

PROYECTOS ACÚSTICOS: CUANDO LA SOLUCIÓN SE ADELANTA AL PROBLEMA. LA NORMATIVA ACÚSTICA COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

PACS: 43.15.+s

Quintero Espina, Raquel; Espinel Valdivieso, Ana
AUDIOTEC INGENIERÍA ACÚSTICA S.A.
Calle Juanelo Turriano, 4. Parque Tecnológico de Boecillo
47151, Boecillo, Valladolid
España
Tel.: 983 36 13 26
Fax: 983 36 13 27
E-mail: proyectos@audiotec.es

ABSTRACT

There are many occasions in which the design of buildings focuses, exclusively, in aesthetic, constructive or structural conditions, ignoring the importance of other type of qualities, which can entail certain lacks, and compel an auger of subsequent corrections, that improve aspects such as, for example, the interior acoustic comfort.

In this respect, Audiotec's Project Department proposes to use of the proper requirements needed in the current acoustic regulation, as if they were a tool of design acoustic. This way, we will achieve that our building, not only it satisfies the basic architectural needs, but, also, it expires with the most essential requisites of acoustic comfort for its users, without needing modifications or posterior corrections.

RESUMEN

Muchas son las ocasiones en las que el diseño de los edificios se centra, exclusivamente, en condiciones de tipo estético, constructivo o estructural, obviando la importancia de cualidades de otra índole, lo que puede conllevar ciertas carencias, y obligar a un sinfín de correcciones posteriores, que mejoren aspectos como, por ejemplo, el confort acústico interior.

En este sentido, el Departamento de Proyectos de Audiotec propone valerse de las propias exigencias requeridas en la normativa acústica vigente, como si de una herramienta de diseño se trataran. De este modo, lograremos que nuestro edificio, no sólo satisfaga las necesidades arquitectónicas básicas, sino que, además, cumpla con los requisitos de confort acústico más esenciales para sus usuarios, sin precisar modificaciones o correcciones posteriores.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en España, se ha desarrollado un profundo interés por la Protección del Medioambiente, lo que ha favorecido el desarrollo de una amplia serie de normativas, en lo que a exigencias acústicas se refiere, cuyo ámbito de aplicación varía considerablemente entre

unas tipologías y otras, y se extiende desde las Ordenanzas Municipales, hasta las Leyes o Decretos a nivel nacional, incluso Europeo.

Sin embargo, existe un documento por excelencia, cuyo nacimiento en Octubre de 2009 condicionó las prestaciones acústicas de la mayor parte de proyectos arquitectónicos que se han llevado a cabo, en todo el territorio nacional, a partir de aquel momento.

Se trata del **Documento Básico de Protección frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación, DB-HR**, cuyas exigencias y requisitos en materia de acústica, nos servirán, a lo largo de esta charla, para explicar el concepto de **“Normativa acústica como herramienta de diseño”**.

2. DIFERENCIA ENTRE JUSTIFICACIÓN Y PROYECTO

El **Código Técnico de la Edificación**, en cualquiera de sus Documentos Básicos, establece un conjunto de requisitos básicos que deben cumplirse en la construcción de los edificios.

Por lo tanto, si nos centramos en el ámbito de la acústica, el **Documento Básico de Protección contra el Ruido** establece unas exigencias, basadas en lo siguiente:

14.1 [...] limitar dentro de los edificios, y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido puede producir a los usuarios.

14.2 [...] los edificios deben proyectarse, construirse y mantenerse de tal forma que sus elementos constructivos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones y para limitar el ruido reverberante.

14.3 [...] parámetros objetivos y sistemas de verificación [...]

Por lo que, volviendo al tema que nos compete, existe una gran diferencia entre que dichos objetivos se tengan en cuenta en la fase de proyecto, o una vez desarrollada la idea, ya que, este último planteamiento podría obligarnos a corregir ciertos aspectos que han sido obviados inicialmente, pero que nos vemos obligados a cumplir, irremediablemente.

