



Estudio del aislamiento acústico originado por algunas composiciones constructivas habituales a partir de medidas realizadas “in situ”.

J. González⁽¹⁾ ; T. Lorenzana⁽²⁾; M. Machimbarrena⁽¹⁾; A. Tarrero⁽³⁾ ; M.A: Martín⁽³⁾

⁽¹⁾ Dto de Física (ETS Arquitectura). U. de Valladolid. Avda Salamanca s/n. 47014- Valladolid. España.

juliog@opt.uva.es

⁽²⁾ Dto de Física (EU de Arquitectura Técnica); U. de Coruña. España

⁽³⁾ Dto de Física (EU Politécnica). U. de Valladolid. España.

RESUMEN: En las construcciones en general y particularmente en las viviendas una de las variables a considerar es el aislamiento acústico de los distintos cerramientos que forman parte del edificio. Los valores que se obtienen para el índice de aislamiento, partiendo de su expresión teórica, en la generalidad de los casos, no son corroborados por los datos experimentales, sobre todo cuando las medidas se efectúan en el edificio ya que las hipótesis de partida no se corresponden exactamente con la composición constructiva real de los cerramientos y también influye la circunstancia de que tales cerramientos no son elementos independientes del conjunto y forman parte de una estructura, con conexiones entre los diversos componentes. En la bibliografía aparecen valores de medidas realizadas “in situ” para diferentes cerramientos y existe mucha dispersión entre valores obtenidos para composiciones constructivas semejantes. En el trabajo que presentamos exponemos los valores que hemos obtenido en distintas campañas de medidas para el caso de particiones construidas con tabicón hueco doble, medio pie de ladrillo y forjados de bovedilla a la vez que se efectúa una discusión de resultados y se trata de examinar las posibles causas de la dispersión.

ABSTRACT: In all constructions and specifically in dwellings, sound insulation of each building component is one of the parameters to take into account. In most cases, theoretical sound insulation values do not agree with experimental values, more so if experimental values are made in situ, since in this case the hypothesis behind the theory are not perfectly valid and measurements depend strongly on adjoining structures and elements.

If we have a look at the existing literature, the values obtained for in situ measurements for similar types of building construction, we can find a wide range of results. In our paper we present the results of several sets of “in situ” measurements performed on partitions made out of hollow brick of 8cm, half inch brick and ceramic floors (forjados de bovedillas in Spanish). We also discuss such results and analyse the possible reasons for the results dispersion.

1. Introducción

Según se desprende de diferentes estudios y trabajos realizados por diversos grupos de investigación el aislamiento acústico de un cerramiento homogéneo compuesto por una sola lámina esencialmente depende linealmente del logaritmo de su masa y varía con la frecuencia de igual forma. Esta dependencia se le conoce como la ley de masas. Sin embargo estos mismos estudios ponen de manifiesto que este comportamiento se ve alterado para las frecuencias propias del cerramiento. Algunas de las frecuencias propias del cerramiento son relativamente bajas y

para las composiciones constructivas habituales son inferiores al umbral de frecuencias de interés en Acústica Arquitectónica. Sin embargo, la zona de coincidencia en la que aparecen frecuencias propias a flexión se suele encontrar, para el mismo tipo de cerramientos, en la zona más o menos central del intervalos de frecuencias audibles. Los modelos de cálculo de aislamiento para esta zona de coincidencia dan valores que en muchos casos difieren considerablemente de los obtenidos experimentalmente realizando medidas “in situ”. Por otra parte, el aislamiento de un cerramiento, construido en obra, también depende, en gran medida, de factores tan importantes como el acabado, profesionalidad en la ejecución, manipulación para la instalación de elementos de acondicionamiento como cableado, tuberías de agua, o conducciones de gases, etc. Por ello es bastante difícil predecir el aislamiento acústico que proporcionará un cerramiento determinado en situación real. Desde hace algún tiempo [1] [2] [3] [4] se vienen realizando diferentes ensayos en edificios ya construidos y se dispone de algunos datos de medidas “in situ” para composiciones constructivas habituales que nos pueden aportar valiosa información para poder estimar, de forma aproximada, el aislamiento debido a una partición.

2. VARIACIÓN DEL AISLAMIENTO, A RUIDO AÉREO, CON LA FRECUENCIA PARA DIFERENTES COMPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

Uno de los aspectos que nos interesa conocer es si existen discrepancias significativas entre los valores de aislamiento para particiones pertenecientes a un mismo edificio o a una misma promoción de viviendas. Generalmente un edificio lo construye, en su totalidad, la misma empresa constructora y por tanto los mismos operarios y mismos materiales para los cerramientos que separen locales de uso similar en todas las viviendas. En este apartado presentamos los valores de aislamiento correspondientes a distintos cerramientos de las mismas promociones.

