

## LA NUEVA NORMA UNE EN ISO 16283-1:2014 PARA ENSAYOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO “IN SITU” A RUIDO AÉREO. PRINCIPALES CAMBIOS Y NOVEDADES EN LA METODOLOGÍA DE ENSAYO

PACS: 43.15+s

Espinel Valdivieso, Ana; Martín Erdozain, M<sup>a</sup> Isabel; Arenaz Gombau, Ángel  
AUDIOTEC Ingeniería Acústica S.A.  
C/ Juanelo Turriano, 4. Parque Tecnológico de Boecillo.  
47151 BOECILLO (Valladolid), España.  
Tel: 00 34 983 361 326  
Fax: 00 34 983 361 327  
E-Mail: [info@audiotec.es](mailto:info@audiotec.es) Web: [www.audiotec.es](http://www.audiotec.es)

### ABSTRACT

ISO 16283-1:2014 [1] standard, published recently in Spain as UNE EN ISO 16283-1:2014 (September 2014), replaces ISO 140-4 [2], and defines the test methodology and calculation of the in-situ airborne sound insulation properties of buildings. Significant changes are introduced by this standard, which require specific analysis and will be presented in this communication. The implementation's results of three trials by various procedures specified in both standards help you see the impact that this change will present in the overall values of standardized level difference.

### RESUMEN

La norma ISO 16283-1:2014 [1], recientemente publicada en España como UNE EN ISO 16283-1:2014 (Septiembre de 2014), reemplaza a la norma ISO 140-4 [2], y define la metodología de ensayo y cálculo de las propiedades de aislamiento acústico en mediciones “in situ” para ruido aéreo. Esta norma introduce cambios importantes que requieren un análisis específico, los cuales se exponen en la presente comunicación. Los resultados obtenidos en la realización de ensayos a tres casuísticas diferentes mediante la utilización de los distintos métodos de ensayo contemplados en ambas normas, ayudarán a ver las consecuencias que este cambio presentará en los resultados del valor global de la diferencia de niveles normalizada.

### 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos principales del Comité ISO TC43 / SC2, es conseguir proteger de manera adecuada al usuario frente al ruido percibido en su vivienda. Las quejas sistemáticas recibidas por parte de ciudadanos de países como Alemania, Bélgica, Noruega, ... sobre la percepción de ruido de baja frecuencia en sus viviendas ha fomentado la idea de revisar la normativa actual con el fin de adecuarla a las necesidades de la Comunidad Europea.

Actualmente se está debatiendo la actualización de la norma ISO 717 [3], partes 1 y 2, y especialmente en lo relativo a la exigencia o no de determinar los valores de aislamiento acústico global considerando los valores de aislamiento acústico medidos para las bandas de

tercio de octava inferiores a 100 Hz. La nueva propuesta, ISO 16717, está en proceso de redacción y sustituirá a la actual ISO 717.

Adelantándose a la actualización de esta norma, ha surgido la serie ISO 16283 para dar cobertura a esta posible necesidad, aportando en su parte 1 (ISO 16283-1) procedimientos específicos para la medida del aislamiento acústico “in situ” a ruido aéreo para las bandas de 50Hz, 63 Hz y 80 Hz.

Las aportaciones y cambios que introduce esta norma ISO 16283-1 frente a la norma ISO 140-4, se exponen en esta ponencia. Con la finalidad de realizar una comparativa completa y práctica, se ha procedido también a realizar ensayos, en tres tipos de casuísticas reales (entre recintos con distintas configuraciones y volúmenes), mediante la utilización de los diferentes procedimientos de medida que contemplan ambas normas.

Utilizando los resultados conseguidos en los diferentes ensayos, se enunciarán las conclusiones de esta comparativa y se enfocarán las posibles consecuencias que estas modificaciones y los nuevos procedimientos pueden repercutir en el resultado global del aislamiento acústico a ruido aéreo.

## 2. COMPARATIVA DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN

Se procede con una comparativa entre ambas normas de ensayo, describiendo en las siguientes tablas los principales cambios y adiciones que aporta la Norma ISO 16283-1 frente a la Norma ISO 140-4.

