



Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores relativas a la **EXPOSICIÓN AL RUIDO**

Incluye

REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

GUÍA TÉCNICA

PROTOCOLO DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA: RUIDO

Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores relativas a la **EXPOSICIÓN AL RUIDO**

Incluye

REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

GUÍA TÉCNICA

PROTOCOLO DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA: RUIDO

Título: Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores relativas a la exposición al ruido.

© GOBIERNO DE NAVARRA

Instituto Navarro de Salud Laboral, noviembre 2008

Edición PDF pra internet, 2008

Diseño Gráfico: Cockburn Apestegui

ÍNDICE

REAL DECRETO 286/2006

de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 60 de 11 de marzo.

Preámbulo	6
Artículo 1. Objeto.	7
Artículo 2. Definiciones.	7
Artículo 3. Ámbito de aplicación.	7
Artículo 4. Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición.	7
Artículo 5. Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción.	8
Artículo 6. Evaluación de los riesgos.	8
Artículo 7. Protección individual.	9
Artículo 8. Limitación de exposición.	9
Artículo 9. Información y formación de los trabajadores.	10
Artículo 10. Consulta y participación de los trabajadores.	10
Artículo 11. Vigilancia de la salud.	10
Artículo 12. Excepciones.	11
Disposición adicional primera. Información de las autoridades laborales.	11
Disposición adicional segunda. Elaboración y actualización de la Guía técnica.	11
Disposición transitoria única. Normas transitorias.	11
Disposición derogatoria única. Alcance de la derogación normativa.	11
Disposición final primera. Incorporación de derecho de la Unión Europea.	11
Disposición final segunda. Facultad de desarrollo.	12
ANEXO I. Definiciones	12
ANEXO II. Medición del ruido	13
ANEXO III. Instrumentos de medición y condiciones de aplicación	13

GUÍA TÉCNICA

para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los al trabajadores ruido

Presentación	16
I. Introducción	16
II. Desarrollo y comentarios al real decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido	17
Artículo 1. Objeto	18
Artículo 2. Definiciones	18
Artículo 3. Ámbito de aplicación	18
Artículo 4. Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición	19
Artículo 5. Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción	23
Artículo 6. Evaluación de los riesgos	24
Artículo 7. Protección individual	30
Artículo 8. Limitación de exposición	32
Artículo 9. Información y formación de los trabajadores	34
Artículo 10. Consulta y participación de los trabajadores	36
Artículo 11. Vigilancia de la salud	37
Artículo 12. Excepciones	40
Disposición adicional primera. Información de las autoridades laborales	41
Disposición adicional segunda. Elaboración y actuación de la Guía técnica	41
Disposición transitoria única. Normas transitorias	41
Disposición derogatoria única. Alcance de la derogación normativa	41
Disposición final primera. Incorporación de derecho de la Unión Europea	41

Disposición final segunda. Facultad de desarrollo	41
Anexo I. Definiciones	42
Anexo II. Medición del ruido	43
Anexo III. Instrumentos de medición y condiciones de aplicación	43
III. Apéndices	47
Apéndice 1. Efectos del ruido sobre la salud	47
Apéndice 2. Control de la exposición a ruido	50
Apéndice 3. Molestias debidas al ruido. Criterios de evaluación	52
Apéndice 4. Protectores auditivos: Selección y utilización	58
Apéndice 5. Mediciones del nivel de ruido	68
Apéndice 6. Exposición combinada a ruido y a agentes ototóxicos	83
IV. Fuentes de información	86
Legislación relacionada	86
Normas técnicas	87
Bibliografía	87
Enlaces de interés	88

PROTOCOLO DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA: RUIDO

Introducción	90
1. Criterios de aplicación	91
2. Definición del problema	91
2.1. Definiciones y conceptos	91
2.2. Fuentes de exposición y usos	93
2.3. Mecanismo de acción etiopatogénica	94
2.4. Efectos del ruido sobre la salud	94
3. Evaluación del riesgo	98
4. Protocolo sanitario específico	99
4.1. Historia laboral	99
4.2. Historia clínica	99
4.3. Exploración clínica específica	99
5. Audiometría	100
5.1. Aspectos prácticos sobre la exploración audiométrica	101
6. Conducta a seguir	104
6.1. Derivación a especialista: otorrinolaringólogo	105
7. Tratamiento epidemiológico y evaluación de los programas de prevención	105
8. Legislación aplicable	106
9. Bibliografía	106
Anexo I: criterios para derivación a consultas de ORL	107
Anexo II: registro individual de monitorización audiométrica	107
Anexo III: clasificación de Klockhoff	108
Anexo IV: tablas para cálculo del índice ELI	108
Anexo V: tabla y cálculo del porcentaje de pérdida global	108
Anexo VI: RD 1316/1989: resumen "ruido"	108
Anexo VII: cuestionario-modelo de aplicación	109
Anexo VIII: principales tóxicos del nervio acústico	110



Real Decreto 286/2006

de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 60 de 11 de marzo.

REAL DECRETO 286/2006

de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

BOE núm. 60 de 11 de marzo.

Preámbulo

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz.

Según el artículo 6 de la ley, son las normas reglamentarias las que deben ir concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, estableciendo las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre tales medidas se encuentran las destinadas a garantizar la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Asimismo, la seguridad y la salud de los trabajadores han sido objeto de diversos Convenios de la Organización Internacional del Trabajo ratificados por España y que, por tanto, forman parte de nuestro ordenamiento jurídico. Destaca, por su carácter general, el Convenio número 155, de 22 de junio de 1981, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, ratificado por España el 26 de julio de 1985.

En el ámbito de la Unión Europea, el artículo 137.2 del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea establece como objetivo la mejora, en concreto, del entorno de trabajo, para proteger la salud y seguridad de los trabajadores. Con esa base jurídica, la Unión Europea se ha ido dotando en los últimos años de un cuerpo normativo altamente avanzado que se dirige a garantizar un mejor nivel de protección de la salud y de seguridad de los trabajadores.

Ese cuerpo normativo está integrado por diversas directivas específicas. En el ámbito de la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido ha sido adoptada la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido), que deroga a la Directiva 86/188/CEE, de 12 de mayo, transpuesta a nuestro derecho interno por medio del Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición

al ruido durante el trabajo. Mediante este real decreto se deroga el Real Decreto 1316/1989 y se transpone al derecho español la Directiva 2003/10/CE.

El real decreto consta de doce artículos, dos disposiciones adicionales, una disposición transitoria, una disposición derogatoria, dos disposiciones finales y tres anexos. La norma establece una serie de disposiciones mínimas que tienen como objeto la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, en particular los riesgos para la audición; regula las disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición, de manera que los riesgos derivados de la exposición al ruido se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible, e incluye la obligación empresarial de establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y/o organizativas (corregido por Corrección de erratas de 24 de marzo de 2006) destinadas a reducir la exposición al ruido, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción; determina los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, especificando las circunstancias y condiciones en que podrá utilizarse el nivel de exposición semanal en lugar del nivel de exposición diaria para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos; prevé diversas especificaciones relativas a la evaluación de riesgos, estableciendo, en primer lugar la obligación de que el empresario efectúe una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido, e incluyendo una relación de aquellos aspectos a los que el empresario deberá prestar especial atención al evaluar los riesgos; incluye disposiciones específicas relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual; especifica que los trabajadores no deberán estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite de exposición; recoge dos de los derechos básicos en materia preventiva, como son la necesidad de formación y de información de los trabajadores, así como la forma de ejercer los trabajadores su derecho a ser consultados y a participar en los aspectos relacionados con la prevención; se establecen disposiciones relativas a la vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos por exposición a ruido.

El real decreto introduce la excepción otorgada por la directiva para situaciones en que la utilización de protectores auditivos pueda causar un riesgo mayor para la seguridad o la salud que el hecho de prescindir de ellos, en determinadas condiciones y con una serie de garantías adicionales.

La disposición adicional primera incluye una obligación que resulta fundamental a efectos de dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 11 de la directiva. En

efecto, con objeto de que el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales cuente con la información pertinente que le permita justificar las excepciones aplicadas en nuestro país, y pueda remitir a la Comisión europea la información requerida en la directiva, las autoridades laborales competentes deberán remitir cada cuatro años contados desde la entrada en vigor de este real decreto al Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales la lista de las excepciones que en sus respectivos territorios se apliquen, indicando las circunstancias y razones precisas que fundamentan dichas excepciones.

Además, también de acuerdo con lo dispuesto por la directiva, prevé un régimen transitorio respecto de los sectores de la música y el ocio, así como para el personal a bordo de buques de navegación marítima.

En la elaboración de este real decreto han sido consultadas las organizaciones sindicales y empresariales más representativas y oída la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Trabajo y Asuntos Sociales, de Sanidad y Consumo y de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 10 de marzo de 2006,

D I S P O N G O :

Artículo 1. Objeto.

El presente real decreto tiene por objeto, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, en particular los riesgos para la audición.

Artículo 2. Definiciones.

A efectos de este real decreto, los parámetros físicos utilizados para la evaluación del riesgo se definen en el Anexo I.

Artículo 3. Ámbito de aplicación.

1. Las disposiciones de este real decreto se aplicarán a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados del ruido como consecuencia de su trabajo.

2. Las disposiciones del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los

Servicios de Prevención, se aplicarán plenamente al conjunto del ámbito contemplado en el artículo 1, sin perjuicio de las disposiciones más rigurosas o específicas previstas en este real decreto.

Artículo 4. Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición.

1. Los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen.

La reducción de estos riesgos se basará en los principios generales de prevención establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y tendrá en consideración especialmente:

- a. otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido;
- b. la elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de dichos equipos cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido;
- c. la concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo;
- d. la información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido;
- e. la reducción técnica del ruido:
 1. reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente;
 2. reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo mediante amortiguamiento o aislamiento;
- f. programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo;
- g. la reducción del ruido mediante la organización del trabajo:
 1. limitación de la duración e intensidad de la exposición;
 2. ordenación adecuada del tiempo de trabajo.

2. Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización (corregido por Corrección de erratas de 24 de marzo de 2006), que deberán integrarse en

la planificación de la actividad preventiva de la empresa, destinado a reducir la exposición al ruido, teniendo en cuenta en particular las medidas mencionadas en el apartado 1.

3. Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, serán objeto de una señalización apropiada de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, cuando sea viable desde el punto de vista técnico y el riesgo de exposición lo justifique, se delimitarán dichos lugares y se limitará el acceso a ellos.

4. Cuando, debido a la naturaleza de la actividad, los trabajadores dispongan de locales de descanso bajo la responsabilidad del empresario, el ruido en ellos se reducirá a un nivel compatible con su finalidad y condiciones de uso.

5. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley 31/1995, el empresario adaptará las medidas mencionadas en este artículo a las necesidades de los trabajadores especialmente sensibles.

Artículo 5. Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción.

1. A los efectos de este real decreto, los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

- a. Valores límite de exposición: $L_{Aeq,d} = 87$ dB(A) y $L_{pico} = 140$ dB (C), respectivamente;
- b. Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción: $L_{Aeq,d} = 85$ dB(A) y $L_{pico} = 137$ dB (C), respectivamente;
- c. Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción: $L_{Aeq,d} = 80$ dB(A) y $L_{pico} = 135$ dB (C), respectivamente.

2. Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

3. En circunstancias debidamente justificadas y siempre que conste de forma explícita en la evaluación de riesgos, para las actividades en las que la exposición diaria al

ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, a efectos de la aplicación de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, podrá utilizarse el nivel de exposición semanal al ruido en lugar del nivel de exposición diaria al ruido para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos, a condición de que:

- a. el nivel de exposición semanal al ruido, obtenido mediante un control apropiado, no sea superior al valor límite de exposición de 87 dB(A), y
- b. se adopten medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades.

Artículo 6. Evaluación de los riesgos.

1. El empresario deberá realizar una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores, en el marco de lo dispuesto en el artículo 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y del capítulo II, sección 1.ª del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. La medición no será necesaria en los casos en que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma.

Los datos obtenidos de la evaluación y/o de la medición del nivel de exposición al ruido se conservarán de manera que permita su consulta posterior. La documentación de la evaluación se ajustará a lo dispuesto en el artículo 23 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre y en el artículo 7 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

2. Los métodos e instrumentos que se utilicen deberán permitir la determinación del nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$), del nivel de pico (L_{pico}) y del nivel de exposición semanal equivalente ($L_{Aeq,s}$), y decidir en cada caso si se han superado los valores establecidos en el artículo 5, teniendo en cuenta, si se trata de la comprobación de los valores límite de exposición, la atenuación procurada por los protectores auditivos. Para ello, dichos métodos e instrumentos deberán adecuarse a las condiciones existentes, teniendo en cuenta, en particular, las características del ruido que se vaya a medir, la duración de la exposición, los factores ambientales y las características de los instrumentos de medición.

3. Entre los métodos de evaluación y medición utilizados podrá incluirse un muestreo, que deberá ser representativo de la exposición personal de los trabajadores. La forma de realización de las mediciones, así como su número y duración se efectuará conforme a lo dispuesto en el anexo II. Para la medición se utilizarán los instrumentos indicados en el anexo III, los cuales deberán ser comprobados mediante un calibrador acústico antes y después de cada medición o serie de mediciones.

4. La evaluación y la medición mencionadas en el apartado 1 se programarán y efectuarán a intervalos apropiados de conformidad con el artículo 6 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero y, como mínimo, cada año en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, o cada tres años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.

Dichas evaluaciones y mediciones serán realizadas por personal con la debida cualificación, atendiendo a lo dispuesto en los artículos 36 y 37 y en el Capítulo III del Real Decreto 39/1997, en cuanto a la organización de recursos para el desarrollo de actividades preventivas.

5. En el marco de lo dispuesto en los artículos 15 y 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, el empresario, al evaluar los riesgos, prestará particular atención a los siguientes aspectos:

- a. el nivel, el tipo y la duración de la exposición, incluida la exposición a ruido de impulsos;
- b. la existencia de equipos de sustitución concebidos para reducir la emisión de ruido;
- c. los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción previstos en el artículo 5;
- d. en la medida en que sea viable desde el punto de vista técnico, todos los efectos para la salud y seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las sustancias ototóxicas relacionadas con el trabajo, y entre el ruido y las vibraciones;
- e. todos los efectos indirectos para la salud y la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las señales acústicas de alarma u otros sonidos a que deba atenderse para reducir el riesgo de accidentes;
- f. la información sobre emisiones sonoras facilitada por los fabricantes de equipos de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa específica que sea de aplicación;
- g. cualquier efecto sobre la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles a los que se refiere el artículo 25 de la Ley 31/1995;
- h. la prolongación de la exposición al ruido después del horario de trabajo bajo responsabilidad del empresario;
- i. la información apropiada derivada de la vigilancia de la salud, incluida la información científico-técnica publicada, en la medida en que sea posible;
- j. la disponibilidad de protectores auditivos con las características de atenuación adecuadas.

6. En función de los resultados de la evaluación, el empresario deberá determinar las medidas que deban

adoptarse con arreglo a los artículos 4, 7, 8 y 9, planificando su ejecución de acuerdo con lo establecido en el capítulo II, sección 2.ª del Real Decreto 39/1997.

Artículo 7. Protección individual.

1. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 17.2 de la Ley 31/1995 y en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, de no haber otros medios de prevenir los riesgos derivados de la exposición al ruido, se pondrán a disposición de los trabajadores, para que los usen, protectores auditivos individuales apropiados y correctamente ajustados, con arreglo a las siguientes condiciones:

- a. cuando el nivel de ruido supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario pondrá a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales;
- b. mientras se ejecuta el programa de medidas a que se refiere el artículo 4.2 y en tanto el nivel de ruido sea igual o supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, se utilizarán protectores auditivos individuales;
- c. los protectores auditivos individuales se seleccionarán para que supriman o reduzcan al mínimo el riesgo.

2. El empresario deberá hacer cuanto esté en su mano para que se utilicen protectores auditivos, fomentando su uso cuando éste no sea obligatorio y velando por que se utilicen cuando sea obligatorio de conformidad con lo previsto en el apartado 1.b) anterior; asimismo, incumbirá al empresario la responsabilidad de comprobar la eficacia de las medidas adoptadas de conformidad con este artículo.

3. Cuando se recurra a la utilización de equipos de protección individual, las razones que justifican dicha utilización se harán constar en la documentación prevista en el artículo 23 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre.

Artículo 8. Limitación de exposición.

1. En ningún caso la exposición del trabajador, determinada con arreglo al artículo 5.2, deberá superar los valores límite de exposición.

2. Si, a pesar de las medidas adoptadas en aplicación de este real decreto, se comprobaran exposiciones por encima de los valores límite de exposición, el empresario deberá:

- a. tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límite de exposición;

- b. determinar las razones de la sobreexposición,
- c. corregir las medidas de prevención y protección, a fin de evitar que vuelva a producirse una reincidencia;
- d. informar a los delegados de prevención de tales circunstancias.

Artículo 9. Información y formación de los trabajadores.

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 18.1 y 19 de la Ley 31/1995, el empresario velará porque los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a un nivel de ruido igual o superior a los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción y/o sus representantes reciban información y formación relativas a los riesgos derivados de la exposición al ruido, en particular sobre:

- a. la naturaleza de tales riesgos;
- b. las medidas tomadas en aplicación del presente real decreto con objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del ruido, incluidas las circunstancias en que aquéllas son aplicables;
- c. los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción establecidos en el artículo 5;
- d. los resultados de las evaluaciones y mediciones del ruido efectuadas en aplicación del artículo 6, junto con una explicación de su significado y riesgos potenciales;
- e. el uso y mantenimiento correctos de los protectores auditivos, así como su capacidad de atenuación;
- f. la conveniencia y la forma de detectar e informar sobre indicios de lesión auditiva;
- g. las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud, y la finalidad de esta vigilancia de la salud, de conformidad con el artículo 11;
- h. las prácticas de trabajo seguras, con el fin de reducir al mínimo la exposición al ruido.

Artículo 10. Consulta y participación de los trabajadores.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes sobre las cuestiones a que se refiere este real decreto y, en particular, respecto a las indicadas a continuación, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el artículo 18.2 de la Ley 31/1995:

- a. la evaluación de los riesgos y la determinación de las medidas que se han de tomar contempladas en el artículo 6;
- b. las medidas destinadas a eliminar o reducir los riesgos derivados de la exposición al ruido contempladas en el artículo 4;
- c. la elección de protectores auditivos individuales contemplados en el artículo 7.1.c).

Artículo 11. Vigilancia de la salud.

1. Cuando la evaluación de riesgos prevista en el artículo 6.1 ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de dichos trabajadores, y estos someterse a ésta, de conformidad con lo dispuesto en este artículo y en el artículo 37.3 del Real Decreto 39/1997.

2. Los trabajadores cuya exposición al ruido supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción tendrán derecho a que un médico, u otra persona debidamente cualificada bajo la responsabilidad de un médico, a través de la organización preventiva que haya adoptado la empresa, lleve a cabo controles de su función auditiva. También tendrán derecho al control audiométrico preventivo los trabajadores cuya exposición supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción cuando la evaluación y la medición previstas en el artículo 6.1 indiquen que existe riesgo para su salud.

Dichos controles audiométricos se realizarán en la forma establecida en los protocolos específicos a que hace referencia el artículo 37.3.c) del Real Decreto 39/1997 y su finalidad será el diagnóstico precoz de cualquier pérdida de audición debida al ruido y la preservación de la función auditiva. Su periodicidad será como mínimo, cada tres años en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, o cada cinco años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.

3. La vigilancia de la salud incluirá la elaboración y actualización de la historia clínico-laboral de los trabajadores sujetos a la misma con arreglo a lo dispuesto en el apartado 1. El acceso, confidencialidad y contenido de dichas historias se ajustará a lo establecido en el artículo 22, apartados 2, 3 y 4, de la Ley 31/1995 y en el artículo 37.3.c) del Real Decreto 39/1997. El trabajador tendrá acceso, previa solicitud, al historial que le afecte personalmente.

4. Cuando el control de la función auditiva ponga de manifiesto que un trabajador padece una lesión auditiva diagnosticable, el médico responsable de la vigilancia de la salud evaluará si la lesión puede ser consecuencia de una exposición al ruido durante el trabajo. En tal caso:

- a. el médico u otro personal sanitario competente comunicará al trabajador el resultado que le atañe personalmente;
- b. por su parte, el empresario deberá:
 1. revisar la evaluación de los riesgos efectuada con arreglo al artículo 6;

2. revisar las medidas previstas para eliminar o reducir los riesgos con arreglo a lo dispuesto en los artículos 4 y 7, incluida la posibilidad de exigir el uso de los protectores auditivos en el supuesto a que se refiere el apartado 1.a) del artículo 7, durante la revisión de aquellas medidas y hasta tanto se eliminan o reducen los riesgos;
3. tener en cuenta las recomendaciones del médico responsable de la vigilancia de la salud al aplicar cualquiera otra medida que se considere necesario para eliminar o reducir riesgos de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 4 y 7, incluida la posibilidad de asignar al trabajador otro trabajo donde no exista riesgo de exposición;
4. disponer una vigilancia sistemática de la salud y el examen del estado de salud de los demás trabajadores que hayan sufrido una exposición similar.

Artículo 12. Excepciones.

1. En las situaciones excepcionales en las que, debido a la índole del trabajo, la utilización plena y adecuada de protectores auditivos individuales pueda causar un riesgo mayor para la seguridad o la salud que el hecho de prescindir de ellos, el empresario podrá dejar de cumplir, o cumplir parcialmente, lo dispuesto en los artículos 7.1.a), 7.1.b) y 8.

2. Dicha circunstancia deberá razonarse y justificarse por el empresario, ser previamente consultada con los trabajadores y/o sus representantes, y constar de forma fehaciente en la evaluación de riesgos laborales. Además, deberá comunicarse a la autoridad laboral mediante el envío a ésta de la parte de la evaluación de riesgos donde se justifica la excepción, así como el período de tiempo estimado en el que permanecerán las circunstancias que la motivan, a efectos de que aquella pueda comprobar que se dan esas condiciones que justifican la utilización de la excepción. En cualquier caso, el empresario deberá adoptar las medidas técnicas y organizativas que garanticen, teniendo en cuenta las circunstancias particulares, la reducción a un mínimo de los riesgos derivados de ellas. Además, la vigilancia de la salud se realizará de forma más intensa, según se establezca para cada caso en el protocolo de vigilancia sanitaria específica a que se refiere el artículo 11.2.

Disposición adicional primera.

Información de las autoridades laborales.

A efectos de dar cumplimiento a la obligación de transmitir a la Comisión europea la lista de excepciones,

la autoridad laboral competente remitirá cada cuatro años desde la entrada en vigor de este real decreto al Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales la lista de las excepciones que en sus respectivos territorios se apliquen en virtud de lo dispuesto en el artículo 12, indicando las circunstancias y razones precisas que fundamentan dichas excepciones.

Disposición adicional segunda.

Elaboración y actualización de la Guía técnica.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5.3 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, elaborará y mantendrá actualizada una Guía técnica de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de la exposición al ruido en los lugares de trabajo. Esta Guía incluirá o se complementará con un Código de conducta con orientaciones prácticas para ayudar a los trabajadores y empresarios de los sectores de la música y el ocio a cumplir sus obligaciones legales tal como quedan establecidas en este real decreto.

Disposición transitoria única. Normas transitorias.

1. Este real decreto no será de aplicación en los sectores de la música y el ocio hasta el 15 de febrero de 2008.
2. El artículo 8 de este real decreto no será de aplicación al personal a bordo de buques de navegación marítima hasta el 15 de febrero de 2011.

Disposición derogatoria única.

Alcance de la derogación normativa.

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo previsto en este real decreto y específicamente el Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, salvo para los sectores de la música y el ocio, en los que seguirá vigente hasta el 15 de febrero de 2008.

Disposición final primera.

Incorporación de derecho de la Unión Europea.

Mediante este real decreto se incorpora al derecho español la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).

Disposición final segunda. Facultad de desarrollo.

Se autoriza al Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales, previo informe favorable del de Sanidad y Consumo y del de Industria, Turismo y Comercio, y previo informe de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, a dictar cuantas disposiciones sean necesarias para la aplicación y desarrollo de este real decreto, así como para las adaptaciones de carácter estrictamente técnico de sus anexos, en función del progreso técnico y de la evolución de las normativas o especificaciones internacionales o de los conocimientos en materia de protección frente a los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Dado en Madrid, el 10 de marzo de 2006.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno
y Ministra de la Presidencia,
MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

ANEXO I. Definiciones

1. Nivel de presión acústica, L_p : El nivel, en decibelios, dado por la siguiente expresión:

$$L_p = 10 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right)^2$$

donde P_0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales) y P es el valor eficaz de la presión acústica, en pascales, a la que está expuesto un trabajador (que puede o no desplazarse de un lugar a otro del centro de trabajo).