2.1 Cerramiento de interiores Tabique Hueco Doble (T.H.D)

En la Figura 1 exponemos los valores del aislamiento en función de la frecuencia para el caso de cerramientos verticales correspondientes a una promoción identificada por las siglas P.V.2. con la composición constructiva¹ siguiente: *Guarnecido y enlucido 10 mm ; Tabique H/D 80 mm; Guarnecido y enlucido 10 mm; Masa total 104 Kg.m⁻²*. Según se desprende de la figura, el aislamiento frente a la frecuencia tiene una tendencia a incrementar en los 8 cerramientos pero existe bastante variación sobre todo a frecuencias bajas y altas y en algún caso, como es el P.V.2A,

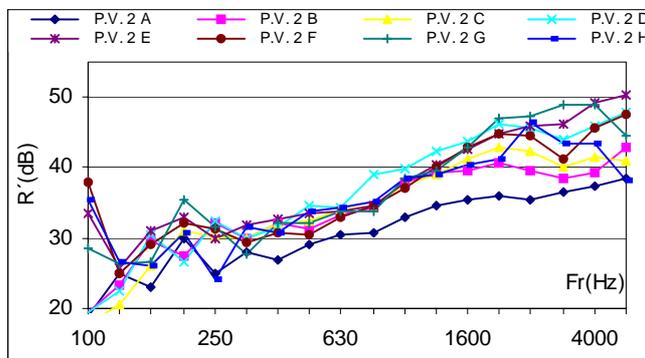


Figura1- Aislamiento de cerramientos de T.H.D.

¹ Composición constructiva tomada del proyecto de obra

esta diferencia es bastante notable para casi todas las frecuencias. Las causas de estas discrepancias entendemos que serán debidas a diferencias en la ejecución o la realización en la partición de canalizaciones, huecos, etc.

2.2 Cerramiento de bloque de hormigón

El cerramiento construido con bloque de hormigón no es de uso muy frecuente pero sí que se utiliza en diferentes ocasiones en algunas regiones españolas y de otros países. La composición constructiva es: *Pintura 10 mm; Bloque de hormigón 150 mm; Pintura 10 mm; Masa 250 Kg.m⁻²*. En la Figura 2 se representan los valores medidos en 12 muestras de la misma promoción. En este caso los valores están más próximos que para los cerramientos de T.H.D. y siguen un comportamiento bastante similar en función de la frecuencia. Hay un caso, el P.V.13F, que difiere sustancialmente de los otros.

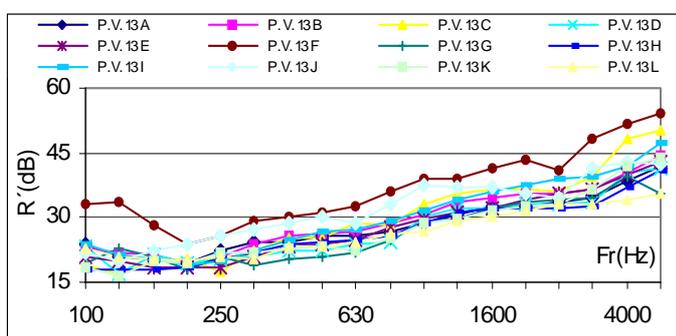


Figura 2 - Aislamiento de cerramiento con bloque de hormigón T.H.D.

2.3 Cerramiento de doble pared

Otra tipología de partición que hemos ensayado es la constituida por: *Guarnecido y enlucido 10 mm; Tabique de (T.H.D.); cámara con poliuretano; 1/2 pie de ladrillo; Guarnecido y enlucido 10 mm; Masa 260 Kg.m⁻²*. Este tipo de cerramiento es de uso frecuente en particiones medianeras de viviendas o divisorios con zonas comunes. En la Figura 3 se representan los valores de las medidas realizadas para las cuatro muestras de ensayo en la promoción P.V.3. De las gráficas se deduce que existe bastante discrepancia entre los valores para todo el rango de frecuencias aunque estas diferencias se ven incrementadas para las frecuencias bajas y altas. Es de destacar, de forma particular, el anómalo comportamiento de la muestra P.V.3A respecto de las otras sobre todo en la zona en torno a la frecuencia 200Hz en la que aparece un máximo relativo mientras que para las demás aparece un mínimo bastante pronunciado. También aparecen diferencias especialmente significativas en el intervalo 2500-4000 Hz aproximadamente. Dado que la composición constructiva se dice en el proyecto que es la misma, tales desviaciones respecto de las demás, es de suponer que tendrán su origen en la ejecución o incorporación de elementos añadidos (conducciones, tuberías, etc) o

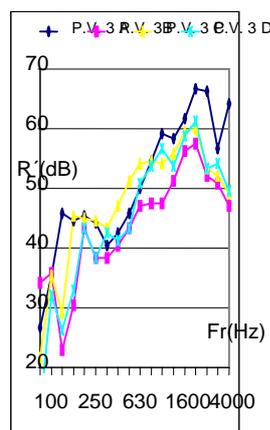


Figura 3 - Aislamiento de cerramientos de doble

realización de instalaciones.

