

EXACTITUD DE LOS SOFTWARE DE PREDICCIÓN ACÚSTICA EN EL CUMPLIMIENTO DEL DB-HR

PACS 43.15

Pedersoli S.¹; Sorribas Panero R.²; Cantalapiedra Vargas M.²

¹Dpto. Física Aplicada, ETS Arquitectura

Av. Salamanca s/n, 47014 Valladolid España

²Crivasa – Laboratorio de Tecnología Acústica

C/ Turquesa 35, 47012 Valladolid España

e-mail: ¹arquitecturalacoustics.ste@gmail.com ²rsorribas@crivasa.com

ABSTRACT

The introduction of the DB-HR (acoustic technical code of constructions) has been a big change not only in the acoustic requirements for new constructions, but has introduced new methods for verifying the compliance of sound insulation design. This verification can be performed using two different methods of calculation: using a simplified option based on a set of proposed solution or using a general option using specific calculation methods. The need for the designer to verify the fulfillment of the requirements has led to the ever increasing use of calculation tools to facilitate this process. The aim of this work is to investigate the accuracy of the existing calculation tools on a building chosen as a case study comparing the results with the proposals provided by the simplified option and the in situ values.

RESUMEN

La introducción del DB-HR ha supuesto un gran cambio no solamente en los requisitos acústicos exigidos a las nuevas construcciones sino que ha introducido nuevos métodos para la verificación del cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del aislamiento acústico. Esta verificación puede llevarse a cabo siguiendo dos diferentes procedimientos de cálculo: mediante una opción simplificada basada en la adopción de una solución propuesta o empleando una opción general que prevé la aplicación de métodos de cálculo específicos. La necesidad por parte del proyectista de verificar el cumplimiento de los requisitos exigidos ha comportado el siempre mayor empleo de instrumentos de cálculo que simplifiquen este proceso. El objetivo de este trabajo es lo de investigar sobre la exactitud de las herramientas de cálculo existentes en un edificio elegido como caso de estudio comparando los resultados con las propuestas proporcionadas por la opción simplificada y los valores medidos en ensayos in situ.

1. ANTECEDENTES

En octubre 2007 se aprobó el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación destinado a sustituir la obsoleta NBE CA 88. Representaba la última pieza necesaria para ultimar el CTE que había sido publicado un año y medio antes. Después de más de seis años de gestación la nueva normativa estaba llamada a mejorar notablemente el nivel de protección acústica exigida por la anterior aunque no llegaba a colmar toda la distancia con los requisitos exigidos por las leyes vigentes en otros estados europeos como demuestra la Figura 1.

La aprobación del DB-HR, que ya llegaba con retraso respecto a los demás documentos básicos del CTE, preveía un periodo transitorio de un año para la transición del sector a los nuevos requerimientos. Pese al largo periodo de aclimatación, entre los profesionales de la construcción cundió una alarma tan grande que se prolongó el periodo transitorio con un ulterior tramo de seis meses. Fue así que la tan denostada ley llegó a surtir efecto a finales de abril de 2009 con dos años y medio de retraso con respecto a otros documentos del CTE.

Además de una cierta incertidumbre sobre como aplicar las nuevas disposiciones y el mayor coste de las obras, uno de los elementos que más preocupaban a los proyectistas era el hecho de tener que cumplir con exigencias acústicas a obra terminada.

El autor del proyecto estaba llamado a pasar de cumplir los requerimientos fijados por la NBE CA 88 durante la fase proyectual, al calcular las prestaciones de los elementos constructivos de la obra esperando a las medidas reales "in situ" de los edificios con posterioridad a su ejecución para tener la certeza de haber cumplido con los requerimientos normativos.

Siempre se dejaba la puerta abierta al antiguo método: en el texto legislativo, de hecho, se presentan dos posibles sistemas de cálculo de las previsiones de los elementos constructivos cuales son la "opción simplificada" y la "opción general".

Con el primero, valido solamente para edificios residenciales, el proyectista tiene que elegir dentro de los elementos constructivos que cumplirían las exigencias requeridas, la soluciones que mejor se ajusten a su idea del proyecto. Con la opción general, válida para cualquier tipo de edificio, se calculan los valores de aislamiento acústico de la obra dependiendo de las características técnicas y dimensionales de la misma.

