

Mayo 1999

TÍTULO

Acústica

Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción

Parte 7: Medición in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos

(ISO 140-7:1998)

Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors (ISO 140-7:1998).

Acoustique. Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction. Partie 7: Mesurage in situ de la transmission des bruits de choc par les planchers (ISO 140-7:1998).

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 140-7 de agosto 1998, que a su vez adopta íntegramente la Norma Internacional ISO 140-7:1998.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 74-040/7 de octubre 1984.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 74 *Acústica* cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 18783:1999

©AENOR 1999
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

23 Páginas

Grupo 16

ICS 91.060.00;91.120.00

Descriptor: Acústica, edificio, suelo, ruido, aislamiento acústico, ensayo, medición in situ, ensayo acústico, medición acústica.

Versión en español

Acústica
Medición del aislamiento acústico en los edificios y
de los elementos de construcción
Parte 7: Medición in situ del aislamiento acústico
de suelos al ruido de impactos
(ISO 140-7:1998)

Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors (ISO 140-7:1998).

Acoustique. Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction. Partie 7: Mesurage in situ de la transmission des bruits de choc par les planchers (ISO 140-7:1998).

Akustik. Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen. Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden (ISO 140-7:1998).

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 1998-08-14. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquellas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

©1998 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

ANTECEDENTES

El texto de la Norma Internacional ISO 140-7:1998 del Comité Técnico ISO/TC 43 "Acústica", de la Organización Internacional de Normalización (ISO), ha sido adoptado como norma europea por el Comité Técnico CEN/TC 126 "Propiedades acústicas de los edificios y sus elementos de construcción", cuya Secretaría desempeña AFNOR.

Esta norma europea deberá recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de febrero de 1999, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de finales de febrero de 1999.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, los siguientes países están obligados a adoptar esta norma europea: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional ISO 140-7:1998 ha sido aprobado por CEN como norma europea sin ninguna modificación.

NOTA – Las referencias normativas europeas de las normas internacionales se relacionan en el anexo ZA (normativo).

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 140 especifica métodos de ensayo in situ para la medida de las propiedades de aislamiento a ruido de impactos de suelos de edificios mediante el uso de una máquina de impactos normalizada. El método es aplicable tanto a suelos desnudos como a suelos con recubrimientos.

Los resultados obtenidos se pueden utilizar para comparar las propiedades de aislamiento al ruido de impactos de suelos y para comparar el aislamiento acústico a ruido de impactos aparente de suelos con respecto a unos requisitos especificados.

NOTA 1 – Las medidas en laboratorio del aislamiento al ruido de impactos de suelos están recogidas en la Norma ISO 140-6.

NOTA 2 – Las medidas en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre forjado normalizado pesado están recogidas en la Norma ISO 140-8.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación las ediciones indicadas estaban en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

ISO 140-2:1991 – *Acústica. Medición del aislamiento acústico en edificios y en elementos de edificación. Parte 2: Determinación, verificación y aplicación de datos de precisión.*

ISO 140-3:1995 – *Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Mediciones en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo de elementos de construcción.*

ISO 354:1985 – *Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante.*

ISO 717-2:1996 – *Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos.*

CEI 60651:1979 – *Sonómetros.*

CEI 60804:1985 – *Sonómetros. Integradores-promediadores.*

CEI 60942:1991 – *Calibradores sonoros.*

CEI 61260:1995 – *Electroacústica. Filtros de banda de octava y fracciones. Filtros de banda de octava.*

3 DEFINICIONES

Para los fines de esta parte de la Norma ISO 140, se aplican las definiciones dadas en la Norma ISO 140-3 y las siguientes.

3.1 nivel medio de presión sonora en un recinto, L : Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el promedio temporal y espacial del cuadrado de la presión sonora, y el cuadrado de la presión sonora de referencia, tomando el promedio espacial sobre todo el recinto con la excepción de aquellas partes donde la radiación directa de la fuente sonora o el campo cercano de los límites del recinto (paredes, etc.) tengan una influencia significativa; se expresa en decibelios.

En la práctica, normalmente se miden los niveles de presión sonora L_j . En este caso L se determina mediante

$$L = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

donde los L_j son los niveles de presión sonora L_1 a L_n en n posiciones diferentes del recinto.

3.2 nivel de presión de ruido de impactos, L_i : Es el nivel de presión sonora medio de un tercio de octava en la sala receptora cuando el suelo bajo ensayo es excitado por la máquina de impactos normalizada; se expresa en decibelios.

3.3 nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L'_n : Es el nivel de presión de ruido de impactos L_i aumentado mediante un término de corrección, dado en decibelios, que es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el área de absorción equivalente medido A de la sala receptora y el área de absorción equivalente de referencia A_0 ; Se expresa en decibelios.

$$L'_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ dB} \quad (2)$$

donde $A_0 = 10 \text{ m}^2$.

3.4 nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, L'_{nT} : Es el nivel de presión de ruido de impactos L_i reducido mediante un término de corrección, dado en decibelios, que es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el tiempo de reverberación medido en el recinto receptor y el tiempo de reverberación de referencia T_0 ; se expresa en decibelios:

$$L'_{nT} = L_i - 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB} \quad (3)$$

NOTA 1 – Para viviendas T_0 es igual a 0,5 s.

NOTA 2 – La estandarización del nivel de ruido de impactos a un tiempo de reverberación de 0,5 s tiene en cuenta que en viviendas el tiempo de reverberación se ha visto que (casi independientemente del volumen y de la frecuencia) es igual a 0,5 s.

NOTA 3 – La estandarización del nivel de ruido de impactos al tiempo de reverberación de $T_0 = 0,5$ s es equivalente a estandarizar el nivel de ruido de impactos a un área de absorción de referencia de

$$A_0 = 0,32 V$$

donde

A_0 es el área de absorción de referencia, en metros cuadrados;
 V es el volumen del recinto receptor, en metros cúbicos.

