

**NORMA MEXICANA  
NMX-S-053-SCFI-2000  
(Secciones de Mayor Relevancia)  
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL – PROTECTORES AUDITIVOS  
– DETERMINACIÓN DE LA ATENUACIÓN EN OIDO REAL**

**MEXICAN STANDARD**

**PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT – HEARING PROTECTION  
DEVICES – MEASUREMENT  
OF REAL EAR ATTENUATION**

## ÍNDICE

<b>0</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CAMPO DE APLICACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DEFINICIONES</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>SÍMBOLOS</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>MATERIALES DE FABRICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA ATENUACIÓN EN OÍDO REAL</b>	<b>7</b>
	<b>8.1 RESUMEN</b>	<b>7</b>
	<b>8.2</b> Requerimientos del lugar y equipos de prueba	<b>8</b>
	<b>8.3</b> Sujetos de prueba	<b>12</b>
	<b>8.4</b> Muestras del protector	<b>13</b>
	<b>8.5</b> Método de prueba	<b>14</b>
	<b>8.6</b> Procedimiento	<b>15</b>
	<b>8.7</b> Cálculo de la atenuación en oído real	<b>16</b>
	<b>8.8</b> Fuerza de ajuste en orejeras y diademas.	
	<b>8.9</b> Informe de la prueba	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>MÉTODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE AJUSTE DE OREJERAS Y DIADEMAS</b>	
	<b>9.1</b> Resumen	
	<b>9.2</b> Aparatos e Instrumentos	
	<b>9.3</b> Procedimiento	
<b>10</b>	<b>INFORME DE LA PRUEBA</b>	
<b>11</b>	<b>MARCADO Y ETIQUETADO</b>	<b>18</b>
	<b>11.1</b> Generales	<b>18</b>
	<b>11.2</b> Instructivos	<b>18</b>
	<b>11.3</b> Datos de atenuación	<b>18</b>
	<b>10.4</b> Advertencias	<b>18</b>
	<b>10.5</b> Recomendaciones	<b>19</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>19</b>
<b>13</b>	<b>CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES</b>	<b>21</b>

# **NMX-S-053-SCFI-2001 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL – PROTECTORES AUDITIVOS – DETERMINACIÓN DE LA ATENUACIÓN EN OÍDO REAL**

## **0 INTRODUCCIÓN**

La exposición al ruido es un factor de riesgo frecuente en los centros de trabajo. Puede provocar daño permanente al sistema auditivo así como otros efectos fisiológicos y psicológicos.

Con el fin de disminuir este riesgo, en los centros de trabajo normalmente se proporcionan protectores auditivos al personal expuesto a ruido, en algunos casos, como una alternativa de control. Por lo tanto, es vital predecir la atenuación que pueden proporcionar los protectores.

La reducción del nivel de presión acústica cuando se usa el protector se debe calcular en base a los valores de atenuación del protector por bandas de octava y las características del espectro acústico específicas del centro de trabajo.

### **0.1 La importancia del factor humano**

La interacción entre el protector y el canal auditivo del sujeto, así como la forma en que el sujeto se coloca y ajusta el protector son elementos críticos para los resultados de la prueba de atenuación. Por esto, las pruebas de laboratorio se deben realizar con seres humanos (de aquí la denominación “atenuación en oído real”) y no en dispositivos de pruebas acústicas como lo es un oído artificial.

### **0.2 Factor único de atenuación**

Esta Norma establece como valor único de atenuación el factor de nivel de reducción a ruido designado NRR.

Con el objetivo de facilitar el proceso de selección de protectores auditivos, internacionalmente se han desarrollado varios procedimientos de cálculo matemático que integran los diferentes valores de atenuación por bandas de octava en un factor único de atenuación del protector en cuestión, denominado NRR (Noise Reduction Rating) en E.U.A. y SNR (Single Number Rating) en la Comunidad Europea.

Un efecto no deseado del uso de este factor, es que ha suscitado que la selección de protectores auditivos, en muchos casos, se convierte en un juego de números en el que se le da importancia injustificada al factor único de atenuación ostentado por el protector. En algunos casos las decisiones de adquisición se fundamentan en diferencias de sólo 1 dB cuando en la Norma Internacional ISO 4869 – 2: 1994, se menciona que diferencias de hasta 3 dB en este parámetro, no son significativas para comparar protectores auditivos. Por otra parte, también ha provocado que se le reste importancia a otros aspectos que son fundamentales para la selección del protector como lo son que proporcione el confort para ser utilizado correctamente el cien por ciento del tiempo de exposición, así como las necesidades individuales de comunicación y la compatibilidad con otros equipos de protección personal.