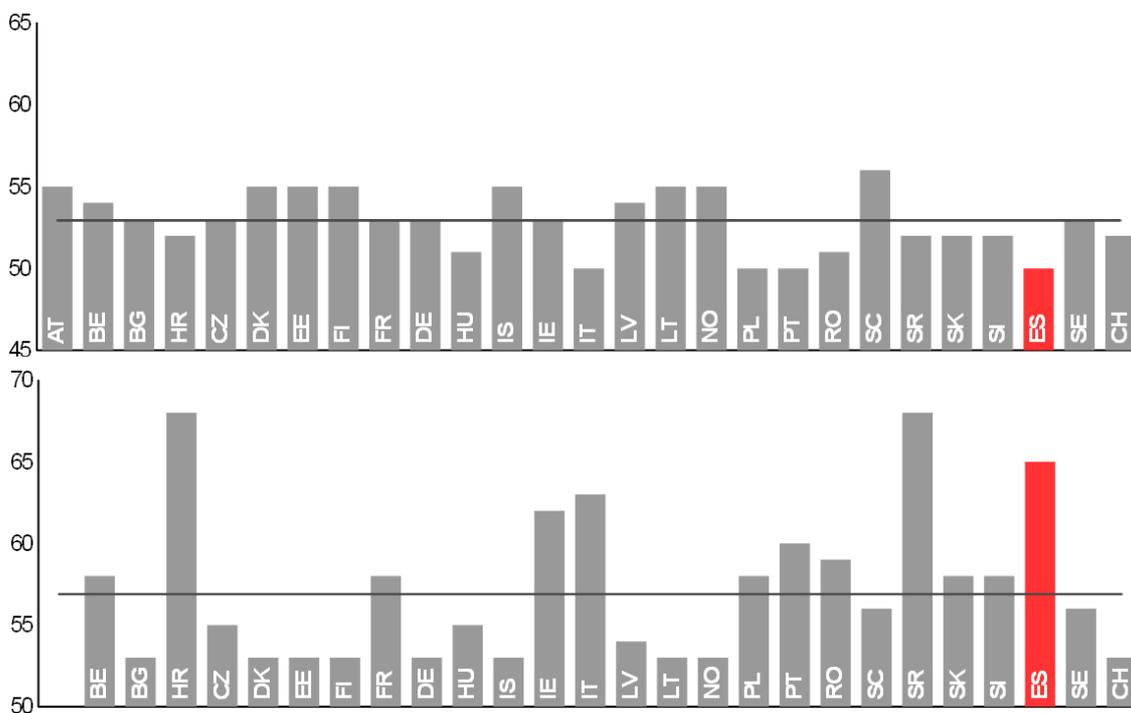


Figura 1 - comparativa entre las exigencias de aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos protegidos y otros usuarios en diferentes países europeos

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

La opción general se deriva del método de cálculo simplificado desarrollado en el apartado 4.4 de la norma UNE-EN 12354-1 [1]. Esta norma explica como calcular los índices de aislamiento acústicos entre recintos, o entre recintos y el exterior, que tendrá la obra una vez terminada teniendo en cuenta las características de los elementos que constituyen los recintos, las condiciones geométricas de los mismos y los tipos de encuentros arquitectónicos entre dichos elementos.

Tratándose de un método de cálculo riguroso pero a su vez muy tedioso, se han desarrollado unos programas de cálculo que obvian estos inconvenientes. Primero fue el Ministerio de Vivienda que puso a disposición de los técnicos un software de cálculo, denominado “Herramienta de cálculo del DB HR” y sucesivamente aparecieron en el mercado otros programas similares para cumplir esta función.

El objetivo de este trabajo es lo de profundizar acerca de la exactitud de estos programas.

Inicialmente se han comprobado las diferencias entre la herramienta ministerial y de uno de los programas comerciales con una casuística de situaciones hipotéticas para pasar sucesivamente a un caso real comparando el resultado de ambos con mediciones de aislamiento “in situ”. Para ello se ha elegido emplear como elemento de comparación el software comercial SONarchitect ISO por su difusión en el mercado.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROGRAMAS A COMPARAR

La herramienta excel es disponible en la página oficial del código técnico [2]. En el estudio se ha empleado la versión V2.0 de diciembre de 2009.

