

Estudio de aislamientos acústicos del sistema Silensis en condiciones "in situ" en las instalaciones de ACUSTTEL.

María José Carpena Ruíz, Iñaki Miralles Martínez.
Acusttel

INSTRUCCIÓN

La publicación del Documento Básico de Protección frente al Ruido (DB-HR) ha supuesto un cambio para el sector de la construcción. Se han aumentado las exigencias de aislamiento acústico en edificios y se ha producido un cambio conceptual en el tipo de las mismas, ya que ahora las exigencias tienen carácter prestacional.

Debido a estos cambios, es necesario que todos los agentes del sector, fabricantes, proyectistas, promotores y constructores, trabajen de forma conjunta, cada uno en su parte de la cadena, para conseguir cumplir las exigencias establecidas en el DB-HR.

Por todo esto, es muy importante que los fabricantes tengan sus productos caracterizados, ya que es el inicio de la cadena para realizar un producto que cumpla las exigencias establecidas. Para realizar esta caracterización existen dos vías principales, independientes pero no excluyentes.

Por un lado, se deben realizar los ensayos de aislamiento acústico en cámaras normalizadas para caracterizar los productos en laboratorio y obtener los valores de aislamiento acústico necesarios para realizar las justificaciones teóricas que marca el DB-HR, ya que los valores de aislamiento acústico normalizado forman parte de los datos de entrada necesarios para realizar los cálculos.

Por otro lado, la finalidad del Documento Básico de Protección frente al Ruido es evaluar el cumplimiento de las soluciones constructivas en condiciones "in situ". En fase de proyecto es obligatorio justificar el cumplimiento del DB-HR. Para realizar la justificación se dispone de herramientas de cálculo basadas en la Norma UNE 12354 partes 1,2 y 3. En fase de investigación de sistemas constructivos para cumplir las exigencias del DB-HR, para calibrar los modelos matemáticos y comprobar la bondad de sus resultados obtenidos, se pueden acompañar de ensayos realizados en condiciones "in situ". De esta forma se pueden validar los modelos matemáticos de predicción empleados.

DESCRIPCIÓN DE LABORATORIOS PARA CERTIFICACIONES DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL DB-HR

Para poder ofrecer un servicio completo, Acusttel dispone de instalaciones para realizar certificaciones de productos constructivos mediante ensayos en laboratorio normalizado y para realizar ensayos en condiciones "in situ" de soluciones constructivas completas en los laboratorios de ensayos "in situ".

Se dispone de unas instalaciones normalizadas para realizar ensayos de aislamiento acústico. Estas instalaciones se han realizado según indica la Norma **UNE EN ISO 140-1:1997 "Requisitos de las instalaciones de laboratorio sin transmisiones indirectas"**. Se pueden realizar ensayos bajo diferentes normas de medida, a ruido aéreo según la Norma **UNE EN ISO 140-3:1995 "Medición en laboratorio del aislamiento acústico a ruido aéreo de los elementos de construcción"** y a ruido de impactos según la Norma **UNE EN ISO 140-8:1995 "Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre forjado normalizado pesado"**. Para todas estas normas de ensayo se cuenta con la Acreditación ENAC. Con estos ensayos se obtienen los datos necesarios de los productos para realizar las justificaciones necesarias en el DB-HR del CTE. Además, Acusttel es organismo notificado por el Ministerio de Industria para realizar los ensayos acústicos necesarios para el marcado CE de los productos.





Fotografía 1. Vista general de cámaras de ensayo normalizadas de Acusttel

En los ensayos realizados en un laboratorio normalizado no existen transmisiones de sonido por elementos de flanco. Cuando estas soluciones se instalan en la obra, existen transmisiones a través de los elementos de flanco laterales. Las exigencias acústicas establecidas en el DB-HR se deben justificar para un edificio terminado, por lo que se debe tener en cuenta las transmisiones a través de elementos laterales. Para esto, se cuenta con modelos matemáticos de predicción, que nos permiten obtener los valores de aislamiento acústico "in situ" de una solución constructiva teniendo en cuenta la geometría de los recintos y las características de los elementos de flanco laterales.

Para calibrar estos modelos, Acusttel dispone de unas instalaciones para realizar medidas de aislamiento acústico "in situ". En estas instalaciones se pueden realizar ensayos de aislamiento acústico "in situ" en unas condiciones controladas de volumen de recintos, encuentros entre elementos constructivos, etc. De este modo, se pueden probar diferentes soluciones constructivas en las mismas condiciones o la misma solución constructiva con diferentes elementos constructivos de flanco y diferentes encuentros. Estos ensayos sirven para validar los cálculos que se hayan realizado mediante modelos matemáticos y poder introducir las variables de los sistemas constructivos que se ejecutan en España en los programas de cálculo.