El empleo de protectores auditivos sin la adecuada selección, ajuste correcto y cuidado puede resultar en una protección mucho menor que los valores de atenuación resultantes de los procedimientos del método de prueba especificado en esta norma.

Esta norma incluye un apéndice informativo con la guía de selección y buen uso de protectores auditivos.

### **0.3 Pruebas físicas**

Se considera que las pruebas físicas de los protectores auditivos, tales como la resistencia a caídas y a condiciones ambientales extremas, que determinan la calidad y durabilidad del producto, deben contar con métodos normalizados de prueba. Sin embargo, no es objeto de esta Norma establecer dichos métodos, los cuales serán contemplados en una Norma futura.

El método para determinar la fuerza de ajuste de las bandas de conchas auditivas y diademas con tapón auditivo se describe en el capítulo 9, por considerarse que dicho valor incide en la atenuación de los protectores.

### **0.4 Informar y capacitar**

En el capítulo 11 Marcado y etiquetado se determina el contenido específico que debe incluirse en cuanto a instrucciones, advertencias y recomendaciones con el fin de brindar una mejor información a los usuarios de los protectores.

El proporcionar información pertinente y expectativas realistas de atenuación, redundará en programas de conservación de la audición que le dan la debida importancia a los aspectos que los harán efectivos: capacitación, motivación y supervisión, enfatizando que la capacitación a los trabajadores es vital para evitar daños a la salud por la exposición a ruido.

## **1 OBJETIVO**

Esta Norma establece el método de medición basado en pruebas de laboratorio en oído real para determinar la atenuación del nivel de presión acústica de los protectores auditivos.

## **2 CAMPO DE APLICACION**

Esta Norma se aplica al equipo de protección personal auditivo para los trabajadores expuestos a ruido en los centros de trabajo. Este método no es aplicable para medir la atenuación en los siguientes casos:

- a) Protectores auditivos sensibles a la amplitud. La atenuación de estos dispositivos está diseñada para incrementarse a niveles de presión acústica elevados, sin embargo, el método que se especifica en esta Norma no es adecuado para medir este efecto.
- b) Protectores auditivos diseñados para atenuar ruido impulsivo, como el generado por prensas troqueladoras para los cuales actualmente no existen métodos normalizados de prueba.

### 3 REFERENCIAS

No existen referencias normativas para esta norma.

### 4 DEFINICIONES

- 4.1 Atenuación en oído real:** Para una señal de prueba dada, es la diferencia en decibeles, entre el umbral de audición con y sin protector auditivo para un sujeto de prueba.
- 4.2 Campo sonoro difuso:** Campo sonoro cuya densidad de energía es uniforme y, en el cual, la propagación del sonido es igualmente probable en todas direcciones.
- 4.3 Concha auditiva; orejera:** Protector auditivo que cubre por completo la oreja y es mantenido en su lugar por medio de un sistema de suspensión.
- 4.4 Concha auditiva (orejera) montable en casco:** Aquella cuyo sistema de suspensión se fija al casco de seguridad.
- 4.5 Diadema con tapón auditivo; diadema:** Tapones auditivos sujetos mediante una banda semirígida.
- 4.6 Factor de Nivel de Reducción a Ruido (NRR):** Factor único de atenuación de un protector auditivo determinado conforme al método especificado en esta norma.
- 4.7 Oído real:** Sistema auditivo de un sujeto de prueba. Este término refiere que la prueba mencionada se lleva a cabo en una persona y no en un oído artificial.
- 4.8 Protector auditivo:** Equipo de protección usado por una persona para prevenir efectos auditivos no deseados debido a estímulos acústicos.
- 4.9 Punto de Referencia:** Punto fijo dentro de la cámara de prueba, con relación al cual el sujeto de prueba es colocado de tal forma que el punto medio de una línea imaginaria que une las entradas de sus canales auditivos, coincida con este punto de referencia. Es el punto al cual todas las mediciones objetivas de las características del campo sonoro son referidas.
- 4.10 Ruido:** Todo sonido el cual debido a sus características de nivel, frecuencia y duración puede ser nocivo, molesto o interferir la comunicación.
- 4.11 Ruido rosa:** Es el ruido de densidad espectral de presión acústica la cual es inversamente proporcional a la frecuencia.
- 4.12 Sistema de suspensión:** Dispositivo que mantiene al protector auditivo en la cabeza del usuario.