De tal manera, que siempre es recomendable, **considerar las exigencias acústicas** que va a tener nuestro edificio desde la mismísima **fase de diseño, proyectando con ellas y no sólo justificando**, posteriormente, su cumplimiento, como un mero trámite legal.

3. EXIGENCIAS Y MÉTODOS DE DISEÑO DEL DB-HR DEL CTE

A continuación, definiremos brevemente las exigencias acústicas descritas en el DB-HR:

Valores límite de aislamiento a ruido aéreo

- **Tabiquería:** $R_A \geq 33$ dBA
- **Recintos interiores:** $D_{nT,A}$ (dBA)

| Ruido generado en recintos | Tipo de recinto | |
|--|---|---|
| | Protegido | Habitable |
| NO pertenecientes a la misma unidad de uso, si NO comparten puertas o ventanas | $D_{nT,A}$ (dBA) ≥ 50 | $D_{nT,A}$ (dBA) ≥ 45 |
| NO pertenecientes a la misma unidad de uso, si comparten puertas o ventanas | Muro R_A (dBA) ≥ 50 Puertas R_A (dBA) ≥ 30 | Muro R_A (dBA) ≥ 50 Puertas R_A (dBA) ≥ 20 |

| | | |
|--|----------------------------------|---|
| De instalaciones o actividad, si NO comparten puertas o ventanas | $D_{nT,A} \text{ (dBA)} \geq 55$ | $D_{nT,A} \text{ (dBA)} \geq 45$ |
| De instalaciones o actividad, si comparten puertas o ventanas | $D_{nT,A} \text{ (dBA)} \geq 55$ | Muro $R_A \text{ (dBA)} \geq 50$ Puertas $R_A \text{ (dBA)} \geq 30$ |

- **Medianerías:**
 - Cada cerramiento: $D_{2m,nT,Atr} \geq 40 \text{ dBA}$
 - Conjunto de los dos cerramientos: $D_{nT,A} \geq 50 \text{ dBA}$
- **Cerramientos:** $D_{2m, nT, Atr} \text{ (dBA)}$

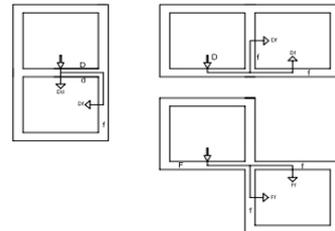
Ruido procedente del exterior

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

- Cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves, el valor obtenido en la tabla se incrementará 4 dBA.
- Se ha tenido en cuenta, según el RD 1367/2007, que la diferencia para los objetivos de calidad entre L_d y L_n es de 10 dBA.

Valores límite de aislamiento a ruido de impactos $L'_{nT,w}$

| Ruido generado en recintos | Tipo de recinto | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|
| | Protegido | Habitable |
| NO pertenecientes a la misma unidad de uso | $L'_{nT,w} \text{ (dB)} \leq 65$ | - |
| De instalaciones o actividad | $L'_{nT,w} \text{ (dB)} \leq 60$ | $L'_{nT,w} \text{ (dB)} \leq 60$ |



Los recintos pueden estar colindantes verticalmente u horizontalmente o tener una arista horizontal común.

Valores límite de tiempo de reverberación T_r

| Tipo de recinto | T_r |
|---|-------------------------|
| Aulas y salas de conferencias vacías, sin ocupación y sin mobiliario. $V < 350 \text{ m}^3$ | $T \leq 0,7 \text{ sg}$ |
| Aulas y salas de conferencias vacías pero incluyendo las butacas. $V < 350 \text{ m}^3$ | $T \leq 0,5 \text{ sg}$ |
| Restaurantes y comedores vacíos | $T \leq 0,9 \text{ sg}$ |

El área de **absorción acústica** equivalente en **zonas comunes** será, **al menos, 0,2 m²** por cada m³ de volumen del recinto.