3.5 reducción del nivel de ruido de impactos, $\Delta L'$: Es la diferencia, en decibelios, entre los niveles medios de presión acústica, en el recinto receptor antes y después de la instalación de, por ejemplo, un recubrimiento del suelo.

NOTA – Véase la Norma ISO 140-8 para más información.

4 EQUIPO

El equipo deberá cumplir con los requisitos del capítulo 5.

La máquina de impactos deberá cumplir los requisitos dados en el anexo A.

La precisión del equipo de medida del nivel sonoro deberá cumplir los requisitos de precisión clases 0 o 1 definidos en las Normas CEI 60651 y CEI 60804. Si el fabricante del equipo no especifica otra cosa, el sistema de medida completo incluyendo el micrófono deberá ser ajustado antes de cada medición utilizando un calibrador acústico que cumpla con los requisitos de precisión clase 1 definidos en la Norma CEI 60942. Para los sonómetros calibrados para medidas en campos acústicos de ondas planas progresivas se deberán aplicar las correcciones para campo sonoro difuso.

Los filtros deberán cumplir con los requisitos dados en la Norma CEI 61260.

El equipo de medida para el tiempo de reverberación deberá cumplir con los requisitos dados en la Norma ISO 354.

NOTA – Para la evaluación de patrones (ensayo de modelo) y ensayos de verificación periódica de los sonómetros se recomiendan los procedimientos dados en OIML R58^[1] y OIML R88^[2].

5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y EVALUACIÓN

5.1 Generalidades

Las medidas in situ del aislamiento a ruido de impactos de suelos deberán hacerse en tercios de octava a menos que antes se haya convenido realizar las mediciones en bandas de octava. Cuando los resultados de las medidas por octavas sean convertidos a magnitudes de un solo número, estos resultados no son directamente comparables con los obtenidos a partir de medidas en tercios de octavas, El procedimiento para la medición por bandas de octava viene especificado en el anexo B.

5.2 Generación del campo acústico

El ruido de impactos deberá ser generado por la máquina de impactos (véase el capítulo 4).

La máquina de impactos deberá ser colocada en al menos cuatro posiciones diferentes distribuidas de forma aleatoria sobre el suelo bajo ensayo. La distancia de la máquina de impactos a los bordes del suelo deberá ser de al menos 0,5 m. En el caso de suelos anisótropos (con nervaduras, vigas, etc.), puede ser necesario tomar más posiciones. La línea que forman las cabezas de los martillos debería formar 45° con la dirección de las nervaduras o las vigas.

Los niveles de presión de ruido de impactos pueden mostrar una dependencia temporal al comenzar a funcionar la máquina de impactos. En tal caso las medidas no deberían comenzar hasta que el nivel de ruido se haga estacionario. Si no se alcanzan condiciones estables después de 5 minutos, entonces las mediciones se deberían realizar durante un periodo de tiempo bien definido. El período de medición deberá registrarse.

Cuando los revestimientos bajo ensayo sean blandos la máquina de impactos normalizada debería cumplir los requisitos especiales dados en el anexo A. En el anexo A también se dan otros consejos con respecto al montaje de la máquina de impactos normalizada sobre suelos blandos.

5.3 Medición del nivel de ruido de impactos

5.3.1 Generalidades. Se obtiene el nivel de presión de ruido de impactos utilizando un solo micrófono trasladado de una posición a otra, o por un conjunto de micrófonos en posiciones fijas, o mediante un solo micrófono moviéndose u oscilando. Los niveles de presión sonora en las distintas posiciones de micrófono deberán ser promediados de forma energética [véase la ecuación (1)] para todas las posiciones de la máquina de impactos.

5.3.2 Posiciones de micrófono. Las siguientes distancias de separación son valores mínimos:

- 0,7 m entre posiciones de micrófono;
- 0,5 m entre cualquier posición de micrófono y los bordes de la sala o los difusores;
- 1,0 m entre cualquier posición de micrófono y el suelo superior que está siendo excitado por la máquina de impactos.

NOTA – Siempre que sea posible se deberían utilizar distancias mayores.

a) Posiciones de micrófono fijas

Se deberán utilizar un mínimo de cuatro posiciones fijas; deberán estar repartidas por todo el espacio permitido en la sala de medida.

b) Posiciones de micrófono móvil

Cuando se utilice un micrófono móvil, el radio de barrido deberá ser de al menos 0,7 m. El plano de giro deberá estar inclinado con objeto de abarcar una gran proporción del espacio permitido de la sala y no se encontrará en ningún plano con un ángulo de inclinación menor de 10° con respecto a cualquier superficie de la sala (paredes, suelo, techo). La duración de un período de giro no deberá ser inferior a 15 s.

5.3.3 Medición

a) Posiciones de micrófono fijas

El número **mínimo** de medidas utilizando un micrófono fijo es seis, y deberá utilizarse una combinación de al menos cuatro posiciones de micrófono y al menos cuatro posiciones de la máquina de impactos.

EJEMPLO Para dos posiciones de micrófono y dos de la máquina de impactos, se realizan mediciones para las cuatro combinaciones posibles. Para las otras dos posiciones de micrófono y dos de la máquina de impactos, se realizan las dos medidas restantes.

b) Posiciones de micrófono móvil

El número **mínimo** de medidas utilizando un micrófono móvil es cuatro (por ejemplo una medida por cada posición de la máquina de impactos).

Cuando se usen seis u ocho posiciones de la máquina de impactos, se pueden hacer medidas utilizando una o dos posiciones del micrófono móvil.

5.3.4 Tiempo de promediado. Para cada posición individual de micrófono, el tiempo de promediado deberá ser de al menos 6 s para cada banda de frecuencia con frecuencias centrales por debajo de los 400 Hz. Para bandas de frecuencias centrales superiores, se permite disminuir el tiempo a no menos de 4 s. Utilizando un micrófono móvil el tiempo de promediado deberá cubrir un número entero de vueltas y deberá ser de al menos 30 s. Con objeto de evitar alteraciones de la superficie debido a grandes periodos de funcionamiento de la máquina de impactos, los micrófonos móviles deberían utilizarse junto con mediciones en tiempo real y en paralelo en todas las bandas de filtrado.

