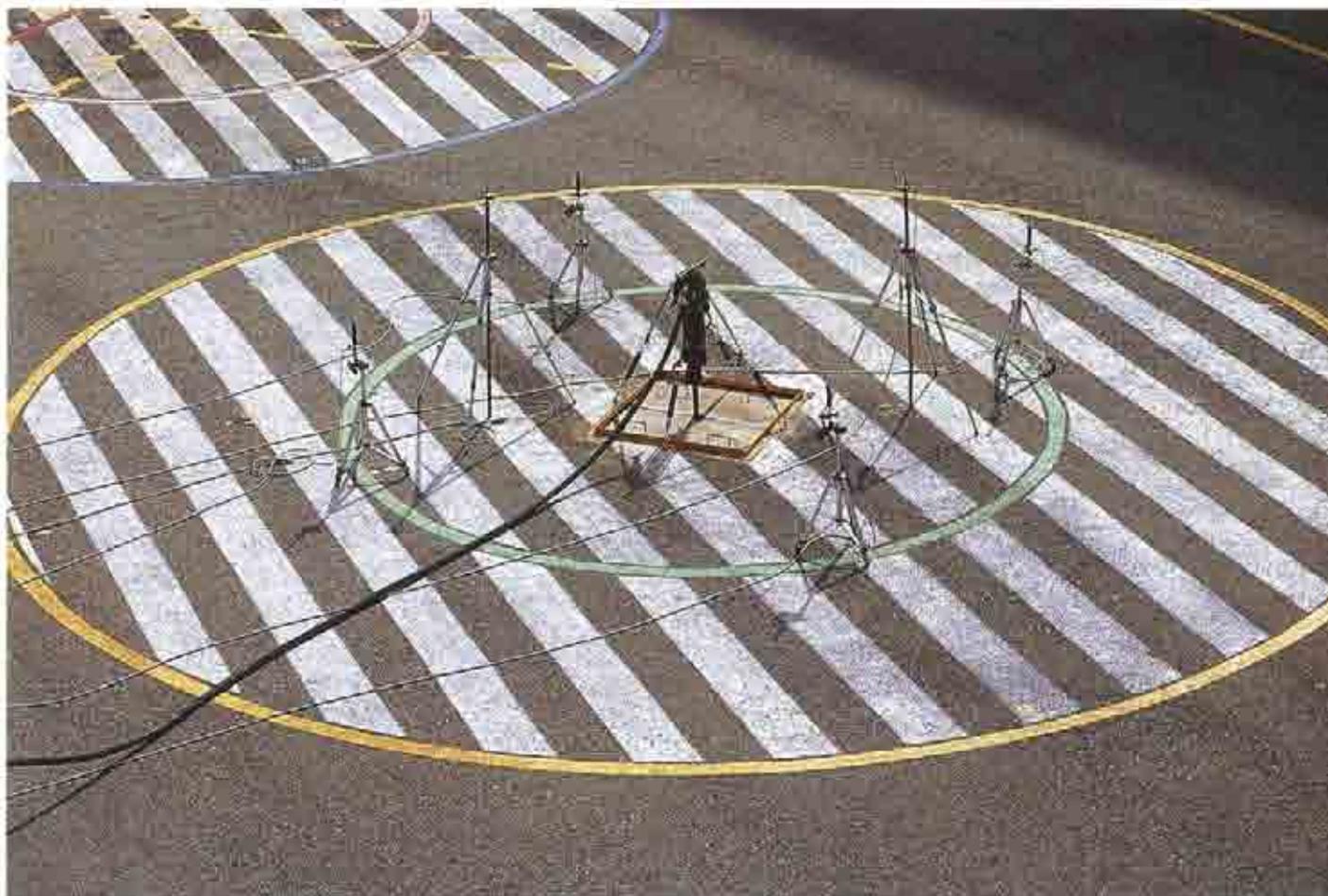


Trituradores de hormigón y martillos picadores de mano



CÉSAR BARRIOS MUNIZ

Ingeniero industrial por la ETSII de Barcelona.
Técnico Superior de Prevención del Centro Nacional de Medios de Protección,
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Sevilla).