Una vez definidas las exigencias básicas a nivel de acústica expuestas en la normativa, habrá que decidir entre los dos métodos de justificación, enfocados, en este caso, hacia el diseño de las soluciones constructivas a instalar.

Para aislamiento a ruido aéreo e impactos

- **Opción simplificada**, basada en soluciones de aislamiento definidas por parámetros acústicos de los elementos constructivos tanto verticales como horizontales.
- **Opción general**, basada en el método de cálculo simplificado de la UNE EN 12354; se consideran las transmisiones acústicas directas e indirectas y se parte del aislamiento acústico de los productos de construcción.

Para tiempos de reverberación y absorción acústica

- T está basado en la **ecuación de Sabine y depende del volumen del recinto, V, y del área de absorción total, A**, que se obtiene mediante los valores del coeficiente de absorción acústica medio de cada paramento, α_m , para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz, y el área de absorción acústica equivalente media, de cada mueble fijo, $A_{O,m}$, más la absorción en el aire.

Pese a que ambas opciones pueden ser empleadas como **herramienta de diseño arquitectónico**, a lo largo del resto de nuestra presentación, nos centraremos en el uso del **método simplificado**, por tratarse de un sistema más **sencillo e intuitivo**, que el general.

4. DISEÑO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE UN EDIFICIO MEDIANTE EL MÉTODO SIMPLIFICADO DEL DB-HR

En el presente apartado, mostraremos el modo de definir los sistemas constructivos que compondrán nuestro edificio en fase de proyecto, valiéndonos de las pautas recogidas en el **método simplificado del DB-HR, y en el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE**.

4.1. El Catálogo de Elementos Constructivos del CTE

En primer lugar llevaremos a cabo una breve presentación de los objetivos del **Catálogo de Elementos Constructivos**, a fin de comprender mejor su utilización como instrumento de diseño:

| | |
|----------------------------------|---|
| Objetivos del CEC del CTE | Ser un instrumento de ayuda para el cumplimiento de las exigencias generales de diseño de los requisitos de Habitabilidad del CTE |
| | Mostrar un amplio abanico de materiales, productos y elementos constructivos para cubiertas, fachadas, huecos y particiones interiores, de un modo general y conservador, siendo válido para soluciones de prestaciones similares que en no aparecen en él. |
| | Ser esquemático, vivo y modificable. |
| | Servir de complemento en el diseño de las soluciones constructivas en fase inicial |

4.2. Elementos constructivos a definir y criterios de elección

| Tipología de edificio | Sistema | Criterios de elección (estéticos, constructivos...) |
|------------------------------|--|---|
| Residencial en torre aislado | Tabiquería | Tabiquería seca de placa de yeso laminado |
| | Elementos de separación verticales | Tabiquería húmeda con trasdosado autoportante de placa de yeso laminado |
| | Elementos de separación horizontal techo | Escayola suspendida |
| | Elementos de separación horizontal suelo | Acabado cerámico todas las zonas |
| | Fachada | Ladrillo cara vista con aislamiento |
| | Huecos | Carpintería PVC oscilobatiente |
| | Cubierta | Plana, transitable para mantenimiento de placas solares e instalaciones |

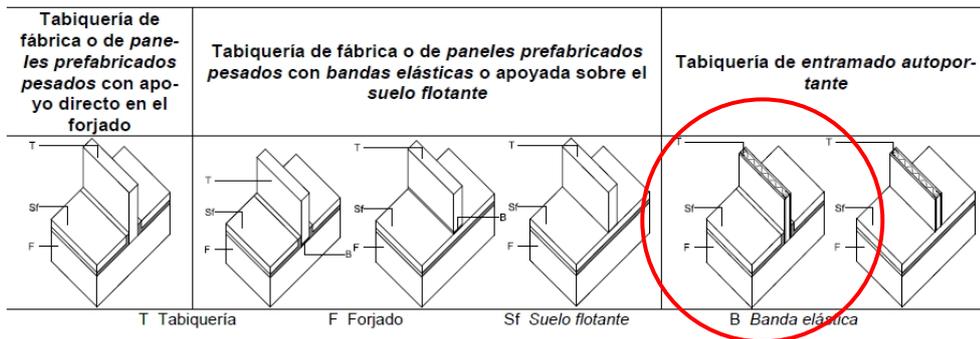
4.3. Definición de los elementos constructivos

En el presente apartado se definirán los pasos a seguir en el procedimiento de elección de los sistemas constructivos.