Los parámetros y procedimientos que no se muestran en esta comparación, se estiman que no han sufrido cambios con respecto a la norma ISO 140-4.

ASPECTOS GENERALES		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-4</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Titulo	Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición “in situ” del aislamiento al ruido aéreo entre locales.	Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
Volúmenes de los recintos donde puede aplicarse	Aplicación principalmente a recintos con volúmenes inferiores a 250 m <sup>3</sup> (ISO 140-14)	Aplicable a recintos entre 10 m <sup>3</sup> y 250 m <sup>3</sup>
Condiciones de campo acústico	Debe ser campo sonoro difuso.	Puede o no aproximarse a un campo difuso.
CALIDAD EN LA MEDIDA		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-4</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Incertidumbre de medida	No especificado	Según la Norma ISO 12999-1
Calibración de la cadena de medida	Antes de cada medición.	Al principio y al final de cada sesión de mediciones y al menos al principio y al final de cada día de mediciones. Si la diferencia de dos comprobaciones consecutivas es mayor a 0,5 dB, se rechazan los resultados obtenidos dentro de ese intervalo.
TÉRMINOS Y DEFINICIONES		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Definiciones nuevas	-	L <sub>Esquina</sub> : Nivel de presión acústica de esquina en un recinto. L <sub>LF</sub> : Nivel de presión acústica de baja frecuencia promediado energéticamente en un recinto.

INSTRUMENTACIÓN		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-4</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Referencia normativa	- Precisión del equipo: Clase 0 o I según Normas CEI 60651 y CEI 60804	- Precisión del equipo: Clase 0 o I según la Norma IEC 61672-1 - Filtros según IEC 61260.
Verificación	No especifica periodicidad.	- Calibrador acústico: intervalos menores a 1 año. - Sistema de instrumentación: intervalos menores a 2 años. - Conjunto de filtros: intervalos menores a 2 años.
Frecuencia de calibración	No especificado	1 año el calibrador 2 años el sonómetro
Organismos responsables	No especificado	Laboratorio acreditado o autorizado a nivel nacional
MEDICIONES. GENERAL.		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-4</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Posición del técnico	No especificado	El operador decide si es conveniente estar presente en el recinto durante la medición.
Recomendación del uso de los protectores auditivos	No	Si, en el caso de medir presencialmente el nivel sonoro en el recinto emisor, y el tiempo de reverberación en el recinto receptor.
Generación de campo acústico	Entre bandas de tercio de octava adyacentes no debe haber una diferencia mayor a 6 dB en el recinto emisor.	Entre bandas de tercio de octava adyacentes no debe haber una diferencia mayor a 8 dB en el recinto emisor ( al menos por encima de 100 Hz)
Cualificación para la directividad de los altavoces	DI debe estar dentro de los límites de $\pm 2$ dB a $\pm 8$ dB en el rango de 630 Hz a 1000 Hz, y de $\pm 8$ dB para frecuencias de 1000 Hz a 5000 Hz.	DI debe estar dentro de $\pm 5$ dB para 800 Hz y $\pm 8$ dB para el rango de frecuencias de 1000 Hz a 5000 Hz.
Distancia del altavoz a la pared de separación	No menor a 0,5 m.	Al menos 1m.
Altura mínima del altavoz con respecto al recinto superior	No se especifica	1m.
Requisitos particulares de la posición del micrófono	No proporcionado	No debe haber dos posiciones de micrófono en el mismo plano con respecto a los límites del recinto y las posiciones no deben estar en una retícula regular.
¿Requisito particular cuando la superficie del área común sea menor a 10m <sup>2</sup> ?	S es el área de la partición común a ambos recintos y será el max.(S, $V/7,5$ ), donde V es el volumen.	No se especifica
Tiempo de reverberación	- Medido según Norma ISO 354	- Medido según Norma ISO 3382-2 e ISO 18233.
Directrices adicionales para posiciones de medida	- Vienen a modo informativo en la norma 140-14	En el Anexo C se aportan a modo informativo directrices adicionales.
MEDIDA CON UN ALTAVOZ Y UN MICROFONO		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-4</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Medición realizada con un altavoz y un micrófono (incluso con rotación del eje)	Los niveles son medidos en el recinto emisor y receptor para cada posición de altavoz (mínimo 2), promediándose todos los resultados obtenidos en cada recinto para calcular el DnT.	Se realizará la medida de DnT o R' para cada posición de altavoz y posteriormente se realizará el sumatorio con la expresión (6) o (7) definidas en la Norma ISO 16283-1.

