

CONTROL ACÚSTICO EN EDIFICIOS DEL PAÍS VASCO: EJEMPLO PRÁCTICO

PACS: REF. 43.15 + S

De Rozas, Mari Jose; López de Aretxaga, Susana
Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco
Calle Agirrelanda, Nº 10
01013 Vitoria-Gasteiz (Álava). España
Tel: 945 26 89 33
E-Mail: acustica.vitoria@sarenet.es

Palabras Clave: acústica, control, edificio, calidad, aislamiento

ABSTRACT

Achievement of acoustic quality goals in the Basque Country (Basque Autonomous Community) buildings is supported by Building Acoustic Control Order, binding rule since January 2017. The present paper features both the point of view and the content of this Order. The order implementation at a specific residential building and obtained results are set out.

RESUMEN

La consecución de los objetivos de calidad acústica en los edificios de la Comunidad del País Vasco está respaldada por la aplicación de la nueva Orden de Control Acústico de la Edificación, que es de obligado cumplimiento desde enero de 2017. Este documento presenta el enfoque y contenido de dicha Orden, mediante la aplicación de la misma a una promoción concreta de viviendas y la exposición de los resultados obtenidos.

POLÍTICA DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN EN EL PAÍS VASCO

El control de calidad de las edificaciones del País Vasco está regulado desde comienzo de los años 90 por el Gobierno Vasco¹. Dicha regulación establece un procedimiento de control de calidad a aplicar en las obras de edificación. El Decreto original se ha ido complementando y modificando para ser adaptado a las nuevas normativas básicas de la edificación, de las actividades de servicios y demás normativas que le afectan, estando vigente actualmente el Decreto 209/2014 de Control de Calidad en la Construcción².

Dicho Decreto establece, entre otras actuaciones, la obligatoriedad de realizar y registrar un control en obra sobre distintos elementos y sistemas establecidos. Dispone que en la fase de proyecto, se incorpore un Plan de Control de Calidad (PCC) en relación a la recepción de los materiales, los ensayos de control y las pruebas de servicio del edificio, incluyendo partida

presupuestaria asociada y verificaciones a realizar en obra, así como la obligatoriedad de registrar en el Libro de Control de Calidad (LCC) los resultados de dichas verificaciones.

Los edificios del País Vasco, como los del resto de comunidades del Estado, deben diseñarse y construirse para garantizar como mínimo las prestaciones de protección frente al ruido establecidas en el DB-HR del CTE.³

Desde el punto de vista legislativo, el control de calidad de las prestaciones acústicas de los edificios del País Vasco, hasta enero de 2017, estaba regulado como una especificación que se podía ser incluida en el PCC del proyecto, a criterio del proyectista y a controlar por la dirección facultativa de la obra. Este control podía disponer el control de las prestaciones acústicas de los materiales recepcionados en obra y la realización de pruebas acústicas en el edificio terminado.

A partir de enero de 2017, con la entrada en vigor de la Orden de Control Acústico de la Edificación⁴, se establece la obligatoriedad de incluir en el PCC del proyecto la realización de un número mínimo de medidas acústicas en el edificio terminado y de reflejar sus resultados en el LCC.

En la presente ponencia se desarrolla y explica el enfoque de dicha Orden, así como su aplicación a una promoción de viviendas concreta.

ENFOQUE DE LA ORDEN DE CONTROL ACÚSTICO

La consecución de unas prestaciones acústicas en el edificio acordes con las establecidas en el DB-HR del CTE, depende de: un diseño acústico adecuado del edificio; la definición en el proyecto de las características acústicas de los diferentes sistemas a utilizar; la concreción de los elementos y sistemas y el detalle de las uniones entre los cerramientos; el control de las prestaciones acústicas de los materiales que llegan a obra; el control en obra de la ejecución adecuada de los sistemas y de las uniones entre los mismos.

La Orden de Control Acústico se establece como un medio, para que en todo el proceso constructivo, se tenga en consideración la protección frente al ruido, siendo las pruebas finales de control in situ, un sistema de medida que refleje la situación al respecto.

