

**MÉTODO DE MEDICION DE LOS NIVELES SONOROS EN  
EL AMBIENTE DE TRABAJO, PARA LA ESTIMACIÓN DEL  
NIVEL DIARIO EQUIVALENTE DE LOS TRABAJADORES  
(basado en la norma AFNOR francesa de agosto de 1987)**

## ÍNDICE

<b>1.-</b>	<b>PREÁMBULO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.-</b>	<b>OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>3.-</b>	<b>DEFINICIONES .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1.-</b>	<b>Ruido fluctuante .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2.-</b>	<b>Ruido de impulso .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3.-</b>	<b>Nivel de ruido en un lugar de trabajo.....</b>	<b>5</b>
<b>4.-</b>	<b>APARATOS DE MEDIDA.....</b>	<b>5</b>
<b>4.1.-</b>	<b>Tipos de aparatos.....</b>	<b>5</b>
4.1.1.-	Sonómetros integradores-promediadores .....	5
4.1.2.-	Dosímetros.....	5
4.1.3.-	Sonómetros .....	6
<b>4.2.-</b>	<b>Elección de aparatos .....</b>	<b>6</b>
<b>4.3.-</b>	<b>Calibración.....</b>	<b>6</b>
<b>5.-</b>	<b>MEDICIÓN DEL RUIDO .....</b>	<b>7</b>
<b>5.1.-</b>	<b>Generalidades.....</b>	<b>7</b>
<b>5.2.-</b>	<b>Emplazamiento de los puntos de medición.....</b>	<b>7</b>
5.2.1.-	Evaluación del nivel diario equivalente de un trabajador .....	7
5.2.2.-	Evaluación del nivel de ruido en un lugar de trabajo .....	8
<b>5.3.-</b>	<b>Duración de las mediciones .....</b>	<b>8</b>
5.3.1.-	Ruido estable.....	9
5.3.2.-	Ruido fluctuante periódico .....	10
5.3.3.-	Ruido fluctuante aleatorio .....	10
<b>6.-</b>	<b>PRECISION DE LAS MEDIDAS .....</b>	<b>10</b>
<b>6.1.-</b>	<b>Generalidades.....</b>	<b>10</b>
<b>6.2.-</b>	<b>Factores dependientes del tipo de ruido.....</b>	<b>11</b>
<b>6.3.-</b>	<b>Factores ligados a la utilización de los aparatos.....</b>	<b>11</b>
<b>6.4.-</b>	<b>Factores relativos al tipo del aparato usado.....</b>	<b>11</b>

6.5.-	Estimación de la incertidumbre de las mediciones.....	12
6.6.-	Clases de precisión de las mediciones .....	12
7.-	<b>COMPARACIÓN CON UN NIVEL LÍMITE ESPECIFICADO.....</b>	<b>12</b>
8.-	<b>INFORME DE MEDICION .....</b>	<b>12</b>
8.1.-	Objetivo de las mediciones .....	12
8.2.-	Descripción de los puestos de trabajo.....	12
8.3.-	Indicación de los emplazamientos de medición.....	13
8.4.-	Aparatos de medida utilizados .....	13
8.5.-	Procedimiento de medición .....	13
8.6.-	Resultados.....	13
<b>A N E X O A LÍNEAS DIRECTRICES PARA LA VINCULACION DE LOS TRABAJADORES A LAS MEDICIONES.....</b>		<b>14</b>
<b>A N E X O B ESTIMACION DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA CONTINUO EQUIVALENTE PONDERADO A DE UN AMBIENTE SONORO, MEDIANTE MUESTREO.....</b>		<b>16</b>

## 1.- PREÁMBULO

Este documento constituye una transposición de la norma francesa de agosto de 1.987. Se trata, por tanto, de una traducción adaptada a la terminología técnica y al marco legal establecidos por el Real Decreto 1316/1989, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

En general, incluso si se estimaba que para algún punto podía haber una alternativa preferible, se han respetado las prescripciones de la norma en aras de la preservación de su coherencia como conjunto. Así pues, dejando aparte las adaptaciones terminológicas y de referencia normativa, la supresión de párrafos o partes que no se han considerado significativos para el propósito de este documento y alguna pequeña adición aclaratoria, las únicas auténticas modificaciones, muy escasas en número, obedecen a la necesidad de limar algunas divergencias con el R.D., sin que, impliquen ninguna alteración sustancial de la norma original.