2. Nivel de presión acústica ponderado A, L_{pA} : Valor del nivel de presión acústica, en decibelios, determinado con el filtro de ponderación frecuencial A, dado por la siguiente expresión:

$$L_{pA} = 10 \lg \left(\frac{P_A}{P_0} \right)^2$$

donde P_A es el valor eficaz de la presión acústica ponderada A, en pascales.

3. Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 \cdot dt \right]$$

donde $T = t_2 - t_1$ es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

4. Nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \frac{T}{8}$$

donde T es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día. Se considerarán todos los ruidos existentes en el trabajo, incluidos los ruidos de impulsos.

Si un trabajador está expuesto a "m" distintos tipos de ruido y, a efectos de la evaluación del riesgo, se ha analizado cada uno de ellos separadamente, el nivel de exposición diario equivalente se calculará según las siguientes expresiones:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1(L_{Aeq,d})_i} = 10 \lg \frac{1}{8} \sum_{i=1}^{i=m} T_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,T_i}}$$

donde L_{Aeq,T_i} es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente al tipo de ruido "i" al que el trabajador está expuesto T_i horas por día, y $(L_{Aeq,d})_i$ es el nivel diario equivalente que resultaría si solo existiese dicho tipo de ruido.

5. Nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,s}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1 L_{Aeq,d_i}}$$

donde "m" es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y L_{Aeq,d_i} es el nivel de exposición diario equivalente correspondiente al día "i".

6. Nivel de pico, L_{pico} : Es el nivel, en decibelios, dado por la expresión:

$$L_{pico} = 10 \log \left(\frac{P_{pico}}{P_0} \right)^2$$

donde P_{pico} es el valor máximo de la presión acústica instantánea (en pascales) a que está expuesto el trabajador, determinado con el filtro de ponderación frecuencial C y P_0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales).

Ruido estable: Aquel cuyo nivel de presión acústica ponderado A permanece esencialmente constante. Se

considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximos y mínimo de L_{pA} , medido utilizando las características "SLOW" de acuerdo a la norma UNE-EN 60651:1996, es inferior a 5 dB.

ANEXO II. Medición del ruido

1. Las mediciones deberán realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente, frente a su oído, a unos 10 centímetros de distancia; cuando el micrófono tenga que situarse muy cerca del cuerpo deberán efectuarse los ajustes adecuados para que el resultado de la medición sea equivalente al que se obtendría si se realizara en un campo sonoro no perturbado.

2. Número y duración de las mediciones: El número, la duración y el momento de realización de las mediciones tendrán que elegirse teniendo en cuenta que el objetivo básico de éstas es el de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse en virtud de lo dispuesto en el presente real decreto. Por ello, cuando uno de los límites o niveles establecidos en el mismo se sitúe dentro del intervalo de incertidumbre del resultado de la medición podrá optarse: a) por suponer que se supera dicho límite o nivel, o b) por incrementar (según el instrumental utilizado) el número de las mediciones (tratando estadísticamente los correspondientes resultados) y/o su duración (llegando, en el límite, a que el tiempo de medición coincida con el de exposición), hasta conseguir la necesaria reducción del intervalo de incertidumbre correspondiente.

En el caso de la comparación con los valores límites de exposición, dicho intervalo de incertidumbre deberá estimarse teniendo en cuenta la incertidumbre asociada a la atenuación de los protectores auditivos.

3. Las incertidumbres de medición a las que se hace referencia en el apartado anterior se determinarán de conformidad con la práctica metrológica.

ANEXO III. Instrumentos de medición y condiciones de aplicación

1. Medición del Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$)

Sonómetros: Los sonómetros (no integradores-promediadores) podrán emplearse únicamente para la medición de Nivel de presión acústica ponderado A (L_{pA}) del ruido estable. La lectura promedio se considerará igual al Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$) de dicho ruido. El Nivel de exposición

diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) se calculará con las expresiones dadas en el punto 4 del anexo 1.

Los sonómetros deberán ajustarse, como mínimo, a las especificaciones de la norma UNE-EN 60651:1996 para los instrumentos de "clase 2" (disponiendo, por lo menos, de la característica "SLOW" y de la ponderación frecuencial A) o a las de cualquier versión posterior de dicha norma y misma clase.

Sonómetros integradores-promediadores: Los sonómetros integradores-promediadores podrán emplearse para la medición del Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$) de cualquier tipo de ruido. El Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) se calculará mediante las expresiones dadas en el punto 4 del anexo 1.

Los sonómetros integradores-promediadores deberán ajustarse, como mínimo, a las especificaciones de la norma UNE-EN 60804:1996 para los instrumentos de "clase 2" o a las de cualquier versión posterior de dicha norma y misma clase.

Dosímetros: Los medidores personales de exposición al ruido (dosímetros) podrán ser utilizados para la medición del Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) de cualquier tipo de ruido.

Los medidores personales de exposición al ruido deberán ajustarse a las especificaciones de la norma UNE-EN 61252:1998 o a las de cualquier versión posterior de dicha norma.

2. Medición del Nivel de pico (L_{pico})

Los sonómetros empleados para medir el Nivel de pico o para determinar directamente si se sobrepasan los límites o niveles indicados en el artículo 4 deberán disponer de los circuitos específicos adecuados para la medida de valores de pico. Deberán tener una constante de tiempo en el ascenso igual o inferior a 100 microsegundos, o ajustarse a las especificaciones establecidas para este tipo de medición en la norma UNE-EN 61672:2005 o versión posterior de la misma. (añadido por la corrección de erratas del día 14 de marzo.)

Correcciones de erratas

(están incluidas en el texto del Real Decreto 286/2006)

Corrección de erratas del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 62 de 14 de marzo.

Advertida errata en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, publicado en el "Boletín Oficial del Estado" número 60, de 11 de marzo de 2006, se realiza la oportuna rectificación:

En la página 9848, párrafo "2. Medición del Nivel de pico (Lpico)", última línea, donde dice: "...en la norma UNE-EN 61672:2005 o versión posterior de la", debe decir: "...en la norma UNE-EN 61672:2005 o versión posterior de la misma."

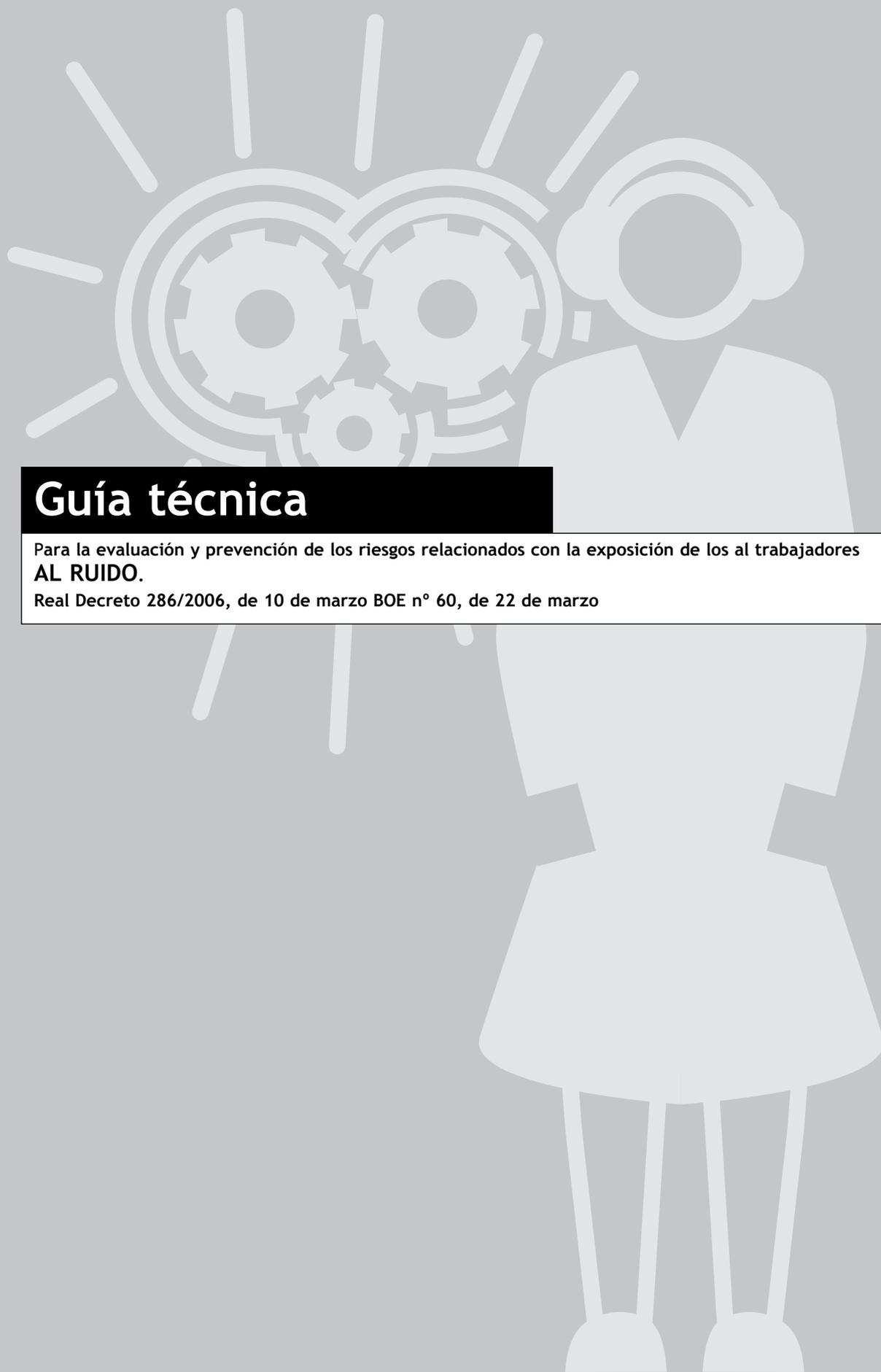
Corrección de errores

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 71 de 24 de marzo.

Advertidos errores en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, publicado en el "Boletín Oficial del Estado" número 60, de 11 de marzo de 2006, se procede a efectuar las oportunas rectificaciones:

En la página 9842, segunda columna, en el preámbulo, párrafo sexto, línea decimocuarta, donde dice: "técnicas y organizativas", debe decir " técnicas y/o organizativas".

En la página 9843, segunda columna, en el artículo 4.2, línea quinta, donde dice: "técnicas y de organización", debe decir: "técnicas y/o de organización".



Guía técnica

Para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los al trabajadores
AL RUIDO.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo BOE nº 60, de 22 de marzo

PRESENTACIÓN

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, tiene entre sus cometidos el relativo a la elaboración de Guías destinadas a la evaluación y prevención de los riesgos laborales.

El Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, encomienda de manera específica, en su disposición adicional segunda, al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, la elaboración y actualización de una Guía técnica, de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de la exposición al ruido en los lugares de trabajo. Esta Guía se complementará con un Código de conducta con orientaciones prácticas para ayudar a los trabajadores y empresarios de los sectores de la música y el ocio a cumplir sus obligaciones legales tal como quedan establecidas en este real decreto.

La presente Guía proporciona criterios y recomendaciones que pueden facilitar a los empresarios, a los responsables de prevención, a los trabajadores y a sus representantes, la interpretación y aplicación del citado real decreto especialmente en lo que se refiere a la evaluación de riesgos para la salud de los trabajadores involucrados y en lo concerniente a medidas preventivas aplicables.

Concepción Pascual Lizana
DIRECTORA DEL INSHT

I. INTRODUCCIÓN

Esta Guía tiene por objeto facilitar la aplicación del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo (BOE nº 60 de 11 de marzo de 2006), sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruido.

Dicho Real Decreto traspone al ordenamiento jurídico español la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y adecúa la prevención de riesgos derivados de la exposición laboral al ruido a los requisitos exigidos en el actual marco normativo establecido por la Ley 31/1995 y su desarrollo reglamentario.

Esta Guía, conforme al primer apartado de la Disposición transitoria única del RD 286/2006, y a la espera de que se dé cumplimiento a lo establecido en el último párrafo de la Disposición adicional segunda (elaboración del Código de conducta con orientaciones prácticas dirigidas a los

sectores de la música y el ocio) no incluye recomendaciones prácticas respecto a la problemática específica de este sector. En relación con la actividad de la navegación marítima no son de aplicación, hasta el plazo fijado, las recomendaciones técnicas derivadas del artículo 8 del Real Decreto, al no ser éste de aplicación conforme al apartado 2 de la Disposición transitoria única.

Por otra parte, los cambios que incorpora el nuevo real decreto generan los puntos más significativos en la redacción de la Guía. Entre ellos destaca la sustancial reducción (por ejemplo, 5 dB en el nivel equivalente diario) de los **niveles de exposición que dan lugar a una acción**. Aunque en el Real Decreto 1316/1989 no tenían la misma denominación, ya existían ciertos niveles de referencia con similar objetivo.

El Real Decreto establece una nueva referencia denominada **valor límite**, localizada en el oído del trabajador. Esta "localización", que no es extensible a los valores superior e inferior de exposición que dan lugar a una acción, permite utilizar la atenuación del protector auditivo para demostrar el cumplimiento con los valores límite. Dichos valores límite no deben superarse en ninguna circunstancia salvo que la situación de trabajo se califique de **excepcional** en las condiciones que para ello marca el Real Decreto.

Con la condición de evaluación mencionada se hace necesario disponer de un valor fiable de la **atenuación del protector auditivo** así como la aplicación de sistemas que permitan comprobar su utilización correcta.

El Real Decreto dispone que se lleve a cabo un **Programa de medidas técnicas y organizativas** (de hecho, ya figuraba en el redactado del Real Decreto 1316/1989) cuando se vulneran los valores superiores de exposición proponiendo como principio de actuación la planificación antes que la aplicación aislada y descoordinada de medidas de prevención.

Otros aspectos que ofrecen cambios en el Real Decreto, y quedan reflejados en la Guía, son los relativos a la información, formación, consulta y participación de los trabajadores, desarrollando lo dispuesto al respecto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como los correspondientes a la vigilancia de la salud.

Como es norma en este tipo de Guías los comentarios al Real Decreto se realizan inmediatamente después del articulado. Esta metodología permite concretar mejor las aclaraciones que se han considerado adecuadas al contenido del Real Decreto.

Para aquellos temas de especial relevancia que han precisado una información más amplia, que va más allá de lo que particularmente responde al articulado, se ha desarrollado un Apéndice aparte. Ejemplo de esta información adicio-

nal es la que se suministra respecto a los agentes químicos ototóxicos, los efectos del ruido sobre la salud, las molestias producidas por el ruido o el control de las exposiciones.

En su elaboración se ha tenido en cuenta que la anterior disposición legal (Real Decreto 1316/1989) no dispuso de Guía de interpretación técnica por lo que ésta es la primera de este tipo que se publica respecto a exposición laboral al

ruido. Por este motivo, en algunos de los apéndices se han desarrollado especialmente ciertos temas como, por ejemplo, lo correspondiente a medición del ruido incluyendo el cálculo de la incertidumbre del resultado.

NOTA:

En los recuadros en color se incluye el texto del Real Decreto 286/2006.

II. DESARROLLO Y COMENTARIOS AL REAL DECRETO 286/2006, SOBRE LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN AL RUIDO

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz.

Según el artículo 6 de la ley, son las normas reglamentarias las que deben ir concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, estableciendo las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre tales medidas se encuentran las destinadas a garantizar la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Asimismo, la seguridad y la salud de los trabajadores han sido objeto de diversos Convenios de la Organización Internacional del Trabajo ratificados por España y que, por tanto, forman parte de nuestro ordenamiento jurídico. Destaca, por su carácter general, el Convenio número 155, de 22 de junio de 1981, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, ratificado por España el 26 de julio de 1985.

En el ámbito de la Unión Europea, el artículo 137.2 del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea establece como objetivo la mejora, en concreto, del entorno de trabajo, para proteger la salud y seguridad de los trabajadores. Con esa base jurídica, la Unión Europea se ha ido dotando en los últimos años de un cuerpo normativo altamente avanzado que se dirige a garantizar un mejor nivel de protección de la salud y de seguridad de los trabajadores.

Ese cuerpo normativo está integrado por diversas directivas específicas. En el ámbito de la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido ha sido adoptada la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido), que deroga a la Directiva 86/188/CEE, de 12 de mayo, transpuesta a nuestro derecho interno por medio del Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. Mediante este real decreto se deroga el Real Decreto 1316/1989 y se transpone al derecho español la Directiva 2003/10/CE.

El real decreto consta de doce artículos, dos disposiciones adicionales, una disposición transitoria, una disposición derogatoria, dos disposiciones finales y tres anexos. La norma establece una serie de disposiciones mínimas que tienen como objeto la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, en particular los riesgos para la audición; regula las disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición, de manera que los riesgos derivados de la exposición a ruido se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible, e incluye la obligación empresarial de establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y organizativas destinadas a reducir la exposición al ruido, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción; determina los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, especificando las circunstancias y condiciones en que podrá utilizarse el nivel de exposición semanal en lugar del nivel de exposición diaria para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos; prevé diversas especificaciones relativas a la evaluación de riesgos, estableciendo, en primer lugar la obligación de que el empresario efectúe una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido, e incluyendo una

relación de aquellos aspectos a los que el empresario deberá prestar especial atención al evaluar los riesgos; incluye disposiciones específicas relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual; especifica que los trabajadores no deberán estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite de exposición; recoge dos de los derechos básicos en materia preventiva, como son la necesidad de formación y de información de los trabajadores, así como la forma de ejercer los trabajadores su derecho a ser consultados y a participar en los aspectos relacionados con la prevención; se establecen disposiciones relativas a la vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos por exposición a ruido.

El real decreto introduce la excepción otorgada por la directiva para situaciones en que la utilización de protectores auditivos pueda causar un riesgo mayor para la seguridad o la salud que el hecho de prescindir de ellos, en determinadas condiciones y con una serie de garantías adicionales.

La disposición adicional primera incluye una obligación que resulta fundamental a efectos de dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 11 de la directiva. En efecto, con objeto de que el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales cuente con la información pertinente que le permita justificar las excepciones aplicadas en nuestro país, y pueda remitir a la Comisión europea la información requerida en la directiva, las autoridades laborales competentes deberán remitir cada cuatro años contados desde la entrada en vigor del presente real decreto al Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales la lista de las excepciones que en sus respectivos territorios se apliquen, indicando las circunstancias y razones precisas que fundamentan dichas excepciones.

Además, también de acuerdo con lo dispuesto por la directiva, prevé un régimen transitorio respecto de los sectores de la música y el ocio, así como para el personal a bordo de buques de navegación marítima.

En la elaboración de este real decreto han sido consultadas las organizaciones sindicales y empresariales más representativas y oída la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Trabajo y Asuntos Sociales, de Sanidad y Consumo y de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 10 de marzo de 2006,

Dispongo:

Artículo 1. Objeto.

El presente real decreto tiene por objeto, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, en particular los riesgos para la audición.

Este real decreto dispone medidas para la reducción de la exposición de los trabajadores al ruido. Con ello, se disminuirá el riesgo de enfermedades derivadas de dicha exposición, ya sean afecciones del oído o bien de otra naturaleza; sin embargo, el conocimiento científico actual no es suficiente para establecer niveles de exposición seguros que cubran los riesgos de cualquier naturaleza.

En este sentido, los valores límite de exposición de este real decreto están fijados para proteger la salud auditiva de los trabajadores, pero no puede considerarse probada su eficacia frente a efectos no auditivos que han sido relacionados con la exposición a ruido (ver Apéndice 1).

Artículo 2. Definiciones.

A efectos de este real decreto, los parámetros físicos utilizados para la evaluación del riesgo se definen en el Anexo I.

Ver los comentarios al Anexo I.

Artículo 3. Ámbito de aplicación.

1. Las disposiciones de este real decreto se aplicarán a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados del ruido como consecuencia de su trabajo.

Queda incluida cualquier exposición que tenga lugar durante la prestación laboral, sea debida o no a la actividad laboral (en este segundo caso, por ejemplo, la exposición dentro de una oficina al ruido generado por un taller anexo a ella). Esto incluye la exposición a ruido en los locales y en los medios de transporte de la empresa (por ejemplo, en la cabina de un camión), en las obras de construcción, en definitiva, en cualquier situación en la que sea aplicable la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

A diferencia de su norma predecesora (Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre), este real decreto incluye a los trabajadores de los medios de transporte aéreo y marítimo. En el caso del transporte marítimo, el artículo 8 no será de aplicación hasta el 15 de febrero de 2011. Sin perjuicio de las disposiciones aplicables a la navegación

marítima del Real Decreto 286/2006 durante este periodo transitorio, la Resolución A 468 (12) de la Organización Marítima Internacional brinda orientaciones para ser tenidas en cuenta en determinados buques, dentro de su campo de aplicación, para la reducción del ruido en la fuente.

Para los trabajadores de la música y el ocio también existe un plazo adicional de entrada en vigor de la totalidad del presente real decreto, hasta el 15 de febrero de 2008, conforme al apartado 1º de la Disposición transitoria única. Normas transitorias, fecha hasta la que permanecerá vigente el Real Decreto 1316/1989. Para estos sectores se desarrollará un código de conducta que complementará a esta Guía.

La emisión de ruido fuera de la empresa, a efectos de contaminación medioambiental, no queda incluida en el ámbito de aplicación de este real decreto, aspecto del que se ocupa la reglamentación específica de medio ambiente, tanto nacional, derivada de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, sobre Ruido ambiental, como autonómica y local.

2. Las disposiciones del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, se aplicarán plenamente al conjunto del ámbito contemplado en el artículo 1, sin perjuicio de las disposiciones más rigurosas o específicas previstas en el presente real decreto.

El ámbito de aplicación del presente real decreto es el mismo que el de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la Ley 54/2003, de 12 de noviembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, y que el del Real Decreto 39/1997, modificado por el Real Decreto 604/2006, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

En particular, deben tenerse en cuenta las disposiciones generales de la Ley 31/1995 y del Real Decreto 39/1997 en temas como: integración de la prevención en la empresa, principios de la acción preventiva, evaluación de los riesgos, equipos de trabajo y medios de protección, información, consulta y participación de los trabajadores, formación de los trabajadores, medidas de emergencia y vigilancia de la salud, aspectos que en el ámbito de aplicación del presente real decreto están limitados los riesgos derivados de la exposición a ruido en el trabajo

Artículo 4. Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición.

1. Los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen.

Por lo tanto, debe tenerse en cuenta que las obligaciones establecidas por el presente real decreto no se limitan al cumplimiento de los valores límite y valores de exposición que dan lugar a una acción establecidos en el artículo 5. La exposición al ruido debe, además, eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control en su origen.

Una buena práctica para la reducción del ruido en el origen es la elección de máquinas que, a igualdad de características técnicas, ofrezcan los niveles más bajos en la declaración de ruido emitido que debe incluir su manual de instrucciones, de acuerdo con el Real Decreto 1435/1992 sobre máquinas (véase apartado 6.5.f de la Guía).

La reducción de estos riesgos se basará en los principios generales de prevención establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre y tendrá en consideración especialmente:

Los principios generales establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales son los siguientes:

- "a. Evitar los riesgos.*
- b. Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.*
- c. Combatir los riesgos en su origen.*
- d. Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.*
- e. Tener en cuenta la evolución de la técnica.*
- f. Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.*
- g. Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.*
- h. Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.*
- i. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores."*

a. otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido;

La modificación de los métodos de trabajo puede incluir cambios de carácter tecnológico (empleo de equipos menos ruidosos, modificaciones de diseño que permitan evitar operaciones ruidosas, etc.) u organizativo (por ejemplo, rotación entre distintos puestos de trabajo que permita reducir la exposición individual al ruido).

b. la elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en la normativa

sobre comercialización de dichos equipos cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido;

Desde hace muchos años la Unión Europea ha dictado normas encaminadas a limitar la emisión de ruido por parte de ciertos equipos, con vistas a reducir la exposición al ruido de los ciudadanos en general. La más reciente de dichas disposiciones, que sustituye a varias anteriores, es la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre. Dicha Directiva fue transpuesta al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

En la elección de los equipos de trabajo deberá prestarse atención a que generen el menor ruido posible y, cuando estén incluidos en el ámbito del citado Real Decreto 212/2002, deberán respetar lo establecido en el mismo en relación con la limitación de emisiones sonoras. El Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, modifica el Real Decreto 212/2002, estableciendo unos nuevos valores límite para un grupo de máquinas.

c. la concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo;

Una concepción y disposición apropiadas de los lugares y puestos de trabajo ha de permitir minimizar el número de personas expuestas a ruido, así como reducir al mínimo la exposición de dichas personas, recurriendo no sólo al empleo de equipos que emitan el mínimo posible de energía sonora, sino también dotando a los lugares y puestos de trabajo de los elementos apropiados para minimizar la transmisión del ruido, tanto por vía aérea como a través de las estructuras sólidas. En este sentido, uno de los factores que debe tenerse en cuenta es la transmisión de vibraciones desde los equipos de trabajo a las estructuras del edificio mediante el empleo de las técnicas de aislamiento más apropiadas en cada caso, ya que las estructuras pueden transmitir cantidades importantes de energía sonora a distancias considerables, con lo que el ruido puede acabar afectando a personas notablemente alejadas de la fuente de aquél.

d. la información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido;

En algunos casos la forma de utilizar el equipo de trabajo puede influir decisivamente en la cantidad de energía sonora emitida por el mismo; cuando se den tales circunstancias deberá prestarse especial atención a la información y

formación dadas a las personas usuarias del equipo, a fin de que, mediante una utilización adecuada del mismo, se minimice la exposición tanto de dichas personas como de quienes se encuentren en las proximidades.

e. la reducción técnica del ruido:

Una vez minimizada la *emisión* de ruido por parte del equipo que lo produce, el siguiente paso en la estrategia de reducción debe ser minimizar la *transmisión* del ruido emitido: aunque normalmente la vía de transmisión más importante es la aérea, no debe olvidarse que, en ocasiones, la transmisión del ruido a través de las estructuras del edificio o cuerpos sólidos en general puede desempeñar un papel importante.