4.3.1. Tabiquerías

A modo de ejemplo, se desarrollará en detalle la solución de tabiquería.

Paso 1: Elección de **tipología de sistema**, según **Figura 3.3 DB-HR del CTE**



Paso 2: Definición de las **prestaciones acústicas y condiciones mínimas** del sistema elegido, según **Tabla 3.1 DB-HR del CTE**

Tabla 3.1. Parámetros de la tabiquería

| Tipo | m kg/m ² | R _A dBA |
|--|------------------------|-----------------------|
| Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo | 70 | 35 |
| Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas | 65 | 33 |
| Entramado autoportante | 25 | 43 |

Paso 3: Elección del **sistema genérico** (teniendo en cuenta criterios estéticos, espaciales...) (**Apartado 4.4 del CEC del CTE**)

4.4.3. De entramado autoportante metálico. Tipo 3

| Código | Sección | U _T (dBm/K) | R _A (dB) | U _T (dBm/K) |
|--------|---------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| PA.1 | | 105.00-45,1 | 43 42 ¹⁾ | 26 |
| PA.2 | | 105.40-45,1 | 52 | 44 |
| PA.3 | | 105.00-45,1 | 47 | 26 |
| PA.4 | | 105.40-45,1 | 50 ¹⁾ | 30 |
| PA.5 | | 105.00-45,1 | 50 ¹⁾ | 35 |
| PA.6 | | 105.00-45,1 | 45 ¹⁾ 42 ¹⁾ | 40 |

Código de Elemento Constructivo

| Código | Sección | U _T (dBm/K) | R _A (dB) | U _T (dBm/K) |
|--------|---------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| PA.7 | | 105.00-45,1 | 42 ¹⁾ | 35 |
| PA.8 | | 105.00-45,1 | 47 ¹⁾ | 34 |
| PA.9 | | 105.00-45,1 | 42 ¹⁾ | 35 |

1) Los valores de m expresados en la tabla incluyen la perfilería y la lamina.
2) Valores válidos para particiones con guete o balsa de poliestireno en la cámara.
3) Valor de R_A para perfilería acústica.
4) Valor de R_A para perfilería no acústica.

Paso 4: **Particularización** del sistema (definición de materiales, acabados...)

4.3.2. Elementos de separación verticales

En base a lo anteriormente expuesto seguiremos los siguientes pasos.

Paso 1: Elección de **tipología** de sistema, según **Figura 3.2** del DB-HR del CTE

Paso 2: Definición de las **prestaciones acústicas y condiciones mínimas** del sistema elegido, según **apartado 3.1.2.3.4 y Tabla 3.2** del DB-HR del CTE

Paso 3: Elección del **sistema genérico** (teniendo en cuenta criterios estéticos, espaciales...) (**Apartado 4.4** del CEC del CTE)

Paso 4: **Particularización** del sistema (definición de materiales, acabados...)

4.3.3. Elementos de separación horizontal suelo

En base a lo anteriormente expuesto seguiremos los siguientes pasos.

Paso 1: Elección de **tipología** de sistema, según **Figura 3.2** del DB-HR del CTE

Paso 2: Definición de las **prestaciones acústicas y condiciones mínimas** del sistema elegido, según **apartado 3.1.2.3.5 y Tabla 3.3** del DB-HR del CTE

Paso 3: Elección del **sistema genérico** (teniendo en cuenta criterios estéticos, espaciales...) (**Apartado 4.5.1** del CEC del CTE)

Paso 4: **Particularización** del sistema (definición de materiales, acabados...)

