

CONFORMIDAD AL RD 1371/2007 DE CONSTRUCCIONES. PROBLEMAS ASOCIADOS CON LAS MEDICIONES “IN SITU”

PACS: 43.50.Rq

Dr. Robert Barti
Miembro fundador de ACUSTILAB
Laboratorio LEM
Pol. Ind. Cova Solera
Av. Can Sucarrats, 110, nave 11
08191 Rubí (Barcelona)
España
Tel: 93 586 26 80
Fax: 93 586 26 81
E-mail: robert@lem-sl.com

ABSTRACT

The RD 1371 / 2007 of 19 October, is adopted the core document “DB-HR protection to noise” so called “technical building code” and amending the RD 314/2006, of 17 March, introduces changes to the acoustic constructive for the NBE-CA88 items demands. First, acoustic requirement set DB-HR levels are theoretical higher than NBE-CA88 are. Secondly, new indicators let’s to compare a measurement “in situ” with the value of compliance, aspect that was not possible with the NBE-CA88. Among other developments is the need to give accordance of the constructive element or whole construction with the value of compliance. This involves make a sampling of the building or set of buildings, to provide such conformity. This work aims to make a modest contribution to the sampling process, and highlighting some common problems with “in situ” measurements according to standards UNE - EN ISO 140, parts 4 and 5.

RESUMEN

El RD 1371/2007 de 19 de Octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el RD 314/2006, de 17 de marzo, introduce cambios en las exigencias acústicas de los elementos constructivos respecto de la NBE-CA88. Por un lado los niveles de exigencia acústica que fija el DB-HR son en principio mayores. Por otro lado los indicadores se corresponden con las mediciones “in situ”, aspecto que permite comparar una medición con el valor de cumplimiento, aspecto que no era posible con la NBE-CA88. Entre otras novedades, aparece la necesidad de dar conformidad al elemento constructivo o a toda la construcción. Esto implica hacer un muestreo del edificio o conjunto de edificios, para dar esa conformidad. Este trabajo pretende hacer una modesta contribución al proceso de muestreo, y destacando algunos problemas comunes de las mediciones “in situ” según normas UNE-EN ISO 140, partes 4 y 5.

INTRODUCCIÓN

Para la evaluación del cumplimiento del DB-HR, deben realizarse mediciones “in situ” según las normas UNE-EN ISO 140 partes 4, 5 y 7. En todos los casos el parámetro a evaluar se obtiene por cálculo, en base a mediciones de presión acústica en los locales ensayados. Las mediciones acústicas no presentan especial problema dado que se sigue lo establecido por las normas, que además y para casos especiales, se debe utilizar la norma UNE-EN ISO 140-14.

No obstante el RD 1371/2007 fija la necesidad de dar conformidad a lo que establece el DB-HR por lo que los laboratorios que realicen las mediciones "in situ" deben indicar si la construcción o en su caso el elemento constructivo ensayado, cumple con los requisitos que establece el DB-HR. Si bien las normas UNE-EN ISO 140 especifican los procedimientos a seguir para realizar las mediciones, éstas no indican nada sobre el muestreo a realizar para validar una construcción. Tampoco el DB-HR da ninguna indicación al respecto. Económicamente la medición de todas las viviendas de una promoción puede resultar costoso, aunque relativizado al coste de la vivienda éste probablemente no llegue ni al 1% de su valor. Medir sistemáticamente en todas las viviendas permite saber exactamente como esta la construcción. Además se puede entregar un certificado personalizado para cada vivienda siendo éste un aspecto cualitativo que el cliente final sabrá apreciar.

No obstante hay que ser consciente que en una edificación, las distintas soluciones constructivas se van repitiendo sistemáticamente. Por consiguiente, de cara a reducir costes sería ventajoso establecer "a priori" el número de viviendas a ensayar, para dar conformidad de todo el edificio, puesto que tener muchas muestras similares tampoco redundan en una mayor precisión ni un mejor resultado.