1º. reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente;

La reducción de la transmisión aérea del ruido emitido por los equipos de trabajo puede lograrse, fundamentalmente, de tres maneras:

a. Empleando recubrimientos absorbentes del ruido en los paramentos del local. En general dichos recubrimientos son de materiales porosos y pueden disponerse no sólo recubriendo los paramentos existentes, sino también suplementando los mismos (por ejemplo, suspendiendo del techo planchas absorbentes). La eficacia reductora de los recubrimientos absorbentes se manifiesta únicamente a partir de una cierta distancia de la fuente de ruido, por lo que no son eficaces para proteger a quienes desempeñan su labor en la vecindad inmediata de la fuente; a título meramente orientativo, puede indicarse que la distancia de la fuente sonora a partir de la cual empieza a ser perceptible la disminución del nivel de ruido producida por la instalación de paramentos absorbentes es superior al 50% de la altura en locales de planta asimilable a un cubo, y que en locales cuya superficie en planta sea grande con relación a su altura, es superior al 20% de la raíz cuadrada de la superficie en planta del local.

En otras palabras, a distancias de la fuente de ruido inferiores a las indicadas (a título orientativo) en el párrafo anterior, el empleo de recubrimientos absorbentes no produce una reducción apreciable del nivel de ruido y, por tanto, es escasamente eficaz para proteger a quienes se encuentran en esa zona.

b. *Aislando* la fuente de ruido al ubicarla en el interior de una cabina o recinto cuyo diseño impida que el ruido generado llegue al exterior. Obviamente, el diseño de la citada cabina debe ser compatible con el funcionamiento del equipo, lo que a veces genera dificultades insalvables o

conduce a construir cabinas cuya eficacia como aislantes de ruido es insuficiente debido a que el ruido “escapa” de su interior a través de las aberturas necesarias para introducir o extraer materiales, o para otras finalidades.

Una alternativa equivalente a la que se puede recurrir en ciertos casos es la de construir un recinto o cabina insonorizados en el interior del cual permanecen *la mayor parte del tiempo* las personas que trabajan, las cuales utilizarán normalmente equipos de protección individual cuando tengan que salir del recinto insonorizado. Esta solución suele ser viable en el caso de industrias muy automatizadas en las cuales la función básica de los trabajadores es de control y ésta puede realizarse en gran medida desde el interior de un recinto tal como el descrito.

c. Utilizando barreras que limiten el ámbito de transmisión del ruido. Si bien las barreras se emplean con buenos resultados en espacios abiertos (ruido de tráfico, aeropuertos, etc.), generalmente su eficacia es relativamente pequeña en locales cerrados, por lo que no suelen emplearse mucho para limitar la exposición laboral al ruido, que mayoritariamente se produce en locales cerrados.

En el apéndice 2 se amplía la información acerca del control técnico del ruido.

2°. reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo mediante amortiguamiento o aislamiento;

Muchos sólidos transmiten las vibraciones con gran facilidad y, a menudo, cuando el sólido en cuestión vibra en contacto con el aire, estas vibraciones se convierten en ruido. A veces, las vibraciones de los equipos de trabajo pueden transmitirse a las estructuras de los edificios y desplazarse a través de ellas, generando ruido a distancias considerables de la fuente original de vibración. Este hecho tiene una consecuencia importante: como ya hemos dicho más arriba, los equipos de trabajo que, por sus características, pueden transmitir vibraciones a la estructura, han de ser aislados de la misma con las técnicas apropiadas a cada caso, que pueden ir desde apoyarlos sobre un soporte amortiguador hasta la construcción de una cimentación específica separada de la del resto del local.

Por otra parte, al plantearse una acción de reducción del ruido emitido por una máquina o equipo hay que investigar cuidadosamente cuál es la parte del mismo que contribuye en mayor medida a la emisión del ruido, pues una elección errónea del punto de actuación puede conducir a resultados decepcionantes desde el punto de vista de la reducción de ruido conseguida. Así, por ejemplo, los equipos a los que se alimenta con piezas metálicas de gran

longitud para su progresivo mecanizado, el aislamiento de la zona de operación suele mostrarse ineficaz como medida reductora del ruido porque éste es emitido, en gran parte, en la zona de carga de la barra, tubo, etc., que permanece *fuera* de la máquina.

Es, por tanto, recomendable la realización de un estudio previo para la localización de fuentes de ruido mediante métodos de presión o preferentemente mediante métodos de intensidad acústica, que determinen la localización de los focos sonoros tanto en vacío como en carga, e incluso un análisis de frecuencia para conocer el tipo de ruido emitido y aplicar las medidas reductoras y los materiales absorbentes adecuados.

f. programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo;

Para muchos equipos de trabajo, la cantidad de ruido emitida durante su funcionamiento varía de manera importante en función de su estado de mantenimiento. Por ello, para los equipos de trabajo en los que se dé tal circunstancia, se deberá incluir en su plan de mantenimiento un apartado específico de control del ruido emitido, comparación del mismo con su valor “normal” y la realización de las operaciones oportunas para minimizar la diferencia entre ambos valores, teniendo en cuenta el desgaste natural debido al envejecimiento del equipo y su influencia en el nivel de ruido emitido.

Sería aconsejable la medición del nivel emitido por una máquina de nueva adquisición o puesta a punto recientemente, una vez ubicada en su entorno de trabajo, para asignar a ese nivel el valor de “normal” indicado anteriormente. En el apartado 6.5 f) se indica la información que debe contener el manual de instrucciones de las máquinas según el Real Decreto 1435/1992.

g. la reducción del ruido mediante la organización del trabajo:

1°. limitación de la duración e intensidad de la exposición;

Puesto que la capacidad de un ruido para dañar el oído depende fundamentalmente de la cantidad de *energía sonora* que aquél recibe, tan importante es reducir el nivel sonoro como el tiempo de exposición al mismo. Reducir el tiempo de exposición *individual*, sin modificar el nivel de ruido ni el tiempo durante el que se emite, exige establecer algún tipo de rotación entre los trabajadores, lo que, aun siendo teóricamente posible, no suele ser una solución fácil de llevar a la práctica. Aeste respecto debe tenerse en cuenta que para que el nivel de exposición diario equivalente se reduzca en 3 dB es necesario que el tiempo

de exposición se reduzca a la mitad (ver también *Tabla 1. Tiempo máximo de exposición al ruido*, en los comentarios de esta Guía al artículo 8).

2º. ordenación adecuada del tiempo de trabajo.

En ocasiones es posible que determinadas operaciones ruidosas puedan realizarse de manera que se minimice el número de personas expuestas, si se realizan en el momento adecuado. Igualmente, la organización del trabajo de manera que, cuando sea posible, se alternen las tareas ruidosas con otras en las que no se produzca exposición al ruido puede contribuir a reducir esta última y facilitar un mejor cumplimiento de lo dispuesto en el primer párrafo del presente apartado.

2. Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización, que deberán integrarse en la planificación de la actividad de la empresa, destinado a reducir la exposición al ruido, teniendo en cuenta en particular las medidas mencionadas en el apartado 1.

El programa de medidas técnicas y de organización no es más que un caso particular de la planificación de la prevención preventiva prescrita por la Ley 31/1995 en su artículo 16, que debe incluir *"para cada actividad preventiva el plazo para llevarla a cabo, la designación de responsables y los recursos humanos y materiales necesarios para su ejecución"*.

El programa de medidas técnicas y de organización debe, por tanto, ser lo suficientemente concreto como para incluir los elementos citados, que deberán estar justificados en todos sus extremos, particularmente respecto a los plazos de ejecución, teniendo en cuenta que la obligación general del empresario, enunciada en el párrafo 1 de este artículo, es eliminar los riesgos derivados de la exposición al ruido o reducirlos *"al nivel más bajo posible teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control en su origen"*.

Lo anterior deberá llevarse a cabo teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 15.1 de la Ley de Prevención respecto a los principios de la acción preventiva, en particular lo dispuesto en el apartado h): Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

Por otra parte, deberá tenerse en cuenta lo que dispone el artículo 17.2 de la Ley 31/1995 y el artículo 4 del Real Decreto 773/1997: *"Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando existan riesgos para la*

seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo". En consecuencia sólo deberá recurrirse al empleo de los EPI cuando los riesgos no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente mediante el empleo de protección colectiva. Respecto a la factibilidad de aplicar una determinada medida preventiva, véase el apéndice 2.

De nuevo aquí la recomendación dada en el artículo 4 punto 1, sobre la adquisición de máquinas cuyos niveles de ruido de emisión sean los menores posible, evitará el tener que establecer y ejecutar programas de medidas técnicas u organizativas complejos y costosos.

3. Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, serán objeto de una señalización apropiada de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, cuando sea viable desde el punto de vista técnico y el riesgo de exposición lo justifique, se delimitarán dichos lugares y se limitará el acceso a ellos.

En los lugares de trabajo en los que haya puestos de trabajo permanentes en los que se superen o puedan superarse los niveles superiores de exposición, se señalará la obligación de empleo de protectores auditivos.

En los lugares de trabajo donde, sin existir puestos de trabajo fijos, puedan producirse ocasionalmente exposiciones que, por sí solas o sumadas a las soportadas por las mismas personas en otros lugares de trabajo, pudiesen superar los niveles superiores de exposición, deberá señalizarse la obligación de empleo de protectores auditivos cualquiera que sea el tiempo de permanencia en dichos lugares. Debe prestarse una atención particular a este tipo de situaciones en el personal de mantenimiento.

Por otra parte, como complemento a lo anterior, y si es viable, es recomendable que en la periferia de la zona se emplee señalización de advertencia que informe del riesgo de exposición al ruido y se limite el acceso a la zona. Dado que dicha señal no está normalizada en el Anexo III del Real Decreto 485/1997, y que se trata de una señal de advertencia, de acuerdo con dicho real decreto deberá ser un triángulo de color amarillo y el pictograma deberá ajustarse lo más posible a la información de la que advierte. En cualquier caso será necesario acompañarla de un texto explicativo de su significado. Se muestra una señal a título de ejemplo (fondo amarillo y borde negro).

RIESGOS DE EXPOSICIÓN AL RUIDO



4. Cuando, debido a la naturaleza de la actividad, los trabajadores dispongan de locales de descanso bajo la responsabilidad del empresario, el ruido en ellos se reducirá a un nivel compatible con su finalidad y condiciones de uso.

Para que un local de descanso pueda cumplir apropiadamente su función es necesario, además de cumplir con los requisitos establecidos en el Anexo V del Real Decreto 486/1997, que su nivel de ruido sea compatible con dicho descanso, permitiendo, por lo menos, una comunicación oral sin dificultad alguna.

La evaluación del nivel de dicha dificultad puede efectuarse calculando el índice SIL (Speech Interference Level).

En el Apéndice 3 de esta Guía se hace referencia al índice SIL y a otros criterios de valoración reconocidos, sobre las molestias provocadas por el ruido.

En cualquier caso, el tiempo que los trabajadores permanezcan en el local de descanso podrá ser computado a los efectos de la evaluación de riesgos que prescribe el artículo 6 del presente real decreto

5. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley 31/1995, el empresario adaptará las medidas mencionadas en el presente artículo a las necesidades de los trabajadores especialmente sensibles.

Determinados trabajadores pueden ser especialmente sensibles al ruido y, por tanto, requerir medidas especiales de protección en virtud de lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Entre esos trabajadores pueden citarse las mujeres embarazadas (protección del feto), los trabajadores que padezcan o hayan padecido determinadas afecciones, etc.

Las medidas a emplear, en cuya adopción participarán en todo caso los responsables de la vigilancia de la salud, incluirán, en general, reducciones de la exposición

mediante medidas organizativas que podrían llegar hasta la retirada del puesto de trabajo

Artículo 5. Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción.

1. A los efectos de este Real Decreto, los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

a. Valores límite de exposición:

$L_{Aeq,d} = 87 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 140 \text{ dB (C)}$, respectivamente;

b. Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción:

$L_{Aeq,d} = 85 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 137 \text{ dB(C)}$, respectivamente;

c. Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción:

$L_{Aeq,d} = 80 \text{ dB(A)}$ y $L_{pico} = 135 \text{ dB(C)}$, respectivamente.

Los valores límite de exposición representan niveles de exposición que, tal como se indica en el artículo 8.1., no deben ser excedidos salvo que la situación pueda calificarse de excepcional de acuerdo con lo que dispone el artículo 12, en cuyo caso se procederá según lo dispuesto en dicho artículo. Los valores límite de exposición, citados en el apartado a), no son aplicables a los trabajadores de los buques de navegación marítima hasta el 15 de febrero de 2011, tal como establece la Disposición Transitoria del presente real decreto.

En el caso del valor límite referido al nivel de exposición diario equivalente $L_{Aeq,d}$ (ver definición en el Anexo I del presente real decreto) el valor de 87 dB(A) no debe ser excedido en ninguna jornada laboral. Se exceptúan aquellas situaciones con una variabilidad importante de la exposición entre días, para las que el apartado 3 de este artículo admite promedios semanales.

En el caso del valor límite referido al nivel de pico L_{pico} (ver definición en el Anexo I del presente real decreto) el valor de 140 dB(C) no debe ser excedido en ningún momento.

Sin embargo, a efectos de comparación con el valor límite aplicable, se admite que se considere el efecto de las protecciones auditivas, que deben utilizarse obligatoriamente cuando se superan los valores superiores de exposición, tal como dispone el artículo 7.1b (ver apartado 2 de este artículo). En el Apéndice 4 de esta Guía se dan las indicaciones apropiadas para tener en cuenta dicho efecto, en función de las características del ruido y de las del equipo de protección empleado.

2. Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

Cuando el valor de $L_{Aeq,d}$ supere 87 dB(A) o el L_{pico} 140 dB(C), para evaluar si el valor límite ha sido o no superado, se tendrá en cuenta el efecto de la utilización de las protecciones individuales que en tales circunstancias es obligatorio emplear, según lo dispuesto en el artículo 7.1.b.

Así, por ejemplo, si en un puesto de trabajo el nivel de exposición diario equivalente $L_{Aeq,d}$ es 92 dB(A) y se utilizan protectores individuales cuya atenuación, calculada como se indica en el apéndice 4 o metodología de similar fiabilidad y teniendo en cuenta el tiempo real de utilización del EPI, es de 10 dB(A), se considerará que el nivel de exposición diario equivalente que llega al oído $L'_{Aeq,d}$ es $92 - 10 = 82$ dB(A), no superándose por tanto el valor límite (87 dB(A)), pero a todos los efectos se considerará que el $L'_{Aeq,d}$ del puesto de trabajo es 92 dB(A) y por lo tanto supera el valor superior de exposición (85 dB(A)). En todo caso deberá tenerse en cuenta la incertidumbre ligada al cálculo de la atenuación y el tiempo de utilización real de los protectores auditivos, de acuerdo con la metodología descrita en el apéndice 4.

3. En circunstancias debidamente justificadas, y siempre que conste de forma explícita en la evaluación de riesgos, para las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, a efectos de la aplicación de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, podrá utilizarse el nivel de exposición semanal al ruido en lugar del nivel de exposición diaria al ruido para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos, a condición de que:

- a. el nivel de exposición semanal al ruido, obtenido mediante un control apropiado, no sea superior al valor límite de exposición de 87 dB(A), y
- b. se adopten medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades.

Cuando el nivel de exposición diario equivalente $L_{Aeq,d}$ varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, la exposición podrá evaluarse tomando como base de comparación con los valores límite y los valores de exposición que dan lugar a una acción, según proceda, el nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,s}$, definido en el punto 5 del anexo I del presente real decreto.

De lo anterior se infiere que cualquier otra exposición no regular (por ejemplo, tareas que se realizan sólo durante un mes al año), deberá respetar lo dispuesto en este apartado, no pudiendo en ningún caso acudir a promedios realizados en períodos superiores a una semana.

Para que pueda procederse a la evaluación de base semanal deben darse dos condiciones: que el nivel de exposición semanal al ruido no sea superior al valor límite de 87 dB(A) y que se adopten las medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a las actividades que se realicen.

Según la norma ISO 1999:90 (apartado 4.4.2), no es recomendable aplicar este método cuando el mayor de los $L_{Aeq,d}$ de los distintos días de la semana supera en más de 10 dB al valor obtenido de $L_{Aeq,s}$.

Artículo 6. Evaluación de los riesgos

1. El empresario deberá realizar una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores, en el marco de lo dispuesto en el artículo 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y del capítulo II, sección 1ª del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. La medición no será necesaria en los casos en que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma.

Puesto que el procedimiento de evaluación utilizado debe proporcionar confianza sobre su resultado (artículo 5.2 del Reglamento de los Servicios de Prevención), la evaluación de la exposición al ruido exigirá, como norma general, la medición de los niveles de ruido. De esta regla podrán exceptuarse aquellas situaciones en las que, a juicio de una persona que tenga la cualificación apropiada según lo dispuesto en el capítulo VI del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, no se superen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción establecidos en el artículo 5.1.c.

En general, en las actividades de carácter comercial (tiendas, grandes almacenes, etc.) y administrativo el nivel de exposición diario equivalente es notablemente más bajo que los valores inferiores de exposición y, por tanto, en ellas no será habitualmente necesario que la evaluación de riesgos incluya mediciones. En cambio, en actividades de carácter industrial, en las que los niveles de ruidos suelen ser más elevados, la evaluación de riesgos deberá, en general, incluir mediciones.

Los datos obtenidos de la evaluación y/o de la medición de la exposición al ruido se conservarán de manera que permita su consulta posterior. La documentación de la evaluación se ajustará a lo dispuesto en el artículo 23 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre y en el artículo 7 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero..

Según el artículo 23 de la Ley 31/1995, el empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación relativa a la evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo, incluido el resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores.

Según el artículo 7 del Real Decreto 39/1997, en dicha documentación deberán reflejarse, para cada puesto de trabajo cuya evaluación ponga de manifiesto la necesidad de tomar alguna medida preventiva, los siguientes datos:

- a. La identificación del puesto de trabajo.
- b. El riesgo o riesgos existentes y la relación de trabajadores afectados.
- c. El resultado de la evaluación y las medidas preventivas procedentes.
- d. La referencia de los criterios y procedimientos de evaluación y de los métodos de medición utilizados.

2. Los métodos e instrumentos que se utilicen deberán permitir la determinación del nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$), del nivel de pico (L_{pico}) y del nivel de exposición semanal equivalente ($L_{Aeq,s}$), y decidir en cada caso si se han superado los valores establecidos en el artículo 5, teniendo en cuenta, si se trata de la comprobación de los valores límite de exposición, la atenuación procurada por los protectores auditivos. Para ello, dichos métodos e instrumentos deberán adecuarse a las condiciones existentes, teniendo en cuenta, en particular, las características del ruido que se vaya a medir, la duración de la exposición, los factores ambientales y las características de los instrumentos de medición.

En relación con la comprobación de los valores límite de exposición, véase lo indicado en los comentarios al artículo 5, apartado 1.

3. Entre los métodos de evaluación y medición utilizados podrá incluirse un muestreo, que deberá ser representativo de la exposición personal de los trabajadores. La forma de realización de las mediciones, así como su número y duración se efectuará conforme a lo dispuesto en el anexo II. Para la medición se utilizarán los instrumentos indicados en el anexo III, los cuales deberán ser comprobados mediante un calibrador acústico antes y después de cada medición o serie de mediciones.

Puesto que la determinación exacta y fiable del nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) y/o del nivel de pico (L_{pico}) es el aspecto central de la evaluación de riesgos, en el Apéndice 5 de esta Guía técnica se dan algunas precisiones técnicas sobre la metodología de medida.

4. La evaluación y la medición mencionadas en el apartado 1 se programarán y efectuarán a intervalos apropiados de conformidad con el artículo 6 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero y, como mínimo, cada año en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, o cada tres años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.

Dichas evaluaciones y mediciones serán realizadas por personal con la debida cualificación, atendiendo a lo dispuesto en los artículos 36 y 37 y en el Capítulo III del Real Decreto 39/1997, en cuanto a la organización de recursos para el desarrollo de actividades preventivas.

El artículo 6 del Reglamento de los Servicios de Prevención dispone que la evaluación inicial debe ser revisada con la periodicidad que se acuerde entre la empresa y los representantes de los trabajadores, cuando así lo establezca una disposición específica y, en todo caso, cuando se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o se haya apreciado a través de los controles periódicos, incluidos los relativos a la vigilancia de la salud, que las actividades de prevención pueden ser inadecuadas o insuficientes. Para ello se tendrán en cuenta los resultados de la investigación sobre las causas de los daños para la salud que se hayan producido, de las actividades para la reducción y el control de los riesgos a los que se hace referencia en los apartados 1.a y 1.b del artículo 3 del mismo Reglamento y del análisis de la situación epidemiológica según los datos aportados por el sistema de información sanitaria u otras fuentes disponibles.

La evaluación de riesgos podrá ser realizada por personas con formación de nivel intermedio (artículo 36 del Reglamento de los Servicios de Prevención), salvo cuando sea necesario el establecimiento de una estrategia de medición para asegurarse de que los resultados obtenidos garantizan efectivamente la situación que se valora o cuando sea necesaria una interpretación o aplicación no mecánica de los criterios de evaluación, en cuyo caso será necesario disponer de formación de nivel superior (artículo 37 del Reglamento de los Servicios de Prevención).

5. En el marco de lo dispuesto en los artículos 15 y 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, el empresario, al evaluar los riesgos, prestará particular atención a los siguientes aspectos:

- a. el nivel, el tipo y la duración de la exposición, incluida la exposición a ruido de impulsos;

Los ruidos pueden ser estables, es decir, ajustarse a la definición dada en el punto 7 del Anexo I del real decreto, o no estables. Además, pueden o no contener impulsos, es decir, ruidos discretos en los que el ascenso y la disminución de la presión acústica son muy rápidos (ver los comentarios sobre sonómetros integradores-promediadores en el Anexo III).

El tiempo de exposición se tendrá en cuenta para el cálculo de los niveles de exposición equivalentes (diario o semanal, según proceda) pero no para los ruidos de impacto, donde sólo es necesario conocer el nivel de pico en dB(C).

b. la existencia de equipos de sustitución concebidos para reducir la emisión de ruido;

El Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, regula las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre; en ciertos casos dichas emisiones sonoras están limitadas. En los casos de dichas máquinas deberá por tanto tenerse en cuenta el cumplimiento de lo dispuesto en dicho real decreto, así como la disponibilidad de la información que reglamentariamente deben suministrar los fabricantes, a la cual nos hemos referido en el apartado anterior. Como ya se ha comentado, el Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, modificó el Real Decreto 212/2002, estableciendo unos nuevos valores límite para un grupo de máquinas.

c. los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción previstos en el artículo 5;

d. en la medida en que sea viable desde el punto de vista técnico, todos los efectos para la salud y seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las sustancias ototóxicas relacionadas con el trabajo, y entre el ruido y las vibraciones;

La exposición (laboral o extralaboral) a sustancias químicas que afectan a distintas partes del órgano auditivo, denominadas ototóxicas, puede provocar un agravamiento de los efectos de la exposición a ruido; también la exposición simultánea a ruido y vibraciones.

Por ello, la evaluación de riesgos y las medidas preventivas que se derivan de ella, tendrán en cuenta la exposición combinada a ruido y a cualquiera de los agentes citados, conduciendo, en general, a una aplicación más exigente de las respectivas normativas de prevención y a una intensificación de la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos. Se considerará que un trabajador que sufre las mencionadas exposiciones se convierte en un trabajador especialmente sensible a la exposición al ruido.

En el Apéndice 6 de esta Guía técnica se citan las sustancias ototóxicas más conocidas, sus mecanismos de actuación, así como las acciones a tomar frente a la exposición combinada a ruido y a agentes químicos ototóxicos.