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN LLEVADOS A CABO POR HISPALYT EN LAS INSTALACIONES DE ACUSTTEL

Como consecuencia de todo el cambio normativo y de las líneas de investigación abiertas desde la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida (Hispalyt) de la mano del Instituto de Acústica (Instituto del CSIC), para introducir en el mercado nuevas soluciones constructivas a base de productos cerámicos que cumplan las exigencias que marca el DB-HR, se desarrolló un proyecto de investigación para comprobar las prestaciones acústicas del sistema Silensis en condiciones "in situ" en las instalaciones de Acusttel. Para ello, se realizaron ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo "in situ" sobre diferentes configuraciones, y teniendo en cuenta diferentes tipos de encuentros entre los elementos. Se realizaron ensayos empleando diferentes elementos separadores, que se pueden englobar en dos tipologías generales, que se describen a continuación:

- **Solución Tipo 1.** Paredes dobles formadas por dos hojas ligeras de ladrillo hueco doble con bandas elásticas en todo el perímetro de las hojas y material absorbente en la cámara.
- **Solución Tipo 2.** Paredes dobles o triples formadas por una hoja pesada sin bandas elásticas y elementos trasdosantes cerámicos de ladrillo hueco doble o ladrillo hueco sencillo, a uno o ambos lados, con bandas elásticas perimetrales y material absorbente en la cámara.

Los sistemas constructivos ensayados estaban formados por los siguientes elementos:

- **Elemento Separador.** Elementos constructivos definidos en el apartado anterior.
- **Elementos Verticales.** Diferentes soluciones de tabiques sencillos o tabiques dobles con materiales absorbentes en las cámaras, a base de elementos cerámicos, que pueden representar tipologías de fachadas, tabiques de separación con zonas comunes o tabiques interiores.
- **Elementos Horizontales.** Forjados tipo. En el caso del forjado inferior se realiza un suelo flotante tal y como indica el DB-HR para cumplir las exigencias a ruido de impacto. El suelo flotante está formado por una lámina anti-impacto, mortero autonivelante y pavimento cerámico.

Tras realizar ensayos sobre diferentes configuraciones, todos los resultados obtenidos son superiores al valor de aislamiento acústico a ruido aéreo de **DnT,A=50dB(A)**, llegando a alcanzar en algunos casos valores de hasta **DnT,A=57dB(A)**. Por lo que se superan los valores de aislamiento acústico mínimo establecidos por el CTE en el DB-HR para elementos de separación de recintos protegidos, valor de **DnT,A=50dB(A)** y para elementos de separación de viviendas y recintos de instalaciones **DnT,A=55dB(A)**. Los resultados obtenidos son satisfactorios logrando con éxito los objetivos iniciales del proyecto y proporcionando soluciones a base de tabiquería cerámica que cumplen las exigencias establecidas en el DB-HR del CTE.

A continuación se presentan algunas fotografías de los montajes realizados durante el proyecto.



Colocación de bandas elásticas y lana mineral en los elementos separadores.



Ejecución de las fábricas de ladrillo hueco doble gran formato de los elementos separadores.