2.4 Cerramiento horizontal (forjado).

En la Figura 4 aparecen los valores de aislamiento correspondientes a cuatro muestras de la misma promoción P.V.1 con la composición constructiva: *Parquet pegado; Semivigueta de hormigón 250+50 mm; Guarnecido y enlucido 10 mm; 250 Kg.m⁻²*. Estas gráficas ponen de manifiesto también un comportamiento semejante de los cerramientos en la zona media de frecuencias mientras que en las zonas bajas y altas las discrepancias son bastante significativas. La razón que se nos ocurre como más lógica para que se produzcan estas diferencias se centra en los mismos motivos alegados en los apartados anteriores: calidad en la ejecución y presencia de puentes acústicos o manipulaciones que deterioran el aislamiento acústico.

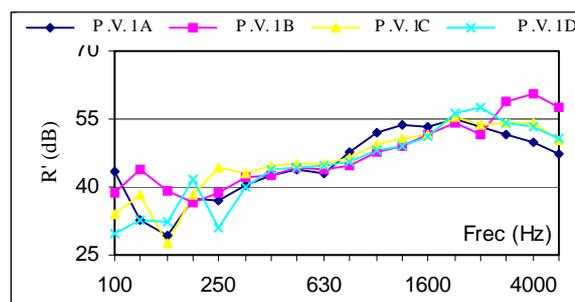


Figura 4 - Aislamiento de cerramientos horizontales

3. VALORES MEDIOS DE LOS INDICES DE AISLAMIENTO, A RUIDO AÉREO, GLOBALES.

Con los valores obtenidos en las medidas realizadas en las promociones de viviendas donde se efectuaron los ensayos, deducimos el índice de aislamiento $R'w$ junto con los valores C y Ctr . En las tablas I y II exponemos la estadística de los valores obtenidos solamente para $R'w$ agrupando los cerramientos por su disposición en la obra en verticales y horizontales. Aunque se efectuó la misma estadística para los valores de C y Ctr no se incluyen en las tablas para que no resulten demasiado extensas. En las tablas, la primera columna, indica la promoción de viviendas (P.V.*), la segunda (Nº de val.) el nº de muestras ensayadas en cada promoción, en la tercera se exponen los valores medios (V.Med), en la cuarta aparecen los valores de la desviación estandar, en la quinta, sexta y séptima los valores máximo (Max.), mínimo (Min.) y su diferencia (Dif.), respectivamente y en la octava la masa del cerramiento por unidad de superficie M.(kg.m⁻²). El total de los ensayos realizados son 113 en particiones verticales y 52 horizontales. Posteriormente haremos una estadística de los valores agrupados por la masa del cerramiento.

Tabla 1- Valores de $R'w$ (dB) (Verticales)

	Nº val.	v.Med.	D - 01	Max.	Min.	Dif.	M.(Kg.m-2)
P.V.2	8	36,9	1,7	39	33	6	104
P.V.3	4	47,5	2,9	50	45	5	260
P.V.5	5	43,6	1,8	46	41	5	200
P.V.6	3	38,3	2,5	41	36	5	104
P.V.7	6	37,8	3,2	41	32	9	104
P.V.10	6	38,8	1,0	40	38	2	10
P.V.11	4	45,5	1,3	47	44	3	250
P.V.13	12	29,9	2,7	36	27	9	250
P.V.14	6	44,7	1,5	47	43	4	250
P.V.15	16	34,8	1,9	38	31	7	104
P.V.16	15	34,3	1,5	38	32	6	140
P.V.17	5	47,0	1,4	48	45	3	364
P.V.18	6	44,3	2,1	48	42	6	242
P.V.19	4	30,0	1,4	31	28	3	69
P.V.20	2	49,0	0,0	49	49	0	447
P.V.21	5	33,2	0,4	34	33	1	104
P.V.22	3	32,3	0,7	33	32	1	
P.V.23	3	35,7	3,5	38	33	5	
Total	113						