Se tendrá en cuenta asimismo si la exposición simultánea a ruido y bajas temperaturas puede conllevar un incremento del riesgo.

e. todos los efectos indirectos para la salud y la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las señales acústicas de alarma u otros sonidos a que deba atenderse para reducir el riesgo de accidentes;

Deberá tenerse en cuenta la posibilidad de que el ruido existente enmascare o dificulte la percepción de señales acústicas de alarma u otras indicaciones de interés para la prevención (comunicaciones verbales, ruidos anormales, etc.). En estos casos, para el diseño e implantación de las señales acústicas se tendrá en cuenta lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y la Guía técnica realizada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo, del citado real decreto.

Es conveniente en cada caso la determinación del umbral de enmascaramiento, que es el nivel de presión sonora para el que la señal de peligro comienza a ser audible en el ambiente ruidoso (incluidas deficiencias de audición de las personas y protectores auditivos). Normalmente si el nivel de la señal acústica supera en 10 dB, en una de las octavas (o en 15 dB(A) el global), al umbral de enmascaramiento, será suficiente para que la señal se oiga con claridad. En la UNE-EN ISO 7731:2006 se establece la metodología para el cálculo del umbral de enmascaramiento. Así mismo son referencia técnica las normas UNE-EN 61310-1: 1996 y UNE-EN 981:1997.

f. la información sobre emisiones sonoras facilitada por los fabricantes de equipos de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa específica que sea de aplicación;

El Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, BOE núm. 188 de 7 de agosto, establece en su Anexo I sobre "Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo", en el punto 1.17 que "Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o

dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos”.

Por otra parte, el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, BOE núm. 297 de 11 de diciembre, en su Anexo I sobre *“Requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y fabricación de las máquinas y de los componentes de seguridad”*, al referirse a las medidas de seguridad contra otros peligros (apartado 1.5.8 Ruido) indica que:

“La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los riesgos que resulten de la emisión del ruido aéreo producido se reduzcan al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción del ruido especialmente en su fuente”.

Al referirse al manual de instrucciones que debe acompañar a todas las máquinas (apartado 1.7.4.f) establece lo siguiente:

“En el manual de instrucciones se darán las siguientes indicaciones sobre el ruido aéreo emitido por la máquina (valor real o valor calculado partiendo de la medición efectuada en una máquina idéntica):

- *El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A en los puestos de trabajo, cuando supere los 70 dB(A); si este nivel fuera inferior o igual a 70 dB(A), deberá mencionarse.*
- *El valor máximo de la presión acústica instantánea ponderada C, cuando supere los 63 Pa (130 dB con relación a 20 µPa).*
- *El nivel de potencia acústica emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A supera, en los puestos de trabajo, los 85 dB(A).*

Cuando la máquina sea de muy grandes dimensiones la indicación del nivel de potencia acústica podrá sustituirse por la indicación de los niveles de presión acústica continuos equivalentes en lugares especificados en torno a la máquina.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos acústicos se medirán utilizando el código de medición más apropiado, adaptado a la máquina.

El fabricante indicará las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como qué métodos se han utilizado para ésta.

Cuando el o los puestos de trabajo no estén definidos o no puedan definirse, la medición del nivel de presión acústica se efectuará a 1 metro de la superficie de la máquina y a una altura de 1,60 metros por encima del suelo o de la plataforma de acceso. Se indicará la posición y el valor de la presión acústica máxima”.

Dado que es posible que en la empresa se encuentren máquinas que se regulen por el Real Decreto 1435/1992 (máquinas antiguas) y otras por el real decreto que transponga la Directiva 2006/42/CE, a continuación se indica el texto y modificaciones que introduce esta última Directiva. En la misma se establecen las siguientes modificaciones:

En el apartado 1.5.8 Ruido, se añade el siguiente párrafo:

“El nivel de ruido emitido podrá evaluarse tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares”.

En el apartado 1.7.4.2 Contenido del manual de instrucciones, en el punto u) se añaden y modifican los siguientes párrafos:

“u. las siguientes indicaciones sobre el ruido aéreo:

- *el nivel de potencia acústica ponderado A emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica de emisión ponderado A supera, en los puestos de trabajo, 80dB(A).*

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina por fabricar.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos acústicos se medirán utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina. Cuando se indiquen los valores de emisión de ruido, se especificará la incertidumbre asociada a dichos valores. Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los métodos utilizados para ésta.

Cuando existan directivas comunitarias específicas que prevean otros requisitos para medir el nivel de presión acústica o el nivel de potencia acústica, se aplicarán estas directivas y no se aplicarán los requisitos correspondientes del presente punto”.

Como se puede apreciar, los puntos más importantes de esta modificación son:

- *se puede evaluar tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares,*

- se ha bajado de 85dB(A) a 80dB(A) el nivel del puesto de trabajo que hace necesaria la medida de la potencia acústica de la máquina,
- en los valores de las mediciones deben figurar su incertidumbre correspondiente,
- las mediciones se deben realizar sobre la propia máquina o una técnicamente comparable.

Esta nueva directiva deroga la Directiva 98/37/CE, deberá estar transpuesta a más tardar el 29 de junio de 2008 y será de aplicación a partir del 29 de diciembre de 2009.

Por otro lado, el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, y su modificación por el Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por los que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, establecen la obligación de tener marcado de forma visible, legible o indeleble, sobre las mismas, el marcado CE junto con la indicación del nivel de potencia acústica garantizado.

El nivel de potencia acústica garantizado tiene en cuenta las incertidumbres fruto de la variación de la producción de las máquinas y de los procedimientos de medición.

Las máquinas sujetas a límites de potencia acústica que figuran en el anexo XI del Real Decreto 212/2002, su nivel de potencia acústica garantizado no puede superar el valor indicado en el cuadro de valores dado en el anexo del Real Decreto 524/2006.

g. cualquier efecto sobre la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles a los que se refiere el artículo 25 de la Ley 31/1995.

La obligación de garantizar la protección de los trabajadores especialmente sensibles exige tener en cuenta, en la evaluación de riesgos, los aspectos relacionados con las características personales y la capacidad psicofísica de los trabajadores (artículo 25.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales).

Los factores que han sido descritos como posibles determinantes de una mayor sensibilidad al ruido son: el padecimiento de ciertas enfermedades crónicas (por ejemplo, enfermedades cardiovasculares, metabólicas); algunas alteraciones del oído (por ejemplo, ineficacia del reflejo acústico; malformaciones hereditarias; antecedentes de traumatismo craneal); otras exposiciones (sustancias químicas relacionadas con el trabajo o fármacos ototóxicos).

A estos factores cabe añadir la edad, en especial para los trabajadores de más de 50 años que pueden presentar una

mayor fragilidad coclear y la situación de embarazo, en la que el sujeto de protección es doble: la madre por la posible repercusión del ruido en su salud como, por ejemplo, el aumento de la tensión arterial, de la fatiga y del estrés; y el futuro niño, por el aumento del riesgo de parto pre-término, de bajo peso al nacer y la disminución de la capacidad auditiva, que se identifica a los 4-10 años de edad.

En el caso del impacto del ruido sobre la audición del futuro niño, es aconsejable que en ningún caso se rebasen los límites de acción establecidos en este real decreto (de preferencia, el límite inferior) a partir de la semana 25 de gestación.

h. la prolongación de la exposición al ruido después del horario de trabajo bajo responsabilidad del empresario;

La evaluación de riesgos deberá tener en cuenta la realización de horas extras u otras prolongaciones similares de la jornada de trabajo, sean o no esporádicas.

i. la información apropiada derivada de la vigilancia de la salud, incluida la información científicotécnica publicada, en la medida en que sea posible;

La evaluación de riesgos deberá tener en cuenta los resultados de la vigilancia de la salud, así como la información disponible procedente de otras fuentes de carácter bibliográfico de reconocida solvencia, tales como las citadas en el artículo 5.3 d) del Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

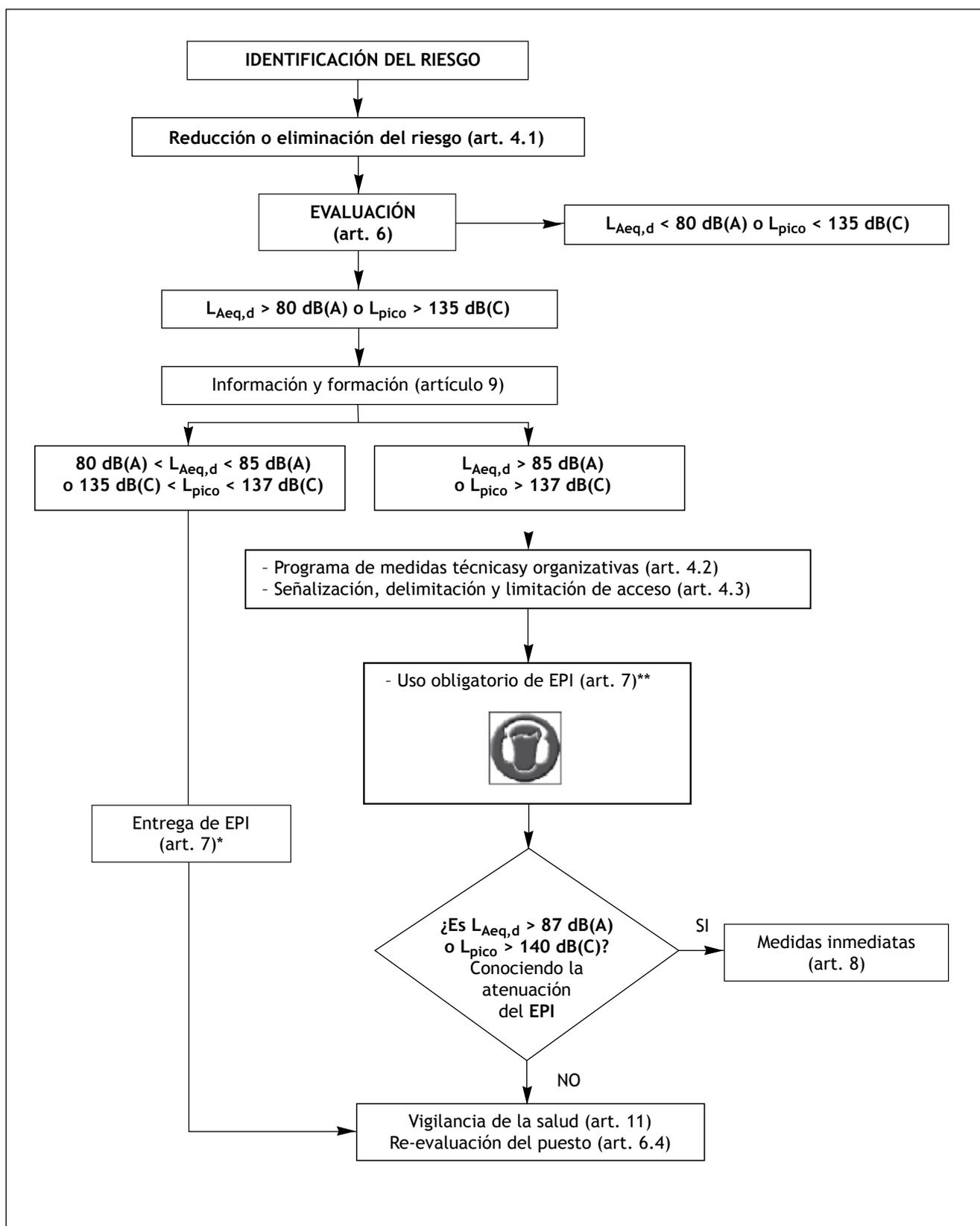
j. la disponibilidad de protectores auditivos con las características de atenuación adecuadas.

La capacidad de atenuación de los protectores auditivos depende de las características de los mismos, así como de las características del ruido.

El Apéndice 4 ofrece los datos adecuados para la evaluación de dicha capacidad.

6. En función de los resultados de la evaluación, el empresario deberá determinar las medidas que deban adoptarse con arreglo a los artículos 4, 7, 8 y 9, planificando su ejecución de acuerdo con lo establecido en el capítulo II, sección 2ª del Real Decreto 39/1997.

El conjunto de las medidas a aplicar se resume en el cuadro de la página 22, tomando como base los niveles de ruido medidos.



* En determinadas circunstancias puede exigirse su uso por encima de $L_{Aeq,d}$ 80 dB(A) o L_{pico} 135 dB(C), según el artículo 11.4 b) 2°.

** El uso de protectores auditivos será obligatorio cuándo el $L_{Aeq,d}$ 85 dB(A) o L_{pico} 137 dB(C).

Cuando sea obligatorio el uso de los EPIS, se debe comprobar que no es una excepción del art. 12. En caso de ser una excepción al uso de los protectores auditivos, el empresario estará obligado a:

- Adopción de medidas técnicas teniendo en cuenta las circunstancias particulares.
- Vigilancia de la salud más intensa (art. 11.2).
- Comunicación a autoridad laboral.

Artículo 7. Protección individual.

1. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 17.2 de la Ley 31/1995 y en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, de no haber otros medios de prevenir los riesgos derivados de la exposición al ruido, se pondrán a disposición de los trabajadores, para que los usen, protectores auditivos individuales apropiados y correctamente ajustados, con arreglo a las siguientes condiciones:

a. cuando el nivel de ruido supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario pondrá a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales;

b. mientras se ejecuta el programa de medidas a que se refiere el artículo 4.2 y en tanto el nivel de ruido sea igual o supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, se utilizarán protectores auditivos individuales;

La utilización de los equipos de protección individual (EPI) está justificada cuando los riesgos no se pueden evitar o no pueden limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo, tal como se dispone en el artículo 17.2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en el artículo 4 del Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

A partir de esta limitación, y teniendo en cuenta lo que al respecto se indica en la Guía técnica del Real Decreto 773/1997, el uso de los equipos de protección individual estaría justificado en las siguientes situaciones:

1. Si a partir de la evaluación indicada en el artículo 6 de este real decreto, se comprueba que las medidas técnicas y organizativas posibles, de las indicadas en el artículo 4, son insuficientes.
2. De forma transitoria hasta que se implanten las medidas preventivas de tipo colectivo que se consideren adecuadas de las indicadas en el artículo 4, cuando dicha implantación requiera un cierto tiempo, y sólo durante ese tiempo. Esta situación se da, por ejemplo, mientras se ejecuta el programa de medidas técnicas y de organización requerido en el artículo 4.2.
3. En situaciones de trabajo de carácter ocasional, como pueden ser ciertas operaciones de mantenimiento,

comprobación, reparación de averías o limpieza, donde las condiciones de trabajo no son las habituales y la proximidad a los focos de ruido hace difícil o imposible la aplicación de otro tipo de medidas.

4. Ante la incertidumbre frente a la magnitud real de la exposición, cuando la variabilidad de las condiciones de trabajo u otros factores impidan o dificulten evaluar correctamente el riesgo, incluido lo previsto en el artículo 11.4 b) 2º del presente real decreto.

En situaciones de trabajo semejantes a las mencionadas, si se superan los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción el empresario, de acuerdo con el real decreto, deberá suministrar los protectores auditivos adecuados.

Aparentemente el real decreto establece de forma específica la obligatoriedad de uso de los protectores auditivos sólo mientras se ejecuta el programa de medidas técnicas y/o de organización, mencionado en el artículo 4.2. Al ser así mismo obligatoria la implantación de dicho programa cuando se superan los valores superiores de exposición, existe, de hecho, la obligación implícita de utilización de protectores auditivos siempre que se superen los valores superiores de exposición.

Esta referencia concreta al periodo de ejecución del programa de medidas no debería interpretarse como excluyente de la necesidad o conveniencia de utilización de protectores auditivos en otras situaciones como, por ejemplo, aquéllas en las que la evaluación ambiental difícilmente pueda concretar los valores de exposición realmente existentes (mencionadas en el anterior punto 4).

Los protectores auditivos, cuyo suministro al trabajador será gratuito, deben poseer la correspondiente certificación según establece el Real Decreto 1407/1992 y deberían ser de uso personal, como indican el artículo 7.3 del Real Decreto 773/1997 y las consiguientes aclaraciones de su Guía técnica, donde la posibilidad de compartir un equipo de protección individual está limitada a exposiciones poco frecuentes y normalmente de corta duración, como puede ser, por ejemplo, el acceso puntual a una sala de compresores.

En estos casos es necesario proceder a la limpieza y desinfección adecuada del protector auditivo. No se debería contemplar en ningún caso la posibilidad de compartir protectores auditivos tipo tapón.

c. los protectores auditivos individuales se seleccionarán para que supriman o reduzcan al mínimo el riesgo.

En este punto el real decreto establece que los protectores auditivos deben seleccionarse para suprimir o reducir al

mínimo el riesgo, lo que no debe confundirse con reducir el nivel de presión sonora al mínimo. Cuando los protectores auditivos ofrecen una atenuación excesiva y el ruido percibido es mucho menor que el ambiental, la sensación de aislamiento incrementa la incomodidad de uso, por lo que en la práctica el portador suele prescindir, aunque sea intermitentemente, del equipo. Así, la norma UNE EN 458:2005 recomienda seleccionar el protector de forma que el nivel de presión sonora percibido esté entre 65 dB(A) y 80 dB(A). En el Apéndice 4 de esta Guía se exponen varios sistemas normalizados, descritos en la citada norma, para calcular la atenuación teórica de los protectores auditivos.

En el cálculo de la atenuación también debería tenerse en cuenta el posible enmascaramiento de las señales acústicas. En este aspecto, cuando la atenuación del protector auditivo es muy variable entre diferentes frecuencias, el cambio en el espectro frecuencial percibido respecto al ambiental puede ser notable y enmascarar sonidos ambientales necesarios para la orientación y alerta del trabajador como, por ejemplo, localización de las máquinas, fases de funcionamiento de éstas, etc. Cuando el espectro de atenuación de un protector auditivo es relativamente plano, si la atenuación global es suficiente, permite proteger la audición al mismo tiempo que mantiene los rasgos principales del ambiente sonoro ambiental.

2. El empresario deberá hacer cuanto esté en su mano para que se utilicen protectores auditivos, fomentando su uso cuando éste no sea obligatorio y velando para que se utilicen cuando sea obligatorio de conformidad con lo previsto en el apartado 1.b) anterior; asimismo, incumbirá al empresario la responsabilidad de comprobar la eficacia de las medidas adoptadas de conformidad con este artículo.

Cuando sea necesario el uso de protectores auditivos se deberá informar a los trabajadores de la necesidad de utilización del EPI durante la totalidad de la exposición, desmintiendo la falsa idea de que el nivel de protección es proporcional al tiempo de uso ya que la relación entre una y otro es exponencial. El tiempo de utilización del EPI es un factor de gran incidencia en la atenuación real que se consigue con un protector auditivo. En el Apéndice 4 de esta Guía se muestra el efecto del tiempo de utilización en la eficacia real del EPI.

De acuerdo con el artículo 18.2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el artículo 9 del Real Decreto 773/1997 y el artículo 10 de este real decreto el empresario deberá consultar a los trabajadores respecto a la idoneidad de diferentes modelos de protectores que ofrezca el mercado, de forma que puedan elegir el que mejor se

adapte a sus características y cuyo nivel de confort de uso sea satisfactorio. Esta elección, sobre diferentes modelos de un mismo tipo de protector auditivo, no sustituye a la selección técnica del EPI que, bajo responsabilidad del empresario, debe llevar cabo un técnico debidamente cualificado, de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 36 y 37 del Real Decreto 39/1997. Esta selección deberá establecer, a partir de la evaluación del riesgo y de lo comentado en párrafos anteriores (7.1a y 7.1b), si es procedente el uso de los protectores. Además, deberá incluir los cálculos pertinentes para estimar la atenuación que aportarán dichos protectores.

Además de la atenuación teórica, ya se ha comentado la importancia que tiene el hecho de que el tiempo de utilización del protector coincida con el de exposición al ruido, de tal forma que puede decirse que el mejor protector auditivo es el que se usa.

Sobre el tiempo de utilización puede influir indirectamente las molestias derivadas del uso del protector auditivo, que dependen, entre otros factores, de:

- la atenuación global (debería ser suficiente pero no excesiva),
- el espectro frecuencial del sonido percibido cuando se utiliza el protector,
- la adaptación a la anatomía del trabajador.

En lo que respecta a la motivación del trabajador para la utilización de los protectores auditivos, es clave la información personalizada que, al respecto, debe recibir el trabajador sobre el riesgo de pérdida de audición, sobre los resultados individuales de la vigilancia de la salud, sobre las medidas de prevención implantadas y previstas y sobre las características de protección que ofrecen los protectores auditivos.

Debe darse gran importancia al control del uso de los protectores auditivos puesto que al tratarse de una acción correctora que no modifica, por tanto, el ambiente ruidoso, su eficacia depende de la voluntad del usuario, tanto en el tiempo de utilización como en la correcta utilización (adecuada colocación). Con respecto a la correcta utilización y mantenimiento de los equipos, el Real Decreto 773/1997 obliga al empresario a proporcionar a los trabajadores, preferentemente por escrito, instrucciones al respecto, precisas y comprensibles.

Asimismo, dado que, como se acaba de decir, la eficacia de la protección va ligada a la correcta utilización del protector, sería procedente, tal como recoge el artículo 8 del Real Decreto 773/1997, que la formación sobre la utilización de estos equipos contemplara realizar sesiones de entrenamiento previo al uso del equipo por primera vez.

Tales sesiones serán especialmente necesarias cuando se usen orejeras acopladas al casco.

Por este motivo la comprobación de la eficacia de las medidas adoptadas, que requiere el real decreto al empresario, se puede llevar a cabo (entre otras posibles acciones) estableciendo protocolos de seguimiento periódico de la implantación del uso de los protectores auditivos y a través de los datos que se obtengan de la vigilancia de la salud.

En lo que respecta a la evaluación de los riesgos que propone el artículo 6, principalmente cuando se comparen los parámetros de la exposición con los valores límite de exposición, debería tenerse en cuenta el control existente sobre la implantación del uso de los protectores individuales puesto que se considera como nivel de exposición aquel que llega al oído (se computa la atenuación del EPI).

3. Cuando se recurra a la utilización de equipos de protección individual, las razones que justifican dicha utilización se harán constar en la documentación prevista en el artículo 23 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre.

Se establece en el artículo 23 de la Ley 31/1995 que el empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación relativa a la planificación de la actividad preventiva, incluidas las medidas de protección y de prevención a adoptar y, en su caso, material de protección que deba utilizarse.

En este apartado 3 del artículo 7 se dispone la necesidad de incluir, en dicha documentación, las razones que justifican la utilización de protectores auditivos que deben ser consecuentes con lo establecido en el apartado 1 "*...de no haber otros medios de prevenir los riesgos derivados de la exposición al ruido...*" y los correspondientes comentarios de esta Guía al mismo.

Cuando el uso de protectores auditivos sea provisional, los plazos de tiempo previstos para la ejecución de las medidas correctoras (por ejemplo, de las diferentes fases del programa de medidas técnicas y de organización) se deberían indicar en la documentación mencionada.

Asimismo y de acuerdo con la Ley 31/1995, en el momento de cesación de su actividad, las empresas deberán remitir a la autoridad laboral la mencionada documentación.

Artículo 8. Limitación de exposición.

1. En ningún caso la exposición del trabajador, determinada con arreglo al artículo 5.2, deberá superar los valores límite de exposición..

Teniendo en cuenta las definiciones establecidas en el Anexo I del real decreto y una vez sustraído el valor de la atenuación estimada de los protectores auditivos (ver apéndice 4), si es que se utilizan:

- a. En ningún momento deberá producirse una exposición del trabajador a un nivel de pico superior a 140 dB(C).
- b. En ninguna jornada de trabajo se deberá producir una exposición del trabajador en la que el nivel equivalente diario ponderado A sea superior a 87 dB(A), a no ser que se aplique el nivel equivalente semanal en cuyo caso:
- c. No deberá existir ninguna semana que dé lugar a una exposición del trabajador cuyo nivel equivalente semanal superior a 87 dB(A).

Se excluye momentáneamente de las limitaciones que establece este artículo al personal a bordo de buques de navegación marítima (hasta el 15 de febrero de 2011) y a los sectores de la música y el ocio (hasta el 15 de febrero de 2008) tal como establece la disposición transitoria de este real decreto.

Se excluyen así mismo de estas limitaciones las situaciones de trabajo a las que se refiere el artículo 12, en las que el uso de protectores auditivos puede implicar un riesgo mayor para la seguridad y salud de los trabajadores.

2. Si, a pesar de las medidas adoptadas para aplicar el presente real decreto, se comprobaran exposiciones por encima de los valores límite de exposición, el empresario deberá:

- a. tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límite de exposición;

Las condiciones de trabajo, las instalaciones y los equipos no son inalterables, sino que sufren cambios que pueden originar que la exposición, aunque se haya aplicado este real decreto (incluidas las acciones expuestas en los artículos 4 y 6), sea superior a los valores límite establecidos en el artículo 5.