MUESTREO INICIAL

Algunos trabajos publicados recientemente, proponen tomar \sqrt{n} como el número de muestras a escoger. Sin embargo ese valor puede resultar insuficiente para promociones pequeñas. Este aspecto hace que existan opiniones negativas, proponiendo un mayor número de ensayos. Lo que se valora de una construcción es que se cumplan los valores mínimos. Teóricamente si todas las soluciones constructivas son iguales y están ejecutadas de la misma manera por el mismo personal y con los mismos materiales, deberían dar resultados muy similares. Justamente una dispersión baja de los resultados de las mediciones "in situ" indicará sin duda que la ejecución de la construcción ha sido muy controlada, y por tanto con una muestra menor los resultados van a ser suficientemente fiables. Por el contrario si se observan variaciones importantes en los resultados, será necesario tomar mas muestras para dilucidar el resultado final.

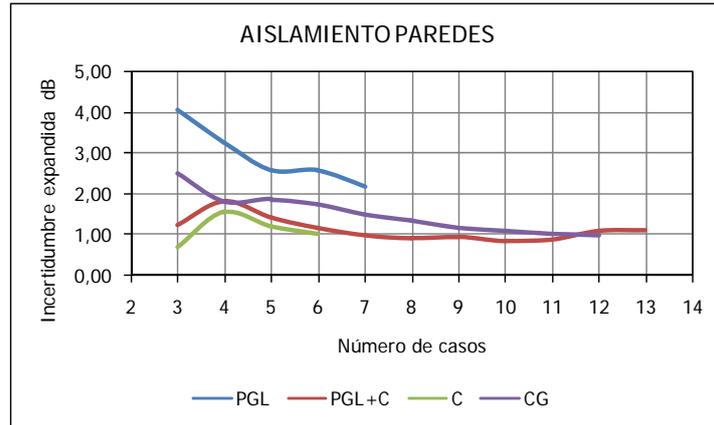
Paredes verticales

Se consideran las paredes verticales de separación entre distintas unidades familiares. Una variabilidad mayor en los valores de aislamiento acústico al ruido aéreo, puede ser debido a que las paredes no sean exactamente iguales en dimensiones. Eso hará que los volúmenes de las salas sean también distintos así como sus tiempos de reverberación. A pesar de los factores de corrección aplicados, las mediciones "in situ" no están exentas de algunos problemas. Por ejemplo la misma solución constructiva con distintas superficies, va a dar resultados diferentes. Las salas pequeñas como los dormitorios, suelen ser especialmente problemáticos en baja frecuencia, con una mayor dispersión de valores.

En una primera aproximación deben seleccionarse aquellos casos más conflictivos o que teóricamente presenten un menor nivel de aislamiento acústico. Por ejemplo la presencia de conductos o bajantes de agua, pueden debilitar el aislamiento y facilitar los puentes acústicos. Preferentemente hay que escoger los casos de separaciones verticales con dormitorios. También aquellos casos con instalaciones en la pared ensayada. La coincidencia de la posición de cajas de registro eléctricas, puede hacer sospechar de la posibilidad de puentes acústicos. Es preferible escoger una tipología concreta de pared, que represente el peor caso. Si se escogen distintas tipologías, los resultados obtenidos van a presentar una mayor dispersión.