La Orden define un protocolo para la realización de un muestreo mínimo en el edificio terminado, dentro del ámbito del DB-HR del CTE, que determina el tipo y número mínimo de ensayos in situ a realizar, así como las pautas de selección de los recintos sobre los que realizar las verificaciones.

En cada edificio, las variantes y casuísticas de tipologías de recintos y colindancias son muy variadas. Las tipologías de recintos varían en cuanto a su uso y geometría. Así mismo, hay diferentes requisitos acústicos a cumplir y varían en función de los tipos de recintos y de sus colindancias. A este hecho, hay que unir la importancia de que las actuaciones del proceso de control de calidad sean sostenibles técnica y económicamente.

Todas estas variantes hacen complicado y poco práctico recurrir exclusivamente al establecimiento de un porcentaje de medidas como criterio de valoración de la calidad acústica de los edificios. Es por ello que en la Orden se establecen criterios de priorización en la selección de los tipos de recintos y colindancias a ser chequeados, seleccionando, siempre que sean definibles, las situaciones a priori más desfavorables, desde el punto de vista de uso, requisito y geometría.

El tipo de ensayos in situ y casuísticas que define la Orden se exponen en la **Tabla 1**. El muestreo mínimo se establece en función del número de unidades de uso (uu) del edificio, exceptuando

las colindancias con recintos de instalaciones o actividad y medidas de niveles por ruido de instalaciones.

Para colindancias con recintos de instalaciones y actividad, se disponen medidas de aislamiento por cada recinto de instalaciones y por cada tipo de recinto de actividad. Así mismo, se establecen medidas de niveles de ruido en el recinto protegido colindante más afectado, para cuatro tipos de instalaciones.

Tipo de ensayo – Característica acústica	Casuísticas a las que se aplica
Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos: $D_{nT,A}$ UNE-EN ISO 140-4 :1999	Entre recinto habitable (generalmente protegido) de uu y recinto habitable no de uu Entre recinto habitable (generalmente protegido) y recinto instalaciones Entre recinto habitable (generalmente protegido) y recinto actividad
Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos: $L'_{nT,w}$ UNE-EN ISO 140-7:1999	Entre recinto protegido de uu y recinto habitable no de la uu Entre recinto protegido y recinto instalaciones Entre recinto protegido y recinto actividad
Aislamiento acústico frente a ruido exterior: $D_{2m,nT,Atr}$ UNE-EN ISO 140-5:1999	En recinto protegido
Nivel de ruido de instalaciones comunes del edificio Decreto 213/2012 16 octubre	En recinto protegido colindante con recinto de instalaciones comunes del edificio: Cuarto de instalación ascensor / ventilación forzada / puerta garaje / sala calderas e instalaciones comunes

Tabla 1: Tipos de ensayos acústicos y casuísticas establecidos en el muestreo

APLICACIÓN A UNA PROMOCIÓN DE VIVIENDAS

Características del edificio

El edificio bajo estudio es una promoción de apartamentos dotacionales promovida por la Dirección de Vivienda del Gobierno Vasco. La promoción consta de 47 apartamentos dotacionales, distribuidos en 7 plantas. Además, dispone de sala de calderas en 7ª planta, lavandería y local de uso común en planta baja y garaje bajo planta baja. El ascensor dispone de la maquinaria incorporada.

La ubicación del edificio es tal que los requisitos de aislamiento frente al ruido exterior de las diferentes fachadas varían, de acuerdo con el mapa de ruido y la justificación del proyecto, entre 30 y 32 dBA, tal y como se detalla en la **Figura 1**.



Figura 1: Plano de planta tipo del edificio

Proceso de aplicación de muestreo in situ establecido en la Orden

A la hora de establecer en el proyecto de la promoción, el plan mínimo de ensayos acústicos in situ, es necesario conocer los recintos de instalaciones y actividad existentes en el edificio y su emplazamiento frente a las unidades de uso. Ello, junto con el nº unidades de uso del edificio, va a determinar el número mínimo de ensayos acústicos a realizar en fase de obra terminada.