RETO DE LOS PROYECTISTAS FRENTE AL DB-HR DEL CTE

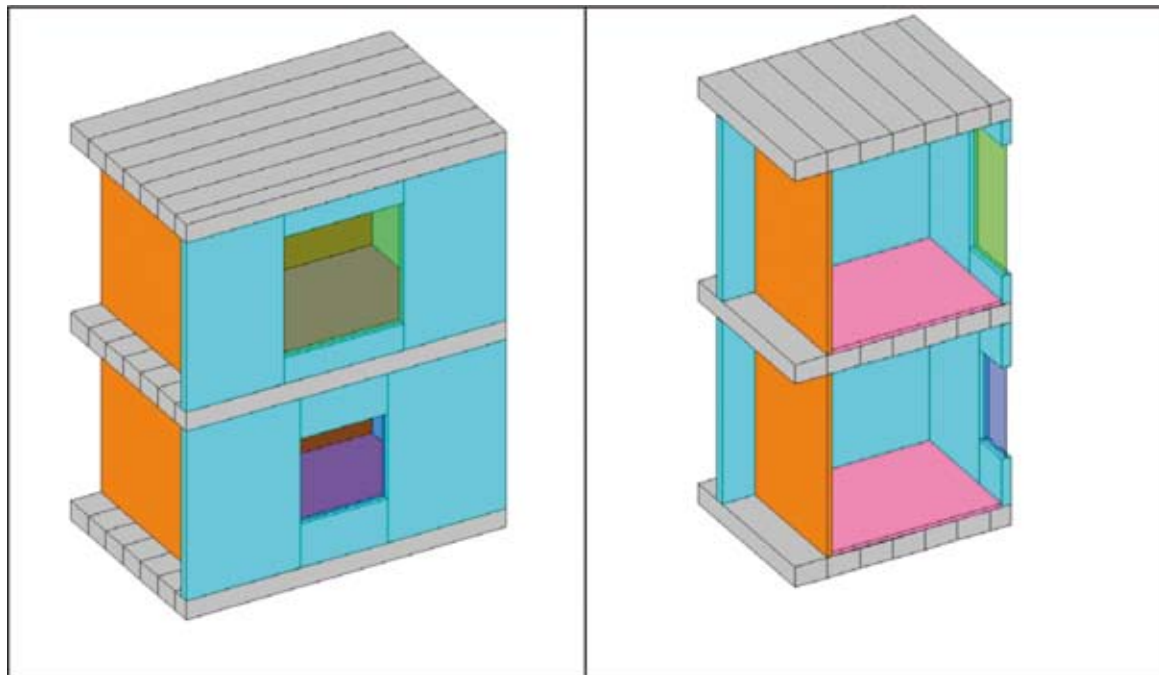
Para los proyectistas es muy importante disponer de todos los datos que proporcionan los fabricantes o las entidades públicas (documentos aprobados por el Ministerio de Vivienda) para realizar la justificación del DB-HR. Además de justificar las exigencias del documento básico DB-HR, es importante realizar un estudio acústico específico del proyecto para analizar instalaciones, definir el aislamiento acústico de fachadas y definir las soluciones constructivas más óptimas. En conclusión, realizar un estudio acústico completo de todos los elementos del edificio para cumplir las exigencias establecidas, y aportar a los usuarios de las viviendas un nivel de confort acústico elevado.

Una de las líneas de trabajo de Acusttel como ingenieros especialistas en acústica, es realizar el estudio acústico específico del edificio en colaboración con el arquitecto encargado del diseño del mismo.

Justificación de Soluciones Constructivas: definición de la combinación óptima de elementos constructivos

Para realizar un estudio acústico completo de un edificio, y optimizar las diferentes soluciones constructivas se deben seguir las siguientes fases:

- Análisis de los planos de distribución del edificio diseñados por el arquitecto y elección de las diferentes casuísticas constructivas del edificio para la realización de los cálculos de aislamiento acústico en dichos casos.
- Una vez elegidos los casos en los que se van a realizar los cálculos, se introducen en el software de cálculo los datos necesarios para la realización de los mismos: geometría de los recintos, datos de aislamiento acústico y masa superficial de los elementos constructivos que componen el sistema, tipos de encuentros, etc. De esta forma, podemos realizar una evaluación según la opción general del cálculo del DB-HR del CTE. Para poder realizar los cálculos es necesario disponer de los valores de aislamiento acústico en laboratorio normalizado de los elementos constructivos que se introducen en el software, así como de los datos de masa por unidad de superficie de dichos elementos.



Imágenes de software de cálculo de predicción de aislamiento acústico.

- Una vez realizados los cálculos, se comprueba si las soluciones definidas en el proyecto básico cumplen las exigencias que marca el DB-HR del CTE. Si es así, se puede justificar el cumplimiento o se puede recomendar alguna otra solución que cumple las exigencias de aislamiento acústico y que sea más óptima en cuanto a precio o espesores.
- Si no se cumplen las exigencias que marca el DB-HR, es necesario llevar a cabo modificaciones en el diseño o en las soluciones constructivas. Para optimizar las soluciones, se pueden llevar a cabo varias líneas de trabajo, como por ejemplo, modificar las soluciones constructivas definidas por otras que aporten un nivel de aislamiento acústico superior, o modificar los elementos de flanco dependiendo de la aportación energética que tengan sobre el aislamiento acústico final, o realizar cambios en la geometría y distribuciones del edificio, o modificar los tipos de unión entre los diferentes elementos constructivos.
- Cuando se han elegido los cambios que se van a aplicar para cumplir las exigencias del DB-HR del CTE, se vuelven a realizar los cálculos y se puede proceder a justificar el DB-HR con los resultados obtenidos con las nuevas soluciones.