5.4 Rango de frecuencias de las mediciones

El nivel de presión sonora deberá ser medido utilizando filtros de tercio de octava que tengan al menos las siguientes frecuencias centrales, en hercios:

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1 000	1 250
1 600	2 000	2 500	3 150		

Con objeto de obtener información adicional y obtener resultados comparables a las mediciones en laboratorio de acuerdo a la Norma ISO 140-6, se recomienda aumentar el rango de frecuencias de las medidas en tercios de octavas con las siguientes frecuencias centrales, en hercios:

4 000	5 000
-------	-------

Si se requiere información adicional en el rango de baja frecuencia, se utilizan filtros de un tercio de octava con las siguientes frecuencias centrales, en hercios:

50	63	80
----	----	----

En el anexo C se dan directrices para tales mediciones en las bandas de baja frecuencia.

5.5 Medición del tiempo de reverberación y evaluación del área de absorción equivalente

El término de corrección de la ecuación (2) que contiene el área de absorción equivalente se evalúa a partir del tiempo de reverberación medido según la Norma ISO 354 y determinado utilizando la fórmula de Sabine

$$A = \frac{0,16 V}{T} \quad (4)$$

donde

A es el área de absorción equivalente, en metros cuadrados;

V es el volumen de la sala receptora, en metros cúbicos;

T es el tiempo de reverberación, en segundos.

De acuerdo con la Norma ISO354, se inicia la evaluación del tiempo de reverberación a partir de la curva de caída de nivel alrededor de 0,1 s después de que la fuente sonora haya sido desconectada, o a partir de un nivel de presión sonora algunos decibelios por debajo del que había al principio de la caída. El rango de caída utilizado no debe ser ni inferior a 20 dB, ni tan grande que la caída observada no se pueda aproximar a una línea recta. El final de este rango de caída deberá ser al menos 10 dB sobre el nivel de ruido de fondo.

El número mínimo de mediciones requerido para cada banda de frecuencia es de seis caídas. Se deberá utilizar al menos una posición de altavoz y tres posiciones de micrófono con dos lecturas en cada caso. Se pueden utilizar micrófonos móviles que cumplan con los requisitos de 5.3.2 pero el tiempo por vuelta no deberá ser inferior a 30 s.

5.6 Corrección por ruido de fondo

Se deberán realizar mediciones del ruido de fondo para asegurar que las observaciones en la sala receptora no estén afectadas por ruidos ajenos tales como ruidos del exterior de los recintos de ensayo, o ruido eléctrico en el sistema de recepción. Para comprobar esta última condición, se reemplaza el micrófono por un micrófono inerte. Se debe tener cuidado de que el ruido aéreo producido por la máquina de impactos y transmitido a la sala receptora no afecte al nivel de presión de ruido de impactos en la sala receptora.

El nivel de ruido de fondo deberá ser de al menos 6 dB (y preferiblemente más de 10 dB) inferior al nivel combinado de la señal y el ruido de fondo. Si la diferencia de niveles es inferior a 10 dB pero superior a 6 dB, se calcula las correcciones al nivel de la señal de acuerdo a la ecuación (5)

$$L = 10 \lg \left(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10} \right) \text{ dB} \quad (5)$$

donde

L es el nivel de señal corregido, en decibelios;

L_{sb} es el nivel combinado de señal y ruido de fondo, en decibelios;

L_b es el nivel de ruido de fondo, en decibelios.

Si la diferencia de niveles es inferior o igual a 6 dB en cualquiera de las bandas de frecuencia, se utiliza la corrección 1,3 dB correspondiente a una diferencia de 6 dB. En este caso se indica en el informe claramente que los valores de L'_n dados son un límite de la medición [véase i) del capítulo 8].

6 PRECISIÓN

El procedimiento de medida deberá proporcionar una repetibilidad satisfactoria. Esto deberá determinarse de acuerdo con el método mostrado en la Norma ISO 140-2 y debería ser verificado periódicamente, particularmente cuando se realice algún cambio en el procedimiento o en la instrumentación.

7 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Para la presentación del aislamiento a ruido de impactos entre dos recintos de una edificación, se deberá dar el nivel de presión de ruido de impactos normalizado o estandarizado L'_n o L'_{nT} para todas las frecuencias de medida, con una cifra decimal, en forma tabular y de curva. Las gráficas, en el informe del ensayo deberán mostrar el valor en decibelios en función de la frecuencia en escala logarítmica, y se deberán utilizar las siguientes dimensiones:

- 5 mm para una banda de tercio de octava;
- 20 mm para cada 10 dB.

Es preferible el uso de un modelo de impreso de acuerdo con el anexo D. Es una versión reducida del informe de ensayo, y proporciona toda la información de importancia relativa al objeto de ensayo, procedimiento de ensayo y resultados del ensayo.

Cuando se calculen los valores de L'_n o L'_{nT} en bandas de octava, a partir de los valores en las bandas de tercios de octava, se deberán utilizar las siguientes ecuaciones:

$$L'_{n,\text{oct}} = 10 \lg \left(\sum_{j=1}^3 10^{L'_{n,1/3 \text{ oct},j}/10} \right) \text{ dB} \quad (6)$$

$$L'_{nT,\text{oct}} = 10 \lg \left(\sum_{j=1}^3 10^{L'_{nT,1/3 \text{ oct},j}/10} \right) \text{ dB} \quad (7)$$

Si se repite el procedimiento de ensayo, se deberá calcular la media aritmética de todos los resultados de medida para cada frecuencia.