- 4.13 Tapón auditivo:** Protector que se inserta dentro del canal auditivo.
- 4.14 Tapón auditivo moldeable por el usuario (desechable):** Tapón al cual el usuario le da forma antes de insertarlo en el canal auditivo.
- 4.15 Tapón auditivo premoldeado:** Aquel que no es moldeable por el usuario previo a su inserción, generalmente cuenta con un vástago a fin de sujetarlo sin tocar la parte del tapón que entra en contacto con el conducto auditivo.
- 4.16 Tiempo de reverberación:** Es el tiempo requerido para que el nivel de presión acústica decrezca 60 dB después de que la fuente sonora se ha apagado.
- 4.17 Umbral de audición:** Es el nivel de presión acústica más bajo de una señal, en el cual, ésta empieza a ser audible por el sujeto de prueba.
- 4.18 Umbral de audición para oído ocluido:** Es el umbral de audición que resulta cuando un protector auditivo es usado.
- 4.19 Umbral de audición para oído abierto:** Es el umbral de audición que resulta cuando no se usa un protector auditivo.

## 5 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
dB	Decibel.
dB(A)	Decibel en ponderación "A"
dB(A) re 20 $\mu$ Pa	Decibel referido a una presión acústica de 20 $\mu$ Pa.
Hz	Hertz.
$L_{eq}$	Nivel de presión acústica equivalente.
$L_{s, max}$	Nivel máximo de presión acústica medido en respuesta lenta.
ms	Milisegundo.

## 6 CLASIFICACION Y DESIGNACION DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS

Los protectores auditivos se clasifican en los siguientes tipos:

- |   |   |
|---|---|
| A | Tapón auditivo moldeable por el usuario (desechable). |
| B | Tapón auditivo premoldeado.                           |
| C | Diadema con tapón auditivo.                           |
| D | Concha auditiva (orejera).                            |
| E | Concha auditiva (orejera) montable en casco.          |

## **11. MARCADO Y ETIQUETADO**

La siguiente información debe estar incluida en idioma español, para el caso de tapones auditivos en el embalaje multiunitario que contiene los empaques individuales o en el despachador. Para el caso de diademas y conchas auditivas, esta información debe incluirse en el empaque individual. La información requerida puede estar impresa directamente en el empaque o bien en una etiqueta indeleble adherida al mismo. Deben mostrarse los datos de atenuación del apartado 11.3.

### **11.1 Generales:**

- a) Nombre, razón social y domicilio del fabricante o importador.
- b) Leyenda según sea el caso tapón auditivo, diadema o concha auditiva seguido del modelo del mismo.
- c) Contenido (número de unidades dentro del empaque).
- d) Contraseña de cumplimiento con esta norma.
- e) Leyenda indicando el país de origen.
- f) En caso de que un mismo modelo de protector auditivo existiera en más de un tamaño, este dato deberá mostrarse en el empaque.

### **11.2 Instructivos:**

- a) Instrucciones de colocación y ajuste del protector. Se recomienda complementar con diagrama ilustrativo.
- b) Instrucciones para limpieza y mantenimiento si es aplicable.
- c) En caso de que las condiciones ambientales afecten las características del producto o su rendimiento deben incluirse las instrucciones para su almacenamiento adecuado, donde se indiquen las condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, agentes químicos, etc., que puedan afectar el rendimiento del protector.

### **11.3 Datos de atenuación:**

- a) El factor de nivel de reducción a ruido denominado NRR, cuyo procedimiento de cálculo se especifica en el apéndice A de esta Norma.
- b) Valores numéricos de atenuación promedio y desviación standard para las frecuencias centrales de prueba medidos de acuerdo al método de prueba especificado en esta Norma.
- c) En caso de que además de los valores especificados en a) y b), se muestren valores de atenuación correspondientes a otras normas; los valores de los incisos a) y b) deben presentarse con al menos las mismas características de impresión que enfatizan su importancia.

- d) Opcionalmente los datos de atenuación promedio para las frecuencias centrales de prueba se pueden proporcionar en forma de gráfica. En este caso, los valores de las frecuencias centrales deben ubicarse en el eje xx' y los promedios de atenuación en el eje yy' con el valor de referencia cero en la parte superior de este eje.

#### **11.4 Advertencias:**

- a) Advertencia de que la atenuación reportada será obtenida solamente si el protector se encuentra en buenas condiciones y si se utiliza de acuerdo a las instrucciones de colocación y ajuste. Se sugiere el siguiente texto: ADVERTENCIA: Para obtener la atenuación indicada es necesario que el protector se encuentre en buenas condiciones y se utilice de acuerdo a sus instrucciones de colocación y ajuste.
- b) Para conchas auditivas, una advertencia en el empaque individual o mediante instructivo anexo, de que la reducción de ruido se verá afectada por cualquier elemento que afecte el sello de los cojines de la concha con la cabeza, tales como armazones de lentes, aretes, cabello largo etc. y una nota indicando que el cojín del sello puede deteriorarse con el uso y debe de reemplazarse regularmente.
- c) Adicionalmente se debe incluir en el empaque, etiqueta o instructivo anexo indicaciones alusivas a los puntos siguientes :
- Seleccionar un protector auditivo que sea cómodo para usarse correctamente durante todo el tiempo de exposición a ruido sin interrupciones.
  - Considerar las necesidades individuales de comunicación, especialmente si en ocasiones es necesario escuchar una alarma sonora.
  - Seleccionar un protector auditivo compatible con el uso de otros equipos de protección personal.
- d) Se sugiere que para tapones auditivos se incluya, una advertencia para mantenerlos fuera del alcance de niños por el peligro de asfixia en caso de ser ingeridos.