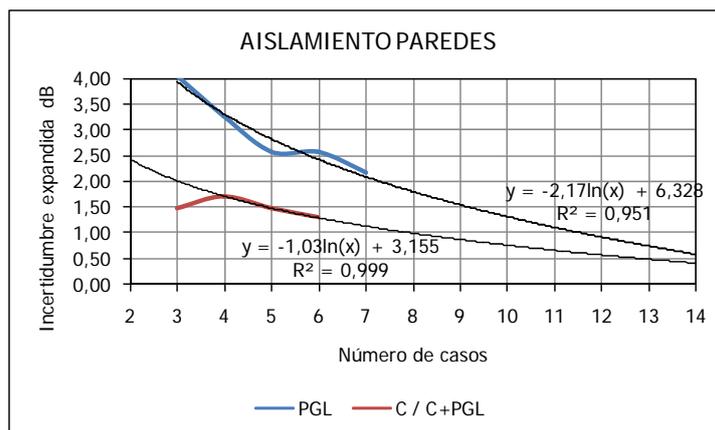
En principio lo correcto sería establecer un número de muestras basado en las desviaciones de los resultados obtenidos. A mayor desviación obtenida, más muestras hay que tomar. Esto puede controlarse muy bien mediante la desviación de los valores obtenidos. Utilizando un simple cálculo estadístico se determina esa dispersión. Nótese que un número par de muestras puede llevar a un "empate" en la decisión final, por lo que es aconsejable escoger siempre un número impar de muestras. El número mínimo de muestras pues sería de 3. En base a esta premisa se analiza la incertidumbre expandida a medida que se aumentan los casos medidos para diferentes tipologías de paredes. Se realizan una serie de ensayos "in situ" con distintas construcciones, haciendo previamente la selección del peor caso. El número de muestras total

no pudo ser una cuestión de coste figura siguiente resultados de tendencia de



elevado, por de tiempo y asociados. La muestra los obtenidos, y la éstos.

La gráfica anterior muestra 4 tipologías de pared vertical estudiadas. La pared de placa de yeso laminado (PGL), la pared mixta con placa de yeso laminado + cerámica (PGL+C), la pared con cerámica (C) y la pared con cerámica fonoabsorbente (CG). Se observa como las soluciones con base cerámica y mixtas, ofrecen unos resultados similares, quedando las soluciones con placa de yeso laminado a otro nivel. En base a estas observaciones, y pesar de tener 4 tipologías y para simplificar, se agrupan en dos tipologías: por un lado las paredes basadas exclusivamente en solución a base de placa de yeso laminado, y por otro lado las paredes basadas en soluciones cerámicas y soluciones mixtas. Para ambos grupos se evalúa la incertidumbre expandida en función del número de muestras utilizadas, empezando por 3.

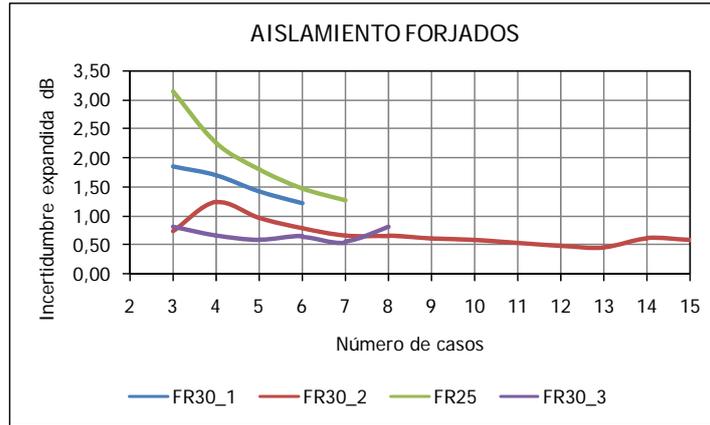


La figura anterior muestra las curvas de regresión con el coeficiente de correlación, bastante elevado, que permite en base a los datos disponibles, establecer en función de la incertidumbre deseada el número mínimo de muestras, para paredes verticales. Por ejemplo si se desea una incertidumbre expandida igual a 1 dB, para las paredes cerámicas o mixtas será suficiente con 8 muestras, mientras que para paredes con placa de yeso laminado serán necesarias 12 muestras. El mayor número de muestras no puede ser imputado al tipo de solución constructiva sino a la ejecución de ésta. En el caso que nos ocupa, la pared cerámica "tradicional" es más conocida entre los operarios sin especialización, mientras que la pared de placa de yeso laminado requiere de conocimientos específicos de montaje. En las obras es frecuente que la

mano de obra barata, y sin específica, lo las ejecuciones yeso laminado, sensibles a los montaje.