3.1 Particiones verticales

Según se deduce de la Tabla 1 el valor del índice de aislamiento $R'w$ para particiones verticales, oscila entre 27 y 50 dB. Para cerramientos de una misma promoción la máxima diferencia, 9 dB, se obtiene para cerramientos de las promociones P.V.7 con masa 104 y P.V.13 con masa 250 kg.m^{-2} que se corresponden con cerramientos de interiores, en el primer caso y medianeras en el segundo. El valor máximo de la desviación estandar se produce en la promoción del primer caso con un valor de 3,2² mientras que para el segundo caso el valor es de 2,7. La diferencia mínima, con valor cero, se encuentra en la promoción P.V.20 pero solo se dispone de dos valores y por tanto no la consideramos. Sin embargo, se produce una diferencia de 1 entre el máximo y mínimo en la promoción P.V.21 con 5 valores y masa 104 kg.m^{-2} . La diferencia entre los valores máximo y mínimo de los valores máximos de todas las promociones es de 50 para la promoción P.V.3 menos 31 para la P.V.19 y la diferencia entre los valores máximo y mínimo de los valores mínimos es 45 (P.V.3) y 27 (P.V.13).

Dado que las composiciones constructivas son bastante diferentes no es de esperar correlación entre el índice de aislamiento y la masa. Sin embargo, para visualizar mejor estos valores, en la Figura 5 los representamos en función de la masa y se puede admitir que hay cierta tendencia a incrementar el valor de aislamiento con la masa pero no de forma clara. Lo más interesante de esta representación es observar la variación de los valores de aislamiento para la misma masa y misma composición constructiva. Sobre este detalle incidiremos posteriormente.

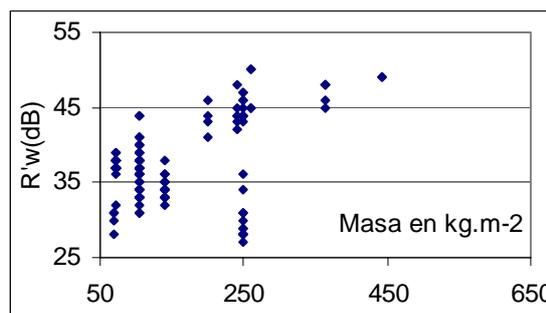


Figura 5 - Valores de los índices de aislamiento $R'w$ (dB) de cerramientos verticales en función de la masa kg.m^{-2}

3.2 Particiones horizontales

Haciendo un primer análisis semejante a este para el caso de las particiones horizontales (forjados), a partir de los datos reflejados en la Tabla 2, vemos que el índice de aislamiento a ruido aéreo $R'w$ (dB), para particiones horizontales, sin distinguir la composición constructiva, varía entre 53 (P.V.30) y 41 (P.V.25; P.V.29). Considerando ahora los valores por promociones vemos que la desviación estandar es máxima (3,4) en la promoción (P.V.25) con 6 muestras y es mínima en la P.V.1 con valor 0,5 y 4 muestras. La diferencia máxima entre los máximos de todas las promociones es 53 (P.V.30) y 47 (P.V.24) y entre

Tabla 2- Valores de $R'w$ (dB) (Horizontales)

	Nº	Val.	V.Med.	D - 01	Max	Min	Dif	M.(Kg.m ⁻²)
P.V.1	4	47,8	0,5	48	47	1	250	
P.V.4	4	51,0	0,8	52	50	2	448	
P.V.8	3	51,0	1,0	52	50	2	450	
P.V.9	2	49,5	2,1	51	48	3	465	
P.V.12	4	59,5	9,1	69	48	21	450	
P.V.24	2	45,0	2,8	47	43	4	320	
P.V.25	6	45,0	3,4	49	41	8	250	
P.V.26	4	49,0	0,8	50	48	2	350	
P.V.27	5	48,4	2,7	51	44	7	350	
P.V.28	3	47,7	0,6	48	47	1	330	
P.V.29	3	41,7	0,6	42	41	1	350	
P.V.30	3	52,7	0,6	53	52	1	300	
P.V.31	3	50,3	1,2	51	49	2		
P.V.32	6	46,5	2,7	49	47	2		

Total 52

²Realmente el valor máximo se produce en la promoción P.V.23 pero no la consideramos por no disponer del dato de la masa.

mínimos es 52 (P.V.30) y 41 (P.V.25; P.V.29)³. Estos valores se representan también en la figura 6. Las composiciones constructivas de los forjados no suelen ser muy diferentes y por tanto parece más lógico pensar que debe haber una relación más directa entre el índice de aislamiento a ruido aéreo y la masa que en el caso de las verticales. Sin embargo, observando la figura, tampoco se puede concluir una correlación muy ajustada.