El menú del programa presenta tres grandes grupos de posibilidades de cálculo: el del aislamiento acústico a ruido del exterior, el del tiempo de reverberación y absorción acústica y del conjunto del aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos. En cada uno de ellos se encuentran los enlaces para arrancar la hoja de aplicación de diferentes casos dependiendo esencialmente de la geometría relativa a los recintos a evaluar. Un análisis detallado de las posibilidades de cálculo que la herramienta proporciona se realiza en [3].

Debido al gran número de posibilidades de cálculo se ha decidido focalizar el estudio sobre las cuatro soluciones representadas en la Figura 2 que son más típicas en la construcción.

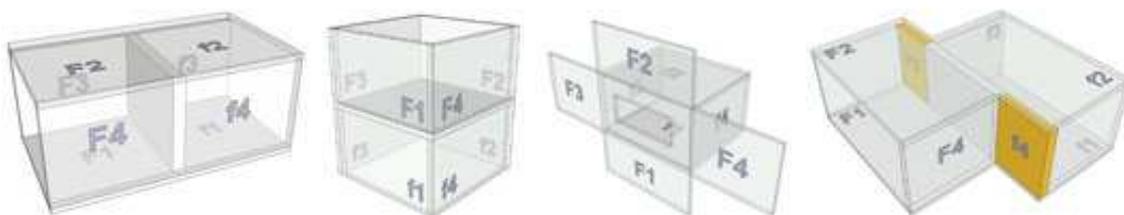


Figura 2 - casos elegidos en el estudio

Para el programa SONarchitect ISO se ha empleado la versión 1.3.0057.1 del año 2009. Mientras con las hojas excel se fija la geometría y los parámetros constructivos de los recintos a evaluar poniendo en las celdas las dimensiones de los mismos y los paquetes constructivos empleados, en el software se deben dibujar en planta los recintos estableciendo sucesivamente los elementos constructivos.

Ambos programas vienen alimentados por la base de datos de propiedades acústicas de los elementos constructivos más comunes contenidos en el “Catálogo de Elementos Constructivos” elaborado por el Instituto Eduardo Torroja y emitido por el Ministerio de Vivienda. El Catálogo incluye las características acústicas de un gran número de soluciones constructivas expresadas con valores mínimos y medios. Los valores mínimos son valores conservadores que se garantizan en todos los casos y los valores medios tienen en cuenta la dispersión de la producción de un mismo producto.

En el estudio, en el caso de presencia de los dos valores, se ha recurrido al valor mínimo.

4. COMPARACIÓN ENTRE HERRAMIENTA Y SOFTWARE

Los elementos a introducir en los dos programas son la tipología del elemento base, su superficie, los volúmenes de las estancias ensayadas, la presencia de puertas, ventanas y aireadores, los materiales de los flancos, el tipo de uniones y el tipo de recinto.

Con un estudio realizado por medio de la herramienta excel se reunieron todas las variables a considerar en tres grupos dependiendo de su incidencia sobre el resultado final.

Se incluyeron en el grupo de variables importantes aquellas capaces de modificar los resultados en más de 1 dB, entre las no importantes aquellas con una incidencia menor a 1 dB y entre las no considerables aquellas que no tenían afección alguna. Los resultados de esta evaluación se representan en la Tabla 1.

variables importantes (modifican mucho el resultado)	variables no importantes (modifican poco el resultado)	variables no considerables (no modifican el resultado)
elemento base	materiales flancos	tipología de recinto
superficie pared	tipos de uniones	
volúmenes estancias		
puertas, ventanas y aireadores		

Tabla 1 - elementos a introducir en los programas y su incidencia sobre el resultado

Debido al gran número de variables a emplear en el trabajo y su diferente influencia sobre el resultado no se han considerado las variables menos importantes como los tipos de recintos, se han mantenido fijos los materiales para paredes y forjados de flancos y sus uniones y se varían mucho los demás valores para cubrir un gran abanico de casos diferentes.