JOAQUÍN LÓPEZ RAMÍREZ

Ingeniero técnico industrial por la ETP e IT de Sevilla.
Técnico Superior de Prevención del Centro Nacional de Medios de Protección,
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Sevilla).

SUMARIO

Los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano están limitados en cuanto a niveles de emisión sonora.

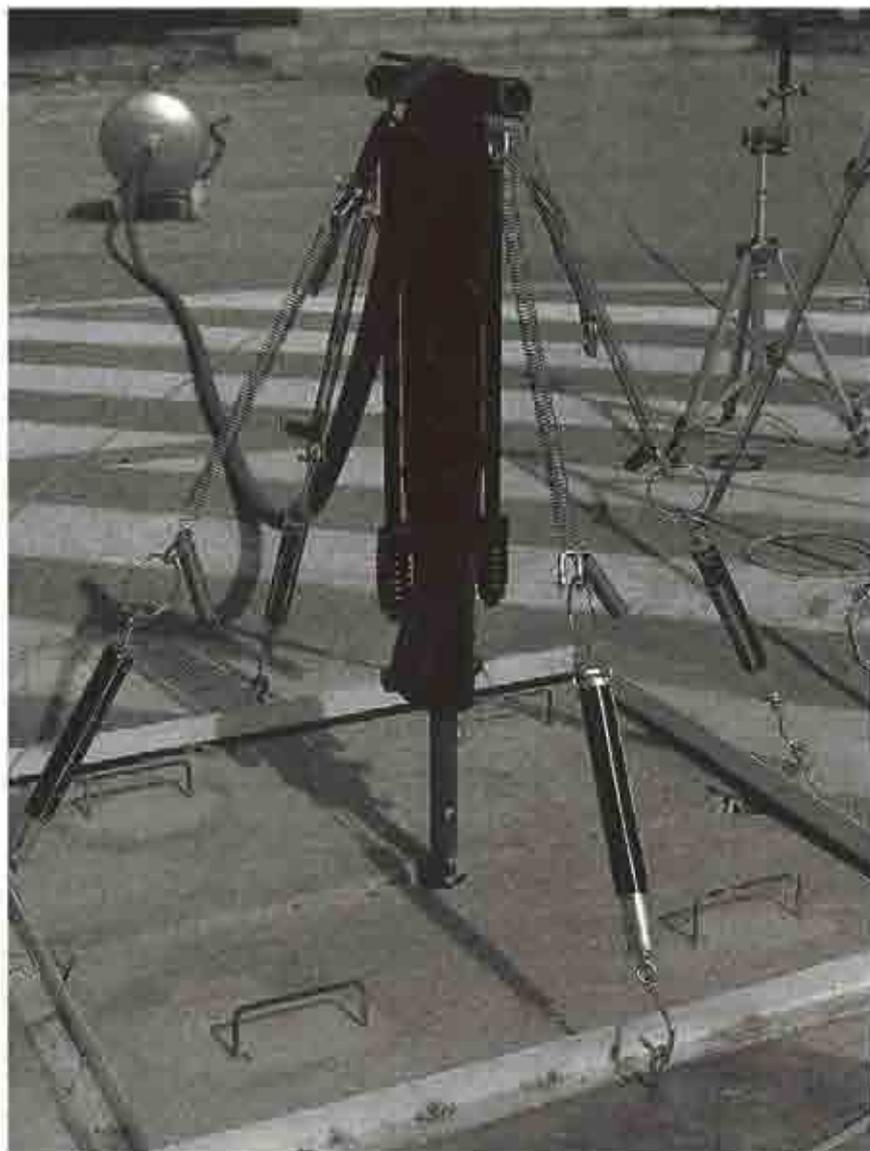
La aprobación CEE de tipo se obtiene mediante certificado de AENOR.

Los ensayos en base a los cuales se redacta el certificado puede realizarse en el Centro Nacional de Medios de Protección de Sevilla.