## 2.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El presente documento tiene por objeto definir un método de medida de los niveles sonoros en el ambiente de trabajo, con vistas a la estimación del nivel diario equivalente de los trabajadores.

Los datos recogidos deben ser representativos del nivel diario equivalente del trabajador o trabajadores considerados.

El documento describe también un método de estimación de la incertidumbre ligada a la medida y especifica una clasificación de las medidas según su grado de precisión, en tres grupos: de referencia, pericial y de control. Asimismo, define las condiciones que permiten concluir sobre la situación de una exposición sonora considerada, en relación con un nivel límite especificado.

## 3.- DEFINICIONES

Aparte de los conceptos de "Nivel de Presión Acústica Continuo Equivalente Ponderado A",  $L_{Aeq,T}$ , "Nivel Diario Equivalente",  $L_{Aeq,d}$ , "Nivel de Pico",  $L_{MAX}$  y "Ruido Estable", ya definidos en el anexo 1 del R.D. 1316/1989 y cuya definición, por tanto, se obviarán aquí, este documento contiene referencias a los siguientes conceptos:

### 3.1.- Ruido fluctuante

Ruido que presenta fluctuaciones de nivel tales que el rango total de las lecturas,  $L_{pA}$  realizadas con un sonómetro ajustado a la característica temporal -Slow-, sea igual o superior a 5 dB en el transcurso del intervalo de observación.

### 3.2.- Ruido de impulso

Ruido consistente en uno o varios Impulsos de energía acústica, cada uno con una duración inferior a 1 s. y separados entre sí más de 0,2 s.

En el cuadro de la presente norma, un ruido se considera de Impulso cuando la diferencia entre el nivel de pico,  $L_{MAX}$ , y el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A,  $L_{Aeq,T}$ , medidos durante un intervalo de tiempo representativo (normalmente no inferior a 5 min.) es superior o igual a 20 dB.

### 3.3.- Nivel de ruido en un lugar de trabajo

El nivel de ruido en un lugar de trabajo dado, que no es ocupado de forma permanente por un trabajador, es igual al nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, determinado durante la jornada total efectiva de trabajo,  $L_{Aeq,Td}$ , en ese lugar.

## 4.- APARATOS DE MEDIDA

### 4.1.- Tipos de aparatos

Se recogen aquí las exigencias incluidas en el apartado 1 del anexo 3 del R.O. 1316/1989, para los distintos aparatos de medida.

#### 4.1.1.- Sonómetros integradores-promediadores

Los sonómetros integradores-promediadores deben ajustarse, como mínimo, a las prescripciones establecidas por la norma CEI 804 para los instrumentos del tipo 2, siendo preferibles los del tipo 1 para aquellas mediciones que exijan una especial precisión.

#### 4.1.2.- Dosímetros

Los dosímetros podrán ser utilizados para la medición del Nivel Diario Equivalente ( $L_{Aeq,d}$ ) de cualquier tipo de ruido, siempre que cumplan las siguientes condiciones:

a) la relación existente entre el tanto por uno de la Exposición Máxima Permissible (0/1 EMP) y el Nivel Diario Equivalente ( $L_{Aeq,d}$ ) debe seguir la siguiente ecuación:

$$L_{Aeq,d} = 90 + 10 \log(0/1 \text{ EMP})$$

Esto equivale a exigir que el dosímetro siga el criterio de dosis ISO.

b) Las características del dosímetro relativas a directividad, ponderación frecuencial A y ampliación, deben cumplir como mínimo, las prescripciones establecidas por la norma CEI 651 (artículos 5, 6.1 y 6.2) para los instrumentos del tipo 2.

c) El margen de linealidad del dosímetro y su efectiva integración de todo tipo de ruidos, incluidos los de impulso, deben ser, como mínimo, equivalentes a los fijados en la norma CEI 804 para los sonómetros integradores-promediadores del tipo 2.