Para cada uno de los 4 casos de estudio se han establecido 12 diferentes caso de condiciones dimensionales y 8 casos diferentes de condiciones constructivas cruzando cada solución dimensional con una constructiva por un total de 96 comprobaciones por cada caso.

En el primer caso se han mantenido fijos los parámetros constructivos de las paredes y forjados de flanco mientras que se han ido modificando los parámetros del elemento de separación como indicado en la Tabla 2.

En el caso de las condiciones dimensionales se han escogidos tres diferentes superficies del elemento separador y, por cada una de ellas, 4 diferentes volúmenes de los recintos, como representado en la Tabla 3. Se han empleado en todo caso soluciones constructivas y condiciones dimensionales de lo más comunes.

partición de una hoja	ladrillo cerámico	elemento base sin trasdosar	P.1.2.b
		elemento base con trasdosado	P.1.2.b + TR.1.b
partición de una hoja	bloque de hormigón	elemento base sin trasdosar	P.1.12.a
		elemento base con trasdosado	P.1.12.a + TR.1.e
partición de dos hojas	ladrillo cerámico	elemento base sin trasdosar	P.2.2.b
		elemento base con trasdosado	P.2.2.b + TR.1.h
partición de entramado	placas de yeso laminado	elemento base sin trasdosar	P.4.2
		elemento base sin trasdosar	P.4.5

Tabla 2 - condiciones constructivas (4 grupos por 2 variables cada uno)

superficie 5,0 m ² (2,0 de ancho x 2,5 de alto)	superficie 7,5 m ² (3,0 de ancho x 2,5 de alto)	superficie 12,5 m ² (5,0 de ancho x 2,5 de alto)
volumen 7,5 m ³ (2,0 x 2,5 x 1,5)	volumen 15,0 m ³ (3,0 x 2,5 x 2,0)	volumen 25,0 m ³ (5,0 x 2,5 x 2,0)
volumen 10,0 m ³ (2,0 x 2,5 x 2,0)	volumen 22,5 m ³ (3,0 x 2,5 x 3,0)	volumen 37,5 m ³ (5,0 x 2,5 x 3,0)
volumen 15,0 m ³ (2,0 x 2,5 x 3,0)	volumen 30,0 m ³ (3,0 x 2,5 x 4,0)	volumen 50,0 m ³ (5,0 x 2,5 x 4,0)
volumen 20,0 m ³ (2,0 x 2,5 x 4,0)	volumen 37,5 m ³ (3,0 x 2,5 x 5,0)	volumen 62,5 m ³ (5,0 x 2,5 x 5,0)

Tabla 3 - condiciones dimensionales (3 grupos por 4 variables cada uno)

Los resultados obtenidos demuestran una buena aproximación entre software y herramienta para el caso de recintos adyacentes y elemento base de tipo cerámico, en el caso de paredes ligeras las diferencias aumentan notablemente presentando el software aislamiento superiores a los calculados por la herramienta. En el caso de recintos con solamente dos aristas en común se han detectado los mismos problemas al emplear paredes ligeras.

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	CONDICIONES DIMENSIONALES											
	superficie 5,0 m ² volumen 7,5 m ³	superficie 5,0 m ² volumen 10,0 m ³	superficie 5,0 m ² volumen 15,0 m ³	superficie 5,0 m ² volumen 20,0 m ³	superficie 7,5 m ² volumen 15,0 m ³	superficie 7,5 m ² volumen 22,5 m ³	superficie 7,5 m ² volumen 30,0 m ³	superficie 7,5 m ² volumen 37,5 m ³	superficie 12,5 m ² volumen 25,0 m ³	superficie 12,5 m ² volumen 37,5 m ³	superficie 12,5 m ² volumen 50,0 m ³	superficie 12,5 m ² volumen 62,5 m ³
elemento P.1.2.b sin trasdosar	29 +0	30 +0	32 +0	33 +0	30 +0	32 +0	33 +0	34 +0	31 +0	33 +0	34 +0	35 +0
elemento P.1.2.b trasdosado TR.1.b	34 +0	35 +0	37 +0	38 +0	37 +0	39 +0	40 +0	41 +0	39 +0	41 +0	42 +0	43 +0
elemento P.1.12.a sin trasdosar	37 +0	38 +0	40 +0	41 +0	39 +0	41 +0	42 +0	43 +0	40 +0	42 +0	43 +0	44 +0
elemento P.1.12.a trasdosado TR.1.e	40 +0	42 +0	43 +0	45 +0	43 +0	45 +0	46 +0	47 +0	45 +0	47 +0	48 +0	49 +0
elemento P.2.2.b sin trasdosar	39 +0	40 +0	42 +0	43 +0	41 +0	43 +0	44 +0	45 +0	42 +0	44 +0	45 +0	46 +0
elemento P.2.2.b trasdosado TR.1.h	42 +0	44 +0	45 +0	47 +0	45 +0	47 +0	48 +0	49 +0	47 +0	48 +0	50 +0	51 +0
elemento P.4.2 sin trasdosar	34 +0	34 +1	35 +2	36 +2	35 +2	36 +3	38 +2	39 +2	38 +1	39 +2	40 +1	41 +2
elemento P.4.5 sin trasdosar	34 +1	34 +3	36 +2	37 +3	36 +2	38 +2	39 +2	40 +2	38 +2	40 +2	41 +1	42 +2

