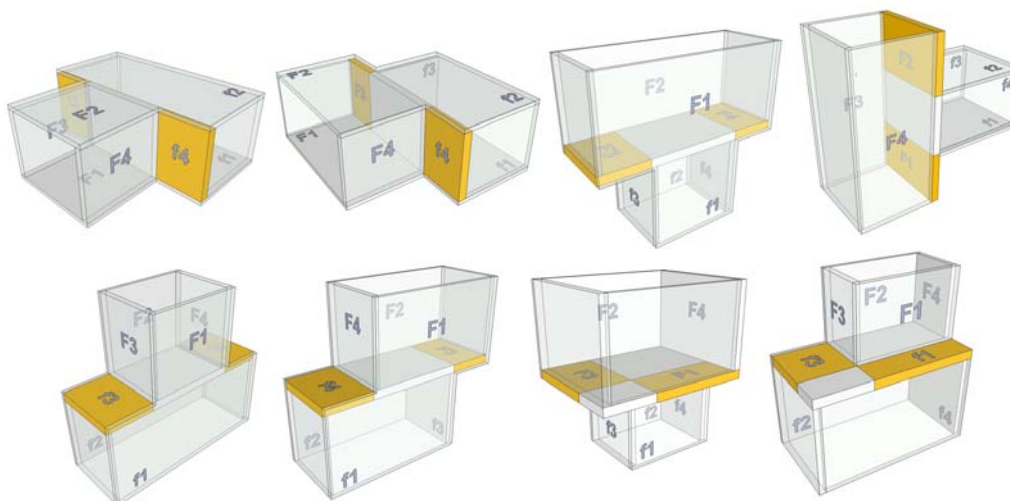


Figura 7 – Casos con dos aristas coincidentes contemplados en las hojas de cálculo oficiales.

4.3 Una arista coincidente

El número de configuraciones que presentan una única arista coincidente es de cuarenta y ocho, aunque la gran mayoría ha sido desestimada por ser muy poco habituales en la construcción residencial habitual. Algunos de los encuentros descartados pueden verse en la figura 8, encuentros más propios de edificios singulares que precisarán de cálculos adaptados.



Figura 8 – Algunos casos con una arista coincidente no contemplados.

En las hojas oficiales se ha preferido cubrir aquellos casos de encuentros contra huecos de ascensor o bajantes, recintos de instalaciones que suelen presentar una o ninguna arista coincidente. El caso contemplado puede verse en la figura 9.

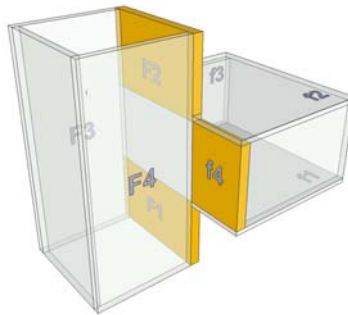


Figura 9 – Caso de encuentro con hueco de ascensor con una arista coincidente contemplado en las hojas de cálculo oficiales.

4.4 Sin aristas coincidentes

El número de casos sin aristas coincidentes es de treinta y dos. Nuevamente se han contemplado únicamente aquellos casos con mayor recurrencia en la construcción residencial de varias plantas,

especialmente, encuentros con huecos o bajantes y la transmisión vertical desde garajes o trasteros. Los casos contemplados pueden verse en la figura 10.

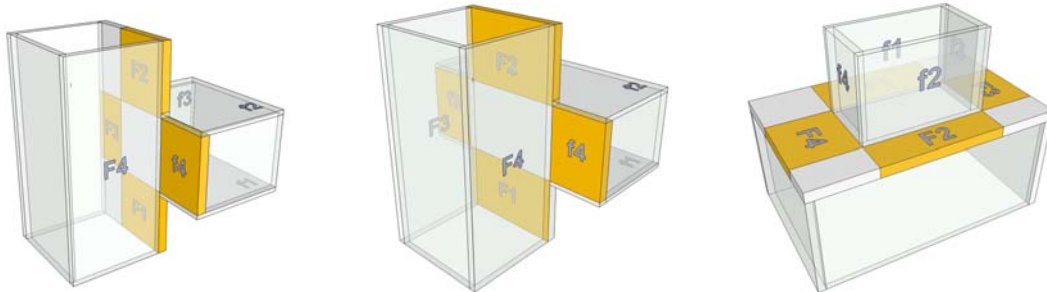


Figura 10 – Casos sin aristas coincidentes contemplados en la hojas de cálculo oficiales, asimilables a encuentros con huecos de ascensor y con garajes.