MEDIDA CON BARRIDO MANUAL		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-4</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Medida con movimiento manual	No proporcionada.	Proporciona 4 tipos de movimientos manuales
Modalidad de medida adicional	-	Añade 4 modos de medición con equipos de mano (barrido circular, helicoidal, tipo cilindro, tres semicírculos)
MEDIDAS DE BAJA FRECUENCIA		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-4</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Medidas de 50,63 y 80 Hz	Procedimiento similar al utilizado para las mediciones por encima de 100Hz.	Procedimiento particular de baja frecuencia para recintos con volumen inferior a 25 m <sup>3</sup>
Medidas de esquina	No proporcionadas	Proporcionada para la medida de 50, 63 y 80 Hz y volumen del recinto inferior a 25 m <sup>3</sup> .
TIEMPO DE REVERBERACIÓN		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-4</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Rango de evaluación	No debe ser menor a 20 dB	El preferido es el de 20 dB
Operador presente en el recinto	Ninguna indicación	Indica que cada operador presente en la medición del nivel en el recinto receptor debe también estar presente en la medición del tiempo de reverberación.
Medida de 50, 63 y 80 Hz	Mismo procedimiento que para frecuencias más altas.	A bajas frecuencias y para recintos menores de 25 m <sup>3</sup> se mide sólo en la banda de octava de 63 Hz y se utiliza este valor para las bandas de tercio de octava de 50, 63 y 80 Hz.
INFORME DE ENSAYO		
<i>Cambios / adiciones</i>	<i>ISO 140-4</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Volumen de ambos recintos	No especifica	Calculado al metro cúbico más cercano.
Descripción del procedimiento de la medición a baja frecuencia	No proporcionado	Proporcionado
Procedimiento de evaluación del campo difuso	Proporcionado ( anexo A punto A.5 140-14)	No proporcionado
Medida de las transmisiones indirectas.	Proporcionado ( anexo C, 140-4)	No prevista

Tabla 1. Diferencias entre ISO 16283-1 e ISO 140-4 / ISO 140-14

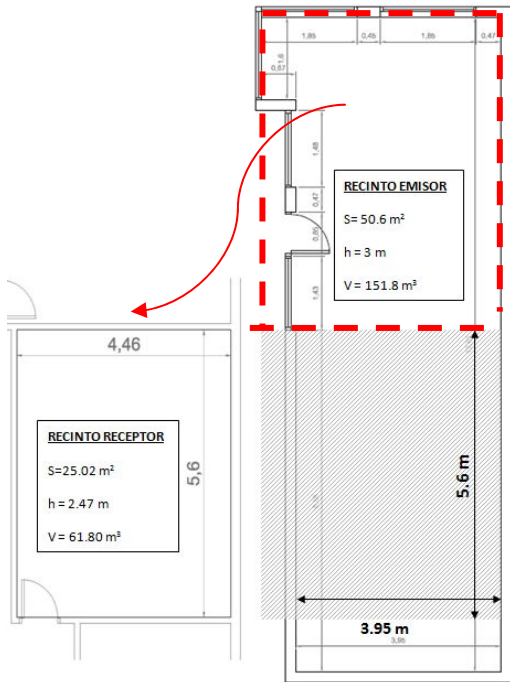
### 3. COMPARATIVA ENTRE NORMAS MEDIANTE SU APLICACIÓN A CASOS PRÁCTICOS

Se ha procedido a comparar de forma práctica el efecto que aporta la nueva normativa en el cálculo de la diferencia de nivel normalizada ( $D_{nT}$ ) cuando se amplía el rango de frecuencias de 50 Hz hasta 5000Hz. Nota: hay que tener en cuenta que esta ampliación del rango de frecuencias en la nueva normativa es opcional.