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	CONDICIONES DIMENSIONALES											
	superficie 5,0 m ² volumen 15,0 m ³	superficie 5,0 m ² volumen 20,0 m ³	superficie 5,0 m ² volumen 30,0 m ³	superficie 5,0 m ² volumen 40,0 m ³	superficie 7,5 m ² volumen 22,5 m ³	superficie 7,5 m ² volumen 33,8 m ³	superficie 7,5 m ² volumen 45,0 m ³	superficie 7,5 m ² volumen 56,3 m ³	superficie 10,0 m ² volumen 25,0 m ³	superficie 10,0 m ² volumen 37,5 m ³	superficie 10,0 m ² volumen 50,0 m ³	superficie 10,0 m ² volumen 62,5 m ³
elemento P.1.2.b sin trasdosar	32 +0	33 +0	35 +0	36 +0	32 +0	34 +0	35 +0	36 +0	32 +0	34 +0	35 +0	36 +0
elemento P.1.2.b trasdosado TR.1.b	40 +0	41 +0	43 +0	44 +0	41 +0	43 +0	44 +0	45 +0	41 +0	43 +0	44 +0	45 +0
elemento P.1.12.a sin trasdosar	40 +0	41 +0	43 +0	44 +0	41 +0	43 +0	44 +0	45 +0	41 +0	43 +0	44 +0	45 +0
elemento P.1.12.a trasdosado TR.1.e	46 +0	47 +0	49 +0	50 +0	47 +0	49 +0	50 +0	51 +0	47 +0	49 +0	50 +0	51 +0
elemento P.2.2.b sin trasdosar	42 +0	43 +0	45 +0	46 +0	43 +0	44 +0	46 +0	47 +0	43 +0	44 +0	46 +0	47 -1
elemento P.2.2.b trasdosado TR.1.h	47 +0	48 +0	50 +0	51 +0	48 +0	50 +0	51 +0	52 +0	48 +0	50 +0	51 +0	52 +0
elemento P.4.2 sin trasdosar	47 -2	48 -1	50 -2	51 -1	48 -2	49 -1	50 -1	51 -1	48 -2	49 -1	50 -1	51 -1
elemento P.4.5 sin trasdosar	50 -2	51 -2	52 -1	53 -1	51 -2	52 -1	52 +0	53 +0	51 -2	52 -1	52 +0	53 +0

Figura 3 - comparación entre herramienta y software recintos con 4 y 2 aristas en común
 Para el caso de aislamiento a impacto entre recintos superpuestos con 4 aristas en común no se ha registrado ningún error, en el caso de los cálculos de fachada los resultados son alternos: para pequeñas superficies de fachada el software presenta valores mayores que los de la herramienta, para tamaños mayores de 7,5 m² se registra el fenómeno contrario.