#### **11.5 Etiqueta opcional.**

El apéndice muestra una etiqueta opcional para cumplir con los requisitos primordiales de marcado y etiquetado de esta Norma.

### **12. BIBLIOGRAFIA**

- 12.1** ANSI (1974) "Method for the Measurement of Real Ear Protection of Hearing Protectors and Physical Attenuation of Earmuffs." American National Standards Institute, ANSI S3.19 – 1974 (ASA STD) Nueva York, N.Y. E.U.A.

- 12.2** ANSI (1997) "Methods for Measuring Real Ear Attenuation of Hearing Protectors," American National Standards Institute, ANSI S12.6 – 1997 Nueva York, N.Y. E.U.A.
- 12.3** AS/NZS (1999) "Acoustics – Hearing Protectors Standards Australia / Standards New Zealand, AS/NZS 1270: 1999, Australia.
- 12.4** Berger, E.H., Royster, J.D., Merry, C.J., Nixon, C.W., Franks, J.R., Behar, A., Casali, J.G., Dixon-Ernst, C., Kieper, R.W., Mozo, B.T., Ohlin, D., and Royster, L.H. (1996). "Development of a new standard laboratory protocol for estimating the field attenuation of hearing protection devices. Part I. Research of Working Group 11, Accredited Standards Committee S12, Noise, The Journal of the Acoustical Society of America. 99(3), 1506-1526. E.U.A.
- 12.5** Berger, E.H. and Franks, J.R. (1996). The Validity of Predicting the Field Attenuation of Hearing Protectors from Laboratory Subject-Fit Data, The Journal of the Acoustical Society of America. 100(4), Pt. 2, p. 2674. E.U.A.
- 12.6** Berger, E.H., John R. Franks, and Fredrik Lindgren. (1996). International Review of Field Studies of Hearing Protector Attenuation " Thieme Medical Pub., Inc.,. Ch. 29, NY. E.U.A.
- 12.7** Berger, E.H., Mem. INCE (1992). " Development of a Laboratory Procedure for Estimation of the Field Performance of Hearing Protectors". Hearing Conservation Conference, University of Kentucky, Lexington, Kentucky 40506-0046, April 1-4. E.U.A.
- 12.8** ISO (1984) " Acoustics. Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex otologically persons", ISO 7029 : 1984, Suiza
- 12.9** ISO (1990) "Acoustics Hearing Protectors – Part 1. Subjective Method for the Measurment of Sound Attenuation, International Organization for Standarization ", ISO 4869 - 1 : 1990, Suiza
- 12.10** ISO (1994) "Acoustics – Hearing Protectors – Part 2. Estimation of Effective A-Weighted Sound Pressure Levels When Hearing Protectors are Worn," International Organization for Standardization, ISO 4869 - 2 : 1994, Suiza.
- 12.11** Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 1997, México
- 12.12** NIOSH (1975) , " List of Personal Hearing Protectors and Attenuation Data," National Institute for Occupational Safety and Health, U.S. Department of Health, Report No. 78-120, Cincinnati, OH. E.U.A.
- 12.13** NMX-Z-013/1-1977 Guía para la redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Mexicanas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NMX-Z-013/1-1977, México.
- 12.14** NOM-017-STPS-2001 equipo de protección personal – Uso y selección en los centros de trabajo.

- 12.15** NOM – 011 – STPS – 1993 Relativa a las Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se Genere Ruido, Secretaría del Trabajo y Previsión Social.” NOM 011: 1993, México.
- 12.16** NOM – 050 – SCFI – 1994 Disposición General de Etiquetado para productos tanto de origen nacional como de importación.”, NOM 050: 1994, México.
- 12.17** NOM – 080 – STPS – 1993 Higiene Industrial – Medio Ambiente Laboral – Determinación del Nivel Sonoro Continuo Equivalente, al que se Exponen los Trabajadores en los Centros de Trabajo. NOM 080: 1993, México.
- 12.18** Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. 1997. México.
- 12.19** Royster, L.H., (1996) “ In Search of Meaningful Measures of Hearing Protector Effectiveness “. National Hearing Association, San Francisco, CA, Spectrum Vol. 13, Suppl. 1, p.29. E.U.A.
- 12.20** Royster,J.D., Berger, E.H., Merry, C.J., Nixon, C.W., Franks, J.R., Behar, A., Casali, J.G., Dixon-Ernst, C., Kieper, R.W., Mozo, B.T., Ohlin, D., and Royster,L.H. (1998).” Development of a new standard laboratory protocol for estimating the field attenuation of hearing protection devices. Part III. The validity of using subject-fit data” The Journal of the Acoustical Society of America. 103(2), 665-672. E.U.A.
- 12.21** Z94.2-94 “Hearing Protectors”, (1994) Canadá