Debe tenerse en cuenta que la limitación que establece el artículo 5 es a la exposición, es decir, al concepto solidario de nivel de presión sonora y tiempo, o sea, al nivel de 87 dB(A) y al tiempo de 8 horas para cada jornada o bien al nivel de 140 dB(C) en cualquier instante. Como además se considera la exposición que llega al oído del trabajador, la forma de reducirla pasa por:

1. Reducir el nivel de presión sonora en los lugares de trabajo.
2. Reducir los tiempos de exposición

3. Adecuar la utilización de los protectores auditivos a esas situaciones de trabajo.

El real decreto exhorta, en este punto, a la aplicación de acciones correctoras que reduzcan la exposición con carácter de urgencia, por lo que pudieran ser de índole provisional, como la distribución y utilización de protectores auditivos, la restricción de acceso o la limitación del tiempo de exposición, hasta que se corrijan las condiciones de trabajo de forma estable, tal como se indica en el apartado 2c de este artículo y de acuerdo con el esquema propuesto en el artículo 6.

b. determinar las razones de la sobreexposición,

Estas sobreexposiciones podrían darse en actividades donde el nivel equivalente diario o el semanal o el nivel de pico ya están próximos a los valores límite respectivos. También en trabajos donde las condiciones varían mucho y de forma aleatoria, como son las tareas de mantenimiento, donde no es difícil que los trabajadores se encuentren muy próximos a las fuentes de ruido o se prolonguen ocasionalmente los tiempos de exposición sin que se hayan previsto las consecuencias.

Las sobreexposiciones pueden ser debidas al incremento del nivel de presión sonora o del tiempo de exposición. Pueden ser causas de un aumento de la exposición, entre otras, las siguientes:

- La incorporación de nuevas fuentes de ruido (máquinas, instalaciones, herramientas, etc).
- La modificación, envejecimiento o avería de las instalaciones, maquinaria, herramientas, etc. (por ejemplo: el envejecimiento de las instalaciones aumenta el nivel de vibración y consecuentemente de ruido).
- El aumento del ritmo de producción (por ejemplo: el ritmo de producción de una prensa, aunque no tiene por qué intervenir en el valor del nivel de pico máximo, sí lo hace en el nivel equivalente).
- Los cambios debidos a la utilización de sistemas de ventilación, refrigeración o calefacción, o en lo que respecta a la ventilación natural.
- La modificación de la arquitectura interior de los locales, que pueda variar las condiciones de absorción o aislamiento acústicos, o de las distancias a las fuentes de ruido (nuevas compartimentaciones, cambios en techos, puertas, ventanas, o reubicación espacial de las fuentes de ruido, etc.).
- Los cambios producidos en las operaciones y procedimientos de trabajo (por ejemplo: la utilización indiscriminada del aire comprimido, dado el alto nivel de ruido que produce y por poco tiempo que implique, puede significar un aumento sustancial del nivel equivalente).

- A niveles de ruido elevados, un incremento relativamente pequeño, del tiempo de exposición, puede significar la vulneración del valor límite de exposición. Por ejemplo, el límite se alcanza con una permanencia diaria de media hora a 99 dB(A) pero solamente sería tolerable permanecer un cuarto de hora a un nivel de 102 dB(A). (Ver tabla 1).

TABLA 1
Tiempo máximo de exposición al ruido para alcanzar un nivel equivalente diario de 87 dB(A)

$L_{Aeq,T}$ en dB(A)	Tiempo máximo de exposición
87	8 horas
90	4 horas
93	2 horas
96	1 hora
99	1/2 hora
102	1/4 hora
105	7 1/2 minutos
112	1 1/2 minutos
117	1/2 minuto
120	15 segundos

También se pueden producir sobreexposiciones cuando, en caso de utilizar protectores auditivos, la atenuación eficaz de éstos no resulte suficiente. En esos casos, en los que la exposición (para comparar con los valores límite) se estima teniendo en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos, es posible sobreestimar inadvertidamente la atenuación que realmente se esta proporcionando, bien sea por error en los cálculos de la atenuación, bien porque la adaptación y ajuste del EPI no es satisfactorio, bien porque el tiempo de utilización es menor que el de exposición.

Estos últimos factores, que son muy frecuentes, tienen que ver con la motivación personal de los usuarios, que se ve afectada, entre otras cosas, por la información que, al respecto, han recibido los trabajadores y por la confortabilidad de uso del protector.

Puede ocurrir también que no sea posible utilizar el protector durante todo el tiempo de exposición, en cuyo caso, sólo si las causas de tal imposibilidad lo justifican (ver artículo 12), la situación de trabajo podría incluirse en las excepciones a que hace referencia el artículo 12.

En cualquier caso debe tenerse en cuenta que el tiempo de utilización del protector condiciona el valor de la atenuación eficaz que proporciona su uso (ver apéndice 4).

c. corregir las medidas de prevención y protección, a fin de evitar que vuelva a producirse una reincidencia;

La evaluación de los riesgos tiene sentido como un proceso dinámico, donde las conclusiones no tienen por qué ser inalterables. La actuación en caso de sobreexposición debería incluir la revisión de los datos de la evaluación existente y, si procede, revisar la periodicidad prefijada.

A partir de la información recabada se adecuarán las medidas de prevención y protección a las nuevas situaciones de trabajo, además de implantar los sistemas de seguimiento y control, que se consideren necesarios, para evitar que se repita.

Las actuaciones que, de forma estable, llevan a conseguir niveles de exposición más bajos, son fruto de la planificación a medio y largo plazo, coordinando adecuadamente las acciones concretas de ingeniería con las medidas de tipo organizativo e involucrando, en los objetivos a conseguir, a los trabajadores afectados.

Dentro de esa planificación pueden ser de utilidad, entre otras, las siguientes recomendaciones:

- Estimar el impacto que pueda ejercer, sobre la exposición de los trabajadores, la incorporación de nuevas fuentes de ruido o la modificación de las existentes.
- Prever la posibilidad de cambios en el ritmo de producción y estimar su incidencia en las exposiciones ya que probablemente el nivel equivalente diario ($L_{Aeq,d}$) o el semanal ($L_{Aeq,s}$) sufrirán variación.
- Tener en cuenta lo dispuesto en el artículo 3.5 del Real Decreto 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en el que se hace referencia a la necesidad de que los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones que no supongan riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Prestar atención a los cambios que se pueden producir en los parámetros de exposición por causas no directamente relacionadas con los equipos de trabajo de uso habitual, por ejemplo, el uso de ventiladores o sistemas de ventilación forzada o ventilación natural y tener constancia de las variaciones del nivel de ruido, por ejemplo, mediante mediciones en diferentes condiciones.
- Revisar el sistema de implantación y seguimiento del uso de los protectores auditivos, incrementando, si es el caso, la información suministrada a los trabajadores con el fin de aumentar la motivación para la utilización correcta del EPI durante todo el tiempo de exposición.
- Revisar los sistemas de control de acceso (incluida la señalización) de los trabajadores a las zonas donde se puedan dar altas exposiciones al ruido.

- Prever sistemas de control de las exposiciones para las operaciones de mantenimiento y reparación próximas a fuentes de ruido importantes.

d. informar a los delegados de prevención de tales circunstancias.

La información que reciban los delegados de prevención debería incluir la magnitud con que se han superado los valores límite, dónde y en qué circunstancias ha ocurrido, las medidas que, con carácter de urgencia, se consideran apropiadas para la reducción inmediata de la exposición, las causas que han motivado la sobreexposición y las acciones previstas para evitar reincidencias.

En este proceso informativo se tendrá en cuenta lo dispuesto en la Ley 31/1995 y en concreto en su artículo 36, competencias y facultades de los delegados de prevención.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 18 de la Ley 31/1995 deberá también informarse directamente a cada trabajador de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo o función.

Artículo 9. Información y formación de los trabajadores.

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 18.1 y 19 de la Ley 31/1995, el empresario velará porque los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a un nivel de ruido igual o superior a los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción y/o sus representantes reciban información y formación relativas a los riesgos derivados de la exposición al ruido, en particular sobre:

El artículo 18.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece la obligación del empresario de transmitir la información a los trabajadores a través de sus representantes, cuando existan. No obstante, la información relativa a los riesgos de un puesto de trabajo determinado debe comunicarse directamente al trabajador de ese puesto.

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, referente a la formación de los trabajadores, dispone que el empresario garantice que cada trabajador reciba formación en materia preventiva en el momento de su contratación, cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. Esta formación, sufragada siempre por la empresa, será teórica y práctica, suficiente y adecuada, estará centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador y deberá impartirse por la empresa mediante recursos propios o ajenos. Sea cual sea la opción elegida,

el técnico que la realice acreditará la cualificación requerida en el capítulo VI del Real Decreto 39/1997, que como mínimo corresponderá a funciones de nivel intermedio. Se realizará dentro de la jornada de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento en aquélla del tiempo invertido en la misma.

a. la naturaleza de tales riesgos;

El conocimiento de las causas, consecuencias y síntomas iniciales de la hipoacusia (como principal efecto de la exposición a ruido), así como su carácter irreversible cuando es debida a exposición prolongada a lo largo de la vida laboral, son informaciones esenciales para los trabajadores. En función del tipo de actividad desarrollada pueden cobrar importancia también otros efectos derivados de la exposición a ruido en el puesto de trabajo, tales como falta de concentración, estrés, dificultad en la comunicación, etc.

b. las medidas tomadas en aplicación del presente real decreto con objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del ruido, incluidas las circunstancias en que aquéllas son aplicables;

Es importante que los trabajadores conozcan cuándo y dónde han sido aplicadas las medidas de prevención, así como su efectividad según las características del ruido y el tipo de exposición. Se incluirá información sobre las medidas de tipo técnico (encerramiento, superficies absorbentes, mantenimiento de equipos, etc), y sobre las de tipo organizativo y sobre el procedimiento de trabajo (reducción del tiempo de exposición, señalización, uso de protectores auditivos, etc).

c. los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción establecidos en el artículo 5;

Los trabajadores conocerán el significado de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, y las distintas acciones que se derivan de su operación. Para ayudar a reconocer en qué rango de decibelios se encuentra un determinado ruido, puede ser útil ofrecer a los trabajadores ejemplos sobre operaciones comunes en el trabajo e incluso de la vida cotidiana y el nivel de ruido que generan.

d. los resultados de las evaluaciones y mediciones del ruido efectuadas en aplicación del artículo 6, junto con una explicación de su significado y riesgos potenciales;

Se ofrecerán criterios sencillos que permitan reconocer niveles de ruido que puedan ser dañinos (por ejemplo,

identificar pitidos o hipoacusia temporales después de haber estado expuestos a ruido). Se hará especial énfasis en que tanto el nivel de ruido existente como el tiempo de exposición a dicho ruido son factores determinantes del riesgo para decidir si éste es aceptable o si, por el contrario, deben tomarse medidas.

Asimismo, en caso de existir presencia de sustancias ototóxicas o vibraciones, es importante que los trabajadores conozcan que son factores capaces de modular los efectos de la exposición a ruido.

e. el uso y mantenimiento correctos de los protectores auditivos, así como su capacidad de atenuación;

Además de las medidas mencionadas en el apartado b), el Real Decreto 773/1997 establece la obligación del empresario de informar a los trabajadores, previamente al uso de los protectores auditivos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse. A tal efecto, se ofrecerá información y formación específica, teórica y práctica, sobre los protectores auditivos, dada su importancia en la prevención del riesgo cuando no ha sido posible eliminar o reducir el ruido suficientemente en origen. Es de gran importancia transmitir a los trabajadores que la no utilización del protector, aunque sea durante un tiempo corto en relación con la duración de la tarea, implica una situación de desprotección que puede generar un riesgo por desconocimiento o infravaloración del mismo. Este concepto debe constituir la base del contenido técnico del programa formativo. Además de ello, es necesario que los trabajadores conozcan qué actividades requieren el uso de EPI, y que las zonas donde exista dicha obligación se señalicen según las disposiciones del Real Decreto 485/1997.

Es esencial que el trabajador reciba instrucciones precisas, preferentemente por escrito, sobre la correcta colocación del protector auditivo y sobre cómo proceder a su mantenimiento y almacenamiento, siempre de acuerdo con las indicaciones del folleto informativo facilitado por el fabricante y que debe acompañar al equipo. El folleto informativo así como el resto de documentación informativa facilitada por el fabricante estarán a disposición de los trabajadores. Dichas instrucciones serán comprensibles para los trabajadores y estarán adaptadas a las particularidades del puesto de trabajo.

Es recomendable complementar la formación anterior con sesiones de entrenamiento, cuando proceda. Tales sesiones son especialmente necesarias en los supuestos de uso simultáneo de distintos EPI (por ejemplo, protección auditiva, craneal o respiratoria) y, con carácter general, siempre que se precise para garantizar el correcto uso de los equipos.

f. la conveniencia y la forma de detectar e informar sobre indicios de lesión auditiva;

Pueden ofrecerse criterios para detectar indicios de pérdida auditiva por el propio trabajador tales como:

- dificultad para entender u oír las conversaciones en persona o por teléfono y, en particular, la dificultad para entender u oír las frecuencias más altas (sonidos agudos);
- recibir frecuentemente comentarios de otras personas acerca del elevado tono de voz utilizado;
- la existencia de pitidos en uno o ambos oídos;
- pérdidas temporales de audición después del trabajo, que a lo largo del tiempo pueden convertirse en pérdidas permanentes.

La existencia de un canal de comunicación efectivo en la empresa (servicio de prevención, responsable de prevención, responsable de la vigilancia de la salud, delegados de prevención, etc.) facilita que los trabajadores informen de alguna de las circunstancias anteriores.

g. las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud, y la finalidad de esta vigilancia de la salud, de conformidad con el artículo 11;

El trabajador tiene derecho a ser informado del contenido del historial médico relativo a su salud auditiva, tal y como establece el artículo 22 de la Ley 31/1995 y, previa solicitud, tiene derecho a acceder a dicho historial, según establece el artículo 11 del presente real decreto.

h. las prácticas de trabajo seguras, con el fin de reducir al mínimo la exposición al ruido.

Cuando los resultados de la evaluación pongan de manifiesto la necesidad de adoptar medidas específicas de protección o determinadas pautas de comportamiento de los trabajadores para reducir el riesgo de exposición, pueden elaborarse procedimientos o, en su caso, instrucciones precisas de trabajo en los que se recoja información como:

- la localización de las fuentes de ruido, de manera que el trabajador pueda protegerse convenientemente de ellas,
- los criterios de revisión y mantenimiento de los equipos de trabajo a fin de evitar ruido y vibraciones innecesarias,
- en trabajos móviles, la colocación adecuada de los equipos ruidosos para que afecten menos a los demás trabajadores presentes en la zona, incluyendo la

- posibilidad de apantallar dichos equipos,
- otras prácticas o procedimientos que permitan la reducción de la exposición a ruido.

Artículo 10. Consulta y participación de los trabajadores.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes sobre las cuestiones a que se refiere este real decreto y, en particular, respecto a las indicadas a continuación, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el artículo 18.2 de la Ley 31/1995:

El artículo 18.2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece la obligación del empresario de consultar con la debida antelación (artículo 33 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales) a los trabajadores y permitir su participación y la elaboración de propuestas en materia de prevención de riesgos laborales, sin que ello vaya en detrimento del derecho del empresario a decidir las acciones que deben tomarse, ni suponga limitación de su responsabilidad en la prevención de los riesgos laborales.

a. la evaluación de los riesgos y la determinación de las medidas que se han de tomar contempladas en el artículo 6;

La evaluación de riesgos y la planificación de las medidas preventivas son dos momentos clave para la participación de los trabajadores. El trabajador, como conocedor del proceso generador del ruido, puede aportar información valiosa sobre los momentos críticos o particulares en relación con la exposición al ruido, aspecto que puede determinar la estrategia de medición a considerar, así como el diseño del tipo de medida preventiva a implantar

b. las medidas destinadas a eliminar o reducir los riesgos derivados de la exposición al ruido contempladas en el artículo 4;

El trabajador puede aportar sugerencias en relación con la mejora de las soluciones técnicas halladas para el control del ruido, que minimicen la incomodidad en su trabajo e incluso mejoren el resultado de las medidas preventivas.

c. la elección de protectores auditivos individuales contemplados en el artículo 7.1.c).

La decisión sobre la necesidad de usar EPI, valorando las circunstancias establecidas en el artículo 7 del presente real decreto, es responsabilidad del empresario, normalmente a través del técnico de prevención de riesgos laborales.

La consulta a los trabajadores se realizará acerca de los diferentes modelos de protectores que ofrezcan una misma eficacia, de forma que puedan elegir aquel que se ajuste mejor a sus necesidades minimizando posibles incomodidades y fomentando, donde sea necesario, la utilización de los mismos.

Hay que recordar que los trabajadores, como usuarios habituales de los protectores auditivos, están obligados a utilizar y cuidar correctamente estos equipos, a colocarlos en el lugar indicado después de su uso y a informar de cualquier defecto o deficiencia que pudieran detectar en ellos, tal y como establece el Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Artículo 11. Vigilancia de la salud.

1. Cuando la evaluación de riesgos prevista en el artículo 6.1 ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de dichos trabajadores, y estos someterse a ésta, de conformidad con lo dispuesto en este artículo y en el artículo 37.3 del Real Decreto 39/1997.

El empresario debe proporcionar una vigilancia de la salud a aquellos trabajadores para los cuales la evaluación de riesgos indica un riesgo para su salud. Ese riesgo para la salud estará ligado tanto al nivel, tipo y duración de la exposición, como a las características personales o condiciones especiales que puedan convertir al trabajador en especialmente sensible.

La vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a ruido se encuentra entre las excepciones a la voluntariedad citadas en el apartado 1 del artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Así mismo, a tenor del artículo 37.3 del Real Decreto 39/1997, esta vigilancia de la salud deberá realizarse por el servicio de prevención pertinente que deberá contar como mínimo con un médico especialista en Medicina del Trabajo y con un enfermero de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales cualificados que, en el caso del ruido, podrían ser médicos o enfermeros que hayan adquirido la competencia adecuada u otros profesionales cualificados como los Técnicos en Audioprótesis.

2. Los trabajadores cuya exposición al ruido supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción tendrán derecho a que un médico, u otra persona debidamente cualificada bajo la responsabilidad de un médico, a través de la

organización preventiva que haya adoptado la empresa, lleve a cabo controles de su función auditiva. También tendrán derecho al control audiométrico preventivo los trabajadores cuya exposición supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción cuando la evaluación y la medición previstas en el artículo 6.1 indiquen que existe riesgo para su salud.

La prueba de referencia para valorar las alteraciones en la capacidad auditiva de los trabajadores es la audiometría tonal liminar por vía aérea. En esta prueba se determina el umbral auditivo del trabajador para frecuencias comprendidas entre 500 y 8000Hz. Distintos factores pueden influir en la validez de una audiometría y para ello las condiciones de realización deben ajustarse a unos criterios mínimos de calidad. Para una información más detallada sobre el particular se remite al lector a las diferentes notas técnicas de prevención que sobre el tema ha publicado el INSHT (<http://www.mtas.es/insht/ntp/index.htm>).

En virtud de este real decreto, el control audiométrico deberá garantizarse a todos aquellos trabajadores expuestos a niveles de ruido que superen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción. También se garantizará cuando la exposición se encuentre entre los valores inferiores y superiores de exposición que dan lugar a una acción, si en la evaluación de riesgos se pone de manifiesto una especial sensibilidad o unas circunstancias de exposición atípicas o de difícil evaluación como las exposiciones fuera de la empresa pero sufridas a causa de la prestación laboral.

Las condiciones que pueden dar lugar a una mayor sensibilidad son todas aquellas que suponen una mayor vulnerabilidad coclear o retrococlear como, por ejemplo:

- la exposición concomitante a ototóxicos tanto de origen laboral como extralaboral (ejemplo: fármacos, tabaco),
- ciertas alteraciones metabólicas como la diabetes o las hipomagnesemias severas,
- infecciones óticas,
- hipertensión arterial,
- antecedentes de traumatismo craneal con afectación coclear,
- la ausencia del reflejo del estapedio,
- los mayores de 50 años,
- etc.

Se ha descrito también un riesgo adicional de pérdida de audición, para un nivel de exposición a ruido similar, en los expuestos a vibraciones mecánicas en el sistema mano-brazo.

Así mismo, en la Comunicación de la Comisión Europea COM (2000) 466 final sobre las directrices para la evaluación de los agentes químicos, físicos y biológicos así como los procedimientos industriales considerados como peligrosos para la salud o la seguridad de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz recientemente o en periodo de lactancia, se considera que la exposición prolongada a niveles de ruido elevados puede:

- aumentar la presión arterial y la fatiga de la mujer embarazada,
- afectar a la capacidad auditiva del futuro niño, pudiendo las bajas frecuencias aumentar los efectos nocivos.

Sería pues aconsejable que en ningún caso se rebasen los límites establecidos en este real decreto, teniendo en cuenta además que la protección auditiva en la madre no protege en ningún caso al feto.

En lo referente a la cualificación, se considerará idóneo para la realización del control audiométrico un médico o un enfermero que haya recibido la formación teórica y práctica pertinente o un técnico superior en audioprótesis de forma que se asegure la repetibilidad y fiabilidad de las audiometrías.

Dichos controles audiométricos se realizarán en la forma establecida en los protocolos específicos a que hace referencia el artículo 37.3.c) del Real Decreto 39/1997 y su finalidad será el diagnóstico precoz de cualquier pérdida de audición debida al ruido y la preservación de la función auditiva. Su periodicidad será, como mínimo, cada tres años en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, o cada cinco años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.

En la actualidad existe un protocolo de vigilancia médica informado favorablemente por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud disponible en <http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/ruido.pdf> cuya utilización debería ajustarse a los nuevos criterios en lo que se refiere a los niveles de exposición y a la consideración de los efectos extrauditivos y de las interacciones con otras exposiciones como ototóxicos o vibraciones.

La periodicidad, teniendo en cuenta la normativa general aplicable a la vigilancia de la salud, sería:

- Reconocimiento inicial, después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas

con nuevos riesgos para la salud. El objetivo de la misma sería disponer de un estado de salud de base que facilitaría el seguimiento ulterior y la detección de trabajadores especialmente sensibles.

- Reconocimiento periódico específico, cada 3 años como mínimo para trabajadores cuya exposición supera los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, y cada 5 años si su exposición supera los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.
- Reconocimiento después de una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir si guardan relación o pueden atribuirse a la exposición a ruido o si ha aparecido una especial sensibilidad, ya sea temporal o permanente.

Con relación a los especialmente sensibles esta periodicidad dependerá tanto de las características de la exposición como de las causas de esa especial sensibilidad. Un aumento de la frecuencia sería recomendable tanto en los trabajadores mayores de 50 años por una mayor fragilidad coclear como durante los dos primeros años de exposición ya que la progresión de la lesión, en caso de producirse, es más rápida al principio.

En el caso de la exposición combinada a ruido y a agentes ototóxicos o a vibraciones sería conveniente proceder al control audiométrico independientemente del nivel de exposición, estableciendo una mayor frecuencia en la realización en función del nivel y características de la exposición a los agentes químicos o a las vibraciones.

Así mismo, la periodicidad podrá verse afectada si, por causas excepcionales ligadas a la seguridad, el trabajador debe prescindir de los protectores auditivos.

3. La vigilancia de la salud incluirá la elaboración y actualización de la historia clínico-laboral de los trabajadores sujetos a la misma con arreglo a lo dispuesto en el apartado 1. El acceso, confidencialidad y contenido de dichas historias se ajustará a lo establecido en el artículo 22, apartados 2, 3 y 4, de la Ley 31/1995 y en el artículo 37.3.c) del Real Decreto 39/1997. El trabajador tendrá acceso, previa solicitud, al historial que le afecte personalmente.

La realización de la vigilancia de la salud deberá documentarse (según el anteriormente mencionado protocolo) y actualizarse tanto a nivel clínico como de exposición debiendo la unidad básica de salud garantizar la confidencialidad de los datos y el uso de los mismos para el fin para los que han sido recogidos.

El trabajador podrá ejercer su derecho de acceso a los datos que le atañen personalmente y solicitar las copias

pertinentes. Sería recomendable que dicha solicitud se realizara por escrito mediante impreso normalizado.