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS		superficie 6,0 m ² volumen 15,0 m ³	superficie 6,0 m ² volumen 18,0 m ³	superficie 8,0 m ² volumen 20,0 m ³	superficie 8,0 m ² volumen 24,0 m ³	superficie 10,0 m ² volumen 25,0 m ³	superficie 10,0 m ² volumen 30,0 m ³	superficie 12,0 m ² volumen 30,0 m ³	superficie 12,0 m ² volumen 36,0 m ³	superficie 15,0 m ² volumen 37,5 m ³	superficie 15,0 m ² volumen 45,0 m ³	superficie 18,0 m ² volumen 45,0 m ³	superficie 18,0 m ² volumen 54,0 m ³	CONDICIONES DIMENSIONALES
Fo.U.14 + S1.h.3 sin falso techo		43 +0	44 +0	44 +0	44 +0	44 +0	45 +0	44 +0	45 +0	45 +0	45 +0	45 +0	46 +0	
Fo.U.14 + S1.h.3 falso techo T.1.b		46 +0	46 +0	46 +0	47 +0	47 +0	47 +0	47 +0	48 +0	48 +0	48 +0	48 +0	48 +0	49 +0
Fo.U.1 + S1.h.6 sin falso techo		45 +0	46 +0	46 +0	47 +0	46 +0	47 +0	47 +0	47 +0	47 +0	47 +0	48 +0	47 +0	48 +0
Fo.U.1 + S1.h.6 falso techo T.1.b		48 +0	48 +0	48 +0	49 +0	49 +0	49 +0	49 +0	50 +0	50 +0	50 +0	50 +0	50 +0	51 +0
Fo.R.5 + S1.h.7 sin falso techo		48 +0	48 +0	48 +0	49 +0	48 +0	49 +0	49 +0	50 +0	49 +0	50 +0	50 +0	50 +0	50 +0
Fo.R.5 + S1.h.7 falso techo T.1.c		49 +0	50 +0	50 +0	50 +0	50 +0	51 +0	51 +0	51 +0	51 +0	51 +0	52 +0	51 +0	52 +0
Fo.LM.1 + S1.h.9 sin falso techo		50 +0	51 +0	50 +0	51 +0	51 +0	51 +0	51 +0	52 +0	52 +0	52 +0	52 +0	52 +0	53 +0
Fo.LM.1 + S1.h.9 falso techo T.1.c		51 +0	52 +0	52 +0	52 +0	52 +0	53 +0	53 +0	53 +0	53 +0	53 +0	54 +0	53 +0	54 +0

CONDICIONES DIMENSIONALES		elemento F16.1f fachada FF1	elemento F13.2a fachada FF1	elemento F7.1b1 fachada FF1	elemento F6.1b1 fachada FF1	elemento F5.1b1 fachada FF1	elemento F3.1b1 fachada FF1	elemento F2.2a fachada FF1	elemento F2.1b1 fachada FF1	elemento F1.9a fachada FF1	elemento F1.4b fachada FF1	elemento F1.1b1 fachada FF8	elemento F1.1b1 fachada FF1	CONDICIONES DIMENSIONALES
superficie 5,0 m ² volumen 10,0 m ³		29 -1	37 +1	35 +0	37 +0	35 +0	37 +0	38 +0	36 +0	37 +0	38 +1	38 +1	37 +1	
superficie 5,0 m ² volumen 15,0 m ³		31 -1	39 +0	37 +0	38 +1	37 +0	38 +1	40 +0	38 +0	38 +1	40 +1	40 +1	39 +1	
superficie 7,5 m ² volumen 18,8 m ³		30 -1	39 +0	37 +0	39 -1	37 +0	39 -1	40 -1	38 -1	39 -1	40 -1	40 -1	39 +0	
superficie 7,5 m ² volumen 26,3 m ³		32 -1	41 -1	38 +0	40 -1	38 +0	40 -1	42 -1	39 +0	40 -1	42 -1	41 +0	40 +0	
superficie 10,0 m ² volumen 30,0 m ³		31 -1	41 -1	38 +0	40 -1	38 +0	40 -1	41 +0	39 +0	40 -1	42 -1	41 +0	40 +0	
superficie 10,0 m ² volumen 40,0 m ³		33 -2	42 -1	39 +0	41 +0	39 +0	41 +0	43 -1	40 +0	41 +0	43 -1	43 +0	42 +0	
superficie 12,5 m ² volumen 43,8 m ³		32 -1	42 -1	39 +0	42 -2	39 +0	41 +0	43 -1	40 +0	41 -1	43 -1	42 +0	41 +0	
superficie 12,5 m ² volumen 56,3 m ³		33 +0	43 -1	40 +0	42 +0	40 +0	42 +0	44 -1	41 +0	42 +0	44 -1	43 +0	42 +0	