En función del número de unidades de uso de la promoción, en este caso 47, la Orden establece el número mínimo de 4 medidas de aislamiento a ruido aéreo y 3 de impactos, de recintos protegidos colindantes con otro recinto habitable no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea de instalaciones y de actividad, según **Tabla 2**.

Nº unidades de uso (n) del edificio	Aislamiento acústico in situ:		ruido aéreo ($D_{nT,A}$)		ruido impactos ($L'_{nT,w}$)	
	Entre recintos colindantes:		Horizontal RAH	Vertical RAV	Horizontal RIH	Vertical RIV
$n \leq 20$			Nº ensayos			
Si $20 < n \leq 80$	Cualquier otro recinto habitable no perteneciente a la misma uu, que no sea de instalaciones o de actividad	Recinto protegido(*) de una unidad de uso(uu)	1	1	1	1
Si $80 < n \leq 140$			2	2	1	2
Si $140 < n \leq 200$			3	3	1	3
Si $200 < n \leq 260$			4	4	2	4
Si $260 < n \leq 320$			5	5	2	5
Si $320 < n \leq 380$			6	6	3	6
Si $n > 380$			7	7	3	7
			8	8	4	8

(*) Para ruido aéreo en su defecto, habitable, si existe

Tabla 2: Nº ensayos mínimos in situ de aislamiento acústico, entre recinto de una unidad de uso y recinto habitable colindante (diferente de instalaciones o actividad)

A la hora de seleccionar las parejas de recintos sobre los que realizar estos 7 ensayos, se han identificado las parejas de recinto existentes (**Tabla 3**). Si la Orden sólo se basara en un número mínimo de medidas, los 2 ensayos de aislamiento a ruido aéreo entre recintos colindantes horizontalmente, se podrían realizar en cualquiera de las 35 parejas de recintos de este tipo existentes en el edificio. Sin embargo, la Orden establece criterios de selección que dirigen la elección de recintos, a las situaciones a priori más desfavorables. En este caso establece que se elijan 2 casuísticas diferentes.

De forma resumida, los criterios de selección para este tipo de ensayos son: priorización de casuística a ensayar según el uso de cada recinto (p.ej. priorizar cocina-dormitorio frente a dormitorio-dormitorio); menor relación V/Sc (Volumen recinto afectado/Superficie común) en colindancia horizontal; evitar parejas de recintos con junta de dilatación; priorizar recinto afectado protegido frente a habitable para ruido aéreo.

Promoción bajo estudio	Aislamiento a ruido aéreo ($D_{nT,A}$) Recintos colindantes a protegido		Aislamiento a ruido de impactos ($L'_{nT,w}$) Recinto colindantes a protegido	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Nº ensayos a realizar entre parejas de recintos	2	2	1	2
Nº parejas recintos colindantes existentes <u>si no se aplican</u> criterios selección	35	84	35	84
Nº parejas recintos colindantes existentes <u>aplicando</u> criterios selección	17 1ª medida D-D	1 1ª medida C-D	17 1ª medida D-D	1 1ª medida C-D
	17 2ª medida C-S	44 2ª medida D-D		44 2ª medida D-D:

D: dormitorio; C: cocina; S: salón

Tabla 3: Selección de recintos para promoción bajo estudio. Nº parejas recinto protegido colindante con cualquier otro recinto habitable no perteneciente a misma unidad de uso, que no sea de instalaciones o de actividad, en los que se podrían aplicar las medidas de aislamiento

Respecto al aislamiento frente al ruido exterior, se establece el número mínimo de ensayos a contemplar en el PCC, en función del número de unidades de uso, que para el caso bajo estudio resultan ser 2.

Nº unidades de uso (n) del edificio	Aislamiento acústico in situ frente al ruido exterior de Fachadas ($D_{2m,nT,Atr}$) RAF		Nº ensayos
	Ruido exterior	Recinto protegido de una unidad de uso	
$n \leq 20$			1
Si $20 < n \leq 80$			2
Si $80 < n \leq 140$			3
Si $140 < n \leq 200$			4
Si $200 < n \leq 260$			5
.....		