4. Cuando el control de la función auditiva ponga de manifiesto que un trabajador padece una lesión auditiva diagnosticable, el médico responsable de la vigilancia de la salud evaluará si la lesión puede ser consecuencia de una exposición al ruido durante el trabajo. En tal caso:

a. el médico u otro personal sanitario competente comunicará al trabajador el resultado que le atañe personalmente;

b. por su parte, el empresario deberá:

1°. revisar la evaluación de los riesgos efectuada con arreglo al artículo 6;

2°. revisar las medidas previstas para eliminar o reducir los riesgos con arreglo a lo dispuesto en los artículos 4 y 7, incluida la posibilidad de exigir el uso de los protectores auditivos en el supuesto a que se refiere el apartado 1.a) del artículo 7, durante la revisión de aquellas medidas y hasta tanto se eliminan o reducen los riesgos;

3°. tener en cuenta las recomendaciones del médico responsable de la vigilancia de la salud al aplicar cualquiera otra medida que se considere necesario para eliminar o reducir riesgos de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 4 y 7, incluida la posibilidad de asignar al trabajador otro trabajo donde no exista riesgo de exposición;

4°. disponer una vigilancia sistemática de la salud y el examen del estado de salud de los demás trabajadores que hayan sufrido una exposición similar.

La detección de una audiometría alterada requerirá un control audiométrico adicional, preferentemente en los 30 días siguientes para comprobar, después de un periodo de reposo de al menos 14 horas, si se mantiene el cambio de umbral. Después de analizar varios criterios el NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health, USA) aconseja el uso del 15 dB TWICE (500-6000 Hz) que considera como cambio de umbral significativo una disminución, en cualquiera de los dos oídos, de 15 dB o más en cualquier frecuencia entre 500 y 6000 Hz y que persiste en la misma frecuencia y en el mismo oído en la audiometría de confirmación.

Una audiometría de características y evolución compatible y una exposición crónica a ruido será suficiente en muchos casos para diagnosticar la lesión auditiva de origen laboral. En otros casos, y a criterio médico, será necesario recurrir a pruebas complementarias para establecer el diagnóstico diferencial. Ejemplos de estas pruebas son la

impedanciometría y las otoemisiones acústicas, que nos permiten localizar la lesión en la zona coclear o retrococlear o la audiometría de altas frecuencias para descartar la presbiacusia.

El control audiométrico de confirmación debería acompañarse de una revisión de cualquier circunstancia o condición sobrevenida que pueda dar lugar a una alteración auditiva como la exposición a agentes ototóxicos o la ingesta de fármacos, entre otras.

El trabajador debe ser informado de los resultados de su audiometría así como, de considerarse alterada, de las posibles actuaciones posteriores. La práctica habitual en las unidades básicas de salud de los servicios de prevención propios es la entrega personal de los resultados por escrito y la comunicación oral por parte del personal sanitario del resultado anómalo de la audiometría, de la necesidad de comprobación y estudio subsiguiente. En los servicios de prevención ajenos esa comunicación puede resultar más difícil, por lo que ésta podría realizarse por escrito en un primer momento y ser completada en el momento del control audiométrico de confirmación.

Una vez confirmada la lesión auditiva, el empresario deberá revisar la evaluación de riesgos para comprobar si se ha producido algún cambio en el nivel de exposición o si las medidas preventivas aplicadas son inadecuadas. Asimismo, el empresario podrá exigir el uso de protecciones personales si se superan los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción y mientras se subsana la deficiencia.

Una situación especial correspondería a la existencia de una alteración temporal derivada de la ingesta de fármacos ototóxicos que aconsejaría el uso de protectores auditivos por parte del trabajador afectado en tanto se mantenga dicho fármaco en el organismo o de forma continua si la toma del mismo es crónica o si la lesión es permanente.

La unidad básica de salud del servicio de prevención responsable de la vigilancia de la salud deberá proponer al empresario medidas de prevención ajustadas a cada uno de los trabajadores con necesidades especiales. Esas medidas pueden consistir desde una mayor periodicidad de la vigilancia a una restricción de tareas, adaptación del tiempo de trabajo, uso de protectores auditivos, una nueva organización del trabajo o incluso un alejamiento temporal o permanente del lugar de trabajo habitual.

La confirmación de la lesión auditiva en un trabajador añade un nuevo tipo de reconocimiento a los ya comentados. Es el reconocimiento que debe hacerse al grupo de trabajadores del que procede aquél y que se encuentran en una situación de exposición similar.

Artículo 12. Excepciones.

1. En las situaciones excepcionales en las que, debido a la índole del trabajo, la utilización plena y adecuada de protectores auditivos individuales pueda causar un riesgo mayor para la seguridad o la salud que el hecho de prescindir de ellos, el empresario podrá dejar de cumplir, o cumplir parcialmente, lo dispuesto en los artículos 7.1.a), 7.1.b) y 8.

La atenuación que producen los protectores auditivos puede enmascarar sonidos necesarios para el desarrollo normal del trabajo, pero las excepciones, a las que se refiere este artículo, son situaciones en las que existe otro riesgo para la seguridad o la salud (además del de pérdida de audición) que se ve incrementado por el hecho de usar el protector auditivo. En la condición de excepcionalidad debería valorarse hasta qué punto no se puede reducir suficientemente ese otro riesgo, de forma que no se vea afectado por el uso de los protectores auditivos.

Al comparar el riesgo de pérdida de audición con otros posibles riesgos para la seguridad o la salud, cuya prevención se considera prioritaria, el real decreto lo hace en cuanto a la gravedad de las posibles consecuencias de éstos.

En dichas situaciones excepcionales se podrá obtener exención respecto a la necesidad de suministrar protectores auditivos cuando se superen los valores inferiores de exposición y a la obligatoriedad de uso durante la ejecución del programa de medidas técnicas o de organización cuando se superen los valores superiores de exposición.

Como consecuencia, cuando no sea posible el uso de protectores auditivos, por los motivos especificados, también puede limitarse la obligación de cumplir con el artículo 8, en el que se establecen las limitaciones a la exposición al ruido, siempre y cuando se hayan explotado previamente todas las posibilidades de reducir la exposición y justificarse como se indica en el apartado 2.

Valga de ejemplo una situación de trabajo en la que el uso de protectores auditivos impide la audición de una señal acústica de peligro. Antes de entrar en la consideración de excepcionalidad en las obligaciones mencionadas, la empresa se debería plantear, entre otras, las siguientes cuestiones:

1. ¿Se han aplicado todas las medidas preventivas, técnicamente posibles, para reducir el riesgo del que la señal acústica intenta advertir?
2. ¿Se han aplicado las medidas posibles de reducción de la exposición al ruido, incluida la reducción del tiempo de exposición?

3. ¿Se cumplen las condiciones que el real decreto determina para la utilización de protectores auditivos como medida de reducción de la exposición?
4. ¿Se ha estudiado la adecuación del espectro frecuencial de atenuación del protector auditivo al correspondiente de la señal acústica? De esta forma puede adquirirse un modelo de protector auditivo que, protegiendo fundamentalmente de ciertas octavas del ruido existente, permita superar el umbral de enmascaramiento de la señal acústica. Esto incluye la posibilidad de utilizar protectores auditivos no pasivos, que modifican su atenuación en función del ruido existente, siempre que dispongan de la correspondiente certificación.

2. Dicha circunstancia deberá razonarse y justificarse por el empresario, ser previamente consultada con los trabajadores y/o sus representantes, y constar de forma fehaciente en la evaluación de riesgos laborales. Además, deberá comunicarse a la autoridad laboral mediante el envío a ésta de la parte de la evaluación de riesgos donde se justifica la excepción, así como el período de tiempo estimado en el que permanecerán las circunstancias que la motivan, a efectos de que aquélla pueda comprobar que se dan esas condiciones que justifican la utilización de la excepción. En cualquier caso, el empresario deberá adoptar las medidas técnicas y organizativas que garanticen, teniendo en cuenta las circunstancias particulares, la reducción a un mínimo de los riesgos derivados de ellas. Además, la vigilancia de la salud se realizará de forma más intensa, según se establezca para cada caso en el protocolo de vigilancia sanitaria específica a que se refiere el artículo 11.2.

Las situaciones que justifiquen la aplicación de estas medidas de exención del cumplimiento de las obligaciones de los artículos 7.1.a), 7.1.b) y 8, deberán motivarse expresa y objetivamente y deducirse de la evaluación de riesgos, en la que se explicará el porqué de la incompatibilidad entre el cumplimiento de las exigencias de los citados artículos y la situación excepcional que se alega. Asimismo deberá quedar de manifiesto que el bien que se pretende salvaguardar es superior, preferente y prevalente a las consecuencias que puedan derivarse del incremento del riesgo derivado de la exposición a niveles de ruido por encima de los valores límite de exposición. Debe asimismo preverse y concretarse el tiempo durante el cual va a ser necesaria la aplicación de estas medidas excepcionales y justificar que su duración será la menor posible.

En cumplimiento del artículo 33 de la LPRL y, en concreto con el epígrafe 1 f), el empresario deberá consultar con los trabajadores y/o sus representantes la adopción de tales medidas.

Asimismo, tal situación debe comunicarse a la autoridad laboral y la comunicación comportará el envío de aquella parte de la evaluación de riesgos que justifique la excepción y la concreción del período de tiempo durante el que se prevé que durará esta situación, pudiendo la autoridad laboral comprobar la veracidad de los datos aportados.

Aun en el caso de aplicarse estas medidas de excepción y, por tanto, de estar exento, total o parcialmente, del cumplimiento del artículo 8, el empresario deberá seguir adoptando aquellas medidas técnicas y organizativas de reducción al máximo del riesgo, en el contexto de las limitaciones ocasionadas por las circunstancias concretas que motivan la aplicación de estas medidas excepcionales.

En lo concerniente a la vigilancia de la salud, la periodicidad de la misma así como su contenido deberán ajustarse a esta circunstancia, teniendo en cuenta siempre lo recomendado en el protocolo de vigilancia médica aplicable.

**Disposición adicional primera.
Información de las autoridades laborales.**

A efectos de dar cumplimiento a la obligación de transmitir a la Comisión Europea la lista de excepciones, la autoridad laboral competente remitirá cada cuatro años desde la entrada en vigor del presente real decreto al Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales la lista de las excepciones que en sus respectivos territorios se apliquen en virtud de lo dispuesto en el artículo 12, indicando las circunstancias y razones precisas que fundamentan dichas excepciones.

**Disposición adicional segunda.
Elaboración y actualización de la Guía técnica.**

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5.3 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, elaborará y mantendrá actualizada una Guía técnica de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de la exposición al ruido en los lugares de trabajo. Esta Guía incluirá o se complementará con un Código de conducta con orientaciones prácticas para ayudar a los trabajadores y empresarios de los sectores de la música y el ocio a cumplir sus obligaciones legales tal como quedan establecidas en el presente real decreto.

Se trata de la presente Guía

Disposición transitoria única. Normas transitorias.

1. El presente real decreto no será de aplicación en los sectores de la música y el ocio hasta el 15 de febrero de 2008.

Hasta ese momento permanece en vigor el Real Decreto 1316/1989.

2. El artículo 8 del presente real decreto no será de aplicación al personal a bordo de buques de navegación marítima hasta el 15 de febrero de 2011.

**Disposición derogatoria única.
Alcance de la derogación normativa.**

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo previsto en el presente real decreto y específicamente el Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, salvo para los sectores de la música y el ocio, en los que seguirá vigente hasta el 15 de febrero de 2008.

**Disposición final primera.
Incorporación de derecho de la Unión Europea.**

Mediante este real decreto se incorpora al derecho español la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).

Disposición final segunda. Facultad de desarrollo..

Se autoriza al Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales, previo informe favorable del de Sanidad y Consumo y del de Industria, Turismo y Comercio, y previo informe de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo a dictar cuantas disposiciones sean necesarias para la aplicación y desarrollo de este real decreto, así como para las adaptaciones de carácter estrictamente técnico de sus anexos, en función del progreso técnico y de la evolución de las normativas o especificaciones internacionales o de los conocimientos en materia de protección frente a los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Dado en Madrid, el 10 de marzo de 2006

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno
y Ministra de la Presidencia

MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

ANEXO I DEFINICIONES

1. Nivel de presión acústica, L_p : El nivel, en decibelios, dado por la siguiente expresión:

$$L_p = 10 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right)^2$$

donde P_0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales) y P es la presión acústica, en pascales, a la que está expuesto un trabajador (que puede o no desplazarse de un lugar a otro del centro de trabajo).

El nivel de presión acústica es una medida de la cantidad de energía asociada al ruido. La presión de referencia P_0 corresponde al umbral de audición humana, que por convenio se elige como $2 \cdot 10^{-5}$ pascales para medios gaseosos, mientras que el otro extremo del intervalo de presiones que puede percibir, que corresponde al umbral de dolor, es de 200 pascales. Con una escala así definida, el valor mínimo de la sensibilidad auditiva humana corresponde a un nivel de presión sonora de 0 dB y el umbral de dolor a 140 dB.

2. Nivel de presión acústica ponderado A, L_{pA} : Valor del nivel de presión acústica, en decibelios, determinado con el filtro de ponderación frecuencial A, dado por la siguiente expresión:

$$L_{pA} = 10 \lg \left(\frac{P_A}{P_0} \right)^2$$

donde P_A es la presión acústica ponderada A, en pascales.

El nivel de presión acústica ponderado A es una medida de la capacidad del ruido de dañar permanentemente el oído humano.

La razón de introducir un factor de ponderación en las determinaciones del nivel de presión acústica estriba en que el oído humano no tiene la misma respuesta a todas las frecuencias audibles. Este factor de ponderación (que viene establecido en la norma UNE-EN 61672:2005) se incorpora al instrumento de medida mediante un circuito electrónico capaz de modificar la señal captada por el micrófono de forma similar a como lo hace el oído humano. Los resultados de las mediciones de nivel de presión acústica obtenidas utilizando esta ponderación deben identificarse como dB(A).

3. Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 \cdot dt \right]$$

donde $T = t_2 - t_1$ es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A es el que tendría un ruido continuo que en el mismo tiempo de exposición transmitiera la misma energía que el ruido variable considerado.

El tiempo de exposición puede coincidir con el tiempo de medición del nivel de ruido, aunque en general este último será menor.

4. Nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \frac{T}{8}$$

donde T es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día. Se considerarán todos los ruidos existentes en el trabajo, incluidos los ruidos de impulsos.

Si un trabajador está expuesto a «m» distintos tipos de ruido y, a efectos de la evaluación del riesgo, se ha analizado cada uno de ellos separadamente, el nivel diario equivalente se calculará según las siguientes expresiones:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1(L_{Aeq,d})_i} = 10 \lg \frac{1}{8} \sum_{i=1}^{i=m} T_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,T_i}}$$

donde L_{Aeq,T_i} es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente al tipo de ruido «i» al que el trabajador está expuesto T_i horas por día, y $(L_{Aeq,d})_i$ es el nivel diario equivalente que resultaría si solo existiese dicho tipo de ruido

5. Nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,s}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1 L_{Aeq,d_i}}$$

donde «m» es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y L_{Aeq,d_i} es el nivel de exposición diario equivalente correspondiente al día «i».

En las circunstancias que admite el artículo 5.3 del presente real decreto, el valor de «m» puede ser como máximo 7.

6. Nivel de pico, L_{pico} : Es el nivel, en decibelios, dado por la expresión:

$$L_{pico} = 10 \log \left(\frac{P_{pico}}{P_o} \right)^2$$

Donde P_{pico} es el valor máximo de la presión acústica instantánea (en pascals) a que está expuesto el trabajador, determinado con el filtro de ponderación frecuencial C y P_o es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascals).

En el caso de ruidos con impactos muy diferenciados (martillazos, disparos, etc.) la evaluación de la capacidad agresiva requiere la medición del nivel máximo de presión acústica alcanzado (nivel de pico) y el empleo de la escala de ponderación C, que se incorpora al instrumento de medida mediante un circuito electrónico (ver apéndice 5).

Las mediciones realizadas utilizando esta escala de ponderación se indican con la notación dB(C).

7. Ruido estable: Aquel cuyo nivel de presión acústica ponderado A permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximos y mínimo de LpA, medido utilizando las características «SLOW» de acuerdo a la norma UNE-EN 60651:1996, es inferior a 5 dB.

ANEXO II MEDICIÓN DEL RUIDO

1. Las mediciones deberán realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente, frente a su oído, a unos 10 centímetros de distancia; cuando el micrófono tenga que situarse muy cerca del cuerpo deberán efectuarse los ajustes adecuados para que el resultado de la medición sea equivalente al que se obtendría si se realizara en un campo sonoro no perturbado.

2. Número y duración de las mediciones: El número, la duración y el momento de realización de las mediciones tendrán que elegirse teniendo en cuenta que el objetivo básico de éstas es el de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse en virtud de lo dispuesto en el presente real decreto. Por ello, cuando uno de los límites o niveles establecidos en el mismo se sitúe dentro del intervalo de incertidumbre del resultado de la medición podrá optarse: a) por suponer que se supera dicho límite o nivel, o b) por incrementar (según el instrumental utilizado) el número de las mediciones (tratando estadísticamente los correspondientes resultados) y/o su duración (llegando, en el límite, a que el tiempo de medición coincida con el de exposición), hasta conseguir la necesaria reducción del intervalo de incertidumbre correspondiente.

En el caso de la comparación con los valores límites de exposición, dicho intervalo de incertidumbre deberá estimarse teniendo en cuenta la incertidumbre asociada a la atenuación de los protectores auditivos.

3. Las incertidumbres de medición a las que se hace referencia en el apartado anterior se determinarán de conformidad con la práctica metroológica.

Los comentarios a este anexo se encuentran recogidos en el apéndice 5 de esta Guía técnica.

ANEXO III INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y CONDICIONES DE APLICACIÓN

La Ley 3/1985, de 18 de marzo, de metrología y el Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metroológico del Estado sobre instrumentos de medida (y que deroga al Real Decreto 1616/1985), definen el

campo de aplicación de la Orden ITC/2845/2007, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la realización de mediciones reglamentarias de niveles de sonido audible y de los calibradores acústicos. Los organismos oficiales, servicios de prevención y usuarios incluidos dentro del campo de aplicación de dicha Orden, deberán utilizar una instrumentación que cumpla los requerimientos indicados en la misma, entre los que se encuentran los relativos a: certificado de conformidad, verificación después de reparación o modificación y verificación periódica.

Los instrumentos de medida recogidos en esta Orden son: sonómetros, medidores personales de exposición denominados dosímetros y calibradores acústicos.

Se consideran mediciones reglamentarias aquellas que se realizan con objeto de cumplir las disposiciones de una ley, real decreto, orden o cualquier otra disposición reglamentaria.

Para realizar mediciones reglamentarias, toda la instrumentación a la que se hace referencia en este Anexo III deberá ser comprobada (sonómetros) y ajustada (dosímetros) tal y como se indica en el Apéndice 5, mediante un calibrador acústico que cumpla las especificaciones de la norma UNE-EN 60942:2005, antes y después de cada medición o serie de mediciones. Dicho calibrador debe ser verificado periódicamente, según lo establecido en el capítulo IV de la Orden ITC/2845/2007. En el caso de que algún instrumento sea reparado o modificado, éste deberá pasar la verificación después de una reparación o modificación, indicada en el capítulo III de dicha Orden.

Para la realización de medidas no reglamentarias (por ejemplo: comprobación de la eficacia de las medidas de reducción acústica, medida de aislamientos acústicos, localización de fuentes sonoras, etc.), se debería disponer de instrumentación con certificado de conformidad. El certificado de conformidad de un instrumento implica el reconocimiento de que el mismo responde a los requisitos esenciales, metrológicos y técnicos exigidos en la Orden ITC/2845/2007. Los sonómetros, dosímetros y calibradores acústicos deberán incorporar en una parte visible de los mismos la información requerida por esta Orden. Además, es recomendable realizar las comprobaciones necesarias, antes y después de cada medición o serie de mediciones con un calibrador acústico, así como la verificación después de una reparación o modificación, siguiendo las mismas pautas indicadas anteriormente para la instrumentación utilizada en mediciones reglamentarias.

El Real Decreto 286/2006 no incrementa significativamente las exigencias técnicas de la instrumentación de medida

del Real Decreto 1316/1989, por lo que prácticamente todos los equipos utilizados en el cumplimiento del mismo pueden ser empleados en la determinación de los valores indicados en el Artículo 5 de dicho Real Decreto.

1. Medición del Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$)

A partir de la publicación de la Orden ITC/2845/2007 las normas UNE-EN 60651 de junio de 1996 y UNE-EN 60804 de abril de 2002, referenciadas en el Real Decreto 286/2006, han sido sustituidas por las normas UNE-EN 61672-1 (Electroacústica. Sonómetros. Especificaciones), UNE-EN 61672-2 (Electroacústica. Sonómetros. Ensayos de evaluación de modelo) y el documento IEC 61672-3:2006 o la correspondiente versión oficial en español como norma UNE-EN 61672-3 (Ensayos periódicos).

En la norma UNE-EN 61672-1:2005, se dan las especificaciones de funcionamiento electroacústico para tres tipos de instrumento de medida del sonido:

- un sonómetro convencional que mide niveles de sonido con ponderación temporal exponencial
- un sonómetro integrador-promediador que mide niveles de sonido promediados en el tiempo
- un sonómetro integrador que mide niveles de exposición sonora (denominado dosímetro en el real decreto).

Se dan, así mismo, especificaciones de funcionamiento adicionales para la medida del nivel máximo de presión acústica ponderada temporalmente y para nivel de pico con ponderación C.

Indica que los sonómetros, como mínimo, deben cumplir las siguientes especificaciones:

- un sonómetro convencional debe poder indicar niveles de sonido con ponderación frecuencial A y ponderación temporal F;
- un sonómetro integrador-promediador debe poder indicar niveles de sonido con ponderación A promediados temporalmente;
- un sonómetro integrador debe poder indicar niveles de exposición sonora con ponderación A.

La norma UNE-EN 61672-2: 2005 contiene todos los detalles de los ensayos necesarios para verificar la conformidad con todas las especificaciones obligatorias indicadas en la norma UNE-EN 61672-1:2005 para sonómetros convencionales, sonómetros integradores- promediadores y sonómetros integradores (dosímetros).

El documento IEC 61672-3:2006 o la correspondiente versión oficial en español como norma UNEEN 61672-3

especifica los ensayos a realizar a los sonómetros para su verificación periódica anual.

Sonómetros: Los sonómetros (no integradores-promediadores) podrán emplearse únicamente para la medición de Nivel de presión acústica ponderado A (L_{pA}) del ruido estable. La lectura promedio se considerará igual al Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$) de dicho ruido. El Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) se calculará con las expresiones dadas en el punto 4 del anexo 1.

Se considera que un ruido es estable cuando el nivel de presión acústica ponderada A (L_{pA}) permanece esencialmente constante en el tiempo. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} , medido utilizando la característica S (lenta), sea inferior a 5 dB(A).

La norma UNE-EN 61672-1:2005 denomina a los sonómetros (no integradores-promediadores) como sonómetros convencionales.

Los sonómetros deberán ajustarse, como mínimo, a las especificaciones de la norma UNE-EN 60651:1996 para los instrumentos de <<clase 2>> (disponiendo, por lo menos de la característica <<SLOW>> y de la ponderación A) o a las de cualquier versión posterior de dicha norma y misma clase.

Como ya se ha indicado en el primer párrafo del punto 1 de este anexo, la norma UNE-EN 60651:1996 ha sido sustituida por la norma UNE-EN 61672, lo que no implicará que deba cambiarse la instrumentación de medida utilizada hasta el momento presente. Tal y como se indica en ISO/CD 9612 del 31/05/2006 (revisión de la norma ISO 9612:1997) la mayoría de los instrumentos de medida del nivel acústico que cumplen los requerimientos dados en IEC 60651:2001 e IEC 60804:2000 también cumplen los requerimientos de IEC 61672.

En la disposición transitoria primera de la Orden ITC/2845/2007 se indica que todos los sonómetros y calibradores acústicos que cumplían los requisitos establecidos en la Orden del Ministerio de Fomento de 16 de diciembre de 1998 antes de la publicación del Real Decreto 889/2006 de 21 de julio, podrán seguir siendo utilizados siempre que superen las fases de verificación después de reparación o modificación y de verificación periódica de acuerdo con los ensayos metrológicos establecidos en dicha Orden de 16 de diciembre de 1998 durante todo el periodo de su vida útil.

Sonómetros integradores-promediadores: Los sonómetros integradores-promediadores podrán

emplearse para la medición del Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$) de cualquier tipo de ruido. El Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) se calculará mediante las expresiones dadas en el punto 4 del anexo 1.

Estos sonómetros integradores-promediadores pueden ser utilizados en la medida del ruido continuo o estable, del ruido discontinuo y del ruido de impulso o impacto.

Para decidir si un ruido contiene o no componentes impulsivos significativos puede utilizarse la comparación entre los niveles de presión acústica ponderados A, determinados con la constante temporal "I" (impulso), L_{pAeq} , con los valores correspondientes de L_{pAeq} , para el mismo ciclo de funcionamiento. Se realiza la comparación en una o varias posiciones de micrófono y se miden al menos cinco ciclos de funcionamiento en cada posición. La diferencia ($L_{pAeq,I} - L_{pAeq}$) se define como el índice de impulsividad del ruido.

Si el valor medio del índice de impulsividad es mayor o igual que 3 dB, el ruido se puede considerar como impulsivo.