El primer párrafo del artículo 3.º del Real Decreto 245/1989, de 27 de febrero, sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra, actualmente vigente, dice textualmente: «La producción con destino al mercado interior, así como la comercialización y utilización interior de los materiales y maquinaria comprendidos en el ámbito de aplicación del presente Real Decreto, vendrán condicionadas al cumplimiento, debidamente acreditado, de las prescripciones que determine la Directiva que en cada caso corresponda, de las relacionadas en el Anexo I.»

Más adelante, la regla 1.ª del artículo 5.º, dice: «El procedimiento de Homologación CEE o el de Aprobación CEE de tipo establecido por una

Palabras clave: Martillos picadores, emisión sonora, ensayos, potencia acústica.



Sistema de sujeción del Martillo.

Directiva específica constituirá un requisito previo a la importación, comercialización, funcionamiento y utilización del material y se ajustará en sus trámites, condiciones y efectos a las disposiciones de la Directiva 84/532/CEE y de la Directiva específica que sea de aplicación.»

Los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano están sujetos a la Directiva 84/532/CEE, sobre disposiciones comunes de materiales y equipos para la construcción, y a la Directiva específica 84/537/CEE, referente a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas al nivel de potencia acústica admisible de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano.

El punto 1 del artículo 2.º, de la Directiva específica 84/537/CEE señala: «Los organismos autorizados con-

cederán la certificación de aprobación CEE de tipo a cualquier tipo de aparato (entiéndase martillo de mano) cuyo nivel de potencia acústica de ruidos aéreos, medido en las condiciones previstas en el Anexo I de la Directiva 79/113/CEE, modificada por el Anexo I de la presente Directiva, no sobrepase los niveles de potencia acústica admisible indicados en el siguiente cuadro:

Masa del aparato (m)	Nivel de potencia acústica admisible dB(A)/1 pW
$m < 20 \text{ kg}$	108
$20 \text{ kg} \leq m \leq 35 \text{ kg}$	111
$m > 35 \text{ kg}$ y aparatos con motor de combustión interna incorporado	114

El ensayo de determinación del nivel de potencia acústica de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano, expresados en dB(A)/1 pW, se realiza conforme a las condiciones previstas en el Anexo I de la Directiva 79/113/CEE, modificada por el Anexo I de la Directiva 84/537/CEE.

En España, el organismo autorizado para la concesión de certificados de aprobación CEE de tipo, emitidos en función del nivel de emisión sonora de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano, es:

- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

Fernández de la Hoz, 52. 28010 Madrid.

El laboratorio del Centro Nacional de Medios de Protección de Sevilla, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, está acreditado mediante Resolución de 12 de marzo de 1990 de la Dirección General de Política Tecnológica, del Ministerio de Industria y Energía, para la realización de los ensayos sobre determinación del nivel de potencia acústica de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano.

El trámite inicial que pueden seguir los fabricantes o representantes españoles para la realización de los ensayos de determinación del nivel de potencia acústica de los trituradores de hormigón y martillos picadores de



Mediciones del nivel de ruido.

Los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano están sujetos a la Directiva 84/532/CEE, y a la Directiva específica 84/537/CEE, referente a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas al nivel de potencia acústica admisible de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano.

Autovía de San Pablo, km 4. 41080 Sevilla. Apartado de Correos, 615.

A continuación explicaremos algunas características del método de ensayo seguido en el laboratorio del CNMP de Sevilla.

El ensayo de determinación del nivel de potencia acústica de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano, expresados en dB(A)/1 pW, se realiza conforme a las condiciones previstas en el Anexo I de la Directiva 79/113/CEE, modificada por el Anexo I de la Directiva 84/537/CEE.

La legislación completa de referencia para el método de ensayo es la siguiente:

– **79/113/CEE:** Directiva del Consejo, de 19 de diciembre de 1978, referente a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a la determinación de la emisión sonora de las máquinas y materiales utilizados en las obras de construcción.

DO L 033, 08-02-79, p. 15 (EE 13, V9, p. 176).