Tabla 4: Nº ensayos mínimo in situ de aislamiento acústico frente al ruido exterior en recinto protegido

La selección de los recintos en los que realizar los ensayos, se realiza de acuerdo a los siguientes criterios: fachada expuesta a mayor nivel de ruido exterior L_d ; composición de fachada (diferente vidrio, carpintería, parte ciega,...); recinto con menor relación V/S_F (Volumen recinto afectado/Superficie de fachada).

Las fachadas expuestas a mayor nivel de ruido exterior son la oeste y la sur. La composición de la parte ciega de fachada es similar; pero las carpinterías de fachada norte disponen de un acristalamiento diferente al de la oeste y sur. Se ha priorizado la selección por requisito más exigente a cumplir: dormitorios de fachada sur y oeste, que son las expuestas a mayor nivel de ruido. De todos ellos se han seleccionado los de menor relación V/S_F . Ello acota en 24 posibles dormitorios donde realizar la 1ª medida.

Para la 2ª medida, se ha seleccionado un dormitorio de fachada norte, ya que las ventanas de salón y dormitorio de fachadas sur y oeste son como las del dormitorio seleccionado para la 1ª medida. Se ha considerado más crítico, seleccionar un dormitorio con menor requisito in situ, 30 dBA, pero también con ventanas de menor aislamiento acústico en proyecto. Todos los dormitorios disponen de la misma relación V/S_F , excepto los 2 de planta baja, que quedarían descartados, por lo que reduce a 15 los posibles dormitorios donde realizar la 2ª medida.

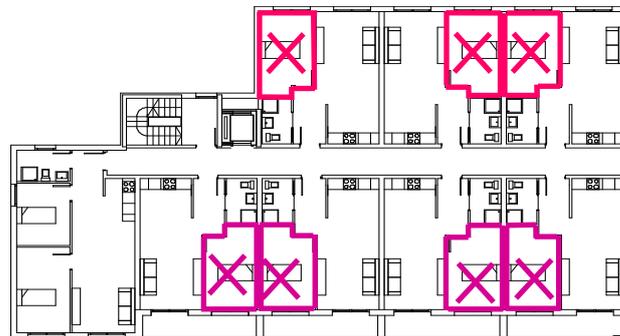


Figura 2: Planta tipo del edificio. Posibles recintos medidas de aislamiento frente ruido exterior

El número mínimo de ensayos de aislamiento acústico respecto a recintos de instalaciones y actividad, a contemplar en el PCC, se establece frente a las casuísticas del proyecto en los que existan recintos habitables colindantes. Se contempla realizar para cada recinto de instalaciones y para cada tipo de recinto de actividad, siempre que exista la casuística: un ensayo de

aislamiento a ruido aéreo en horizontal y otro en vertical; un ensayo de aislamiento a ruido de impactos respecto a recinto protegido inferior y otro respecto a recinto colindante horizontal.

En este caso, se han identificado los recintos de instalaciones (sala de calderas, lavandería y hueco de ascensor con mochila) y los recintos de actividad (local de uso común y garaje). En base a las colindancias de éstos con los recintos protegidos, se ha establecido en el PCC realizar 4 ensayos de aislamiento a ruido aéreo y 1 de ruido de impactos (**Tabla 5**).

No se ha contemplado la realización del ensayo de aislamiento a ruido aéreo entre el recinto de instalaciones del ascensor y el recinto habitable colindante, debido a las dimensiones reducidas de ambos recintos, que dificulta su viabilidad. En su defecto, se ha chequeado que el aislamiento acústico de cerramiento de hueco ascensor, R_A , es al menos 60 dBA.