Recomendaciones para la correcta ejecución de las soluciones constructivas

Se definen los sistemas constructivos que se deben ejecutar, las propiedades de los materiales acústicos que se deben colocar y la forma de instalación de los mismos.

- Definición de la colocación y las características de láminas anti-impacto para cumplir las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos.
- Definición de las carpinterías metálicas y vidrios de los elementos huecos de fachadas, así como las características técnicas de los aireadores que se deben ubicar en las fachadas.
- Definición de las características de los materiales absorbentes que se deben colocar en las cámaras de aire de los muros dobles.
- Explicación de la forma de ejecución de todos los encuentros de los elementos de separación de recintos con pilares, fachadas o tabiques interiores. Se detalla de manera gráfica la forma de ejecución de estos encuentros para reducir la transmisión sonora.

En la siguiente fotografía se puede observar un detalle de la colocación de la lámina anti-impacto.



Colocación de láminas anti-impacto y mortero autonivelante.

Análisis de instalaciones del edificio

En un edificio hay diferentes elementos que son susceptibles de producir ruidos y vibraciones que pueden provocar molestias en el interior de las viviendas. Por ello, en el DB-HR se han definido las exigencias que debe cumplir todo el equipamiento de instalaciones que se coloca en el edificio. En el proyecto que se realiza, se estudian todas las salas de instalaciones del edificio, y se recomiendan las soluciones más adecuadas para cada una de ellas.

- Se definen las características de los amortiguadores y de los elementos elásticos de las bancadas flotantes que se deben colocar en las salas de instalaciones, como grupo de presión, sala de calderas o bancada para máquinas de aire acondicionado.
- Se definen las características de aislamiento acústico que deben tener las salas de instalaciones, teniendo en cuenta que, si son colindantes con recintos protegidos, el aislamiento acústico a ruido aéreo mínimo que deben cumplir los cerramientos, es de **DnT,A \geq 55dB(A)**.
- Se definen las características de los elementos que se deben colocar en tratamientos de conducciones hidráulicas, como coquillas elásticas o características de los anclajes de estos elementos a la estructura del edificio.
- Se definen las soluciones para las instalaciones de extracción de garaje, como los silenciadores acústicos, en el caso de ser necesario en función del caudal de aire y de los niveles sonoros, amortiguadores elásticos de las máquinas, etc.
- Se definen las pantallas acústicas, si son necesarias, que se van a colocar en cubierta para reducir la transmisión de ruido al exterior debido a las máquinas existentes en cubierta.
- Análisis de los shunts de ventilación de baños.

Se estudian todas las particularidades a nivel de instalaciones existentes en el proyecto y se proponen las soluciones a adoptar para reducir el nivel de ruido y vibraciones que se transmiten a las viviendas colindantes, y así cumplir las exigencias del DB-HR.

En las siguientes fotografías se pueden observar algunos detalles de buenas prácticas en la ejecución de salas de instalaciones.



Ejecución de bancadas flotantes en salas de instalaciones.

Colocación de manguitos elásticos grupos de presión.



Instalación de pantallas acústicas para maquinaria de cubierta.

Pliego de condiciones técnicas

Junto con el proyecto acústico, y tal y como indica el DB-HR, se adjunta un pliego de condiciones de proyecto donde se expresan las características técnicas de los materiales y productos acústicos a emplear en la ejecución del edificio. Este pliego debe contener toda la información necesaria para que durante la ejecución de la obra todos los productos que se utilicen cumplan las características técnicas que se definen en el mismo.

CONCLUSIONES

- Se debe partir de unos valores de aislamiento acústico en laboratorio como dato de entrada en las herramientas de cálculo que se utilizan para la justificación del DB-HR.
- Las investigaciones llevadas a cabo por Hispalyt para proporcionar soluciones constructivas a base de elementos cerámicos que cumplan las exigencias del DB-HR en las instalaciones de Acusttel, han alcanzado los objetivos, logrando resultados de hasta 57 dBA.
- Se debe realizar un estudio acústico completo del edificio, tanto de las soluciones constructivas, como de las instalaciones, para garantizar el cumplimiento de las exigencias que marca el DB-HR, y proporcionar un confort acústico adecuado en el interior de las viviendas.