Forjados

Se repite el pero para estructuras no

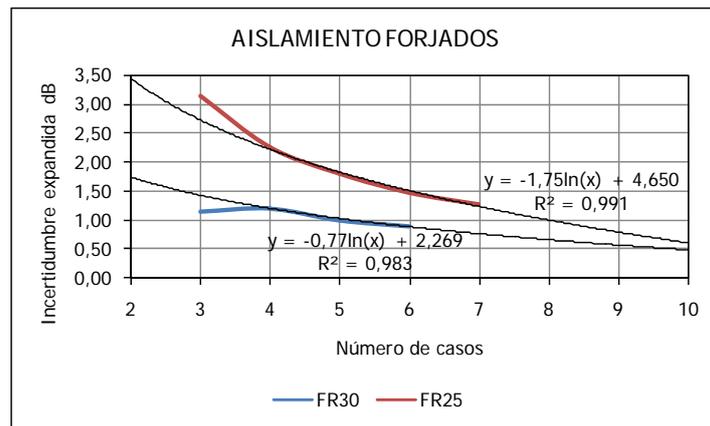


temporal sea formación cual perjudica a con placa de que son más errores de

mismo estudio forjados. Estas suelen ser

problemáticas con el grado de aislamiento al ruido aéreo. Para determinar el número de muestras mínimo en función de la incertidumbre se parte de los datos sobre dos tipos de forjado. Se trata de forjados de tipo reticular de 25 cm. y de 30 cm. En ambos casos por la parte superior dispone del recocado de mortero de 5 cm. con acabado en gres cerámico. La figura siguiente muestra los resultados obtenidos, y la tendencia de éstos.

Agrupando los dos tipos de forjados por su grosor obtenemos los siguientes resultados.

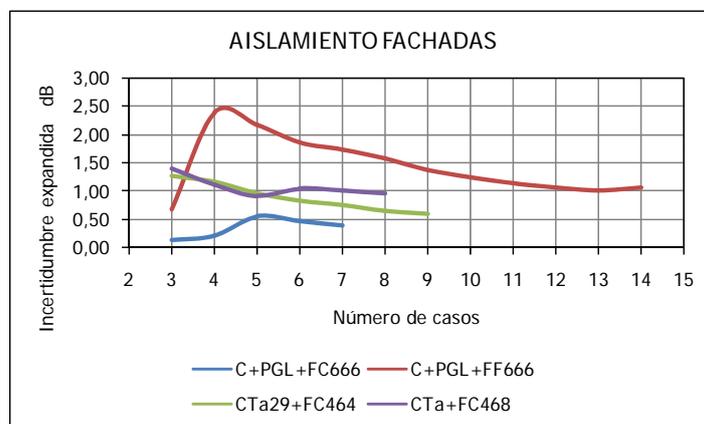


La figura anterior muestra las curvas de regresión con el coeficiente de correlación, bastante elevado, que permite en base a los datos disponibles, establecer en función de la incertidumbre deseada el número mínimo de muestras, para forjados. Así por ejemplo si se desea una incertidumbre igual a 1 dB, se deben tomar 8 muestras para el forjado de 25 cm y 5 muestras para el forjado de 30 cm.

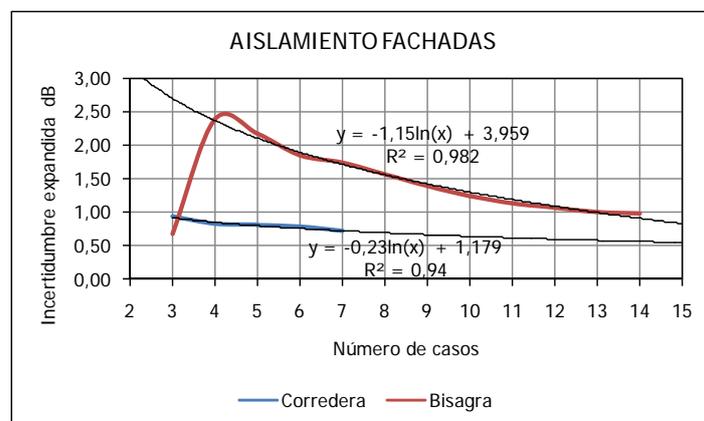
Fachadas

Se repite el mismo estudio pero para fachadas. Esta estructura suele ser la que más incumplimiento muestra, por la presencia de ventanas, persianas y últimamente los aireadores.