Se han seleccionado tres parejas de recintos: Tipología 1 recintos con cerramiento horizontal en común, Tipología 2 recintos con cerramiento vertical en común y ambos de recintos con un volumen superior a 25 m<sup>3</sup>, y por último la Tipología 3 con recintos con un cerramiento vertical en común, pero esta vez el recinto receptor tiene un volumen menor a 25 m<sup>3</sup>, cubriéndose así, las condiciones más comunes de recintos.

A continuación, se presenta una descripción visual de los recintos utilizados:

**TIPOLOGÍA ENSAYO 1: CERRAMIENTO HORIZONTAL COMÚN. RECINTOS CON VOLUMEN > 25 m<sup>3</sup>**

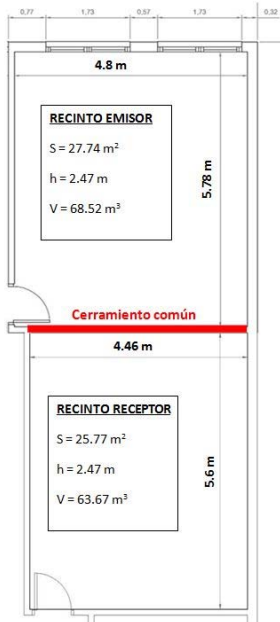


RECINTO EMISOR



RECINTO RECEPTOR

**TIPOLOGÍA ENSAYO 2: CERRAMIENTO VERTICAL COMÚN. RECINTOS CON VOLUMEN > 25 m<sup>3</sup>**



RECINTO EMISOR



RECINTO RECEPTOR

### TIPOLOGÍA ENSAYO 3: CERRAMIENTO VERTICAL. RECINTO RECEPTOR CON VOLUMEN <math> < 25 \text{ m}^3 </math>



RECINTO EMISOR



RECINTO RECEPTOR

Los procedimientos de medida empleados para la obtención de los resultados de han sido los siguientes:

- En todos los casos se ha empleado un altavoz y un micrófono debidamente calibrados y certificados.
- En todos los casos se ha generado un campo acústico empleando un único altavoz en dos posiciones distintas, cumpliendo las distancias mínimas a los límites del recinto, entre posiciones y con el altavoz. Se ha emitido ruido rosa garantizando que no presente diferencias mayores a las exigidas por cada norma entre bandas de tercio de octava adyacentes.
- Para la ejecución de mediciones según la Norma ISO 140-4 se emplearon posiciones fijas de micrófono, mientras que para la Norma ISO 16283-1 se realizaron los ensayos empleando cinco metodologías, una mediante posiciones fijas de micrófono y otras cuatro mediante las cuatro trayectorias de barrido manual que incorpora esta norma: tipo circular, tipo helicoidal, tipo cilíndrico y tres semicírculos.

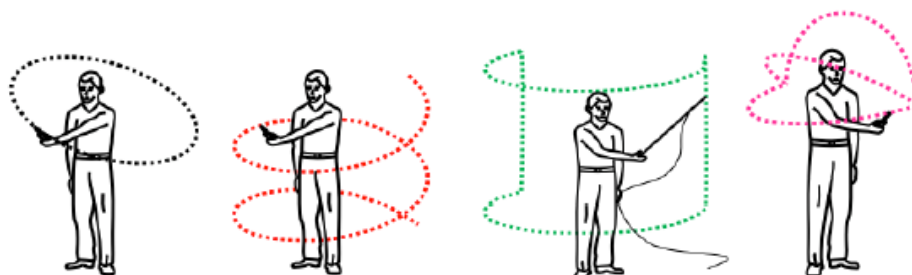


Fig.1. Tipos de trayectoria del barrido manual: circular, helicoidal, cilíndrica y tres semicírculos [5]