Los sonómetros integradores-promediadores deberán ajustarse, como mínimo, a las especificaciones de la norma UNE-EN 60804:1996 para los instrumentos de <<clase 2>> o a las de cualquier versión posterior de dicha norma y misma clase.

Como ya se ha indicado anteriormente la norma UNE-EN 60804:1996 ha sido sustituida por la norma UNE-EN 61672.

Dosímetros: Los medidores personales de exposición al ruido (dosímetros) podrán ser utilizados para la medición del Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) de cualquier tipo de ruido.

Los medidores personales de exposición al ruido deberán ajustarse a las especificaciones de la norma UNE-EN 61252:1998 o a las de cualquier versión posterior de dicha norma.

Los medidores personales de exposición al ruido, también denominados dosímetros, miden la exposición sonora resultante de sonidos estacionarios, intermitentes, fluctuantes, irregulares o impulsivos.

La norma UNE-EN 61252:1998 especifica requisitos de funcionamiento acústico y eléctrico para medidores personales de exposición sonora (dosímetros) de una clase de precisión que corresponde a la de un sonómetro integrador que cumple con los requisitos de la <<clase 2>>

de la norma CEI 804 para un margen de presión acústica con ponderación A de 80 dB a 130 dB y un margen nominal de frecuencias de 63 Hz a 8 kHz y que están pensados para ser portados por una persona para medir la exposición sonora. Por tanto, la utilización más adecuada de los dosímetros es la valoración acústica de los puestos de trabajo de movilidad elevada (por ejemplo, tareas de mantenimiento, alimentación de máquinas, etc.), cuyo nivel de exposición al ruido varía constantemente durante toda la jornada laboral y que por otros métodos sería muy compleja.

De acuerdo con esta norma, un medidor personal de exposición sonora está diseñado para medir la exposición sonora como la integral temporal del cuadrado de la presión acústica instantánea con ponderación frecuencial A. Este principio de funcionamiento es la base de la medida del nivel de exposición sonora de acuerdo con la norma CEI 804. Es la "tasa de intercambio de igual energía" por la que un aumento al doble (o una reducción a la mitad) del tiempo de integración de un nivel de sonido constante lleva a un aumento (o reducción) doble de la exposición sonora. Similarmente, un aumento (o reducción) de 3 dB en un nivel de sonido de entrada constante para un tiempo de integración constante lleva a un aumento al doble (o una reducción a la mitad) de la exposición sonora.

La UNE-EN 61252/A1 de julio de 2003 añade un nuevo capítulo sobre "*Requisitos de compatibilidad electromagnética y electrostática y procedimientos de ensayo*" y un anexo C (informativo) sobre "*Límites de emisión*" a la norma anterior sin modificación del resto de su articulado.

DOSÍMETROS EN SERVICIO

Los dosímetros en servicio a la entrada en vigor de la Orden ITC/2845/2007 podrán seguir siendo utilizados siempre que hayan superado satisfactoriamente lo establecido para la fase de control metrológico de verificación periódica regulada en el capítulo IV de dicha Orden, sin que a los mismos les sea aplicable el apartado 1 del artículo 14 de dicho capítulo. Los ensayos a realizar y los errores máximos permitidos serán los indicados en el anexo IV de la Orden ITC 2845/2007.

Para las siguientes verificaciones periódicas los ensayos a realizar y los errores máximos permitidos serán los indicados en el anexo V de dicha Orden.

2. Medición del nivel de pico (L_{pico})

Los sonómetros empleados para medir el nivel de pico o para determinar directamente si se sobrepasan los límites o niveles indicados en el artículo 4,

deberán disponer de los circuitos específicos adecuados para la medida de valores pico. Deberán tener una constante de tiempo en el ascenso igual o inferior a 100 microsegundos, o ajustarse a las especificaciones establecidas para este tipo de medición en la norma UNE-EN 61672:2005 o versión posterior de la misma.

Pueden utilizarse para la medida de los valores pico los sonómetros convencionales, sonómetros integradores-promediadores y dosímetros que indiquen expresamente entre sus especificaciones la posibilidad de la medida del nivel de pico con ponderación C, con una constante de tiempo igual a o menor a 100 microsegundos.

En cada rango de niveles, el manual de instrucciones debe establecer el rango nominal de niveles de sonido con ponderación C de pico que son medidos dentro de los límites de tolerancia aplicables. En al menos el rango de niveles de referencia, la extensión del rango de niveles de pico debe ser al menos de 40 dB para indicaciones de niveles de sonido con ponderación C de pico.

No obstante, las medidas efectuadas con instrumentos que solo dispongan de la escala lineal se pueden considerar válidas, ya que las mismas siempre reflejarán valores más elevados que los indicados con la ponderación C, con lo que el aspecto de seguridad queda garantizado. Solamente en el caso de que el valor medido con la escala lineal supere los valores inferiores, superiores o límite de exposición y se quiera conocer con exactitud el nivel en dB(C), en relación con las medidas a adoptar posteriormente, sería necesaria la utilización de un instrumento con dicha ponderación.

Como resumen de las actuaciones a realizar con la instrumentación con motivo de la aprobación de la Orden ITC/2845/2007 de 25 de setiembre, podemos indicar:

INSTRUMENTACIÓN EN SERVICIO

ANTES DE LA ORDEN

Sonómetros y calibradores acústicos

Pueden seguir utilizándose siempre que cumplan, como hasta ahora, la Orden del Ministerio de Fomento de 16 de diciembre de 1998 hasta el final de su vida útil.

Dosímetros

Pueden seguir utilizándose siempre que superen satisfactoriamente lo establecido para la verificación periódica regulada en el capítulo IV, sin que les sea aplicable el apartado 1 del artículo 14 de ese capítulo. Los

ensayos, como primera verificación, se realizarán según el anexo B de la norma UNE-EN 61252 (abril 1998) en un rango comprendido entre 80 dB y 140 dB.

Para las siguientes verificaciones periódicas se les aplicará el anexo V.

INSTRUMENTACIÓN POSTERIOR A LA ORDEN

Sonómetros

Certificado de conformidad (anexo III) según las normas UNE-EN 61672-1 (abril 2005) y UNEEN 61672-2 (junio 2005). Verificación después de reparación o modificación (anexo IV) según el documento IEC 61672-3:2006 o la correspondiente versión oficial en español como norma UNE-EN 61672-3.

Verificación periódica (anexo V) según el documento IEC 61672-3:2006 o la correspondiente versión oficial en español como norma UNE-EN 61672-3.

Calibradores acústicos

Certificado de conformidad (anexo III) según la norma UNE-EN 60942 (enero 2005).

Verificación después de reparación o modificación (anexo IV) según el anexo B de la norma UNE-EN 60942:2005.

Verificación periódica (anexo V) según el anexo B de la norma UNE-EN 60942 : 2005.

Dosímetros

Certificado de conformidad (anexo III) según las normas UNE-EN 61252 (abril 1998) y UNE-EN 61252/A1 (julio 2003).

Verificación después de reparación o modificación (anexo IV) según el anexo B de la norma UNE-EN 61252 (abril 1998) en un rango comprendido entre 80 dB y 140 dB. Esta verificación será la aplicada a los dosímetros en servicio, como primera verificación.

Verificación periódica (anexo V) según el anexo B de la norma UNE-EN 61252 (abril 1998) en un rango comprendido entre 100 dB y 140 dB.

III. APÉNDICES

APÉNDICE 1 EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD

1. INTRODUCCIÓN

El ruido es un agente que puede dar lugar a efectos tanto sobre el receptor del sonido (efectos auditivos) como de tipo fisiológico y comportamental (efectos extrauditivos). En la tabla 1 se muestran, de forma esquemática, aquellos efectos para los que se dispone de evidencia y, si están disponibles, los niveles de ruido mínimo para los que han sido observados.

TABLA 1
Efectos del ruido sobre la salud

EFECTO			Nivel de presión sonora dB(A)
Evidencia suficiente	Malestar	Ambiente de Oficina	55
		Ambiente Industrial	85
	Hipertensión		55-116
	Disminución de la capacidad auditiva	Adultos	75
Feto		85	
Evidencia limitada	Disminución del rendimiento		-
			-
	Efectos bioquímicos		-
	Efectos sobre el sistema inmunitario		-
	Influencia en la calidad del sueño		-
	Disminución del peso al nacer		-

(Extraído de: *Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels* (2004). Geneva, OMS)

2. ALTERACIONES AUDITIVAS

El impacto del ruido sobre la función auditiva es el efecto mejor documentado. El ruido presente en el entorno tanto laboral como extralaboral puede dar lugar a alteraciones auditivas temporales (fatiga auditiva) o permanentes (hipoacusia o sordera).

Esas lesiones dependen de factores como: la calidad de dicho ruido (a igual intensidad son más nocivas las frecuencias agudas); el espectro de frecuencias (un sonido puro de alta intensidad produce más daño que un sonido

de amplio espectro); la intensidad, emergencia y ritmo (mayor capacidad lesiva del ruido de impulso, de carácter imprevisible y brusco); la duración de la exposición (exposición laboral y extralaboral); la vulnerabilidad individual (ligada a una mayor susceptibilidad coclear por antecedentes de traumatismo craneal, infecciones óticas, ciertas alteraciones metabólicas o una tensión arterial elevada, entre otras causas) y la interacción con otras exposiciones (vibraciones, agentes químicos o fármacos ototóxicos pueden aumentar el riesgo de hipoacusia).

3. EFECTOS BIOLÓGICOS EXTRAUDITIVOS

Los efectos del ruido no se limitan al oído. El organismo responde a los estímulos acústicos como lo haría ante cualquier otra agresión ya sea de tipo físico o psíquico mediante modificaciones cardiovasculares, hormonales, digestivas o psíquicas.

Los efectos fisiológicos del ruido se observan a nivel motor (contracciones musculares), vegetativo (aumento transitorio de la frecuencia cardíaca, vasoconstricción periférica, aumento de la presión sanguínea, aceleración de los movimientos respiratorios, disminución de la función de las glándulas salivares y del tránsito intestinal, midriasis...), endocrino (aumento de las catecolaminas, del cortisol...), inmunitario (disminución de la capacidad inmunitaria ligada a las alteraciones endocrinas) y electroencefalográficos (desincronización del EEG).

Malestar

El ruido puede dar lugar también a efectos "subjetivos", lo que la OMS ha calificado de *malestar*. El ruido puede producir una sensación de desagrado o disgusto en un individuo o en un grupo que conocen o imaginan la capacidad del mismo para afectar su salud. Esta sensación es a menudo la expresión de las interferencias con la actividad en curso aunque no de forma exclusiva ya que puede ser modulada también por variables como el sexo, la edad, el nivel formativo, las condiciones de trabajo (carga mental, apremio de tiempo, clima laboral, satisfacción en el trabajo) y las características de la exposición (posible control o previsibilidad del ruido).

Alteraciones comportamentales

La forma en que las personas reaccionan a la pérdida de capacidad auditiva varía enormemente. En las disminuciones lentas y progresivas, como es el caso de las lesiones auditivas inducidas por el ruido, lo más frecuente es que el trabajador o trabajadora evite el contacto social y pierda interés por su entorno. Algunos estudios ponen de manifiesto una mayor agresividad y un aumento de los conflictos en ambientes ruidosos sobre todo en aquellas personas que presentan problemas psicológicos previos.

Trastornos de voz

Uno de los posibles efectos del ruido es la aparición de disfonía en aquellos trabajadores que deben elevar la intensidad de la voz para poder mantener la comunicación verbal con otros. Algunos autores afirman que un ruido ambiental superior a los 66 dB(A) requiere un esfuerzo potencialmente peligroso para las cuerdas vocales.

Otros

El ruido puede aumentar el riesgo de accidente de trabajo al enmascarar las señales de alerta, dificultar la comunicación verbal y alterar la atención. La inteligibilidad de una comunicación entre dos personas situadas en un ambiente en el que el ruido es de 80dB(A) se dificulta a distancias superiores a 25 cm.

4. TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES

La obligación de garantizar la protección de los trabajadores especialmente sensibles (contenida en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) y normativa derivada) exige tener en cuenta, en la evaluación de riesgos, los aspectos relacionados con las características personales y la capacidad psicofísica de los trabajadores para adoptar las medidas preventivas y de protección necesarias (Art. 25.1 LPRL). Esa especial sensibilidad ha sido establecida en la normativa por una doble vía: la designación de los grupos expuestos, en cuyo caso la mera pertenencia al mismo determina una protección específica (protección de la maternidad y jóvenes: Arts. 26 y 27 de la LPRL) o el establecimiento de una serie de aspectos o características personales que, si concurren, determinan la protección del trabajador (Art. 25 de la LPRL).

Varios son los factores que pueden condicionar una mayor o menor sensibilidad al ruido. Estas variaciones interindividuales son multifactoriales y estarían ligadas a:

- Estado general de salud tanto físico como mental: la salud cardiovascular, la existencia de diabetes, de hipertensión, las hipomagnesemias severas y la neurastenia.
- Oído: algunas alteraciones descritas como potenciadoras de los efectos del ruido son la ausencia del reflejo del estapedio, malformaciones congénitas o hereditarias; antecedentes de traumatismo craneal; ingesta de fármacos; exposición a ciertos agentes químicos; antecedentes de infecciones óticas en la infancia.

Naturalmente, una exposición al ruido que se caracterice por la existencia de múltiples fuentes de exposición (laboral, ambiental y en actividades de ocio) o a la que se le sumen otras exposiciones ototóxicas (fármacos, agentes

químicos) debería suponer una mayor atención y un replanteo de las medidas preventivas.

Ruido y edad

Estudios experimentales en mamíferos han puesto de manifiesto un periodo de mayor sensibilidad coclear al ruido que, por analogía en cuanto a estructura y desarrollo de la cóclea, ha llevado a generalizar los resultados en el ser humano, estimándose dicho periodo desde la semana 25 de gestación hasta algunos meses después del nacimiento.

A tenor de lo dicho, se puede inferir que la prevención de las alteraciones derivadas de la exposición a ruido laboral en menores, que en el lugar de trabajo serían personas de 16 a 18 años, no debería ser diferente de la que se aplica a los trabajadores adultos salvo en lo referente a la información y formación con relación a los efectos dañinos del ruido tanto laboral como extralaboral ya que son un colectivo en el que el ruido extralaboral puede tener una gran importancia.

Con relación al envejecimiento, algunos autores han puesto de manifiesto una mayor fragilidad coclear, en especial a partir de los 50 años.

Ruido y embarazo

El impacto del ruido sobre la reproducción está bien documentado en animales aunque los estudios sobre humanos son escasos.

A partir de la semana 24 de gestación se empieza a desarrollar la cóclea del futuro niño y en la semana 28 las vías auditivas funcionan correctamente. La transmisión del sonido a través del líquido amniótico se produce de forma que los ruidos de baja frecuencia (125 Hz) son amplificadas 3,7 dB de media mientras que los de alta frecuencia (4000 Hz) son atenuados en más de 10 dB.

Aunque no existe una evidencia clara de los efectos que se producen tanto en la madre como en el niño, los efectos que más frecuentemente se citan en la literatura especializada son:

- Aumento del riesgo de parto pre-término y bajo peso al nacer.
- Aumento de la tensión arterial en la madre, de la fatiga y del estrés.
- Disminución de la capacidad auditiva del futuro niño, que se identifica a los 4-10 años de edad.

El Comité Médico Provincial de salud en el trabajo del Québec así como otros investigadores recomiendan no exponer a las mujeres embarazadas de más de 25 semanas a un nivel diario equivalente superior o igual a 80 - 85 dB(A).

Además aconseja una especial atención a la exposición combinada a ruido y otros factores de riesgo como ototóxicos, vibraciones o turnos.

En la Comunicación de la Comisión Europea COM (2000) 466 final sobre las directrices para la evaluación de los agentes químicos, físicos y biológicos así como los procedimientos industriales considerados como peligrosos para la salud o la seguridad de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz recientemente o en periodo de lactancia se considera que la exposición prolongada a niveles de ruido elevados puede:

- aumentar la presión arterial y la fatiga de la mujer embarazada,
- afectar a la capacidad auditiva del futuro niño, pudiendo las bajas frecuencias aumentar los efectos nocivos.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Bovo, R.; Galceran, M. "Le disfonie disfunzionali como patologia professionale" En: III Forum europeo de ciencia, seguridad y salud. Oviedo, 1998.
- CEFIC "Guidance on the health protection of pregnant, recently delivered and breast-feeding women at work" Paris 1997.
- CMPST "Retrait préventif de la travailleuse enceinte. Les agresseurs physiques: le bruit" 1998 <http://www.inspq.qc.ca/grgt/pdf/Vibrations.pdf>
- Comunicación de la Comisión COM (2000) 466 final, de 5 de octubre de 2000, sobre las directrices para la evaluación de los agentes químicos, físicos y biológicos, así como los procedimientos industriales considerados peligrosos para la salud o la seguridad de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz recientemente o en periodo de lactancia: <http://europa.eu.int/eur-lex/es/search/searchdpi.html>
- Concha-Barrientos, M.; Campbell-Lendrum, D., y Steenland, K. "Occupational noise: assessing the burden of disease from workrelated hearing impairment at national and local levels" (2004). Geneva, OMS. (WHO environmental Burden of Disease Series, nº 9).
- Frazier, L. M.; Hage, M.L. (1998) "Reproductive hazards of the workplace" ITP, USA.
- OMS (1980) "Le bruit, critère d'hygiène de l'environnement", OMS, 12.
- Prince, M.M.; Gilbert, S.J.; Smith, R.J., y Stayner, L. (2003) "Evaluation of the risk of noise-induced hearing loss among unscreened male industry workers", J Acoust Soc Am, 113:871-80
- Rosenhall, U., "The influence of ageing on noise-induced hearing loss" (2003), Noise & Health, 5 (20): 47-53.
- Toppila, E.; Pyyko, I., y Stark, J.; "Age and noise-induced hearing loss" (2001), Scan Audiol, 30: 236-44.

APÉNDICE 2 CONTROL DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO

1. INTRODUCCIÓN

En el artículo 4 del Real Decreto 286/2006 sobre *Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición* figuran los principios de actuación que deben regir la prevención de los riesgos debidos a la exposición al ruido. Esta filosofía de actuación que propugna el real decreto debe materializarse en el denominado programa de medidas técnicas y/o de organización (art. 4.2), cuya elaboración es obligatoria cuando se sobrepasan los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción.

Tal como se expresa en los comentarios de la Guía a ese artículo el programa de medidas técnicas y de organización es una forma de planificar la actividad preventiva y tendría que incluir aspectos como los siguientes:

- Objetivos a alcanzar.
- Acciones concretas a emprender.
- Justificación de dichas acciones (por ejemplo: estudio de acústica de locales, descripción de puestos de trabajo, evaluación de los riesgos, etc.).
- Plazos concretos en los que se actuará.
- Responsables y personas asignadas al programa.
- Recursos materiales disponibles para la ejecución del programa.

Por otra parte, el programa debe respetar lo dispuesto en el artículo 15.1 h) de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales: *"Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual"*.

Entre las primeras son preferibles las que pueden reducir los niveles de ruido, denominadas también *"medidas para el control técnico de la exposición al ruido"*, a las que se refiere el contenido de este Apéndice.

2. CONTROL TÉCNICO DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO

La tecnología disponible en el mercado para la reducción de ruido pone a disposición de los expertos un amplio abanico de posibilidades: cabinas, silenciadores, barreras, recubrimientos absorbentes, etc. El problema que se plantea es, en buena medida, la elección del tipo de elemento reductor más apropiado a cada situación en términos de equilibrio entre coste y resultados obtenidos.

A menos que se posea un amplio caudal de conocimientos especializados y se disponga de una gran experiencia, es difícil juzgar cuál es la solución más adecuada para cada

situación; sin embargo, es posible para los no expertos determinar, al menos en sus grandes líneas, cuál es la mejor solución a un problema de ruido dado. Para ello es suficiente seguir de manera sistemática el procedimiento que describimos a continuación.

3. PROCEDIMIENTO ¹

Las máquinas y los procesos no deben ser considerados como generadores de ruido de una manera "monolítica", sino como conjuntos de fuentes de ruido individuales cada una de las cuales genera ruido en unas condiciones y con unas características específicas.

El procedimiento que debe seguirse para determinar la mejor solución incluye los siguientes pasos, que enunciamos a continuación y describiremos con detalle más adelante:

1. Elaborar una lista de todas las posibles fuentes individuales de ruido dentro de cada máquina o proceso.
2. Ordenar en función de su importancia.
3. Proponer medidas de control para las fuentes principales.

3.1 Listado de las fuentes de ruido

El primer paso es listar las fuentes de ruido separándolas en dos grandes categorías: las que producen ruido aerodinámico y las que generan ruido mecánico, tal como se indica en el cuadro de la página siguiente.

FUENTES DE RUIDO AERODINÁMICO	FUENTES DE RUIDO MECÁNICO
Producen ruido a través del movimiento del aire 1. VENTILADORES	Producen vibraciones mecánicas IMPACTOS Prensas Movimiento de materiales
2. AIRE COMPRIMIDO Chorros de aire Escapes de aire comprimido Tubos de escape de motores	MÁQUINAS ROTATIVAS Engranajes Bombas Cojinetes Motores eléctricos
3. COMBUSTIÓN	FUERZAS DE FRICCIÓN Y OTRAS Herramientas cortantes Frenos

Ejemplo:

fuentes de ruido en un taladro eléctrico portátil.

- Aerodinámico: ventilador, ruido aerodinámico de la herramienta.

¹ Adaptado de "Noise Control: Determining the Best Option". Health and Safety Executive.
<http://www.hse.gov.uk/pubns/noisesources.pdf>

- Mecánico: engranajes, desequilibrios, campos eléctricos, cojinetes, conmutador.

Una vez completada la lista, el paso siguiente es ordenar sus componentes por orden de importancia.

3.2 Ordenación de las fuentes de ruido

Ordenar las fuentes exige valorar su contribución relativa al ruido global producido por la máquina o proceso. Si este paso no se lleva a cabo, la elección de las medidas reductoras es puramente un ejercicio de adivinación con escasas posibilidades de éxito. Para conseguir una reducción de ruido eficaz es necesario actuar en primer lugar sobre las fuentes de mayor importancia. Si las fuentes dominantes no se tratan en primer lugar, el efecto de cualquier medida reductora será casi con toda seguridad decepcionante, pues la reducción lograda difícilmente será perceptible. Supongamos que en una máquina hay tres fuentes de ruido y que cada una genera el que se indica a continuación:

1. Bomba, 93 dB(A)
2. Ventilador, 90 dB(A)
3. Motor, 88 dB(A)

En estas condiciones el nivel de ruido global será de 96 dB(A). Si, debido a una impresión subjetiva, se supone erróneamente que la fuente más ruidosa es el ventilador (error probablemente inducido porque el espectro de frecuencias tiene preponderantemente componentes graves) y se le acopla un silenciador que reduce su nivel de ruido hasta 75 dB(A), el nivel de ruido global se reducirá únicamente en 1 dB(A), algo apenas perceptible.

Si el proceso de ordenación se realiza correctamente, ello permite estimar **previamente** el nivel de reducción de ruido que se conseguirá al aplicar las distintas medidas posibles.

Las principales técnicas que permiten efectuar una correcta ordenación son:

1. *Escuchar*: permite asociar las características del proceso a las del ruido percibido.
2. *Modificar las condiciones de operación*: cambiando las velocidades, cargas, alimentaciones, y anotando los cambios producidos en el ruido producido.
3. *Asociar los ruidos a los distintos momentos del ciclo de la máquina o proceso*.
4. *Aislar*: haciendo funcionar cada una de las fuentes por separado, anulando total o parcialmente las restantes.
5. *Análisis de frecuencia*: el espectro de frecuencia puede ser una ayuda importante para la caracterización de las fuentes individuales de ruido.

En general una utilización juiciosa de estas técnicas permite efectuar una categorización que garantice que las medidas de reducción se emprenderán en el orden adecuado.

Ejemplo:

una sierra circular automática corta barras de aluminio extruido y produce un nivel de ruido de 105 dB(A). El disco de la sierra fue cubierto con una costosa cabina, sin que se lograra una reducción apreciable del nivel de ruido porque la fuente principal del mismo era la parte de la barra de aluminio que quedaba fuera de la cabina. Si se hubiera efectuado una prueba cortando una barra de menor longitud se hubiera detectado fácilmente un descenso apreciable en el nivel de ruido, poniendo de manifiesto que el disco de la sierra no era la principal fuente de ruido y, por tanto, que su encerramiento no produciría ninguna reducción significativa del nivel de ruido.