5 Casos con dos elementos separadores

Los casos hasta ahora planteados, que ya habían sido incorporados en la versión v1.0 de las hojas de cálculo oficiales, no llegan evidentemente a cubrir todos los tipos de encuentros posibles, en parte, por los casos descartados, pero también porque los encuentros con más de un elemento separador son habituales en las edificaciones. Al plantearse escenarios con más de un elemento separador el número de flancos se duplica y es preciso promediar el índice de reducción acústica asociado a cada vía de transmisión por las áreas de los elementos separadores involucrados. Esto aumenta apreciablemente la complejidad del cálculo y el número de casos posibles a tener en cuenta.

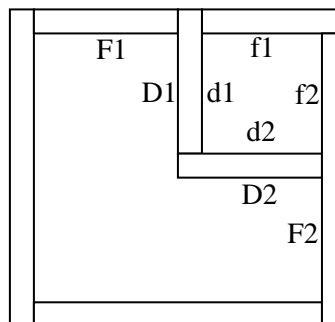


Figura 11 – Encuentro de dos recintos con dos elementos separadores

Considérese el caso de cálculo planteado en la figura 11. En este caso los elementos F1 y f1 actuarán como flancos del elemento separador D1 pero no del elemento D2. Así pues para calcular el índice de reducción acústica aparente total el área de cada elemento separador deberá ser tomada en cuenta en una suma ponderada similar a la efectuada para el cálculo del aislamiento mixto expuesto en el anexo G del DB HR [3].

Nótese además que los propios elementos directos actúan como flancos del otro elemento directo, a través de una unión de tipo esquina, unión que se encuentra tabulada en el anexo D del DB HR y en el anexo E de la UNE 12354-1:2000.

Para la futura versión v2.0 de las hojas de cálculo oficiales, cuya fecha de publicación aún se desconoce, se han seleccionado tres casos de cálculo de aislamiento a ruido aéreo entre recintos interiores que presentan dos elementos separadores. Se incluirá, asimismo, el caso de cálculo de aislamiento a ruido del exterior para fachadas en esquina. Los casos previstos pueden observarse en la figura 12.

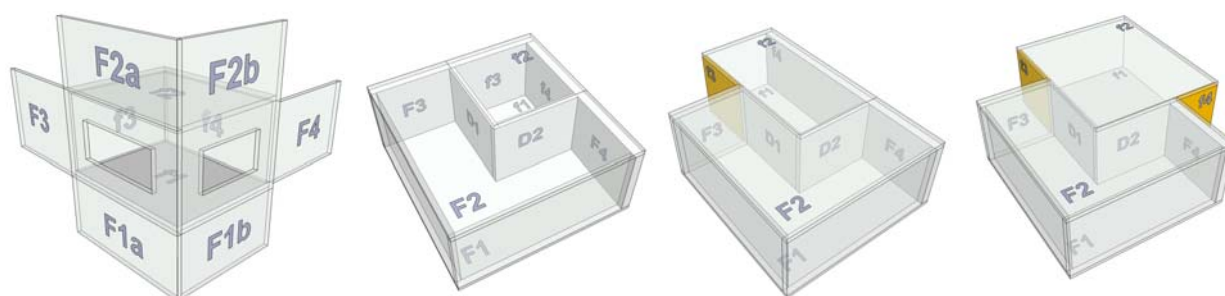


Figura 12 – Casos con dos elementos separadores previstos para la v2.0 de la hojas de cálculo.

El planteamiento de todos los casos contenidos en la Herramienta del DB HR viene motivado por la inmensa casuística existente en la edificación, además de por el estudio de los índices de reducción acústica de las aristas, expresados en los puntos 2 y 3 de este artículo. El estudio comparativo de las transmisiones indirectas realizado puede ser útil para los proyectistas a la hora de detectar aquellos casos en los que el aislamiento acústico puede estar comprometido por el hecho de tener una disposición geométrica diferente a las de dos recintos simétricos.

Referencias

- [1] UNE EN 12354-1: 2000 *Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 1: Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos*. Diciembre de 2000.
- [2] *Herramienta de cálculo del documento básico de protección frente al ruido, DB-HR*, Versión 1.0 Mayo 2008 <http://www.codigotecnico.org/index.php?id=631>
- [3] *Documento básico de protección frente al ruido, DB HR, Código Técnico de la Edificación*, Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, B.O.E. del 23 de Octubre de 2007.
- [4] Gerretsen, E., *Calculation of sound transmission between dwellings by partitions and flanking structures*, Applied Acoustics 12 (1979) 413-433.
- [5] Gerretsen, E., *Calculation of airborne and impact sound insulation between dwellings*, Applied Acoustics 19 (1986) 245-264.
- [6] R.E. Caffisch, *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods*, Acta Numerica 7, 1 – 49 (1998).