### **13. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**

Esta Norma concuerda parcialmente con la norma internacional ISO 4869-1:1990, Acoustics – Hearing protectors, Part 1: Subjective method for the measurement of sound attenuation.

---

## Apéndice A (Normativo)

### Procedimiento para el cálculo del factor de nivel de reducción a ruido (NRR)

#### A.0 Introducción

Este apéndice describe el procedimiento que debe aplicarse para el cálculo del NRR correspondiente a un dispositivo de protección auditiva (DPA) bajo prueba. Este procedimiento debe aplicarse por los fabricantes y/o laboratorios responsables de la evaluación del DPA conforme a esta Norma Mexicana.

#### A.1 Procedimiento

El método de cálculo considera como referencia el ruido rosa. Por lo tanto, cuando este ruido se mide empleando un filtro de banda de una octava, con ponderación lineal, el resultado será que en cada banda se obtendrá el mismo valor de nivel de presión acústica. Para el cálculo se consideran 7 frecuencias. En la tabla A1 se muestran las frecuencias de prueba y las respuestas relativas de las ponderaciones A y C.

**TABLA A1:**  
RESPUESTAS RELATIVAS DE LAS PONDERACIONES A Y C EN LAS FRECUENCIAS CENTRALES DE LAS BANDAS DE OCTAVA CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO DEL NRR.

Frecuencia central, $f_i$ [Hz]	Ponderación A, $A_{fi}$ [dB]	Ponderación C, $C_{fi}$ [dB]
125	-16,1	-0,2
250	-8,6	0,0
500	-3,2	0,0
1000	0,0	0,0
2000	1,2	-0,2
4000	1,0	-0,8
8000	-1,1	-3,0

Es importante notar que el método de evaluación, para la atenuación obtenida con el uso de protectores auditivos, descrito en esta Norma Mexicana considera 9 frecuencias. Para relacionarlas directamente con las frecuencias de la tabla A1, los valores de atenuación ( $AP_{fi}$ ) y desviación estándar ( $DE_{fi}$ ) obtenidos para las frecuencias de 3150 Hz y 4000 Hz se deben promediar aritméticamente y considerarse como los valores correspondientes para 4000 Hz; de la misma manera se deben considerar los valores correspondientes a las frecuencias de 6300 Hz y 8000 Hz, promediados para considerarse como valores para 8000 Hz. Es decir;

$$AP_{4000Hz} = \frac{1}{2} (AP_{3150Hz,apartad8} + AP_{4000Hz,apartad8})$$

$$DE_{4000Hz} = \frac{1}{2} (DE_{3150Hz,apartad8} + DE_{4000Hz,apartad8})$$

$$AP_{8000Hz} = \frac{1}{2} (AP_{6300Hz,apartad8} + AP_{8000Hz,apartad8})$$

$$DE_{8000Hz} = \frac{1}{2} (DE_{6300Hz,apartad8} + DE_{8000Hz,apartad8})$$

En el resto de las frecuencias se deben considerar los valores obtenidos en el apartado 8 de esta Norma. A continuación se describe el método de cálculo.

**Paso 1:** Considerar un espectro de ruido rosa con un nivel de presión acústica de referencia de 100 dB, para cada frecuencia de la tabla A1 (el resultado final es independiente de este valor).

**Paso 2:** Calcular, considerando el nivel de referencia, los niveles de presión acústica ponderados C (oído abierto) para cada frecuencia de la tabla A1 empleando la ecuación (1).

$$N_{C,f_i} = 100 + C_{f_i} \quad (1)$$

donde:

$N_{C,f_i}$  Niveles de presión acústica ponderados C para cada frecuencia de la tabla A1.

$C_{f_i}$  Respuesta relativa correspondiente a la ponderación C (tabla A1).

**Paso 3:** Calcular el nivel de presión acústica total ponderado C a partir de los valores obtenidos en el paso 2, empleando la ecuación (2).

$$N_C = 10 \cdot \log \left( \sum_1^7 10^{\left( \frac{N_{C,f_i}}{10} \right)} \right) \quad (2)$$

donde:

$N_C$  Nivel de presión acústica total ponderado C.