M por 179 H.

M por 185I.

M por 381L1051 (DO L 376, 30-12-81, P. 49) (EE 13, V12, P. 81).

M por 385L0405 (DO L 233, 30-08-85, p. 9) (EE 13, V19, p. 13).

– **84/537/CEE:** Directiva del Con-

El laboratorio del Centro Nacional de Medios de Protección de Sevilla, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, está acreditado mediante Resolución de 12 de marzo de 1990 de la Dirección General de Política Tecnológica, del Ministerio de Industria y Energía, para la realización de los ensayos sobre determinación del nivel de potencia acústica de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano.

mano, en base a los cuales se obtiene el certificado de aprobación CEE de tipo, consiste en solicitarlo, por escrito, al

– Director del Centro Nacional de Medios de Protección.

sejo de 17 de septiembre de 1984, referente a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas al nivel de potencia acústica admisible de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano.

DO L 300 19-11-84, p. 156 (EE 15, V5, p. 99).

M por 385L0409 (DO L 233, 30-08-85, p. 20) (EE 15, V6, p. 82).

CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO DE ENSAYO

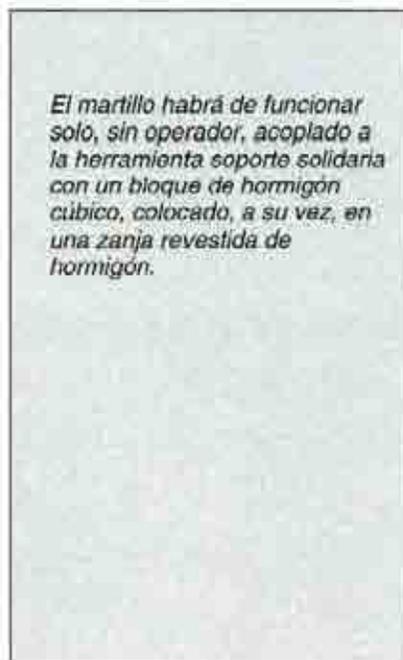
Sistema de sujeción del martillo

Esta es una de las características principales del método de ensayo.

A este respecto se dice: «El martillo habrá de funcionar solo, sin operador, acoplado a la herramienta soporte solidaria con un bloque de hormigón cúbico, colocado, a su vez, en una zanja revestida de hormigón.

El aparato se situará en posición vertical y deberá mantenerse, firmemente, hacia abajo, con ayuda de un dispositivo elástico, de forma que se obtenga un régimen estable idéntico al obtenido en las condiciones de trabajo real cuando la herramienta se encuentra introducida en el material que se debe tratar antes de la ruptura del mismo; el dispositivo elástico podrá estar formado, por ejemplo, por muelles calibrados o cilindros neumáticos».

El segundo párrafo es de una gran



ambigüedad y carece de rigor técnico.

- ¿Qué se entiende por un régimen estable?
- ¿Con qué fuerza se mantiene un martillo, firmemente, hacia abajo?

- ¿Cómo se consigue un régimen idéntico en unas condiciones de trabajo real indefinidas?

El método orienta acerca de dos dispositivos elásticos: uno, formado por muelles calibrados y otro, formado por cilindros neumáticos, dejando libertad de elección entre estos dos o cualquier otro.