Se han estudiado 4 tipologías distintas: fachada en base a cerámica+cámara con absorbente +placa de yeso laminado con ventanas correderas de aluminio con cristal 6+6+6, fachada en base a cerámica+cámara con absorbente+placa de yeso laminado con ventanas de bisagra de aluminio y cristal 6+6+6, fachada en base a cerámica termoarcilla 29c+silicatos con ventanas correderas de aluminio con cristal 4+6+4, y fachadas en base a cerámica termoarcilla 29c+enyesado con ventanas correderas de aluminio con cristal 4+6+8.



En el caso de las fachadas, el elemento más débil desde el punto de vista acústico es la ventana, por lo que los resultados de aislamiento acústico al ruido aéreo obtenidos quedan muy marcados por sus características. Las partes ciegas de la fachada, pierden importancia en éste sentido. Agrupando pues las fachadas por la tipología de las ventanas se obtienen los siguientes resultados:



Curiosamente las ventanas correderas ofrecen una menor dispersión. Esto es debido al bajo nivel de aislamiento medido respecto las de bisagra, que ofrecen en general mayores grados de aislamiento al ruido aéreo. Sin embargo, un mal ajuste de los elementos de presión del cierre de éstas ventanas, hace variar notablemente los resultados obtenidos. Este aspecto debe ser tenido en cuenta como elemento de control a la hora de validar una solución constructiva. Para conseguir una incertidumbre inferior a 1 dB, se deben tomar 3 muestras de ventanas correderas, mientras que para las de bisagra son necesarias 13 muestras.

EXIGENCIA REAL DEL DB-HR

Los valores mínimos de aislamiento acústico al ruido aéreo que fija el CTE DB-HR son en principio mayores que los de la NBE-CA-88. La principal mejora es el uso del $D_{nT,A}$ que permite verificar mediante mediciones "in situ" las características acústicas de los elementos constructivos. Una vez hechas las mediciones siguiendo las pautas que establecen las normas UNE-EN ISO 140, se debe dar conformidad de cumplimiento, ya sea del elemento o solución constructiva, o de la construcción. En éste punto está claro que el valor "medido" debe ser mayor o igual al mínimo de aislamiento acústico que fija el DB-HR. El valor "medido" debe

incluir la incertidumbre del laboratorio, escogiéndose siempre el peor caso. Es importante pues que ese valor de incertidumbre sea ajustado, aspecto que indicará una buena praxis en la aplicación de la norma y sobre todo en el control de la calidad de las mediciones. Una buena planificación de los puntos de medida, estudiando previamente la situación de las salas, y un mayor número de mediciones, suele ser suficiente para poder hacer posteriormente en el laboratorio, una buena selección de los datos, rechazando aquellos que se desvían excesivamente.

Para el aislamiento al ruido aéreo, el DB-HR admite una tolerancia de 3 dB(A) del valor de referencia. Esto puede ser interpretado como una contradicción de los aspectos de calidad. Nótese que en los sucesivos borradores del documento, no aparecía ninguna referencia a una tolerancia de 3 dB(A) en el valor global de aislamiento al ruido aéreo y de impacto medidos "in situ". El margen de incertidumbre en una medida según UNE-EN ISO 140-4 para un laboratorio que tenga una buena praxis es inferior a 1 dB(A). A menudo se confunde el error de la medida con el error del método de medida. El método establece que hay que hacer al menos 5 puntos de medida dentro de la sala. Si se calcula la incertidumbre de la medida del nivel sonoro en base a medir en distintos puntos de la sala, se están confundiendo los términos. Obviamente siempre que se mida en distintos puntos de un local, el nivel sonoro será distinto, pero eso no constituye "per se" un error de la medición. Por tanto es posible medir con precisiones inferiores a 1 dB(A) el aislamiento global. Muy mal iríamos si no fuera así. Con el margen de tolerancia que fija el CTE implícitamente se acepta cualquier medida hecha por profesional o entidad no cualificadas o acreditadas, y por supuesto no se puede justificar en modo alguno el uso exclusivo de equipos de tipo 1 o clase 1 para hacer las mediciones. Esto no beneficia a las entidades que apuestan por la calidad de las mediciones. Por ejemplo con un margen de tolerancia de 3 dB(A) para el valor global es suficiente medir en 2 puntos, y en muchos casos en 1 solo punto y además hacerlo con un equipo tipo 2 o clase 2.