4. ANÁLISIS DE VALORES AGRUPÁNDOLOS POR SU MASA

Un análisis más pormenorizado exige distinguir los cerramientos por su composición constructiva y observar las diferencias que se producen. El valor medio nos puede servir para estimar el aislamiento real que se puede obtener, en la obra, cuando se efectúe una construcción de estas características. Podemos así aportar datos fiables de aislamientos reales para las composiciones constructivas ensayadas. Las diferencias que aparezcan es de suponer que se produzcan por acciones coyunturales derivadas de la propia obra como transmisiones indirectas, acabado, calidad en la construcción, etc y no por las propiedades de los materiales.

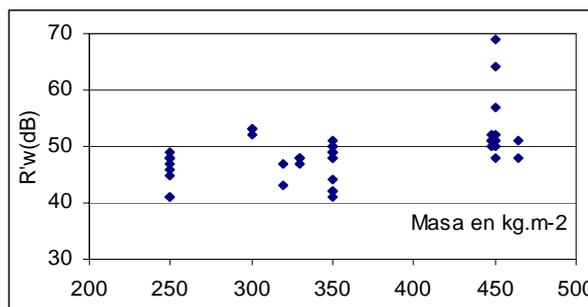


Figura 6 - Valores de los índices de aislamiento R'_w (dB) de cerramientos horizontales en función de la masa $kg.m^{-2}$

4.1 Análisis de valores de cerramientos verticales agrupados por su masa

En la Tabla 3 exponemos los valores de las medidas realizadas para particiones verticales en 16 promociones de viviendas con 9 tipologías constructivas diferentes de masas comprendidas entre 69 y 447 $kg.m^{-2}$ en un total de 107 cerramientos. Los valores están agrupados en función de la composición constructiva y en cada grupo aparece una clave que hace relación a la promoción que es de la forma P.V.nº donde nº es un número diferente asignado a cada una de las promociones. Por tanto en la tabla hay 9 grupos de datos y en cada grupo están una o más promociones. Esto quiere decir que en diferentes promociones de viviendas se adoptó la misma solución constructiva. En la primera columna de cada grupo aparece la promoción, el índice global de aislamiento R'_w y los términos de adaptación C y Ctr indicados en la norma UNE-EN ISO 717-1. La segunda columna está reservada para indicar el número de muestras ensayadas en la promoción indicada. En la columna siguiente se pone el valor medio del índice de aislamiento y de los parámetros. En la cuarta columna están las desviaciones estandar, en la sexta los valores máximos de R'_w , C y Ctr, la séptima los valores mínimos y en la octava la diferencia entre máximo y mínimo. De esta forma, por ejemplo, el grupo de masa 69 $kg.m^{-2}$ consta de una sola promoción, la P.V.19, y en ella se efectuaron ensayos en 4 muestras obteniendo un valor medio para el índice R'_w de 30,0 dB con una desviación estandar entre los valores de 1,4. De los 4

³Aunque el valor máximo que aparece es de 69 dB en la promoción P.V.12 no lo tomamos en consideración por considerarlo anormalmente extraño y entendemos que debe existir algún error de cálculo o de trasposición de los datos.

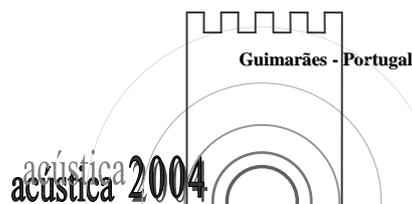


valores el máximo es 31 dB, el mínimo 28 Db y por tanto la diferencia es 3 dB. En las filas 4 y 5 se expone lo mismo para los términos de adaptación C y Ctr. De estos valores se desprende que para el grupo de masa 69 kg.m^{-2} , que es una partición de interiores constituida por tabique de ladrillo hueco sencillo de 40 mm de espesor, guarnecido y enlucido con un espesor de 15 mm por ambas caras dando la masa de 69, el valor del índice de aislamiento oscila entre 28 y 30 dB.