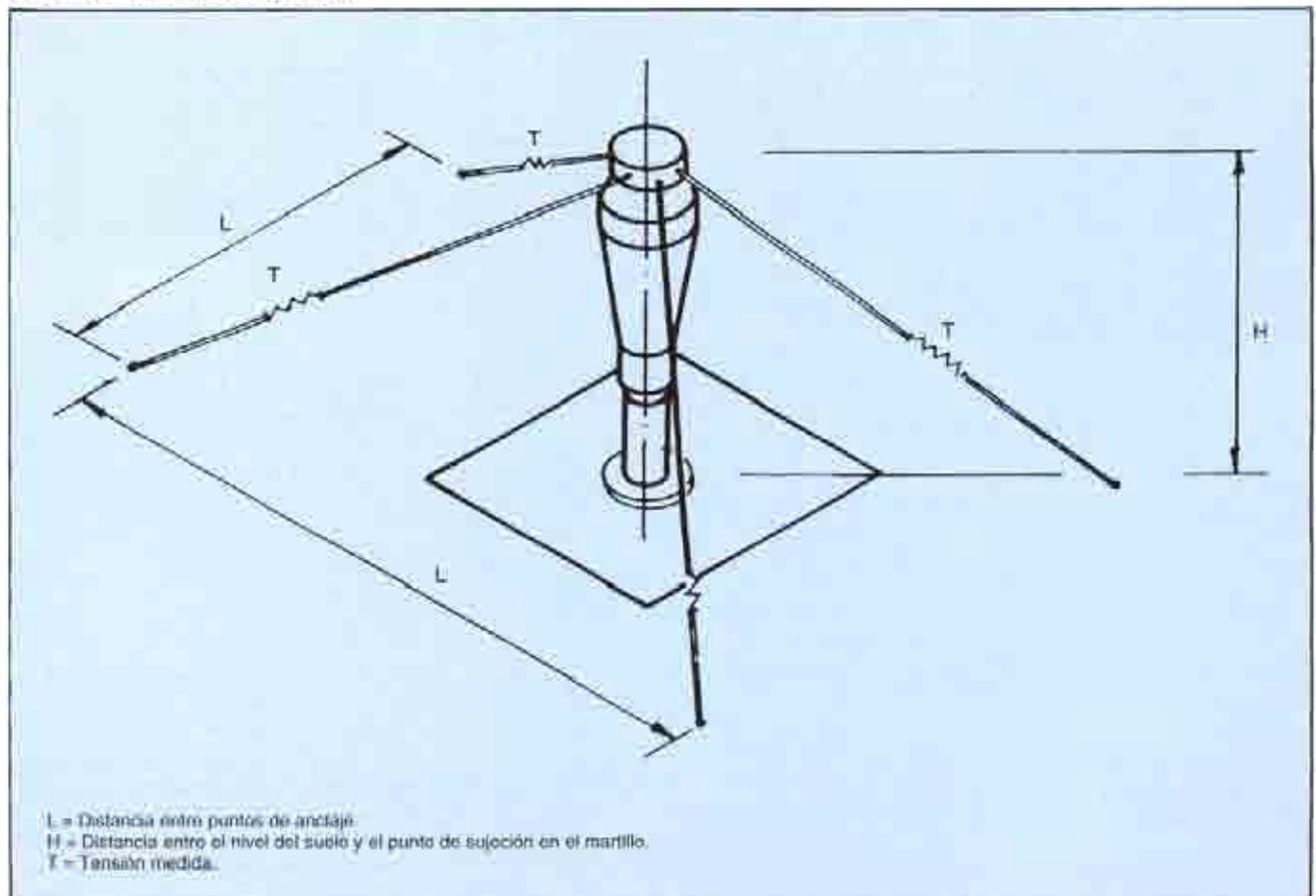
La elección del dispositivo de sujeción introduce por sí mismo un factor de variabilidad. También hay que contemplar aspectos tan determinantes como:

- Peso del martillo.
- Altura del martillo sin pica.
- Factores ergonómicos.
- Tipo de martillo (tritador o picador).
- Tipo de alimentación.
- Altura útil de ensayo.
- Cadencia de percusión.
- Superficie de golpeo útil.

En el laboratorio de ensayos del CNMP de Sevilla se utiliza un sistema de sujeción compuesto por muelles calibrados.

En la figura 1 podemos apreciar un esquema del sistema de sujeción empleado.

FIGURA 1. Sistema de sujeción.





Cuando la velocidad máxima del viento, sea superior a 8 m/s, los micrófonos llevarán protectores.

¿Cómo seleccionar la fuerza vertical hacia abajo que debemos aplicar al martillo para sujetarlo? Esto es lo más sencillo de determinar en base a datos de tipo ergonómico-experimentales.