#### 4.1.3.- Sonómetros

Los sonómetros deberán ajustarse, como mínimo, a las prescripciones establecidas por la norma CEI 651 para los instrumentos del tipo 2 (disponiendo, por lo menos, de la característica temporal "Slow" y de la ponderación frecuencial A, siendo preferibles los del tipo 1 para aquellas mediciones que exijan una especial precisión.

#### 4.2.- Elección de aparatos

Los sonómetros integradores-promediadores pueden ser utilizados en todas las circunstancias. Son especialmente útiles cuando la jornada de trabajo puede ser dividida en periodos discretos de actividad, tanto en puestos fijos como móviles.

También los dosímetros pueden ser utilizados en todas las circunstancias. Son muy útiles para puestos de trabajo itinerantes.

Los sonómetros no pueden ser utilizados mas que cuando la jornada de trabajo puede ser dividida en periodos discretos de actividad, consumidos en posiciones fijas, durante los cuales el ruido sea estable, no de impulso.

En todos los casos, la elección del tipo de aparato (1, 2 o 3) es uno de los elementos de los que depende la precisión de las medidas (Ver punto 6).

La gama dinámica del aparato debe ser adecuada a las características del ruido a medir,

#### 4.3.- Calibración

Los aparatos deben ser calibrados en el lugar de medición, al menos antes y después de cada serie diaria de mediciones. La verificación debe incluir un control acústico del micrófono. Si los valores leídos en las dos calibraciones se desvían entre sí más de 0,5 dB, las mediciones deben efectuarse de nuevo.

## 5.- MEDICIÓN DEL RUIDO

### 5.1.- Generalidades

Las mediciones tienen por objeto determinar el nivel diario equivalente de un trabajador o de un grupo de trabajadores y/o, principalmente cuando se busca delimitar zonas ruidosas, el nivel de ruido en un lugar de trabajo.

En el caso de ruido de carácter impulsivo, se debe medir el nivel de pico.

El entorno acústico del lugar de medición no debe ser modificado. Las actividades observadas y las actividades vecinas deben ser representativas de las que más frecuentemente se lleven a cabo. Las mediciones deben efectuarse de la manera que perturbe lo menos posible tales actividades.

Todas las mediciones deben ser realizadas por personas competentes, formadas en la utilización de los métodos y aparatos de medida.

Los trabajadores cuya exposición se va a medir deben ser vinculados al proceso de medición. Las líneas directrices para lograrlo se dan en el anexo A. Si el aparato de medición debe ser llevado por el trabajador, éste habrá de ser instruido sobre la manera de hacerlo.

Los emplazamientos de los puntos de medición, así como la duración de las mediciones, deben ser escogidos de manera que representen fielmente la exposición al ruido sufrida por el trabajador o el grupo de trabajadores controlado, o el nivel de ruido en un lugar de trabajo.

### 5.2.- Emplazamiento de los puntos de medición

Las mediciones deben efectuarse en los emplazamientos definidos en 5.2.1 ó 5.2.2, en función del objeto de aquéllas.

#### 5.2.1.- Evaluación del nivel diario equivalente de un trabajador.

Para evaluar el nivel diario equivalente de un trabajador, es preciso atenerse de la manera más fiel posible a la situación del sujeto, tanto en el espacio como en el tiempo.

Si el trabajador puede abandonar momentáneamente su posición de trabajo, sin que ello modifique el funcionamiento normal de su máquina, el micrófono debe ser situado en el lugar que ocupaba su cabeza.

Si el trabajador no puede abandonar su posición de trabajo, el micrófono debe ser situado en proximidad de la oreja sometida a mayor nivel de ruido.

La dirección de referencia del micrófono debe ser, si es posible, la de máximo ruido. Se determinará mediante barrido angular del micrófono alrededor de la posición de medida.