$N_{C,f_i}$  Niveles de presión acústica ponderados C obtenidos en el paso 2.

**Paso 4:** Calcular, considerando el nivel de referencia  $N_R$ , los niveles de presión acústica ponderados A para cada frecuencia de la tabla A1 empleando la ecuación (3).

$$N_{A,f_i} = N_R + A_{f_i} \quad (3)$$

donde:

- $N_{A,f_i}$  Niveles de presión acústica ponderados A para cada frecuencia de la tabla A1.
- $N_R$  Nivel acústica de referencia para la señal de ruido rosa en las frecuencias de la tabla A1.
- $A_{f_i}$  Respuesta relativa correspondiente a la ponderación A (tabla A1).

**Paso 5:** Calcular los niveles de presión acústica atenuados (oído ocluido) para cada frecuencia de la tabla A1; sustrayendo de los niveles obtenidos con la ecuación (3) el valor de la atenuación promedio ( $AP_{f_i}$ ) menos dos veces la desviación estándar ( $DE_{f_i}$ ) correspondiente, empleando la ecuación (4).

$$N_{At,f_i} = N_{A,f_i} - (AP_{f_i} - 2 \cdot DE_{f_i}) \quad (4)$$

donde:

- $N_{At,f_i}$  Niveles de presión acústica atenuados para cada frecuencia de la tabla A1.
- $N_{A,f_i}$  Niveles de presión acústica ponderados A para cada frecuencia de la tabla A1.
- $AP_{f_i}$  Atenuación promedio, para cada frecuencia  $f_i$ , obtenida para el protector auditivo conforme al apartado 8 de esta norma.
- $DE_{f_i}$  Desviación estándar, para cada frecuencia  $f_i$ , de las atenuaciones obtenidas para el protector auditivo conforme al apartado 8 de esta norma.

**Paso 6:** Calcular el nivel de presión acústica atenuado total con los valores obtenidos en el paso 5, mediante la ecuación (5).

$$N_{At} = 10 \cdot \log \left( \sum_{i=1}^7 10^{\left( \frac{N_{At,f_i}}{10} \right)} \right) \quad (5)$$

donde:

- $N_{At}$  Nivel de presión acústica atenuado total.
- $N_{At,f_i}$  Niveles de presión acústica atenuados para cada frecuencia de la tabla A1.

**Paso 7:** Calcular el valor NRR sustrayendo del nivel de presión acústica total ponderado C (paso 3), el nivel de presión acústica atenuado total (paso 6). Se resta adicionalmente un factor de seguridad (corrección) de 3 dB para compensar las variaciones que pueden darse en espectros de ruido reales.

$$NRR = N_C - N_{At} - 3 \text{ dB} \quad (6)$$

Este valor, redondeado al entero más cercano, corresponde al factor único de atenuación que se informará en el empaque del protector auditivo, descrito en el apartado 10.3.

En la tabla A2 se muestra un ejemplo del cálculo del factor único de atenuación.

## A.2 Ejemplo

**TABLA A2:**  
EJEMPLO DE CÁLCULO DEL NRR.

Frecuencias centrales en bandas de octava [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1. Espectro de ruido rosa de referencia (el resultado es independiente del nivel considerado), [dB]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2. Niveles de presión acústica ponderados C, con oído abierto (ec. 1). $N_{Cf_i}$ , [dB]	99,8	100,0	100,0	100,0	99,8	99,2	97,0
3. Nivel de presión acústica total ponderado C (suma logarítmica de los niveles sonoros obtenidos en el paso 2, ec. 2). $N_C$ , [dB]	$N_C = 10 \cdot \log \left( \sum_{i=1}^7 10^{\left( \frac{N_{Cf_i}}{10} \right)} \right) \quad (2)$ $N_C = 10 \cdot \log \left( 10^{\left( \frac{99,8}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{100}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{100}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{100}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{100}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{99,8}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{99,2}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{97,0}{10} \right)} \right)$ $N_C = 107,95 \text{ dB}$						
4. Niveles de presión acústica ponderados A, con oído abierto (ec. 3). $N_{Af_i}$ , [dB]	83,9	91,4	96,8	100,0	101,2	101,0	98,9
5a. Valores de atenuación promedio (apartado 8). $AP_{f_i}$ , [dB]	29,6	31,3	34,1	34,0	35,5	41,4*	39,6**
5b. Desviación estándar de las atenuaciones $DE_{f_i}$ , multiplicada por 2. [dB].	6,4	6,6	4,2	4,6	5,4	3,9*	4,8**
5c. Niveles de presión acústica atenuados en ponderación A, (oído ocluido, ec. 4). $N_{Atf_i}$ , [dB] [Paso 4 – Paso 5a + Paso 5b]	60,7	66,7	66,9	70,6	71,1	63,5	64,1
6. Nivel de presión acústica atenuado total (suma logarítmica de los niveles sonoros obtenidos en el paso 5c, ec. 5). $N_{At}$ , [dB]	$N_{At} = 10 \cdot \log \left( \sum_{i=1}^7 10^{\left( \frac{N_{Atf_i}}{10} \right)} \right) \quad (5)$ $N_{At} = 10 \cdot \log \left( 10^{\left( \frac{60,7}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{66,7}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{66,9}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{70,6}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{71,1}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{63,5}{10} \right)} + 10^{\left( \frac{64,1}{10} \right)} \right)$ $N_{At} = 76,01 \text{ dB}$						