¿Cómo compatibilizar los límites anteriores con el funcionamiento continuo y similar a las condiciones reales? Se trata de una cuestión que requiere, sin duda, la capacidad profesional del técnico.

La fuerza vertical hacia abajo aplicada al martillo está definida por las variables L, H y T.

Ruido de fondo

Otra de las condiciones de ensayo es relativa al ruido de fondo existente. A este respecto, el método de ensayo dice: «El nivel de ruido de fondo existente en el lugar de ensayo deberá ser tal que la diferencia entre el nivel de presión acústica obtenido en la superficie de medida cuando funciona la máquina sometida a ensayo y el nivel

El aparato se situará en posición vertical y deberá mantenerse, firmemente, hacia abajo con ayuda de un dispositivo elástico, de forma que se obtenga un régimen estable idéntico al obtenido en las condiciones de trabajo real cuando la herramienta se encuentra introducida en el material que se debe tratar antes de la ruptura del mismo; el dispositivo elástico podrá estar formado, por ejemplo, por muelles calibrados o cilindros neumáticos.

obtenido cuando no funciona, sea superior o igual a 6 dB.»

Resulta evidente que el espíritu del método de ensayo contempla el ruido de fondo real existente en el momento de la medición de la máquina sometida a ensayo a fin de determinar posibles fenómenos de enmascaramiento en relación al ruido de la máquina a medir.

No obstante lo anterior, se establecen medidas del nivel de presión acústica en la superficie de medida, con la máquina parada y funcionando. Posteriormente, se comparan ambos niveles y se procede a la corrección del nivel de presión acústica en la superficie de medida, de la máquina sometida a ensayo, conforme al cuadro de la página siguiente.

Se trata de suponer coincidentes el valor del ruido de fondo medido con el auténtico ruido de fondo existente en el momento de la medición de la máquina sometida a ensayo. A veces pueden cometerse errores apreciables.

En el laboratorio de ensayos del CNMP de Sevilla aseguramos, en to-

do caso, el cumplimiento de lo preceptuado, y para ello tenemos en cuenta, si procede:

- Ensayos experimentales para la determinación del ruido de fondo en la superficie de medida (C.B.M y J.L.R., CNMP, marzo 1992).
- Niveles reales de presión acústica en la superficie de medida con los martillos funcionando a régimen.
- Fluctuaciones sensibles en los niveles de ruido de fondo en la superficie de medida.
- Procedimientos estimatorios de los niveles de ruido de fondo en la superficie de medida.

CORRECCIÓN DEBIDA AL RUIDO DE FONDO

Diferencia en dB (*)	Corrección K, en dB
Inferior a 6 dB	Medición no válida
6	1,0
7	1,0
8	1,0
9	0,5
10	0,5
Superior a 10 dB	Sin corrección

(*) Entre el nivel de presión acústica calculado cuando funciona la máquina y el nivel de presión acústica causado únicamente por ruidos extraños.

El método deja claro que hay que efectuar el control antes de las pruebas y después de cada serie de mediciones, pero no dice en qué consiste ese control, qué límites se establecen a dicho control, y qué sucede cuando, finalizada una jornada o intervalo de tiempo dedicado a ensayar, no ha concluido la serie de mediciones.

Control de la calidad acústica de la instrumentación

El método de ensayo señala: «Antes de las pruebas se procederá a un control de la calidad acústica del conjunto de aparatos (instrumentos de medición, comprendidos el micrófono y el cable) con una fuente sonora de referencia cuya precisión será por lo menos de 0,5 dB (por ejemplo, un calibrador); los aparatos habrán de controlarse de nuevo inmediatamente después de cada serie de mediciones.»

El método deja claro que hay que controlar antes de las pruebas y después de cada serie de mediciones, pero no dice en qué consiste ese control, qué límites se establecen a ese control, qué conclusiones se sacan y qué ocurre cuando finalizada una jornada o intervalo de tiempo dedicado a ensayar, no ha concluido la serie de mediciones.