Cuando el aparato de medida sea llevado por el trabajador, principalmente en el caso de un puesto de trabajo itinerante, el micrófono debe fijarse en la proximidad de la oreja, a una distancia inferior a 0,4 m\*, y preferentemente, de acuerdo con el punto 3 del anexo 2 del R.D., a unos 10 cms.

Para reducir el número de mediciones necesarias, cuando varios trabajadores efectúen tareas similares, es posible, después de una encuesta sobre los puestos análogos y de una verificación acústica, escoger un grupo representativo del conjunto y estimar que todo él está sometido al mismo nivel de exposición que el nivel medio medido para el grupo seleccionado.

#### 5.2.2.- Evaluación del nivel de ruido en un lugar de trabajo

En los emplazamientos de trabajo considerados, el micrófono debe ser situado en la proximidad de las orejas de la persona que trabaje en él o, si la persona no está presente, en el lugar que ocuparía su cabeza.

Si la posición de la cabeza no está bien definida o si el emplazamiento de medida no corresponde a un puesto de trabajo definido, el micrófono debe situarse a 1,6 m sobre el suelo.

Nota: Cuando, se trata de identificar las zonas ruidosas de un taller, es posible realizar las mediciones por muestreo espacial del taller, colocando siempre el micrófono a 1,6 m de altura sobre el suelo.

#### 5.3.- Duración de las mediciones

Si la medición en un puesto se extiende a toda la duración efectiva de la jornada de trabajo, el nivel diario equivalente se obtiene a partir del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A medido, utilizando la fórmula siguiente:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,Td} + 10 \log(T_d / T_0)$$

Siendo  $T_d$  la duración efectiva de la jornada de trabajo en h/día.

$$T_0 : 8 \text{ h/día}$$

En caso contrario, la duración de las mediciones debe ser tal que permita estimar el nivel diario equivalente del puesto de trabajo o el nivel de ruido en el lugar de

---

\* Recuérdese que el R.D. 1316/1989 señala con carácter general (punto 3 del Anexo2) que el micrófono del aparato de medida debe colocarse, preferentemente, a unos 10 cm. de distancia del oído.

trabajo considerado. Para ello la jornada de trabajo puede ser dividida en intervalos de tiempo durante los cuales la exposición sonora sea del mismo tipo (estable, fluctuante periódica a fluctuante al azar). Esta división debe ser efectuada después de una encuesta sobre la naturaleza del puesto de trabajo y de las emisiones sonoras en él. La citada división debe ser detallada en el informe de medición (ver punto 8.5).

Para determinar el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, correspondiente a cada uno de los intervalos de tiempo, la duración y el número de las mediciones dentro de cada Intervalo deben decidirse teniendo en cuenta las características del ruido en él, como se Indica en los párrafos 5.3.1. a 5.3.4.

Una vez obtenidos los niveles continuos equivalentes que representan a los distintos intervalos en que se ha dividido la jornada de trabajo, el nivel correspondiente a ésta se calculará usando la siguiente ecuación:

$$L_{Aeq,Td} = 10 \log \left[ \frac{1}{T_d} \sum_{i=1}^n (T_i \cdot 10^{0,1L_{Aeq,T_i}}) \right]$$

Donde  $L_{Aeq,T_i}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A correspondiente al intervalo de tiempo  $T_i$  y

$$T_d = \sum_{i=1}^n T_i$$

### 5.3.1.- Ruido estable

Si el ruido es estable durante un intervalo de tiempo dado, la duración total de la medición puede ser menor que dicho intervalo, pero debe comprender varias observaciones separadas, cada una de 15 segundos al menos. La medición puede efectuarse con un sonómetro, ajustado a la característica temporal "Slow".

Si el rango total de los niveles medidos es inferior a 2 dB, el número de observaciones puede limitarse a 3. Si el rango es superior a 2 dB pero inferior a 5 dB, el número de observaciones deberá aumentarse hasta un mínimo de 5.

En ambos casos, la media aritmética de los niveles medidos se considerará igual al nivel de presión acústica continuo equivalente del intervalo.