7. $NRR = \text{Paso 3} - \text{Paso 6} - 3 \text{ dB}^\dagger$	$NRR = N_C - N_{A_i} - 3 \text{ dB} \quad (6)$ $NRR = 107,95 \text{ dB} - 76,01 \text{ dB} - 3 \text{ dB}$ $NRR = 28,94 \gg 29 \text{ dB}^{\dagger\dagger}$
---	---

† Este es un factor de corrección (seguridad) para proteger contra sobreestimación de la reducción de ruido del DPA debido a posibles variaciones en el espectro de ruido industrial real.

†† El resultado se redondea al entero más cercano.

\* Promedio aritmético de los valores correspondientes a 3150 Hz y 4000 Hz.

\*\* Promedio aritmético de los valores correspondientes a 6300 Hz y 8000 Hz.

## Apéndice B (Informativo)

### GUÍA BÁSICA PARA LA SELECCIÓN Y BUEN USO DE PROTECTORES AUDITIVOS

**TABLA B1.  
CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS (DE ACUERDO AL  
CAPÍTULO 6).**

Tipo A.	Tipo B.	Tipo C.	Tipo D.	Tipo E.
Tapón auditivo moldeable por el usuario	Tapón auditivo premoldeado	Diadema con tapón auditivo	Concha auditiva (orejera)	Concha auditiva montable en casco

El objetivo de la tabla B2 es facilitarle al usuario una guía de selección de los equipos de protección auditiva de acuerdo a tres parámetros.

**Tabla B2.**

PARAMETROS	DESCRIPCION	TIPOS DE PROTECTORES AUDITIVOS SUGERIDOS
<b>Condiciones del ambiente de trabajo</b>	Procesos limpios	A, B, C, D y E.
	Procesos en donde se tenga contacto con grasas y solventes	B, C, D y E.
	Procesos con exceso de partículas suspendidas (polvos)	D y E.
<b>Por el tiempo de exposición</b>	Jornadas de trabajo con exposición continua	A, B, D, y E.
	Jornadas de trabajo con exposición intermitente	B, C y D.
<b>Por su mantenimiento</b>	Tapones auditivos libres de mantenimiento "desechables" ( i )	A.
	Tapones auditivos reutilizables ( ii )	B.
	Equipos reutilizables con piezas intercambiables para su mantenimiento (iii)	C, D y E.

- (i) Para protectores auditivos que son Tipo A. – Tapón auditivo moldeable por el usuario – se deben manipular con manos limpias. Se sugiere remplazarlos en cada puesta. Son de categoría desechable y no se recomienda lavarlos pues pueden modificar sus cualidades de expansión, o si estos no llegan a secar pueden ser generadores de bacterias. Se deben desechar cuando estén sucios ó hayan perdido su consistencia original.
- (ii) Para los protectores auditivos de clasificación Tipo B. – Tapón auditivo premoldeado – el tiempo de vida útil es mayor, por lo tanto se recomienda lavarlos con agua y jabón neutro. Cerciorarse que el equipo quede seco, libre de cerumen, polvo, grasas y solventes. Estos equipos están diseñados para lavarse constantemente. Se recomienda el intercambio cuando el protector auditivo presente rasgaduras, modificaciones en su forma, tamaño ó consistencia.
- (iii) Para protectores auditivos Tipo C. – Diadema con tapón – se recomienda el lavado de los tapones auditivos considerando las precauciones arriba descritas. Algunos de estos equipos

cuentan con tapones de reemplazo, por lo tanto se recomienda el intercambio para mayor higiene.

Para protectores auditivos Tipo D. y E. – Concha auditiva y concha auditiva montable en casco – Se recomienda la limpieza continua a los cojinetes de la concha auditiva. Algunos equipos cuentan con cojinetes y espumas internas intercambiables. Por lo tanto se recomienda que además de la limpieza se utilicen estos reemplazos cuando se presenten rasgaduras, malformaciones ó endurecimiento de los cojinetes de la concha auditiva.