9 INFORME DEL ENSAYO

El informe del ensayo deberá contener:

- a) una referencia a esta parte de la Norma ISO140;
- b) el nombre de la organización que ha realizado las mediciones;
- c) el nombre y la dirección de la organización o persona que ordenó el ensayo (cliente);
- d) la fecha del ensayo;
- e) la descripción e identificación de la edificación y de la disposición del ensayo;
- f) el volumen del recinto receptor;
- g) el nivel de ruido de impactos normalizado L'_n o el nivel de ruido de impactos estandarizado L'_{nT} en función de la frecuencia, lo que sea apropiado;
- h) breve descripción de los detalles del procedimiento y del equipo;
- i) indicaciones de los resultados que deben ser tomados como límites de la medida. Éstos deberán ser dados como L'_n o $L'_{nT} \leq \dots$ dB; Esto se deberá aplicar si el nivel de presión sonora relevante en cualquier banda no es medible a causa del ruido de fondo (acústico o eléctrico, véase 5.6);
- j) las transmisiones indirectas (si se han medido) de la misma forma que L'_n ; debería indicarse tan claramente como sea posible qué parte o partes del sonido transmitido están incluidos en la medida de las transmisiones indirectas.

Para la evaluación de un índice de valoración global a partir de la curva $L'_n(f)$ o $L'_{nT}(f)$, véase la Norma ISO 717-2. Se deberá indicar claramente que la evaluación se ha basado en un resultado obtenido mediante un método de campo.

ANEXO A (Normativo)

REQUISITOS DE LA MÁQUINA DE IMPACTOS

El equipo debe ser adecuado para cumplir con los requisitos del capítulo 5.

La máquina de impactos deberá tener cinco martillos situados en línea. La distancia entre los ejes de martillos vecinos deberá ser de (100 ± 3) mm.

La distancia entre el centro de los soportes de la máquina de impactos y las líneas centrales de martillos vecinos deberá ser de al menos 100 mm. Los soportes deberán estar equipados con pies aislantes de vibraciones.

El momento de cada martillo que golpea el suelo deberá ser igual al de una masa de 500 g que cae libremente desde una altura de 40 mm con unos límites de tolerancia para el momento de $\pm 5\%$. Como se ha de tener en cuenta la fricción en la guía del martillo, se debe asegurar que no sólo la masa del martillo y la altura de caída, sino también que la velocidad de la cabeza del martillo en el momento del impacto se encuentre dentro de los siguientes límites: la masa de cada martillo deberá ser de (500 ± 12) g de lo que se deduce que la velocidad del impacto deberá ser de 0,033 m/s siempre que se asegure que la masa del martillo se mantenga dentro de los límites reducidos de (500 ± 6) g.

La dirección de caída del martillo deberá ser perpendicular a la superficie de ensayo con un margen de $\pm 0,5^\circ$.

La parte del martillo que golpea el suelo deberá ser cilíndrica con un diámetro de $(30 \pm 0,2)$ mm. La superficie de impacto deberá ser de acero endurecido y esférica con un radio de curvatura de (500 ± 100) mm. La comprobación de estos requisitos se puede realizar de las siguientes maneras:

- a) La curvatura de la superficie de impacto se considera que cumple con las especificaciones si los resultados de las mediciones están dentro de las tolerancias dadas en la figura A.1 cuando se mueve un medidor sobre la superficie en al menos dos líneas perpendiculares entre sí, a través el punto central.

Las curvas de la figura A.1 describen una curvatura de 500 mm. La distancia entre las curvas es la menor que permite tanto radios de 400 mm como de 600 mm y que cae dentro de los límites de tolerancia. La precisión de la medida deberá ser de al menos 0,01 mm.

- b) La curvatura de las cabezas de los martillos puede ser ensayada utilizando un esferómetro con 3 apoyos comprendidos en un círculo de 20 mm de diámetro.

La máquina de impactos deberá ser autopropulsada. El tiempo medio entre impactos deberá ser de (100 ± 5) ms. El tiempo entre impactos sucesivos deberá ser de (100 ± 20) ms.

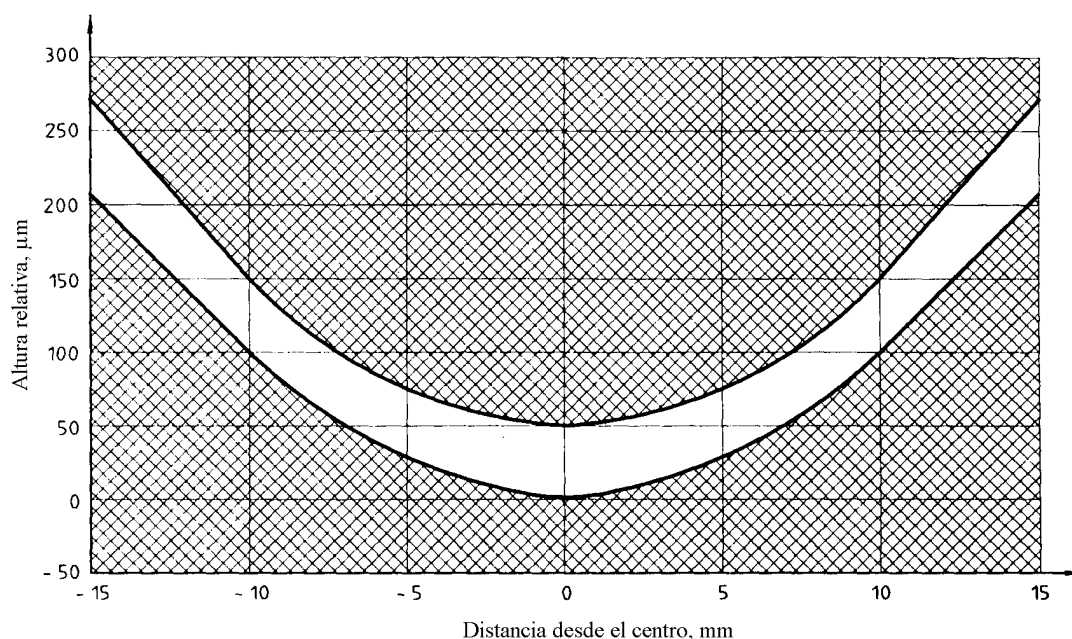
El tiempo entre el impacto y la elevación del martillo deberá ser inferior a 80 ms.