Si el rango total de los niveles medidos es superior a 5 dB, el ruido no puede ser considerado estable y, por tanto, las mediciones deberán ser efectuadas de nuevo de acuerdo con lo especificado en el párrafo 5.3.2. o en el 5.3.3., según el caso.

### 5.3.2.- Ruido fluctuante periódico

Si el ruido fluctúa de manera periódica, según periodos cortos, durante un intervalo de tiempo dado, cada intervalo de medición debe abarcar varios de esos periodos.

Las mediciones deberían ser efectuadas con un sonómetro integrador.

Si el rango total de los niveles de presión acústica continuos equivalentes ponderados A, correspondientes a los distintos intervalos de medición, es inferior o igual a 2 dB, el número de mediciones puede limitarse a 3. Si el rango es superior a 2 dB pero inferior a 5 dB, el número de mediciones deberá ser aumentado hasta un mínimo de 5. En ambos casos, la media aritmética de los niveles medidos se considerará igual al nivel de presión sonora continuo equivalente del intervalo global considerado.

Si el rango total de los niveles medidos es superior a 5 dB, las mediciones habrán de ser efectuadas de nuevo según lo especificado en el párrafo 5.3.3.

### 5.3.3.- Ruido fluctuante aleatorio

Si el ruido fluctúa de manera aleatoria durante un intervalo dado de tiempo, las mediciones deberían efectuarse con un sonómetro integrador.

Pueden utilizarse dos métodos:

- Método directo: el periodo de medición cubre la totalidad del intervalo de tiempo considerado. Se debe utilizar este método cuando se desee la máxima precisión.
- Método por muestreo: se efectúan varias mediciones de manera aleatoria dentro del intervalo de tiempo considerado. La incertidumbre asociada al resultado es función del número y duración de las mediciones, datos estos que deben ser consignados en el correspondiente informe (ver anexo B).

## 6.- PRECISION DE LAS MEDIDAS

### 6.1.- Generalidades

La precisión del resultado de una medición depende de un gran número de factores que se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Factores dependientes del tipo de ruido (estable, fluctuante, impulsivo, etc..)
- Factores ligados a la utilización de los aparatos.

- Factores relativos al tipo del aparato usado.

#### 6.2.- Factores dependientes del tipo de ruido

Si el ruido fluctúa de manera aleatoria y se procede a una medición por muestreo temporal, el margen de error puede ser calculado según el método expuesto en el anexo B.

#### 6.3.- Factores ligados a la utilización de los aparatos

La influencia de estos factores resulta minimizada si se siguen los métodos descritos en los párrafos 5.1 y 5.2.

#### 6.4.- Factores relativos al tipo del aparato usado

Se sitúan a tres niveles:

- Características de los micrófonos (respuesta en frecuencia, directividad) y contraste.

- Tolerancias de las ampliificaciones y tratamientos de la señal (principalmente de la ponderación A).

- Comportamiento de los circuitos de detección, integración y fijación (principalmente en el caso de ruido de impulso).

Estos elementos determinan el tipo de precisión de un aparato\*.

La medición efectuada con un aparato de tipo 1 se considera que tiene un margen de error despreciable por lo que se refiere a este apartado.

La medición efectuada con un aparato de tipo 2 comporta, para este apartado, un margen de error que se puede estimar en  $\pm 1$  dB.

La medición efectuada con un aparato de tipo 3 comporta, en lo que se refiere a este apartado, un margen de error que se puede estimar en  $\pm 5$  dB.

Nota: Estos márgenes de error han sido estimados para el caso de ruidos clásicos de taller, de espectro de frecuencias de banda ancha limitada a 8 KHz y de los que la dirección de incidencia es localizable.

---

\* En lo que sigue, las referencias a los tipos de aparatos (1,2 y 3), lo son, en la norma francesa original, a las también normas francesas NF S 31-009 (sonómetros) y NF S 31-109 (sonómetro-integradores). No se ha podido comprobar de modo fehaciente, aunque todo apunta en esa dirección, la equivalencia, en los aspectos significativos para el cálculo del margen de error de la medición, entre las citadas normas y las correspondientes CEI-651 y CEI-804. que son las que contempla el R.D. 1316/1989.