Para el grupo de 104 kg.m^{-2} de masa, que consta de un total de 44 muestras, y según se indicó anteriormente es una partición de interiores construido con ladrillo tabicón hueco doble, el valor máximo del índice de aislamiento R'_w de todas las promociones es 41 obtenido en la P.V.6 y en la P.V.7 y el mínimo es 31 dB que se obtuvo en la promoción P.V.15. Por lo tanto el valor del índice de aislamiento R'_w , para este tipo de construcciones oscila entre 31 y 41 dB. Se pueden observar los valores medios de las distintas promociones y se encuentra que el mínimo de estos valores medios corresponde a la promoción P.V.21 con un valor de 33,2 dB y el máximo en las promociones P.V.6 y P.V.10 con un valor de 38,8. El valor medio de los valores medios de todas las promociones que componen este grupo es 36,6 dB. Dado que el número de muestras (44) es bastante elevado, para este tipo de experiencias, podemos esperar que los valores que se obtengan cuando se efectúe una construcción de estas características se aproxime a un valor de 36 dB. Otra tipología constructiva de la que disponemos un número de datos significativo es la de masa 250 kg.m^{-2} con valores de tres promociones distintas la P.V.11 y P.V.14 compuesta de 1/2 pie de ladrillo semimacizo y la P.V.13 compuesta con bloque de hormigón. Aquí se encuentra que los valores obtenidos para el semimacizo son considerablemente superiores a los obtenidos para el bloque de hormigón. El valor medio de los valores medios de estas dos promociones es próximo a 45 dB mientras que el valor medio para la otra promoción no supera los 40 dB. Entonces al efectuar una construcción con ladrillo semimacizo podemos esperar un valor de aislamiento de en torno a 45 dB y podemos decir que para el bloque de hormigón el valor esperado estará cerca de los 40dB.El valor medio del aislamiento para los cerramientos de 140 kg.m^{-2} , con un total de 15 muestras, cuya composición constructiva es a base de T.H.D. de espesor 9 cm guarnecido y enlucido aporta un índice de aislamiento de aproximadamente 34 dB.

Tabla 3 – Estadística de los valores de aislamiento para cerramientos agrupados por su masa

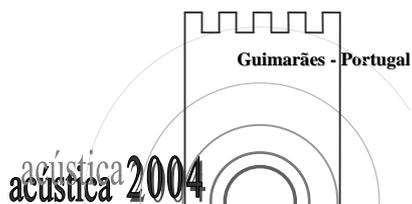
Masa = 69 kg.m-2							Masa = 242 kg.m-2						
PROM.	Nº Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF	PROM.	Nº Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF
P.V.19	4	30,0	1,4	31	28	3	P.V.18	6	44,3	2,1	48	42	6
R'_w							R'_w						
C	4	-0,8	0,5	0	-1	1	C	6	-1,0	0,6	0	-2	2
Ctr	4	-2,3	0,5	-2	-3	1	Ctr	6	-3,8	1,2	-2	-5	3
Tot = 4							Tot = 6						
Masa = 104 kg.m-2							Masa = 250 kg.m-2						
P.V.2	Nº Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF	P.V.11	Nº Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF
R'_w	8	36,9	1,7	39	33	6	R'_w	4	45,5	1,3	47	44	3
C	8	-1,0	0,5	0	-2	2	C	4	-1,0	0,0	-1	-1	0
Ctr	8	-3,6	0,9	-3	-5	2	Ctr	4	-3,5	0,6	-3	-4	1
P.V.6	Nº Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF	P.V.13	Nº Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF
R'_w	3	38,3	2,5	41	36	5	R'_w	12	39,9	2,7	36	27	2
C	3	-1,3	0,6	-1	-2	1	C	12	-0,8	0,6	0	-2	2



Ctr	3	-4,0	1,7	-3	-6	3	Ctr	12	-3,3	0,8	-2	-5	3
P.V.7 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF	P.V.14 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF		
R _w '	6	37,8	3,2	41	32	9	R _w '	6	44,7	1,5	47	43	4
C	6	-1,5	0,5	-1	-2	1	C	6	-1,2	0,4	-1	-2	1
Ctr	6	-3,5	0,8	-2	-4	2	Ctr	6	-4,2	1,2	-3	-6	3
P.V.10 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF	Tot =22							
R _w '	6	38,8	1,0	40	38	2	Masa = 260 kg.m-2						
C	6	-1,2	0,4	-1	-2	1	P.V.3 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF	
Ctr	6	-3,5	0,5	-3	-4	1	R _w '	4	47,5	2,9	50	45	5
P.V.15 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF	C	4	-3,0	1,6	-1	-5	4	
R _w '	16	34,8	1,9	38	31	7	Ctr	4	-9,0	3,2	-6	-13	7
C	16	-0,8	1,2	0	-5	5	Tot = 4						
Ctr	16	-2,7	1,1	-1	-4	3	Masa = 364 kg.m-2						
P.V.21 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF	P.V.17 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF		
R _w '	5	33,2	0,4	34	33	1	R _w '	5	47,0	1,4	48	45	3
C	5	-0,4	0,5	0	-1	1	C	5	-1,0	0,0	-1	-1	0
Ctr	5	-2,8	0,8	-2	-4	2	Ctr	5	-3,2	0,8	-2	-4	2
Tot =44							Tot =5						
Masa = 140 kg.m-2							Masa = 447 kg.m-2						
P.V.16 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF	P.V.20 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF		
R _w '	15	34,3	1,5	38	32	6	R _w '	2	49,0	0,0	49	49	0
C	15	-0,6	0,5	0	-1		C	2	-1,0	0,0	-1	-1	0
Ctr	15	-2,4	0,6	-2	-4		Ctr	2	-3,5	0,7	-3	-4	1
Tot =15							Tot =2						
Masa = 200 kg.m-2													
P.V.5 N° Val.	V.MED	DES	MAX	MIN	DIF								
R _w '	5	43,6	1,8	46	41	5							
C	5	-1,2	1,6	0	-4	4							
Ctr	5	-4,4	2,6	-3	-9	6							
Tot =5													