Para máquinas de impactos normalizadas que sean utilizadas en ensayos de aislamiento acústico de ruido de impactos de suelos con revestimientos blandos o superficies irregulares se debe asegurar que es posible que los martillos caigan al menos 4 mm por debajo del plano sobre el que descansan los soportes de la máquina de impactos.

Todos los ajustes de la máquina de impactos normalizada y las verificaciones de que cumple con los requisitos deberán llevarse a cabo sobre una superficie plana y dura y la máquina deberá ser usada en este estado sobre cualquier superficie de ensayo.

Si la superficie de ensayo se cubre con un revestimiento extremadamente blando o si la superficie es muy irregular de forma que no es posible que los martillos caigan los 40 mm necesarios hasta la superficie sobre la que descansan los soportes, se pueden utilizar calzos bajo los soportes para asegurarse una altura de caída correcta de 40 mm.

El cumplimiento de todos los requisitos deberá ser verificado regularmente bajo condiciones de laboratorio normalizadas. El ensayo deberá llevarse a cabo sobre una superficie de ensayo plana con una tolerancia de $\pm 0,1$ mm y horizontal con una tolerancia de $\pm 0,1^\circ$.



NOTA – La altura relativa en el centro se puede elegir libremente entre 0 µm y 50 µm para hacer que la curvatura de la cabeza del martillo encaje en el límite de tolerancia.

Fig. A.1 – Límites de tolerancia de la curvatura de las cabezas de los martillos

Algunos parámetros sólo necesitan medirse una vez a menos que la máquina de impactos sea modificada. Esto concierne a la distancia entre martillos, soportes de la máquina de impactos, diámetro de los martillos, masa de los martillos (a menos que las cabezas de los martillos sean retocadas), tiempo entre impactos y elevación y altura máxima posible de caída de los martillos.

La velocidad de los martillos, diámetro y curvatura de las cabezas de martillo, dirección de caída de los martillos y el tiempo entre impactos deberán verificarse regularmente.

La incertidumbre en las mediciones de verificación deberá ser como mucho el 20% de los valores de las tolerancias.

ANEXO B (Normativo)**PROCEDIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN DEL AISLAMIENTO
A RUIDO DE IMPACTOS EN BANDAS DE OCTAVA****B.1 Generalidades**

El procedimiento para la medición in situ del aislamiento a ruido de impactos entre salas en bandas de tercio de octava, se especifica en esta norma. Sin embargo, si las mediciones deben hacerse en bandas de octava, se deberá aplicar el procedimiento dado en este anexo.

B.2 Medición del nivel de ruido de impactos

Los detalles sobre los procedimientos de la medida tales como las posiciones de los micrófonos o recorridos de los micrófonos móviles, tiempo de promediado, y procedimientos de promediado espacial son los mismos que los especificados en 5.3.

B.3 Rango de frecuencias de interés

El nivel de presión sonora deberá ser medido utilizando filtros por bandas de octava con al menos las siguientes frecuencias centrales, en hercios:

125 250 500 1 000 2 000

Se recomienda aumentar el rango de frecuencias de la medida con el filtro de banda de octava de 4 000 Hz con objeto de obtener información adicional y obtener resultados comparables con los obtenidos en laboratorio según la Norma ISO 140-6. Si se requiere información adicional en el rango de las bajas frecuencias, entonces se debería usar un filtro de octavas centrado en 63 Hz. Cuando se realicen tales medidas en la banda de baja frecuencia, se debería seguir la guía del anexo C.

B.4 Medición del tiempo de reverberación y evaluación del área de absorción equivalente

Sígase el procedimiento dado en 5.5.

B.5 Corrección por ruido de fondo

Sígase el procedimiento dado en 5.6.

B.6 Precisión

Sígase los requisitos dados en el capítulo 6.

B.7 Expresión de los resultados

Para la exposición del aislamiento a ruido de impactos de los elementos separadores, se deberán dar los valores del nivel de presión sonora normalizado o estandarizado para todas las frecuencias de la medida, redondeados a un decimal, de forma tabular y en forma de curva. Las gráficas en el informe del ensayo deberán mostrar el valor en decibelios en función de la frecuencia en escala logarítmica, utilizando las siguientes dimensiones:

- 15 mm para una banda de octava;
- 20 mm para 10 dB.

Si se repite el ensayo, se deberá calcular la media aritmética de todos los resultados de las medidas para cada banda de frecuencia.

ANEXO C (Informativo)

GUÍA PARA LA MEDICIÓN EN BANDAS DE BAJA FRECUENCIA

C.1 Generalidades

En bandas de baja frecuencia (en general inferiores a 400 Hz y especialmente por debajo de los 100 Hz), no se deben esperar condiciones de campo difuso en los recintos de medida, especialmente cuando los volúmenes de los recintos sean de 50 m³ o menores. El requisito general por el que las dimensiones de la sala deberían ser de al menos una longitud de onda no puede cumplirse para las bandas de frecuencia más bajas. El pequeño número de modos del recinto en estas bandas es la causa de la formación de ondas estacionarias que se pueden encontrar por todo el espacio de la sala.

Con objeto de reducir la dispersión de los resultados medidos, es necesario realizar un esfuerzo adicional con respecto al muestreo del campo sonoro en la sala receptora y con los requisitos especiales que el recinto debe cumplir.