## 6.5.- Estimación de la incertidumbre de las mediciones

A los efectos del presente método, la incertidumbre o margen de error de las mediciones,  $\varepsilon$ , es la suma de la incertidumbre debida al tipo del aparato usado (ver párrafo 6.4.) y la debida al muestreo con un nivel de confianza del 95 % (ver anexo B).

## 6.6.- Clases de precisión de las mediciones

Se definen tres clases de precisión de medición, que se describen en la tabla 1.

Tabla 1 - Clases de precisión de medición

Incertidumbre $\varepsilon$ (dB)	$\varepsilon \leq 1,5$	$1,5 < \varepsilon \leq 3$	$3 < \varepsilon \leq 6$
Clase de precisión de medición	1	2	3
Denominación	Medición de referencia	Medición pericial	Medición de control

Nota:  $\varepsilon$  es la incertidumbre de la medición determinada conforme al párrafo 6.5

## 7.- COMPARACIÓN CON UN NIVEL LÍMITE ESPECIFICADO

La comparación del valor del nivel diario equivalente de un trabajador,  $L_{Aeq,d}$ , determinado según las indicaciones de la presente norma, con un nivel diario equivalente límite especificado,  $L_{lim}$ , debe ser efectuada teniendo en cuenta la incertidumbre  $\varepsilon$  ligada a las mediciones efectuadas (ver párrafo 6.5.), de la siguiente forma:

Si  $L_{Aeq,d} - \varepsilon \leq L_{lim} \leq L_{Aeq,d} + \varepsilon$ , no se puede tomar una decisión, y las mediciones deberán repetirse con un método más preciso.

Si  $L_{Aeq,d} + \varepsilon \leq L_{lim}$ , el nivel límite no se habrá sobrepasado.

Si  $L_{Aeq,d} - \varepsilon \geq L_{lim}$ , el nivel límite se habrá alcanzado o superado.

## 8.- INFORME DE MEDICION

El informe debe contener los siguientes datos:

### 8.1.- Objetivo de las mediciones

### 8.2.- Descripción de los puestos de trabajo

- Naturaleza de la actividad
- Fases o ciclos de trabajo
- Fuentes de ruido en el puesto de trabajo y en su entorno; en el caso de ruido de carácter impulsivo, Indicación del tiempo considerado para la determinación de dicho carácter (ver párrafo 3.3.)

- En su caso, definición del puesto o puestos de trabajo representativos de un grupo de puestos considerado.

#### 8.3.- Indicación de los emplazamientos de medición

Según que se trate de la medición del nivel diario equivalente de un trabajador, o del nivel de ruido en un lugar de trabajo.

#### 8.4.- Aparatos de medida utilizados

Clase, tipo de precisión, nombre del constructor y número de serie.

#### 8.5.- Procedimiento de medición

Descripción detallada del modo operatorio, particularmente de los intervalos de tiempo considerados, las duraciones de las mediciones y el número de éstas, justificando las elecciones efectuadas.

#### 8.6.- Resultados

Niveles diarios equivalentes y/o niveles de ruido en los lugares de trabajo, con sus márgenes de error asociados, determinados conforme al párrafo 6.5. con indicación de la clase de precisión de la medición resultante, según la tabla 1 (ver el ejemplo del anexo B).

## A N E X O A

### LÍNEAS DIRECTRICES PARA LA VINCULACION DE LOS TRABAJADORES A LAS MEDICIONES.

Con objeto de obtener una buena cooperación técnica de los participantes, es deseable informar a los cuadros sobre el objetivo de las mediciones y los métodos a emplear, así como poner en conocimiento de los trabajadores implicados en las mediciones, los siguientes datos:

1. Objetivo e interés de las mediciones
2. El hecho de que no se trata de un registro ni de un control de actividad.
3. El tipo de aparatos empleados y su modo de utilización.
4. Si se utilizan dosímetros, la manera de llevarlos y los cuidados que requieren.