4. 2 Análisis de valores de cerramientos horizontales (forjados) agrupados por su masa

Haciendo un análisis semejante al de particiones verticales para el caso de los forjados, hemos construido la Tabla 4. En esta tabla aparecen los valores del aislamiento a ruido aéreo para un total de 52 muestras medidas en 14 promociones y agrupadas, por el valor de su masa, en 9 grupos siendo la más ligera de 250 kg.m⁻² y la más pesada de 465 kg.m⁻². El grupo con mayor número de muestras es el correspondiente 350 kg.m⁻² con 12 muestras de tres promociones siendo el núcleo de la composición constructiva: bovedilla de 210 mm, capa de compresión de 40 mm mortero y terrazo o material gresificado. Pueden existir pequeñas variaciones de una a otra promoción pero la masa total que se indicaba en el proyecto era de 350 kg.m⁻². El valor máximo es 51 y el mínimo 41 dB y el valor medio de los valores medios de las tres promociones está en torno a 45 dB. Aquí cabe destacar que los valores obtenidos en la promoción P.V. 29 son sensiblemente menores que las otras dos. El grupo siguiente por el número de muestras es el de 250 kg.m⁻² con 10 muestras y la composición constructiva son pequeñas variaciones respecto de la que indicamos anteriormente que sin entrar en mucho detalle es semivigueta con bovedilla de 250 mm y capa de compresión de 40 ó 50 mm, en unos casos con parquet pegado para la de 50



mm y en otras con capa de compresión de 40 mm con mortero y guarnecido y enlucido dando un total en todos los casos de 250 kg.m⁻². Los valores medios de los índices de aislamiento de las 2 promociones que la componen son 47,8 y 45 dB y por tanto el valor medio total está próximo a los 46 dB. El máximo es de 49 y el mínimo de 41 dB.

Tabla 4 – Estadística de los valores de aislamiento para cerramientos horizontales agrupados por su masa