En recintos de pequeño volumen y dimensiones desfavorables, no siempre es posible obtener resultados fiables de las mediciones a baja frecuencia. Al menos una de las dimensiones de la sala debería ser de una longitud de onda y otra de al menos media longitud de onda de la frecuencia central de la banda más baja, y debería haber suficiente espacio para ubicar los micrófonos de acuerdo a todos los requisitos.

C.2 Distancias mínimas

Hacia los límites de la sala, y a distancias de éstos inferiores a aproximadamente un cuarto de longitud de onda, se observa un fuerte aumento del nivel de presión sonora. Las distancias mínimas de separación (véase 5.3.2) se deben ampliar linealmente, siendo dobladas para mediciones en la banda de 50 Hz. Para distancias entre las posiciones de micrófono y los extremos de la sala, el límite final debería ser de unos 1,2 m, aproximadamente.

C.3 Muestreo del campo acústico

Con objeto de obtener un promedio fidedigno de los niveles de presión sonora en todo el volumen de la sala, se debería ampliar el número de posiciones de micrófono. Las posiciones de micrófono se deberían distribuir de forma uniforme a lo largo de todo el volumen disponible de la sala. Si se utiliza un micrófono móvil deberían tomarse muestras en todo el espacio permitido uniformemente. A muy bajas frecuencias donde las dimensiones del recinto tienden a estar en el rango de media longitud de onda, en la parte central de la sala se dan niveles de presión sonora extremadamente bajos. En consecuencia, las posiciones de micrófono apropiadas se deberían encontrar fuera de esta área.

C.4 Tiempo de promediado

Debido a que el ancho de banda absoluto de los filtros y el solapamiento modal es más pequeño, los tiempos de promediado deberían aumentarse a no menos de 15 s para medidas en la banda de 50 Hz (unas tres veces más comparado con los requisitos para las mediciones a 100 Hz). Cuando se utilice un micrófono móvil, el tiempo de promediado no debería ser inferior a 60 s.

C.5 Tiempo de reverberación

A muy bajas frecuencias, los recintos de ensayo con superficies duras tienden a tener tiempos de reverberación largos. Esto se debería evitar para reducir el dominio de los modos individuales de la sala mediante el aumento del solapamiento modal. La absorción de la sala debería estar bien distribuida.

ANEXO D (Informativo)**MODELOS PARA LA EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Este anexo da ejemplos de modelos para la presentación de los resultados obtenidos por mediciones in situ del aislamiento a ruido de impactos de suelos (para bandas de un tercio de octava y bandas de octava).

Las curvas de valores de referencia mostrados en los modelos están tomadas de la Norma ISO 717-2. Se aplicará la última versión de esta norma. La curva de referencia debería ser complementada o al menos reemplazada por la curva de referencia desplazada según el procedimiento descrito en Norma ISO 717-2.

**Niveles de ruido de impactos normalizados según la Norma ISO 140-7
Medida in situ del aislamiento a ruido de impactos de suelos**

Cliente:

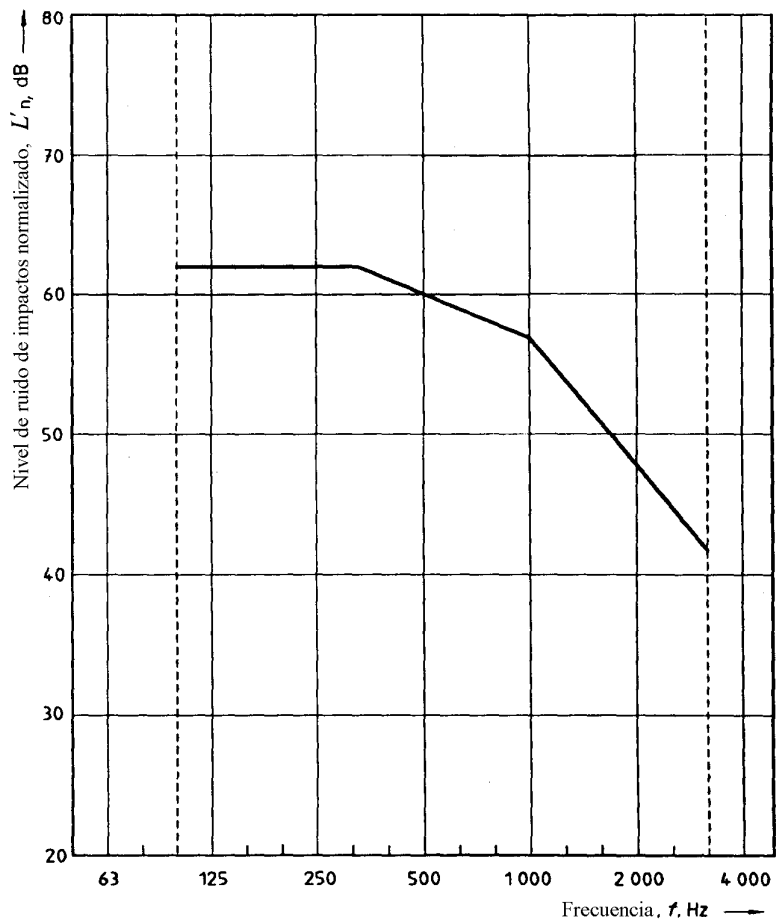
Fecha del ensayo:

Descripción e identificación de la edificación y disposición de ensayo:

Volumen del recinto receptor: m³

----- Rango de frecuencias según los valores
———— de la curva de referencia (ISO 717-2)

Frecuencia <i>f</i> Hz	<i>L'</i> _n (tercios de octava) dB
50 63 80	
100 125 160	
200 250 315	
400 500 630	
800 1000 1250	
1600 2000 2500	
3150 4000 5000	



Valoración según ISO 717-2:

*L'*_{n,w} (*C*₁) = () dB; *C*_{1,50-2500} = dB

Evaluación basada en resultados de la medida in situ obtenida en bandas de tercio de octava mediante un método de ingeniería

Número de informe:

Nombre del Instituto de ensayo:

Fecha:

Firma:

**Niveles de ruido de impactos normalizados según la Norma ISO 140-7
Medida in situ del aislamiento a ruido de impactos de suelos**

Cliente:

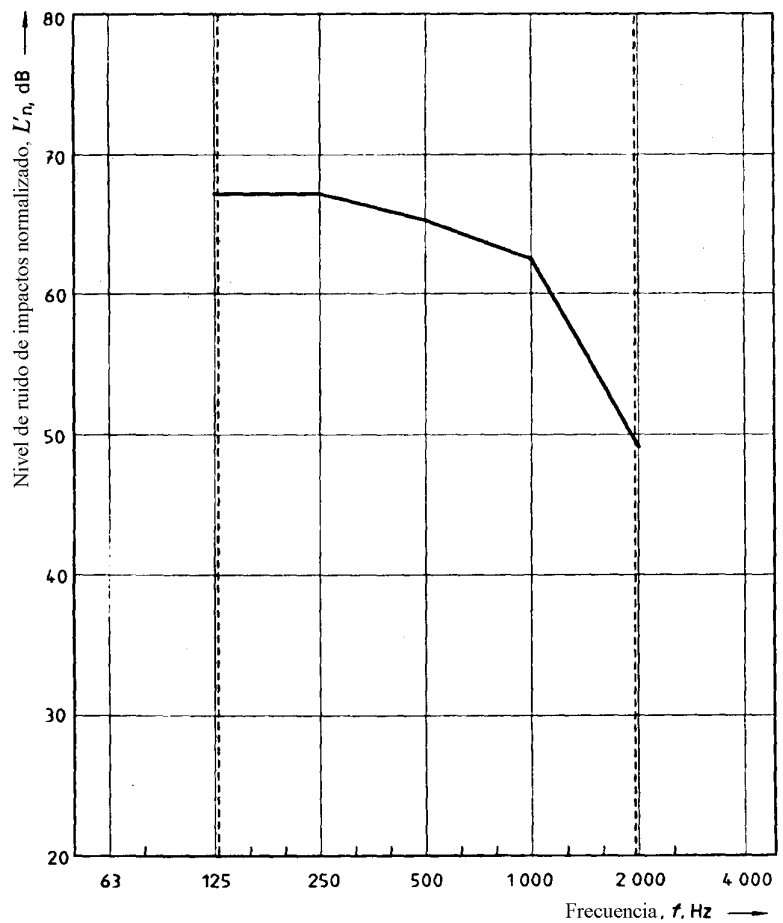
Fecha del ensayo:

Descripción e identificación de la edificación y disposición de ensayo:

Volumen del recinto receptor: m³

Frecuencia <i>f</i> Hz	<i>L'</i> _n (octavas) dB
63	
125	
250	
500	
1 000	
2 000	
4 000	

----- Rango de frecuencias según los valores
de la curva de referencia *L'*_{n,w} = 60 dB (ISO 717-2)



Valoración según ISO 717-2:

*L'*_{n,w} (*C*₁) = () dB; *C*_{1,63-2000} = dB

Evaluación basada en resultados de la medida in situ obtenida en bandas de octava mediante un método de ingeniería

Número de informe:

Nombre del Instituto de ensayo:

Fecha:

Firma:

**Niveles de ruido de impactos estandarizados según la Norma ISO 140-7
Medida in situ del aislamiento a ruido de impactos de suelos**

Cliente:

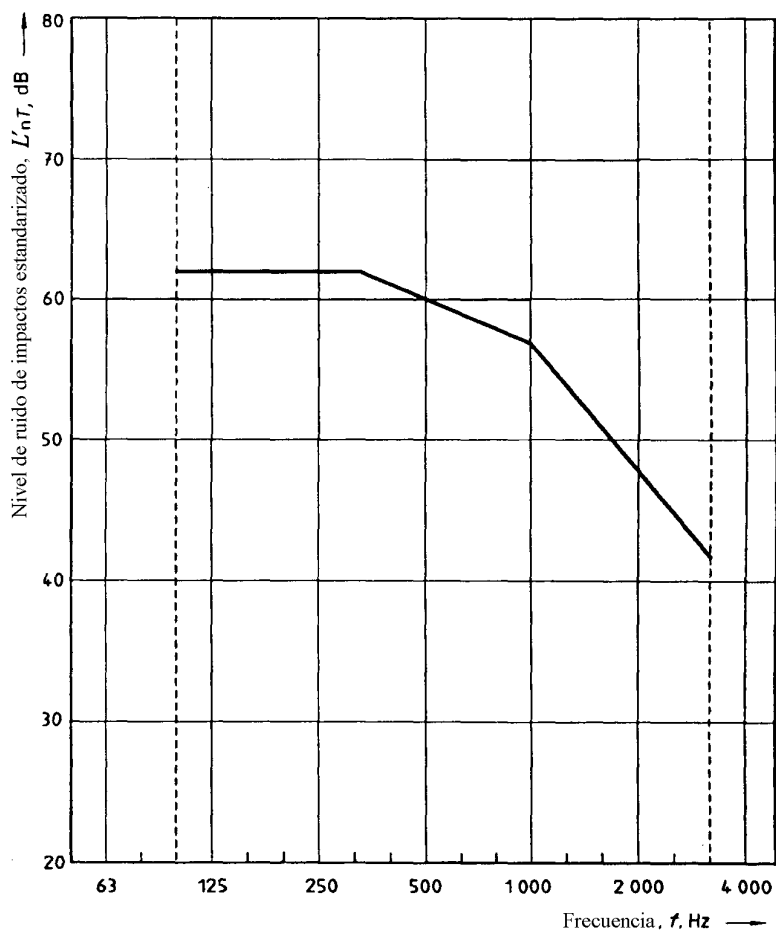
Fecha del ensayo:

Descripción e identificación de la edificación y disposición de ensayo:

Volumen del recinto receptor: m³

Frecuencia <i>f</i> Hz	<i>L'</i> _{nT} (tercios de octava) dB
50 63 80	
100 125 160	
200 250 315	
400 500 630	
800 1000 1250	
1600 2000 2500	
3150 4000 5000	

----- Rango de frecuencias según los valores
————— de la curva de referencia (ISO 717-2)



Valoración según ISO 717-2:

$L'_{nT,w} (C_i) =$ () dB; $C_{1,50-2500} =$ dB

Evaluación basada en resultados de la medida in situ obtenida en bandas de tercio de octava mediante un método de ingeniería

Número de informe:

Nombre del Instituto de ensayo:

Fecha:

Firma:

**Niveles de ruido de impactos estandarizados según la Norma ISO 140-7
Medida in situ del aislamiento a ruido de impactos de suelos**

Cliente:

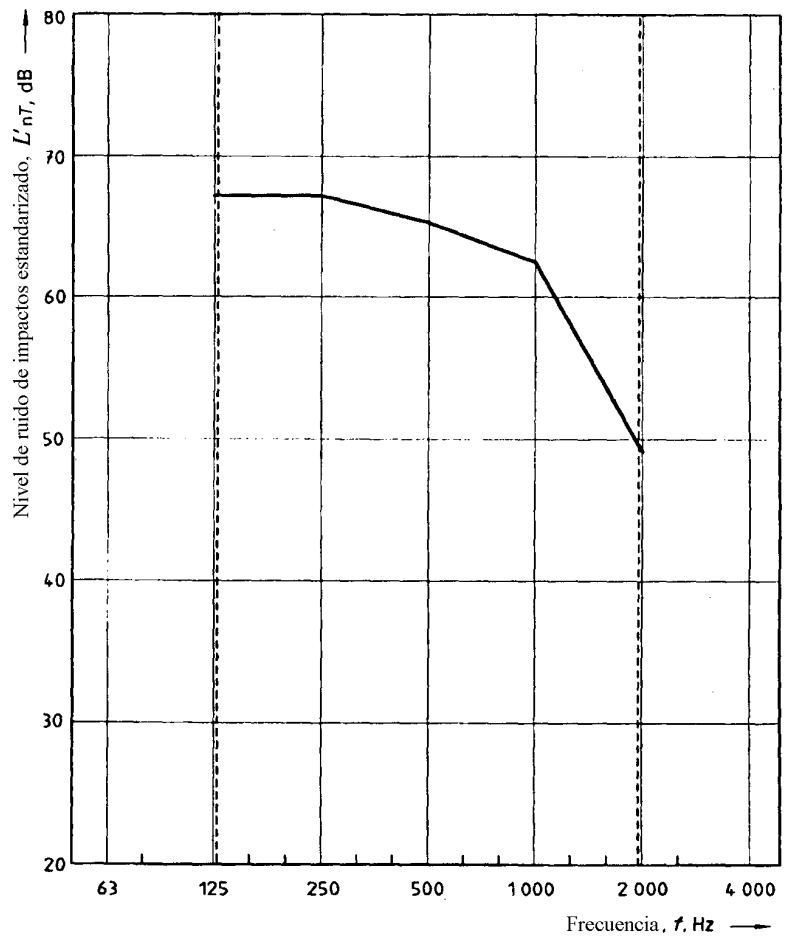
Fecha del ensayo:

Descripción e identificación de la edificación y disposición de ensayo:

Volumen del recinto receptor: m³

Frecuencia <i>f</i> Hz	<i>L'</i> _{nT} (octavas) dB
63	
125	
250	
500	
1 000	
2 000	
4 000	

----- Rango de frecuencias según los valores
de la curva de referencia *L'*_{nT,w} = 60 dB (ISO 717-2)



Valoración según ISO 717-2:

*L'*_{nT,w} (*C*₁) = () dB; *C*_{1,63-2000} = dB

Evaluación basada en resultados de la medida in situ obtenida en bandas de octava mediante un método de ingeniería

Número de informe:

Nombre del Instituto de ensayo:

Fecha:

Firma:

ANEXO E (Informativo)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO 140-1:1997 – *Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas.*
- [2] ISO 140-6:1998 – *Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 6: Mediciones en laboratorio del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos.*
- [3] ISO 140.8:1997 – *Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 8: Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre forjado normalizado pesado.*
- [4] OIML R58:1984¹⁾ – *Sonómetros.*
- [5] OIML R88:1989¹⁾ – *Sonómetros integradores - promediadores.*

1) Estos documentos se pueden obtener en: Organización internacional de metrología legal, rue Turgot 11, 75009 París, Francia.

ANEXO ZA (Normativo)

**REFERENCIAS NORMATIVAS A NORMAS INTERNACIONALES
CON SUS CORRESPONDIENTES NORMAS EUROPEAS**

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación (incluyendo sus modificaciones).

Norma Internacional	Fecha	Título	EN	Fecha
ISO 140-2	1991	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Determinación, verificación y aplicación de datos de precisión	EN 20140-2	1993
ISO 140-3	1985	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción	EN ISO 140-3	1995
ISO 354	1985	Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante	EN ISO 354	1993
ISO 717-2	1996	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos	EN ISO 717-2	1996

ANEXO NACIONAL

Las normas que se relacionan a continuación, citadas en esta norma europea, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los siguientes códigos:

Norma Internacional	Norma UNE
ISO 140-2:1991	UNE-EN 20140-2:1994
ISO 140-3:1995	UNE-EN ISO 140-3:1995
ISO 354:1985	UNE-EN 20354:1994
ISO 717-2:1996	UNE-EN ISO 717-2:1997
CEI 60651:1979	UNE-EN 60651:1996
CEI 60804:1985	UNE-EN 60804:1996
CEI 61260:1995	UNE-EN 61260:1997

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A GABINETE DE INGENIERIA ACUSTICA S