4.3.4. Elementos de separación horizontal techo

En base a lo anteriormente expuesto seguiremos los siguientes pasos.

Paso 1: Elección de **tipología** de sistema, según **Figura 3.2** del DB-HR del CTE

Paso 2: Definición de las **prestaciones acústicas y condiciones mínimas** del sistema elegido, según **apartado 3.1.2.3.5 y Tabla 3.3** del DB-HR del CTE

Paso 3: Elección del **sistema genérico** (teniendo en cuenta criterios estéticos, espaciales...) (**Apartado 4.5.2.1** del CEC del CTE)

Paso 4: **Particularización** del sistema (definición de materiales, acabados...)

4.3.5. Fachadas

En base a lo anteriormente expuesto seguiremos los siguientes pasos.

Paso 1: Determinación de las **características acústicas del exterior**, según **Tabla 2.1** del DB-HR del CTE

Paso 2: Definición de las **prestaciones acústicas y condiciones mínimas** del sistema elegido, según **apartado 3.1.2.5 y Tabla 3.4** del DB-HR del CTE

Paso 3: Definición de las **prestaciones acústicas y condiciones mínimas** del sistema de **huecos**, según **apartado 3.1.2.5 y Tabla 3.4** del DB-HR del CTE

Paso 4: Elección del **sistema genérico** (teniendo en cuenta criterios estéticos, espaciales...) (**Apartado 4.2** del CEC del CTE)

Paso 5: Elección de los **huecos genéricos** (teniendo en cuenta criterios estéticos, espaciales...) (**Apartado 4.3.2** del CEC del CTE)

Paso 6: Particularización del sistema (definición de materiales, acabados...)

4.3.6. Cubiertas

En base a lo anteriormente expuesto seguiremos los siguientes pasos.

Paso 1: Determinación de las **características acústicas del exterior**, según **Tabla 2.1** del DB-HR del CTE

Paso 2: Definición de las **prestaciones acústicas y condiciones mínimas del sistema** elegido, según **apartado 3.1.2.5 y Tabla 3.4** del DB-HR del CTE

Paso 3: Definición de las **prestaciones acústicas y condiciones mínimas** del sistema de **huecos**, según **apartado 3.1.2.5 y Tabla 3.4** del DB-HR del CTE

Paso 4: Elección del **sistema genérico** (teniendo en cuenta criterios estéticos, espaciales...) (**Apartado 4.1** del CEC del CTE)

Paso 5: Elección de los **huecos genéricos** (teniendo en cuenta criterios estéticos, espaciales...) (**Apartado 4.3.2** del CEC del CTE)

Paso 6: Particularización del sistema (definición de materiales, acabados...)

5. CONCLUSIONES

Una vez que hemos definido cada uno de los sistemas constructivos del edificio, en base a las **exigencias acústicas** recogidas en el DB-HR, podremos, tal y como se describía en los últimos pasos del apartado anterior, **particularizar** los sistemas, según requerimientos propios de carácter estético, espacial, etc.

El uso de la **normativa vigente como herramienta de diseño**, nos permite partir de una **solución genérica** que cumple con cada una de las exigencias aplicables, para después poder **personalizar** dicha solución en base a otros aspectos.

A modo de resumen, diremos que este método de proyección nos supone un esfuerzo inicial que se compensa con sus múltiples **ventajas**:

- Garantiza el cumplimiento de la normativa por parte de los sistemas.
- Facilita la redacción de la memoria justificativa.
- Mejora las prestaciones, acústicas, en este caso, de las soluciones.
- Ahorra a nivel económico y temporal, puesto que evita posteriores correcciones y modificaciones.
- Permite una mejor combinación de prestaciones de distintas índoles, ya que partimos de soluciones legislativamente correctas.
- ...

Por lo tanto, **proyectar** teniendo en cuenta las exigencias a cumplir, es un **método de ahorro económico y temporal**, puesto en marcha desde la fase de diseño de una idea arquitectónica.