En el laboratorio de ensayos del CNMP de Sevilla entendemos que el control anterior a las pruebas se refiere a una verificación del sistema de medida, donde se procede a comprobar las respuestas de todos los micrófonos a la señal conocida.

Cabe preguntarse: ¿permanecen las señales constantes después de una serie de mediciones respecto a las señales conocidas de ajuste?

En la práctica, la señal no permanece constante durante las mediciones, por lo que hay que determinar un margen de permisibilidad que den validez a una serie de medidas. Este margen, obtenido por procedimientos estadístico-experimentales, ha de ser tenido en cuenta en la composición de la incertidumbre asociada al resultado final.

Por otra parte, estos controles han de hacerse también al finalizar la jornada de ensayos, aunque no coincida con el fin de la serie de mediciones.

¿Cómo se controla?

No cabe controlar sin norma o manual, puesto que se cercenaría el principio de repetibilidad y sistemática inherentes a medidas o ensayos.

El laboratorio utiliza un manual en el que se detallan las verificaciones anteriores a los ensayos, las posteriores a una serie de mediciones o las correspondientes al final de una jornada de ensayos, los márgenes permitidos y la validez o no de las medidas.

Se utiliza para tal fin un pistófono con precisión mínima de 0,15 dB.

El laboratorio utiliza un manual en el que se detallan las verificaciones anteriores a los ensayos, las posteriores a una serie de mediciones o las correspondientes al final de una jornada de ensayos, los márgenes permitidos y la validez o no de las medidas.

Este pistófono emite una señal a una determinada frecuencia. Esta señal, tomada de la curva de calibración, es corregida en función de la presión y del modelo, o tipo de micrófono y su diámetro, o sea, de su volumen, obteniéndose la señal del pistófono corregida, que se toma como señal conocida.

Influencia del viento

El método dice: «La velocidad máxima admisible del viento será de 8 m/s. A partir de la velocidad indicada por el fabricante del micrófono habrá que dotar a éste de un protector contra el viento. Las correcciones que eventualmente haya que introducir en los cálculos del nivel de presión acústica en la superficie de medida se indicarán por el fabricante de dichos protectores.»

El método obliga, pues, a controlar la velocidad instantánea del viento durante el tiempo del ensayo; a determinar la utilización o no de protectores antiviento, y a introducir, en su caso, las correcciones oportunas para el cálculo de la presión acústica en la superficie de medida.

No se puede indicar una velocidad del viento a partir de la cual haya que dotar a los micrófonos con protectores antiviento, puesto que ese dato

dependerá del nivel de presión sonora que esté midiendo (si éste es pequeño, habrá más posibilidad de enmascaramiento que si es elevado).

Por tanto hay que considerar dos factores:

- Nivel de presión sonora a medir,
- Nivel de ruido inducido por el viento (Fig. 2).

En el laboratorio de ensayos del CNMP de Sevilla medimos la velocidad instantánea del viento durante el ensayo, y en función de dicha velocidad decidimos dotar o no a los micrófonos con sus correspondientes protectores antiviento.

En el caso de utilización de protectores antiviento, el nivel de presión acústica en la superficie de medida es corregido en base a lo indicado por el fabricante.

Nivel de potencia acústica

El método mide el nivel de presión acústica en la superficie de medida de la máquina sometida a ensayo.

A continuación lo corrige en función del nivel de ruido de fondo existente, de las magnitudes de influencia que puedan modificar las mediciones acústicas (en especial, la temperatura, la presión barométrica y la humedad) y de la utilización de protectores antiviento.

Posteriormente calcula el nivel de potencia acústica mediante la expresión:

$$L_{WA} = L_{pWR} + 10 \cdot \log \frac{S}{S_0} + K_1$$

siendo:

L_{WA} = Nivel de potencia acústica de la fuente objeto de prueba, expresado en dB.

L_{pWR} = Nivel de presión acústica en la superficie de medida de la fuente objeto de prueba, expresado en dB y efectuadas las correcciones pertinentes.

S = Área de la superficie de medida, expresada en m^2 .

S_0 = Área de referencia de $1 m^2$.