Recinto instalación o actividad	Aislamiento ruido aéreo ($D_{nT,A}$)		Aislamiento ruido impactos ($L'_{nT,w}$)		Nivel de ruido instalaciones
	Recintos colindantes de uu		Recintos colindantes protegidos de uu		Recinto colindante Protegido
	Horizontalmente RAH	Verticalmente RAV	Horizontalmente RIH	Verticalmente bajo instal./act. RIV	
Sala de Calderas	Ninguno	3 p(1 S-C, 2 D)	Ninguno	3 p(S-C, 2 D)	Existen
Nº ensayos	0	1	0	1	1
Lavandería	Ninguno	2 p(1 S-C, 1 D)	Ninguno	Ninguno	No aplica
Nº ensayos	0	1	0	0	0
Local uso común	Ninguno	6 p(3 S-C, 3 D)	Ninguno	Ninguno	No aplica
Nº ensayos	0	1	0	0	
Hueco ascensor	5 h(5 B)	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No existe
Nº ensayos	0	0	0	0	
Garaje	---	4 p y 2 h (2 S, 2 D, 2 B)	Ninguno	Ninguno	No existe a puerta garaje
Nº ensayos	0	1	0	0	0

D: dormitorio; C: cocina; S: salón; B: baño; p: recinto protegido; h: recinto habitable

Tabla 5: Promoción bajo estudio: nº mínimo de ensayos in situ de aislamiento acústico, entre recinto de una unidad de uso y recinto de instalaciones y actividad y medida de niveles

A la hora de realizar el muestreo se ha tenido en cuenta el criterio de selección de recintos de la Orden para estas casuísticas, que recoge: seleccionar el recinto protegido más afectado, en su defecto habitable, para aislamiento a ruido aéreo; para impactos realizar medida de impactos en diagonal, si no hubiera colindancia horizontal o vertical. Las medias se podrían realizar en cualquiera de los recintos protegidos colindantes. Se han seleccionado como recintos más afectados los dormitorios por ser recintos más sensibles (**Figura 3**).

Por último, respecto al nivel de ruido emitido por recintos de instalaciones, la Orden establece un mínimo de 1 medida para 4 tipos de instalación, siempre que exista recinto protegido colindante: ventilación mecánica, puerta garaje motorizada, maquinaria ascensor y caldera.

En el caso bajo estudio se recoge en el PCC la realización de medida de nivel en recinto protegido colindante con sala de calderas, ya que no existen casuísticas del resto de casos.

A la hora de realizar la medida del ruido de las calderas en el recinto protegido más afectado, respecto a los recintos colindantes inferiores, teniendo en cuenta la ubicación de las calderas y la superficie de separación común, se ha optado por ampliar el número de medidas a dos: una

en el dormitorio, recinto más sensible y otra en el salón. Las medidas se han realizado, para la situación más desfavorable: con las 2 calderas existentes en funcionamiento.

Tipo de ensayo – Característica acústica	Nº ensayos mínimos a realizar
Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos: $D_{nT,A}$	8
Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos: L'_{nTw}	4
Aislamiento acústico frente a ruido exterior: $D_{2m,nT,Atr}$	2
Nivel de ruido de instalaciones comunes del edificio Decreto 213/2012 16 octubre	1
TOTAL ENSAYOS	15

Tabla 6: Tipo y nº mínimo de ensayos acústicos a realizar en promoción bajo estudio, según Orden de Control de la Edificación



Figura 3: Ensayos realizados respecto a recintos de instalaciones y actividad

Resultados

Los resultados de los diferentes ensayos realizados como aplicación de la Orden en la promoción bajo estudio junto con los requisitos asociados se presentan en el **Gráfico 1**.

En los resultados de los ensayos de aislamiento, se permite una tolerancia de 3 dB entre el valor medido y el requisito establecido. En todos los casos, excepto en una de las medidas (aislamiento en dormitorio fachada sur), los resultados obtenidos superan la exigencia establecida, sin aplicar la tolerancia. Para el caso de fachada sur el resultado cumple con el requisito aplicando la tolerancia (31 dBA respecto a exigencia 32 dBA). En este caso, se decide realizar una nueva medida en salón de la misma fachada (ventana del mismo tipo y mayor tamaño) para contrastar la tendencia de aislamiento acústico en la fachada sur (valor medido 32 dBA).

En el caso de los niveles de ruido producidos por las calderas en funcionamiento, como éstas pueden funcionar en cualquier momento, se ha considerado el requisito más limitante (periodo

noche). Los valores medidos, a pesar de que están afectados por el ruido de fondo existente durante las mediciones, cumplen con los requisitos establecidos.