Figura 4 - comparación entre herramienta y software aislamiento de impacto y fachada

5. COMPARACIÓN ENTRE PROGRAMAS Y MEDICIONES

Para comprobar el comportamiento de los dos programas con casos reales y poder sucesivamente validar los valores con mediciones “in situ” se ha elegido como caso estudio un edificio del cual se disponía toda la información necesaria para la realización del estudio.

Se trata de dos edificios similares de 4 alturas y 28 viviendas cada uno construidos en Valladolid durante los últimos años que, aunque hubiera recibido la licencia de construcción anteriormente a la entrada en vigor del DB-HR, las calidades exigidas por el promotor los hacen equiparables a cualquier edificio construido posteriormente.

Antes de la realización de las mediciones “in situ” se realizó un análisis previo para concretar cuantas comprobaciones habrían sido necesarias para realizar el ensayo del edificio por parte de una Entidad de Evaluación Acústica.

Para ello se siguieron las indicaciones de la Ley del Ruido de Castilla y León que indican que las comprobaciones de aislamiento acústico a ruido aéreo entre viviendas se lleven a cabo en al menos un 20% de las viviendas y que las comprobaciones de aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas y de aislamiento acústico a ruido de impacto se lleven a cabo en al menos un 10% de las viviendas.

Para cumplir con estas condiciones se realizaron en cada edificio un total de 6 ensayos a ruido aéreo (4 entre vecinos y 2 con espacios comunes), 2 de impacto y 2 de fachada.

En su realización se eligieron los recintos más desfavorables para cada caso y se modelizaron sus condiciones con el software SONarchitect y la herramienta excel.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4.

ensayo	elemento constructivo	catalogo	CTE	SON	MED
aereo entre viviendas	Enl15 + LC115 + RM + MW40 + LGF70 + Enl15	R _A 55	50,9	55	56,3 ± 2,1
			55,4	55	59,7 ± 2,0
			54,7	55	55,5 ± 1,9
			55,3	55	56,3 ± 2,1
aereo comunes	Enl15 + LC115 + RM + MW40 + LGF70 + Enl15 + MW40 + PYL15	R _A 58	56,0	58	57,1 ± 2,3
			55,6	58	59,0 ± 2,3
impacto	U_BH 300 + AC + M50 + AR PE-E 5	-	51,5	56	55,0 ± 1,7
			54,2	58	63,7 ± 1,5
fachada	PL115 + RM + AT + LH70 + Enl15	R _A 50 R _{Atr} 47	34,7	34	33,8 ± 2,2
			36,4	35	35,8 ± 1,9

Tabla 4 – comparación entre resultados de los programas y mediciones

6. CONCLUSIONES

La aprobación del Documento Básico DB-HR del Código Técnico de la Edificación supuso un revulsivo para la acústica de edificios: introdujo un nuevo método de cómputo llamado “opción general” y modificó en parte el procedimiento de la “opción simplificada”.

Para permitir a los proyectistas comprobar la efectividad de las soluciones arquitectónicas adoptadas frente al problema del aislamiento acústico el Ministerio de Vivienda elaboró una herramienta de cálculo y pronto aparecieron en el mercado software comerciales con el mismo fin.

Con este trabajo se ha intentado verificar la exactitud de los programas disponibles con respecto a mediciones reales.

Se ha demostrado como la aproximación del software tomado en consideración con respecto a la herramienta ministerial sea buena dejando solamente unas dudas en cuanto al empleo de paredes ligeras.

La comparación con un caso real, aunque se haya realizado sobre un pequeño número de muestras, ha presentado unos resultados menos convincentes presentando los dos programas diferencias, en algunos casos de la orden de los 3 / 4 decibelios.

7. 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.
- [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] A. R. Molares et al. "Análisis de la casuística derivada de la aplicación del CTE". Tecniacústica 2008, Coimbra, Portugal.
- [4] 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.