INFLUENCIA DE LOS INDICADORES

La mayor exigencia acústica de los elementos constructivos, se traduce en el caso de las paredes verticales de separación entre distintas unidades familiares, en el uso de paredes de doble hoja independientes (pared doble). De entre todas las posibles soluciones y combinaciones que se pueden realizar, parece que la que más ventajas ofrece, es la pared mixta formada por una pared central de cerámica, y con un trasdosado por las dos caras con placa de yeso laminado sobre absorbente poroso en la cavidad. En base a éstas solución se han realizado unas mediciones en obra nueva, proyectada para cumplir la NBE-CA88. Los resultados de las mediciones se muestran en la tabla de la izquierda. La valoración conjunta de las mediciones obtenidas se resume en la tabla de la derecha.

	R dB(A)
CASO 1	45,2
CASO 2	45,8
CASO 3	47,0
CASO 4	44,7
CASO 5	46,4
CASO 6	42,6
CASO 7	44,6
CASO 8	44,9
CASO 9	45,4

R dB(A)	
Desviación típica	1,252
Valor Medio	45,2
Valor máximo medido	47,0
Valor mínimo medido	42,6
Diferencial	4,4
Valor mínimo NBE-CA88	45

La desviación obtenida de 1,2 dB(A) es muy correcta. En conjunto la obra superaría el mínimo que fijaba la NBE-CA88, aunque a éstos valores hay que añadir la incertidumbre de medida del laboratorio, por lo que probablemente el dictamen final no sea tan favorable. El caso 6 es quizás el que se ha apartado más de la media. Sería conveniente averiguar el motivo de ese valor más bajo, que en éste caso podría ser debido al paso de un bajante de agua por detrás de la pared que probablemente haya debilitado su aislamiento.

Con los datos de las mediciones, se calcula el índice $D_{nT,A}$ que fija el DB-HR obteniéndose el siguiente resultado.

	$D_{nT,A}$ dB(A)
CASO 1	48
CASO 2	49
CASO 3	51
CASO 4	49
CASO 5	51
CASO 6	48
CASO 7	50
CASO 8	48
CASO 9	49

D _{nT,A} dB(A)	
Desviación típica	1,202
Valor Medio	49,2
Valor máximo medido	51,0
Valor mínimo medido	48,0
Diferencial	3,0
Valor mínimo CTE	47

Como se puede observar, y para este caso particular extrapolable a otros similares, la misma pared cumple ambas normativas a pesar de ser el DB-HR supuestamente más exigente. El cambio de indicador, junto con la enorme tolerancia admitida, hacen que esto sea posible.

CONCLUSIONES

El número de muestras a ensayar para poder dar conformidad a una construcción se podría basar en el cálculo de las desviaciones obtenidas de un primer muestreo reducido, con por ejemplo 5 muestras. Si se obtienen desviaciones bajas, la construcción tiene una buena ejecución y reproducibilidad, no aportando ventaja el medir más muestras. En caso contrario hay que incrementar el número de muestras.

Las paredes verticales mixtas (cerámica y placa de yeso laminado) proyectadas para cumplir la NBE-CA88, pueden cumplir el DB-HR gracias al cambio de indicador y al margen de tolerancia aceptado de 3 dB(A).

Dicho margen de tolerancia contraviene los estándares de calidad de los laboratorios, permitiéndose implícitamente la coexistencia en el mercado de servicios de calidad frente a otros más económicos que suponen una competencia desleal en el sector.