PROM.	Masa = 250						Masa = 448						
P.V.1	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	P.V.4	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF
R'w	4	47,8	0,5	48	47	1	R'w	4	51,0	0,8	52	50	2
C	4	-1,8	0,5	-1	-2	1	C	4	-1,3	0,5	-1	-2	1
Ctr	4	-4,8	1,258	-3	-6	3	Ctr	4	-5,0	0,8	-4	-6	2
Total =	10						Total =	4					
P.V.25	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	Masa = 450						
R'w	6	45,0	3,4	49	41	8	P.V.8	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF
C	6	-0,7	0,5	0	-1	1	R'w	3	51,0	1,0	52	50	2
Ctr	6	-2,8	1,5	-1	-5	4	C	3	-0,7	0,6	0	-1	1
Total =	10						Ctr	3	-2,7	0,6	-2	-3	1
P.V.30	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	P.V.12	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF
R'w	3	52,7	0,6	53	52	1	R'w	4	59,5	9,1	69	48	21
C	3	-1,3	0,6	-1	-2	1	C	4	-1,5	0,6	-1	-2	1
Ctr	3	-5,3	1,2	-4	-6	2	Ctr	4	-5,0	1,4	-4	-7	3
Total =	3						Total =	7					
P.V.24	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	Masa = 465						
R'w	2	45,0	2,8	47	43	4	P.V.9	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF
C	2	-0,5	0,7	0	-1	1	R'w	2	49,5	2,1	51	48	3
Ctr	2	-2,0	1,4	-1	-3	2	C	2	-0,5	0,7	0	-1	1
Total =	2						Ctr	2	-3,0	0,0	-3	-3	0
P.V.28	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	Total =	2					
R'w	3	47,7	0,6	48	47	1	Masa -						
C	3	-1,0	0,0	-1	-1	0	P.V.31	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF
Ctr	3	-4,0	0,0	-4	-4	0	R'w	3	50,3	1,2	51	49	2
Total =	3						C	3	-0,7	0,6	0	-1	1
P.V.26	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	Ctr	3	-3,3	1,5	-2	-5	3
R'w	4	49,0	0,8	50	48	2	Total =	3					
C	4	-1,3	0,5	-1	-2	1	Masa -						
Ctr	4	-4,0	1,2	-3	-5	2	P.V.32	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF
Total =	12						R'w	6	46,5	2,7	49	47	2
P.V.P.27	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	C	6	-1,0	0,0	-1	-1	0
R'w	5	48,4	2,7	51	44	7	Ctr	6	-3,8	1,2	-2	-5	3
C	5	-1,0	0,0	-1	-1	0	Total =	6					
Ctr	5	-4,6	1,3	-4	-7	3	Masa = 320						
Total =	12						P.V.24	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF
P.V.29	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	R'w	2	45,0	2,8	47	43	4
R'w	3	41,7	0,6	42	41	1	C	2	-0,5	0,7	0	-1	1
C	3	-0,7	0,6	0	-1	1	Ctr	2	-2,0	1,4	-1	-3	2
Ctr	3	-2,7	0,6	-2	-3	1	Total =	2					
Total =	12						Masa = 330						
P.V.28	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	P.V.28	Nº Val.	V.MED.	DES <td>MAX</td> <td>MIN</td> <td>DIF</td>	MAX	MIN	DIF
R'w	3	47,7	0,6	48	47	1	R'w	3	47,7	0,6	48	47	1
C	3	-1,0	0,0	-1	-1	0	C	3	-1,0	0,0	-1	-1	0
Ctr	3	-4,0	0,0	-4	-4	0	Ctr	3	-4,0	0,0	-4	-4	0
Total =	3						Total =	3					
P.V.26	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	Masa = 350						
R'w	4	49,0	0,8	50	48	2	P.V.26	Nº Val.	V.MED.	DES <td>MAX</td> <td>MIN</td> <td>DIF</td>	MAX	MIN	DIF
C	4	-1,3	0,5	-1	-2	1	R'w	4	49,0	0,8	50	48	2
Ctr	4	-4,0	1,2	-3	-5	2	C	4	-1,3	0,5	-1	-2	1
Total =	12						Ctr	4	-4,0	1,2	-3	-5	2
P.V.P.27	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	Total =	12					
R'w	5	48,4	2,7	51	44	7	Masa = 350						
C	5	-1,0	0,0	-1	-1	0	P.V.26	Nº Val.	V.MED.	DES <td>MAX</td> <td>MIN</td> <td>DIF</td>	MAX	MIN	DIF
Ctr	5	-4,6	1,3	-4	-7	3	R'w	4	49,0	0,8	50	48	2
Total =	12						C	4	-1,3	0,5	-1	-2	1
P.V.29	Nº Val.	V.MED.	DES	MAX	MIN	DIF	Ctr	4	-4,0	1,2	-3	-5	2
R'w	3	41,7	0,6	42	41	1	Total =	12					
C	3	-0,7	0,6	0	-1	1	Masa = 350						
Ctr	3	-2,7	0,6	-2	-3	1	P.V.26	Nº Val.	V.MED.	DES <td>MAX</td> <td>MIN</td> <td>DIF</td>	MAX	MIN	DIF
Total =	12						R'w	4	49,0	0,8	50	48	2



5. CONCLUSIONES MÁS SIGNIFICATIVAS

De los valores obtenidos en las experiencias realizadas, se puede deducir con cierta aproximación los valores de aislamiento que previsiblemente podremos esperar, una vez efectuada la construcción, cuando se proyecten cerramientos de composiciones constructivas similares a los expuestos en este trabajo y creemos que ello es particularmente importante para los profesionales de la construcción, especialmente los arquitectos. También cabe señalar que aun realizando cerramientos con semejante composición constructiva se encuentran diferencias significativas que, a nuestro juicio, tiene que ser debidas principalmente la mejor o peor ejecución y a la realización de alguna obra en el propio cerramiento para la configuración de las instalaciones eléctricas de fontanería o de calefacción u otras más específicas.

REFERENCIAS

- [1] J. González; A. Pérez; J.I. Sánchez; F. Montoya; M. Herráez; M. San Juan. *Análisis comparativo del aislamiento acústico producido por cerramientos de construcción habitual*. Revista de Acústica. Vol XXVIII. ; pp. 55-57 ; España 1997.
- [2] M. T. Lorenzana; S. Feijoo; J. González. *Valores del aislamiento acústico a ruido aéreo de distintos cerramientos "in situ"*. Montajes e Instalaciones. Nº 316, abril 1998; pp.69-74.
- [3] T. Lorenzana; M. D. Salgado; J. González; M. Machimbarrena; M. Brünbeck . *Estudio comparativo del aislamiento proyectado frente al medido "in situ"*. Montajes e Instalaciones. Nº 349, Abril 2001; pp.83-88.
- [4] J. González; M. Machimbarrena; M. T. Lorenzana; D. García. *Análisis comparativo del aislamiento acústico en medianeras y forjados: valores de los índices R' y R_w'* Montajes e Instalaciones. Nº 378, Diciembre 2003; pp. 42-48.