K_1 = Término corrector relativo al área de prueba, en dB.

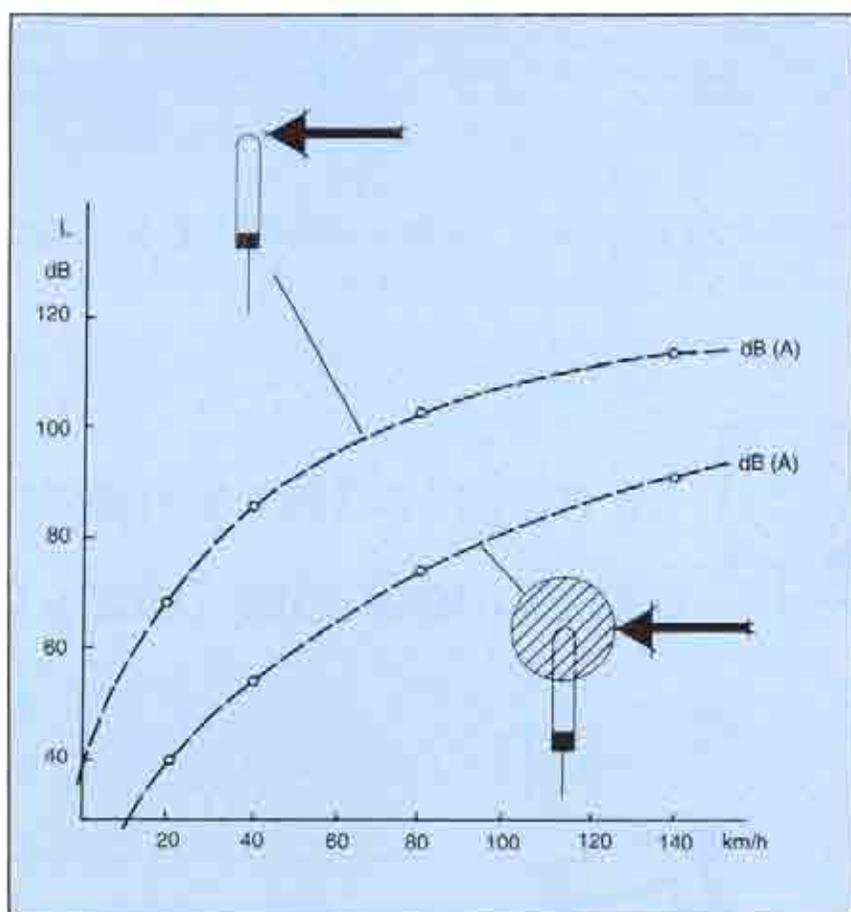
En el laboratorio de ensayos del CNMP de Sevilla, seguimos fielmente el método expuesto.

Incertidumbre asociada al nivel de potencia acústica

En dicho laboratorio expresamos el resultado con una incertidumbre asociada.

La incertidumbre asociada al nivel

FIGURA 2. Nivel de ruido inducido por el viento.



El método obliga, pues, a controlar la velocidad instantánea del viento durante el tiempo del ensayo: a determinar la utilización o no de protectores antiviento, y a introducir, en su caso, las correcciones oportunas para el cálculo de la presión acústica en la superficie de medida.

de potencia acústica de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano está basada en:

- Ensayos experimentales para la estimulación de los parámetros que influyen en la determinación de la incertidumbre asociada al nivel de potencia acústica de los trituradores de hormigón y martillos picadores de mano (C.B.M y J.L.R., CNMP, febrero 1993).

En dichos ensayos experimentales se han considerado los parámetros que inciden en la composición de la incertidumbre final, consiguiendo sintetizar cinco grupos de influencias:

- a) La debida al sistema de sujeción de los martillos.
- b) La debida a la suspensión del bloque.
- c) La debida al sistema de alimentación del martillo.
- d) La debida a la directividad de la emisión sonora del martillo.
- e) La debida a la repetibilidad del ensayo.

De todo esto se deduce la incertidumbre asociada al nivel de potencia acústica. ■