Para asegurar que las mediciones sean representativas de la situación más frecuente, se debe recabar, tanto de los cuadros como de los trabajadores, información sobre los aspectos siguientes:

1. Modo de descomposición de la jornada de trabajo diaria en períodos discretos de actividad: duración de cada período de trabajo o de reposo.
2. Señalización de los acontecimientos sonoros infrecuentes (por exceso o por defecto de ruido), ocurridos durante las mediciones.

Tabla 2 - Intervalos de confianza al 95 % en función del número de muestras, n, y de la desviación típica de las medidas, S<sub>L</sub>

n \ S <sub>L</sub>	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
5	0,6	1,2	1,9	2,5	3,1	3,7	4,3	5	5,6	6,2	6,8	7,4
6	0,5	1	1,6	2,1	2,6	3,1	3,7	4,2	4,7	5,2	5,8	6,3
7	0,5	0,9	1,4	1,8	2,3	2,8	3,2	3,7	4,2	4,6	5,1	5,5
8	0,4	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	5
9	0,4	0,8	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6
10	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3
12	0,3	0,6	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,5	3,5	3,8
14	0,3	0,6	0,9	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5
16	0,3	0,5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2
18	0,2	0,5	0,7	1	1,2	1,5	1,7	2	2,2	2,5	2,7	3
20	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8
25	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
30	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2

## A N E X O B

### ESTIMACION DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA CONTINUO EQUIVALENTE PONDERADO A DE UN AMBIENTE SONORO, MEDIANTE MUESTREO.

El presente método permite estimar, a partir de un cálculo realizado sobre un número limitado de muestras tomadas al azar, en el transcurso de un intervalo de tiempo T, el valor probable del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A de un ambiente sonoro para ese intervalo de tiempo, así como el intervalo de confianza alrededor de ese valor.

Esta técnica, cuando es posible utilizarla, permite disminuir el coste de cada intervención, limitando la duración de medición y usando material de fácil empleo.

Sea L el nivel de presión acústica ponderado A de la muestra i (i=1, 2, ..., n). L<sub>i</sub> puede ser el nivel de presión acústica ponderado A "instantáneo", medido con la característica temporal S (Slow) del sonómetro, o, preferentemente, el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, medido durante un corto periodo de tiempo de duración τ comprendida, por ejemplo entre 1 y 15 minutos.

La estimación del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A del intervalo de tiempo T, viene dada por la relación:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right) \quad (1)$$

Los límites del intervalo de confianza alrededor de este valor, para un nivel de confianza del 95 %, aparecen consignados en la tabla 2, en función del número de muestras y de la desviación típica s<sub>L</sub> de los niveles L<sub>i</sub>, calculada según la fórmula:

$$s_L = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}$$

siendo:

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i$$

Nota: Cuando el intervalo de tiempo T coincide con la duración efectiva de la jornada de trabajo,  $T_d$  se obtiene una estimación directa de  $L_{Aeq,Td}$  y del intervalo de confianza asociado.

### Ejemplo numérico

Se han medido, durante un intervalo de tiempo T, los niveles  $L_i$  siguientes:

84-86-87,5-88,5-90-91-92-93-95-97 dB(A).

La aplicación de la fórmula (1) da la estimación del nivel de presión acústica continuo equivalente A:

$$L_{Aeq,T} = 92,0 \text{ dB(A)}$$

La desviación típica, calculada según la fórmula (2) es:  $s_L = 4 \text{ dB}$ .

La lectura de la tabla 2 para  $s_L = 4 \text{ dB}$  y  $n=10$ , da un límite de confianza, al 95%, igual a 2,9 dB.

El resultado de la medición será, por tanto:

$$L_{Aeq,T} = 92,0 \pm 2,9 \text{ dB(A)}$$

Si las mediciones se han efectuado con un sonómetro de tipo 2, la incertidumbre global será, conforme a lo indicado en el párrafo 6.5:

$$\varepsilon = 2,9 + 1 = 3,9 \text{ dB}$$

Según la tabla 1 (párrafo 6.6.) la medición será del grado de precisión denominado "de control" (clase 3).