- Para las tres tipologías de ensayos, empleando posiciones fijas de micrófono, se registraron 10 valores de nivel de presión sonora en emisión y recepción, 5 por cada posición de altavoz, y tres valores para el ruido de fondo, con un tiempo promedio de 15 segundos.
- En las tres tipologías de ensayos, empleando barrido manual, se registró un valor para el nivel de presión sonora en emisión, recepción y ruido de fondo con un tiempo promedio de 60 segundos, realizando una trayectoria completa para cada tipo de barrido.
- Para la tipología de ensayo 3, se empleó el procedimiento de baja frecuencia para recintos con volumen menor a 25 m<sup>3</sup>, midiendo en cuatro esquinas del recinto el nivel de presión sonora de emisión, recepción y ruido de fondo durante un tiempo promedio de 15 segundos.
- Para las mediciones del tiempo de reverberación se utilizó el método de ruido interrumpido, colocando el altavoz en una esquina y haciendo dos medidas en cada una de las tres posiciones de micrófono seleccionadas. Se midió en el rango de 50Hz a 5000 Hz en tercios de octava, con la diferencia de medir además el tiempo de reverberación en octavas en el recinto receptor para la tipología de ensayo 3, ejecutando el procedimiento de baja frecuencia que exige la Norma ISO 16283-1.

En base a la realización de los cálculos especificados en cada Norma y utilizando los procedimientos descritos, anteriormente, los resultados obtenidos para la diferencia de nivel normalizada, DnT, así como su valor en función del rango de frecuencias empleado, son los mostrados en la siguiente tabla:

			DnT	D <sub>nTA 100-3150</sub>	D <sub>nTA 50-3150</sub>	D <sub>nTA 100-5000</sub>	D <sub>nTA 50-5000</sub>
ENSAYO 1: Cerramiento horizontal > 25 m <sup>3</sup>	UNE-EN ISO 140-4	Posiciones fijas (50 – 5000 Hz)	≥ 67	≥ 67 - 2 = ≥ 65 dBA	≥ 67 - 5 = ≥ 62 dBA	≥ 67 - 1 = ≥ 66 dBA	≥ 67 - 4 = ≥ 63 dBA
	UNE-EN ISO 16283-1 (50 – 5000 Hz)	Posiciones fijas	≥ 67	≥ 67 - 2 = ≥ 65 dBA	≥ 67 - 5 = ≥ 62 dBA	≥ 67 - 1 = ≥ 66 dBA	≥ 67 - 4 = ≥ 63 dBA
		CIRCULAR	≥ 66	≥ 66 - 2 = ≥ 64 dBA	≥ 66 - 4 = ≥ 62 dBA	≥ 66 - 1 = ≥ 65 dBA	≥ 66 - 3 = ≥ 63 dBA
		HELICOIDAL	≥ 65	≥ 65 - 2 = ≥ 63 dBA	≥ 65 - 5 = ≥ 60 dBA	≥ 65 - 1 = ≥ 64 dBA	≥ 65 - 4 = ≥ 61 dBA
		TIPO CILINDRO	≥ 66	≥ 66 - 2 = ≥ 64 dBA	≥ 66 - 5 = ≥ 64 dBA	≥ 66 - 1 = ≥ 65 dBA	≥ 66 - 4 = ≥ 62 dBA
	TRES SEMICIRCULOS	≥ 67	≥ 67 - 2 = ≥ 65 dBA	≥ 67 - 5 = ≥ 62 dBA	≥ 67 - 1 = ≥ 66 dBA	≥ 67 - 4 = ≥ 63 dBA	
ENSAYO 2: Cerramiento vertical > 25m <sup>3</sup>	UNE-EN ISO 140-4	Posiciones fijas (50 – 5000 Hz)	=52	52 - 5 = 47 dBA	52 - 7 = 45 dBA	52 - 4 = 48 dBA	52 - 6 = 46 dBA
	UNE-EN ISO 16283-1 (50 – 5000 Hz)	Posiciones fijas	=52	52 - 5 = 47 dBA	52 - 7 = 45 dBA	52 - 4 = 48 dBA	52 - 6 = 46 dBA
		CIRCULAR	=51	51 - 5 = 46 dBA	51 - 6 = 45 dBA	51 - 4 = 47 dBA	51 - 5 = 46 dBA
		HELICOIDAL	=52	52 - 4 = 48 dBA	52 - 6 = 46 dBA	52 - 3 = 49 dBA	52 - 5 = 47 dBA
		TIPO CILINDRO	=51	51 - 4 = 47 dBA	51 - 6 = 45 dBA	51 - 3 = 48 dBA	51 - 5 = 46 dBA
	TRES SEMICIRCULOS	=51	51 - 5 = 46 dBA	51 - 6 = 45 dBA	51 - 4 = 47 dBA	51 - 5 = 46 dBA	
ENSAYO 3: Cerramiento Vertical < 25m <sup>3</sup>	UNE-EN ISO 140-4	Posiciones fijas (50 – 5000 Hz)	=44	44 - 2 = 42 dBA	44 - 3 = 41 dBA	44 - 1 = 43 dBA	44 - 2 = 42 dBA
	UNE-EN ISO 16283-1 (50 – 5000 Hz)	Posiciones fijas	=44	44 - 2 = 42 dBA	44 - 3 = 41 dBA	44 - 1 = 43 dBA	44 - 2 = 42 dBA
		CIRCULAR	=44	44 - 2 = 42 dBA	44 - 2 = 42 dBA	44 - 1 = 43 dBA	44 - 2 = 42 dBA
		HELICOIDAL	=44	44 - 2 = 42 dBA	44 - 3 = 41 dBA	44 - 1 = 43 dBA	44 - 2 = 42 dBA
		TIPO CILINDRO	=45	45 - 2 = 43 dBA	45 - 3 = 42 dBA	45 - 1 = 44 dBA	45 - 2 = 43 dBA
	TRES SEMICIRCULOS	=45	45 - 2 = 43 dBA	45 - 3 = 42 dBA	45 - 1 = 44 dBA	45 - 2 = 43 dBA	