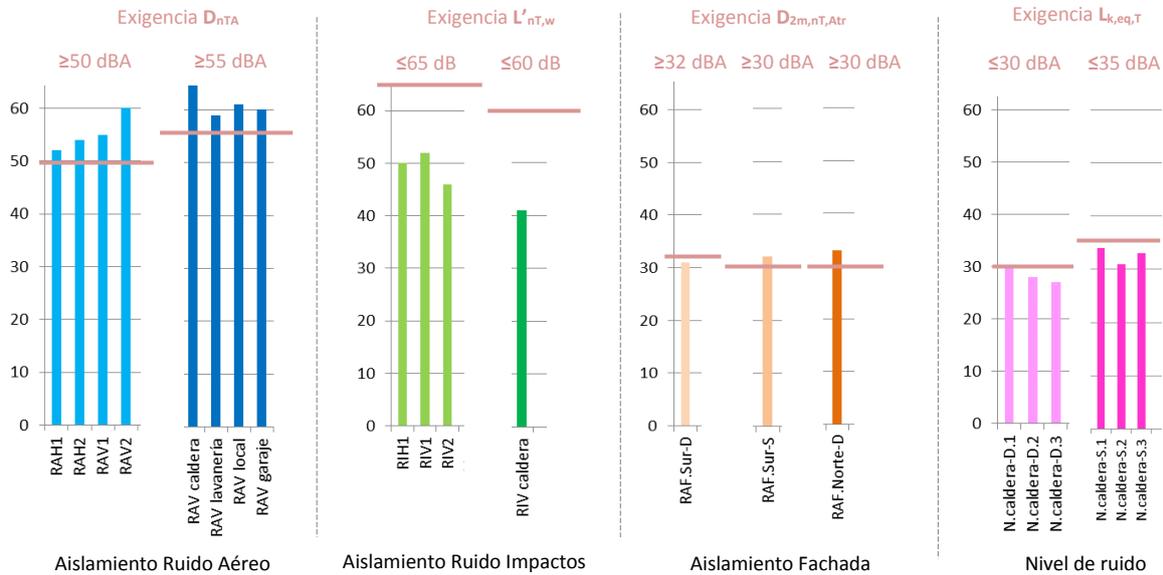


Gráfico 1: Resultados de los ensayos y comparación frente a las exigencias

COMENTARIOS FINALES

La Orden presentada establece una metodología para la realización de unas verificaciones en obra terminada a fin de garantizar a efectos administrativos, que se realiza una verificación mínima de las prestaciones acústicas del edificio conforme al DB-HR del CTE. Para ello establece una sistemática mínima común de control acústico, basada en el número de unidades de uso del edificio, las casuísticas existentes y las situaciones más desfavorables.

En ocasiones, la realización de las mediciones establecidas, puede no ser viable (niveles emitidos por instalaciones similares al ruido de fondo existente; recintos muy pequeños;...). En esos casos, será necesario buscar situaciones alternativas a verificar o justificaciones adicionales.

Los resultados de las medidas de control in situ realizadas en la promoción bajo estudio han sido satisfactorios.

REFERENCIAS

[1] DECRETO 295/1990, de 20 de noviembre, por el que se regula el Control de Calidad en la Construcción. Boletín Oficial del País Vasco. (BOPV).

[2] DECRETO 209/2014, de 28 de octubre, por el que se regula el control de calidad en la construcción. BOPV.



**48º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA
ENCUENTRO IBÉRICO DE ACÚSTICA
EUROPEAN SYMPOSIUM ON UNDERWATER ACOUSTICS
APPLICATIONS
EUROPEAN SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE BUILDING
ACOUSTICS**

[3] Documento Básico 'DB-HR de Protección frente al ruido' del Código Técnico de la Edificación.
<http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-proteccion-frente-ruído>

[4] ORDEN de 15 de junio de 2016, del Consejero de Empleo y Políticas Sociales, sobre Control Acústico de la Edificación. BOPV.