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

- La exposición prolongada a ruidos intensos provoca pérdida auditiva.
- El daño al nervio auditivo es irreversible y permanente.
- El cuerpo humano sólo puede absorber una dosis limitada de ruido cada día.
- En ambientes cuyos niveles rebasan los 85 decibeles se recomienda usar protección auditiva.
- En ambientes donde se requiera elevar el nivel de la voz para ser escuchado, probablemente el nivel rebasa los 85 decibeles.
- La exposición a ruidos con niveles mayores a 105 decibeles, aún por periodos cortos, puede causar daños irreversibles.
- El zumbido en los oídos después de una exposición a ruido (tinitus), indica que el nivel fue demasiado intenso y la exposición periódica puede causar pérdida auditiva.
- El ruido puede causar otros trastornos a la salud, como son alteraciones, problemas cardiovasculares, neurológicos, digestivos, de conducta, estrés y fatiga.

### **BUEN USO**

- Es fundamental el uso de protección auditiva el 100% del tiempo de exposición a ruido ya que tan solo unos minutos sin protección pueden ser dañinos.
- Seleccione un protector auditivo que sea cómodo para usarse correctamente durante todo el tiempo de exposición sin interrupciones.
- Considere sus necesidades individuales de comunicación y su compatibilidad con otros equipos de protección personal.
- El valor NRR no es el único factor para seleccionar un protector auditivo. Preferentemente seleccione el protector de acuerdo al espectro de ruido en el centro de trabajo, considerando la tabla de atenuación por frecuencias del protector en cuestión.
- Para comprobar de una manera subjetiva que los protectores auditivos están bien colocados, cubra sus orejas con la palma de sus manos. Si no percibe una diferencia notable entre cuando están tapadas y no lo están, será indicativo de que la colocación y ajuste son adecuados.

### **ADVERTENCIAS**

- Los tapones auditivos no son tóxicos, pero pueden interferir en la respiración en caso de ser introducidos en la nariz o por la boca.
- No se dejen al alcance de los niños menores.
- Verifique que el protector auditivo cuente con la contraseña oficial correspondiente.
- No sobreprotegerse. En algunos casos es necesario que el usuario sea capaz de oír una señal de alarma. Seleccione un protector auditivo con la atenuación adecuada que permita percibir dicha señal de alarma.
- Para obtener la atenuación indicada es necesario que el protector se encuentre en buenas condiciones y se utilice de acuerdo a sus instrucciones de colocación y ajuste.
- Seleccione un protector que no contenga componentes metálicos para actividades donde se requieran equipos dieléctricos.
- Siga las instrucciones y advertencias de almacenaje y mantenimiento.

- Varios estudios han demostrado que la atenuación de los protectores auditivos en el centro de trabajo es menor que la indicada por los valores obtenidos en pruebas de laboratorio. Las condiciones son muy distintas y muchos trabajadores no están debidamente capacitados o motivados para usar los protectores de la manera correcta.
- Por lo tanto dotar a los trabajadores expuestos a ruido con protectores auditivos no es suficiente para garantizar que se evitarán las pérdidas auditivas. Es necesario implementar un Programa de Conservación de la Audición que incluya la medición y control del ruido, así como la capacitación y motivación de los trabajadores y la evaluación periódica de su audición. El éxito de dicho programa se podrá medir comparando año con año los estudios audiométricos de los trabajadores expuestos a ruido.

**APÉNDICE C**  
**(Informativo)**  
**ETIQUETA OPCIONAL**

Los requisitos primordiales de Marcado y Etiquetado para efectos de esta Norma se pueden cumplir mediante la impresión de dicha información en el empaque o bien en una etiqueta indeleble adherida al mismo.

Un ejemplo de la etiqueta se muestra en la figura C.1. Las dimensiones mínimas deben ser 6.0 por 5.0 cm. Con la inclusión de dicha etiqueta se cumplen los requisitos de los apartados listados en la Tabla C.1, la cual también muestra los tamaños mínimos de fuente para cada uno.

**TABLA C.1**  
**Apartados que se cumplen mediante etiqueta y tamaños mínimos de fuente**

<b>Apartado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tamaño mínimo (puntos)</b>
11.1 b)	Tipo de Protector y Modelo	
11.1 d)	Contraseña de cumplimiento	
11.3 a)	Nivel de Reducción a Ruido NRR (texto)	
	Nivel de Reducción a Ruido NRR (valor)	
11.3 b)	Atenuación media por frecuencia	
11.4 a)	Advertencia (directamente debajo del valor NRR)*	
11.4 b)	Advertencia	
11.4 c)	Advertencia	

(+) NOTA: Por limitaciones de espacio en la etiqueta se recomienda la leyenda “Usándose según instructivo” en lugar del texto más largo y explícito del apartado 11.4 a).