Tabla 2. Comparación de resultados entre la diferencia de nivel normalizada y su global para los distintos procedimientos empleados.

#### 4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados expuestos anteriormente, se llega a las siguientes conclusiones:

- Los resultados de la diferencia de nivel normalizada, DnTw calculada entre 100 y 3150 Hz, y obtenida empleando los distintos procedimientos contemplados en cada norma estudiada, no difieren en más de 1 dB, para los tres tipos de ensayos realizados.

- La elección por parte del técnico de la ejecución de las mediciones a través de posiciones fijas de micrófono o de barrido manual, no tiene una gran trascendencia en el resultado obtenido de la diferencia de nivel normalizada debido a que los resultados globales varían a lo sumo 2 dB entre ellos.
- Al ampliar el rango de medida de 50 a 3150 Hz, los resultados globales de aislamiento acústico disminuyen entre 1 y 3 dB respecto a los resultados obtenidos en el rango entre 100 y 3150 Hz.
- Por otra parte, al ampliar el rango de frecuencias en alta frecuencia, se observa que el valor global también disminuye pero lo hace en menor medida (entre 0 y 1 dB).
- Este cambio normativo en el procedimiento de medida del aislamiento acústico “in situ” a ruido aéreo, tendrá consecuencias positivas para los residentes de las viviendas cuando se obligue a medir en el rango de frecuencias de 50Hz a 5000Hz, pero requerirá un esfuerzo mucho mayor por parte de todos los agentes del sector de la construcción para llegar a conseguir el cumplimiento del nivel de aislamiento acústico exigido.

## 5. REFERENCIAS

- [1] ISO 16283-1:2014, *Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation.*
- [2] ISO 140-4:1998, *Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building Elements – Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms.*
- [3] ISO 717-1:2013, *Acoustics – rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Airborne sound insulation.*
- [4] Hopkins C, Turner P. *Field measurement of airborne sound insulation between rooms with non-diffuse sound fields at low frequencies.* Appl Acoust 2005;66:1339-82.