3.3 Opciones y costes

Una vez las fuentes de ruido han sido debidamente ordenadas, es posible empezar a considerar con cierto detalle las técnicas de reducción de ruido que podrían aplicarse. Las principales técnicas disponibles son las siguientes:

- Control en la fuente*: modificaciones técnicas que alteran el proceso de generación de ruido. Sus límites son la experiencia y la imaginación del técnico actuante.
- Silenciadores*: para el ruido aerodinámico existe una amplia gama de silenciadores.
- Aislamiento de las vibraciones*: introducción de elementos que limitan la transmisión de las vibraciones producidas.
- Reducción de las vibraciones*: disminución de la intensidad de las vibraciones de las superficies o elementos que radian ruido.
- Absorción del ruido*: mediante el recubrimiento de paredes y/o techos con productos absorbentes del ruido.
- Encerramiento*: mediante cabinas que reduzcan la transmisión del ruido.
- Barreras*: colocación de barreras entre el foco emisor y las personas expuestas a ruido, tal como suele hacerse en las autopistas.

En esta fase puede ser necesaria la colaboración de un experto a fin de valorar económicamente las distintas opciones posibles para cada una de las fuentes de ruido y predecir la reducción que puede conseguir cada una de ellas. Lo más importante es analizar *todas* las opciones para cada una de las fuentes dominantes.

APÉNDICE 3

MOLESTIAS DEBIDAS AL RUIDO. CRITERIOS DE VALORACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 286/2007 establece lo siguiente en su artículo 4.4: “...cuando, debido a la naturaleza de la actividad, los trabajadores dispongan de locales de descanso bajo la responsabilidad del empresario, el ruido en ellos se reducirá a un nivel compatible con su finalidad y condiciones de uso...”

Por otra parte, el Real Decreto 486/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, además de considerar incluidos en la definición de lugar de trabajo los locales de descanso determina, en su Anexo III, que las condiciones ambientales en los lugares de trabajo no deben suponer un riesgo para el trabajador y, en la medida de lo posible, tampoco deben constituir fuente de incomodidad o molestia.

En el punto 6 del mencionado Anexo III se expone que las áreas de descanso, comedores y servicios higiénicos, locales del personal de guardia y de primeros auxilios deberán responder al uso específico de esos locales.

Debido a la necesaria coherencia entre el Real Decreto 286/2006 y el 486/1997 se debe entender que en las áreas de descanso, concebidas para recuperar los niveles físicos y mentales del trabajador, los niveles compatibles con su finalidad y condiciones de uso son aquellos que no sólo no suponen un peligro para la salud sino que tampoco son causantes de molestias.

No es posible determinar, de forma universal, cuál es el nivel de ruido por debajo del cual no se producirán molestias, ya que éstas dependen de múltiples factores, en especial los individuales. En este Apéndice se indican los criterios que se consideran más adecuados para la valoración de las molestias producidas por el ruido. La descripción que se hace de ellos es limitada, por lo que se recomienda, para mayor información, consultar las Notas Técnicas de Prevención publicadas por el INSHT o recurrir a las fuentes bibliográficas originales.

2. VALORACIÓN DE LAS MOLESTIAS PRODUCIDAS POR EL RUIDO

Las molestias que genera el ruido dependen, entre otros, de factores individuales, de la exigencia de la tarea, de las condiciones físicas del ruido, del diseño del puesto de trabajo, etc. La OMS (Organización Mundial de la Salud) define el intervalo de 35 dB(A) a 65 dB(A) como aquel en que la

población considera que el ruido es molesto y perturbador, pudiéndose tomar estos niveles sonoros como criterio de referencia de la posible existencia de molestias por ruido.

Para conocer y valorar las molestias de una persona o de un colectivo frente al ruido, es necesario crear una escala que relacione la respuesta subjetiva de las personas con los valores que alcanzan las características físicas del ruido (fundamentalmente, presión sonora y frecuencias, también distribución temporal).

Se han desarrollado diversos criterios técnicos, denominados “índices acústicos”, que establecen límites aceptables de confort en ambientes interiores asignándoles un valor de referencia dependiendo del tipo de local o de su finalidad.

- Valores establecidos en el código técnico de la edificación (CTE), en su documento básico de desarrollo (DB-HR Protección frente al ruido) y en la norma básica de edificación (NBE-CA-88).
- Valores establecidos en la instrucción técnica complementaria (ITE 02.2.3) del Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
- Otros criterios de valoración del ruido molesto. Curvas NR (noise rating), PNC (preferred noise criteria), NC (noise criteria) y RC (room criteria).
- Valoración de las molestias por interferencia del ruido en la conversación (Criterio SIL).

3. VALORES RECOMENDADOS ESTABLECIDOS EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE) Y LA NORMA BÁSICA DE EDIFICACIÓN (NBE-CA-88)

El Código Técnico de Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, establece en su artículo 14 las exigencias básicas de protección frente al ruido. El objetivo de este requisito consiste en limitar las molestias a los usuarios, producidas por el ruido dentro de los edificios y en las condiciones normales para las que ha sido diseñado. En este artículo se indica que hasta que entre en vigor el Documento Básico (DB-HR Protección frente al Ruido, entrada en vigor por Real Decreto 1371/2007), se debe aplicar la vigente Norma Básica de la Edificación NBE CA-88 Condiciones acústicas de los edificios.

Para conseguir el objetivo, los edificios deben proyectarse, construirse y mantenerse de tal forma que sus elementos constructivos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido de las instalaciones y para limitar el tiempo de reverberación.

El documento básico de protección frente al ruido del Código Técnico de Edificación (Documento

Básico HR) incluye los valores a cumplir que garantizan el cumplimiento de las exigencias básicas, soluciones técnicas de reducción de ruido con los valores necesarios de atenuación de los aislamientos, así como el sistema de verificación acústica de las edificaciones para dar cumplimiento al artículo 8 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, donde se fijan los «objetivos de calidad acústica» aplicables al espacio interior habitable de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, siendo más exigente, en términos de protección, que las normas antecesoras.

En el RD1367/2007 se establecen valores de inmisión que no deben superarse para dar cumplimiento a los objetivos de calidad acústica. Estos valores definidos en los anexo II y III del real decreto se considerarán valores admisibles de referencia para evitar la existencia de molestias y alteraciones en el sueño.

TABLA 1
Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales

Uso del Edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
Viviendas	Estancias	45	45	35
Uso residencial	Dormitorios	40	40	30
Uso hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Uso educativo y cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

L_d es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período día (12 horas); L_e es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el periodo tarde (4 horas); L_n es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período noche (8 horas). Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos periodos temporales de evaluación son: periodo día de 7.00 a 19.00; periodo tarde de 19.00 a 23.00 y periodo noche de 23.00 a 7.00, hora local.

TABLA 2
Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades

Uso local Colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{keq,d}$	$L_{keq,e}$	$L_{keq,n}$
Administrativo y de oficinas	Despachos	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo	Aulas	35	35	35
Cultural	Salas de lectura	30	30	30

El subíndice "k" indica que el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A ha sido corregido.

Con la entrada en vigor de este documento básico, dada su complejidad, se establece un período transitorio de 12 meses (hasta octubre 2008), durante el que se podrá optar por aplicar tanto la Norma Básica NBE-88 como las exigencias establecidas en este Documento Básico DB-HR Protección frente al ruido. (Disposición transitoria segunda).

TABLA 3
Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88. Valores de inmisión aplicables entre las 8 h. y las 22 horas

Uso del Edificio	Tipo de Recinto	$L_{Aeq,t}$ dB(A)
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	40
	Oficinas	45
	Zonas comunes	50
Sanitario	Zonas de estancia	45
	Dormitorios	30
	Zonas Comunes	50
	Aulas	40
Docente	Salas de lectura	35
	Zonas Comunes	50

También se establece que las exigencias desarrolladas en el Documento Básico se aplicarán sin perjuicio de la obligatoriedad del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales que resulte (Disposición final primera).

4. VALORES RECOMENDADOS EN EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE) PARA LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Los sistemas de aires acondicionados suelen ser una de las causas principales de molestias por ruido.

El nuevo Reglamento de instalaciones térmicas (RITE), aprobado por el RD 1027/2007 establece en el apartado 4, del artículo 11 *bienestar e higiene*, la obligación que los sistemas térmicos en condiciones normales de uso supongan un riesgo o provoquen molestias producidas por el ruido. En la instrucción técnica IT 1.1.4.4 sobre *exigencia de calidad del ambiente acústico*, remite al cumplimiento de lo establecido en el del documento DB-HR Protección frente al ruido.

El Documento Básico HR, en el apartado denominado "Equipos situados en recintos protegidos", establece el nivel de potencia acústica, L_w , máximo de un equipo que emita ruido, como puede ser el caso de un sistema de aire acondicionado. Este nivel de potencia debe ser menor que el valor del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{Aeq,T}$ establecido para cada tipo de recinto. (Tabla 4).

TABLA 4
Valores del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{Aeq,T}$

Uso del Edificio	Tipo de Recinto	$L_{Aeq,T}$ dB(A)
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	40
	Oficinas	45
	Zonas comunes	50
	Zonas de estancia	35
Sanitario	Dormitorios	30
	Zonas Comunes	50
	Aulas	40
Docente	Salas de lectura	35
	Zonas Comunes	50
Cultural	Cines y Teatros	30
	Sala Exposiciones	45
Comercial	Zonas Comunes	50

5. OTROS CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL RUIDO MOLESTO. CURVAS NR (NOISE RATING), PNC (PREFERRED NOISE CRITERIA), NC (NOISE CRITERIA) Y RC (ROOM CRITERIA)

Las metodologías denominadas NR (Noise Rating), PNC (Preferred Noise Criteria), NC (Noise Criteria) y RC (Room Criteria) recomiendan unos valores máximos que no se deben superar para evitar la existencia de molestias por el ruido continuo de fondo.

Estos métodos se basan en el mismo fundamento. Consiste en medir los niveles sonoros en cada frecuencia del espectro (Bandas de octava), y elegir la curva característica correspondiente a la actividad que se está desarrollando. Los niveles medidos de presión sonora de las frecuencias centrales de las bandas de octava (o tercio de octava) no deben superar la curva característica que delimita las condiciones de confortabilidad acústica.

El criterio de las curvas NC fue el primero en utilizarse. Este método presenta limitaciones en la evaluación de ruidos con espectros concentrados en la zona de frecuencias bajas y/o en la zona de frecuencias altas. Esta dificultad fue resuelta por el método PNC, que corrigen las curvas NC en esas zonas conflictivas.

La norma UNE 74022- 81 que desarrolla el método NR actualmente está anulada, pero esto no ha impedido, debido al gran uso y difusión que ha tenido este método durante el período en que ha estado vigente, que siga siendo un referente como criterio e incluso sea citado como recomendaciones de "confort" en Ordenanzas Municipales. Una de las ventajas que presenta este método sobre los demás es la existencia de curvas características con presiones sonoras muy elevadas, siendo un método válido para valorar molestias en lugares/ actividades exteriores.

A modo de ejemplo, en la Tabla 5, se indican las curvas de limitación recomendadas cuando se emplea el criterio de valoración NR para diferentes locales. En los locales de oficinas el espectro de frecuencias del ruido expresado de forma gráfica no debería superar en ninguna octava la curva NR-55, criterio que coincide con la recomendación establecida en la Guía Técnica para trabajadores con Pantallas de Visualización de Datos (RD 488/97).

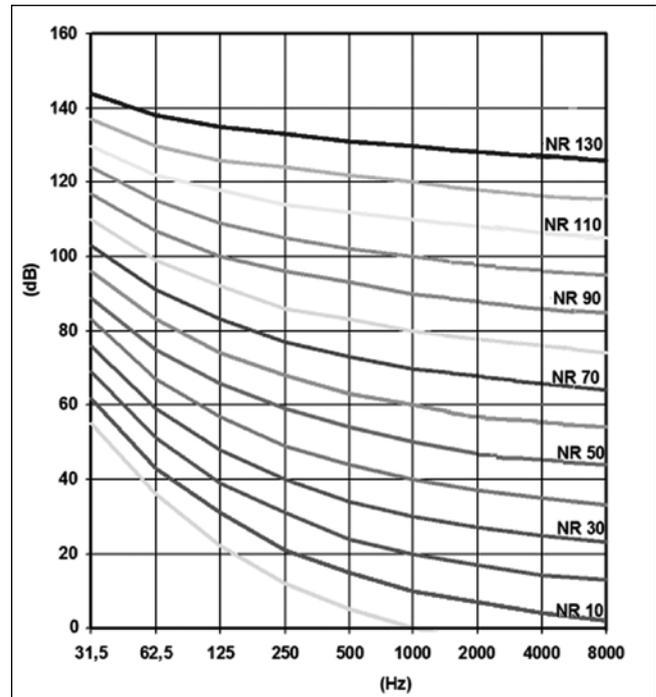


Figura 1. Familia de Curvas NR

TABLA 5
Valores recomendados del criterio NR para diferentes locales

Local-actividad	Intervalo de curvas NR(ver figura 1)
Talleres	60-70
Oficinas mecanizadas	50-55
Gimnasios, salas de deporte, piscinas	40-50
Restaurantes, bares y cafeterías	35-45
Despachos, bibliotecas, salas de justicia	30-40
Cines, hospitales, iglesias, pequeñas salas de conferencias	25-35
Aulas, estudios de televisión, grandes salas de conferencias	20-30
Salas de concierto, teatros	20-25
Clínicas, recintos para audiometrías	10-20

Si el ruido fuera de tipo impulso, se deben realizar una serie de correcciones teniendo en cuenta el contenido del espectro de frecuencias y la duración de la exposición.

El índice RC-MARK II, basado en las curvas RC recomendadas por la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers),

permite conjugar varios factores de molestia por el ruido, como son:

- el ruido de fondo
- la capacidad de interferencia en la comunicación verbal
- la posible inducción de vibraciones en tabiques y techos ligeros

Para ello la metodología tiene en cuenta, además de la adecuación del nivel de presión sonora global y por bandas de octava, la actividad que se realiza y el equilibrio acústico del espectro de frecuencias medido. Se basa en la observación de que entre los diferentes factores de molestia que aporta el ruido en el desarrollo de una actividad, no sólo interviene el factor de intensidad del fenómeno y su distribución espectral, sino también el hecho de que dicha intensidad se centre en una determinada zona del espectro, diferenciando por ejemplo la molesta sensación de retumbe, zumbido o pitido. Por ese motivo se da el caso de que ciertos sonidos resultan molestos, aunque su intensidad se juzga como aceptable aplicando, por ejemplo, la escala de ponderación A.

6. VALORACIÓN DE LAS MOLESTIAS POR INTERFERENCIA DEL RUIDO EN LA CONVERSACIÓN

El ruido ambiente, dependiendo de su nivel sonoro, puede provocar el enmascaramiento o pérdida de la información en la transmisión del mensaje oral.

Parece demostrado que, cuando el ruido excede de 50-55 dB(A), el número de quejas aumenta considerablemente, sobre todo en lo concerniente a la comunicación donde, a mayor nivel sonoro, mayor es el esfuerzo por parte del emisor en forzar su voz para que su mensaje pueda ser perfectamente inteligible por el receptor.

Hasta la publicación de la norma UNE-EN ISO 9921:2004, el método SIL (Speech Interference Level) establecía la distancia recomendable que debía existir entre emisor y receptor para evitar la pérdida de información por el ruido ambiente existente. Con la modificación contemplada en esta norma, el método SIL ha sufrido un cambio significativo, ya no recomienda distancias óptimas, sino que es una estimación de las interferencias producidas por el ruido ambiental durante una comunicación verbal: evalúa la inteligibilidad verbal.

La interferencia en la comunicación verbal depende de los siguientes aspectos:

- Nivel sonoro en las frecuencias de la comunicación verbal (500, 1000, 2000 y 4000 Hz) durante el intervalo de comunicación.
- Tono de voz a emplear (esfuerzo vocal).

- Distancia entre emisor y receptor.
- Contenido de la tarea.

El nivel de ruido de interferencia verbal es la media aritmética de los niveles de presión sonora en las bandas de octava en las frecuencias conversacionales de 500, 1.000, 2.000 y 4.000 Hz (medido en el oído del oyente).

$$L_{SIL} = \frac{1}{4} \left[\sum_{i=500 \text{ Hz}}^{4000 \text{ Hz}} L_{N,oct,i} \right] \text{dB (A)}$$

donde el nivel continuo equivalente correspondiente a las diferentes octavas es $L_{N,oct,i}$

El nivel de presión sonora "verbal" continuo equivalente en dB(A), LSA, 1m, es un valor teórico relacionado con el esfuerzo vocal del emisor medido a una distancia de un metro del emisor (tabla 6).

TABLA 6
Clasificación según el esfuerzo verbal del emisor

Esfuerzo del emisor	$L_{S,A, 1m}$
Relajado	54
Normal	60
Elevado	66
Alto	72
Muy Alto	78

(NOTA: La norma define parámetros de corrección en función de la calidad verbal, el uso de la protección auditiva por parte de receptor, las distancias y el conocimiento del idioma entre el emisor y el receptor, los parámetros que se deben tener en cuenta para la evaluación).

Para las distancias superiores a 1m, el $L_{S,A,L}$ se obtiene a partir de la expresión:

$$L_{S,A,L} = L_{S,A, 1m} - 20 \log \left[\frac{r}{r_0} \right] \text{dB (A)}$$

El índice de inteligibilidad (SIL) se calcula con la expresión:

$$SIL = L_{S,A,L} - L_{SIL}$$

y el resultado se compara con la tabla 7

TABLA 7
Criterio SIL

Evaluación de la inteligibilidad	SIL
Mala	< 3
Escasa	3 < SIL < 10
Suficiente	10 < SIL < 15
Buena	> 15

Si el índice SIL es superior a 10 dB(A), se garantiza la suficiente inteligibilidad de la comunicación.

Sirva el siguiente ejemplo para estimar la interferencia en la comunicación:

- Condiciones:
- Distancia entre emisor y receptor: 2,5 metros
- Esfuerzo vocal: Normal (apreciación)
- Nivel continuo equivalente ponderado en A (Bandas de Octavas):

f(Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
$L_{A,eq,t}$	55,8	56,2	57,3	58,5	60,9	61,1	59,9	52,3

$$L_{A,eq,t} = 66,7 \text{ dB(A)}$$

$$\text{Solución: } L_{SIL} = \frac{1}{4} \left[\sum_{i=500 \text{ Hz}}^{4000 \text{ Hz}} L_{N,oct,i} \right] =$$

$$\frac{58,5 + 60,9 + 61,1 + 59,9}{4} = 60,1 \text{ dB(A)}$$

$$L_{S,A,L} = L_{S,A,1m} - 20 \log \left[\frac{r}{r_0} \right] \text{ dB (A)} =$$

$$60 - 20 \log \left[\frac{2,5}{1} \right] = 52,1 \text{ dB(A)}$$

$$SIL = L_{S,A,L} - L_{SIL} = 60,1 - 52,1 = 8 \text{ dB(A)}$$

Según la Tabla 7, la estimación de la inteligibilidad de comunicación sería escasa. (El ruido de fondo tiene niveles sonoros similares al nivel sonoro de la comunicación, y la dificultad).

Para mayor detalle, ver referencias bibliográficas: UNE-EN ISO 9921:2004 y las Notas Técnicas de Prevención (serie 23).

7. TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Cuando una fuente sonora situada en un local cesa de emitir, el sonido no desaparece súbitamente sino que decae gradualmente. El gradiente de caída depende de la cantidad y situación del material absorbente en el local. Esa persistencia del sonido en el ambiente se denomina "reverberación" y su magnitud se cuantifica a través del tiempo que tarda el sonido en decaer 60 dB de presión sonora. A ese tiempo se le llama "tiempo de reverberación" y es un parámetro que debe intervenir en el diseño arquitectónico para que la transmisión e inteligibilidad del sonido sea buena. El tiempo de reverberación (TR) "adecuado" para un local depende de

las características del propio local y del tipo de sonido que se pretende escuchar en él. En general se recomienda que el tiempo de reverberación sea mayor en locales grandes que en pequeños y más alto para audiciones musicales que para la audición de la palabra.

El Documento Básico HR establece valores límite de tiempo de reverberación (apartado 2.2) y métodos de cálculo:

- El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m³, no será mayor que 0,7 s.
- El tiempo de reverberación en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m³, no será mayor que 0,5 s.
- El tiempo de reverberación en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9 s.

Para limitar el ruido reverberante en las zonas comunes los elementos constructivos, los acabados superficiales y los revestimientos que delimitan una zona común de un edificio de uso residencial o docente, colindante con recintos habitables con los que comparten puertas, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que el área de absorción acústica equivalente, A, sea al menos 0,2 m² por cada metro cúbico del volumen del recinto.

La norma NBE-CA-88 también establece valores del TR (Tabla 8) referidos a la frecuencia media del sonido. (Debe tenerse en cuenta que el tiempo de reverberación depende de la frecuencia).

TABLA 8

Valores de tiempo de reverberación recomendados en la NBE-CA-88 según las actividades que se realizan en el local

Actividad del edificio	Destino del local	Tiempo de reverberación (s)
Residencial	zonas de estancia	≤ 1,0
	dormitorios	≤ 1,0
	servicios	≤ 1,0
	zonas comunes	≤ 1,5
Administrativo	despachos	≤ 1,0
	oficinas	≤ 1,0
	zonas comunes	≤ 1,5
	zonas de estancia	0,8 ≤ TR ≤ 1,5
Sanitario	dormitorios	≤ 1,0
	zonas comunes	1,5 ≤ TR ≤ 2,0
Docente	aulas	0,8 ≤ TR ≤ 1,5
	salas de lectura	0,8 ≤ TR ≤ 1,5
	zonas comunes	1,5 ≤ TR ≤ 2,0

8. BIBLIOGRAFÍA

- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DBHR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Norma Básica de la Edificación, NBE CA-88, *Condiciones Acústicas en los Edificios*.
- UNE-EN 13779:2005. *Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos*.
- UNE-EN ISO 9921:2004. *Ergonomía. Evaluación de la comunicación verbal* (ISO 9921:2003).
- ISO 1996-1:2003. *Acoustics. Description, measurement and assessment of environmental noise. Part 1: Basic quantities and assessment procedures*.
- www.idae.es -Libro de comentarios al RITE.
- Berger, E.H. et al. *The Noise Manual*. AIHA Press 2000.
- Beranek, L. *Noise and Vibration Control Engineering. Principles and Applications*. Wiley InterScience. 1992.
- Notas Técnicas de Prevención. INSHT.

APÉNDICE 4

PROTECTORES AUDITIVOS: SELECCIÓN Y UTILIZACIÓN

1. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Las condiciones para la comercialización y las exigencias esenciales de salud y seguridad de los EPI están establecidas en el RD 1407/1992 y el RD 159/1995 (transposición de la Directiva 89/686/CEE, de 21 de diciembre, y modificaciones relativas a la comercialización de EPI). Con la colocación del marcado CE el fabricante declara que el EPI se ajusta a las disposiciones indicadas en los reales decretos citados.

Debe destacarse la obligación, por parte del fabricante, de suministrar un folleto informativo junto con cada equipo, documento de gran utilidad en el proceso de selección y uso, y que debe contener información acerca de todas sus características, como, por ejemplo, instrucciones y limitaciones de uso, mantenimiento, limpieza, revisiones, caducidad, etc. Debe estar escrito en castellano y su contenido ser suficientemente claro.

Las exigencias mínimas relativas a la elección y utilización de los EPI se fijan en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo (transposición de la Directiva 89/656/CEE, de 30 de noviembre).

2. TIPOS DE PROTECTORES AUDITIVOS

Los protectores auditivos son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído. Los protectores auditivos se comercializan de los siguientes tipos:

PASIVOS

Orejas: Consisten en casquetes que cubren las orejas y que se adaptan a la cabeza por medio de almohadillas blandas, generalmente rellenas de espuma plástica o líquido. Los casquetes se forran normalmente con un material que absorba el sonido. Están unidos entre sí por una banda de presión (arnés), por lo general de metal o plástico. A veces se fija una cinta flexible a cada casquete, o al arnés cerca de los casquetes. Esta cinta se utiliza para sostener los casquetes cuando el arnés se lleva en la nuca o bajo la barbilla.

Tapones: Son protectores auditivos que se introducen en el canal auditivo o se colocan sobre el pabellón auditivo,

destinados a bloquear su entrada. Los tapones pueden ser moldeables por el usuario, premoldeados, personalizados o con arnés. A veces vienen provistos de un cordón de unión.

Orejas acopladas a cascos de protección: Consisten en casquetes individuales unidos a unos brazos fijados a un casco de protección. Estos brazos soporte son regulables de manera que puedan colocarse sobre las orejas cuando se requiera.

Cascos anti-ruido: Son cascos que recubren la oreja, así como una gran parte de la cabeza. En el ámbito laboral prácticamente no se usan y son difíciles de encontrar.

NO PASIVOS

Protectores auditivos dependientes del nivel: Pueden ser orejas o tapones, poseen un sistema electrónico de restauración del sonido que les permite disminuir su atenuación a medida que disminuye el nivel sonoro.

Protectores auditivos con reducción activa del ruido (protectores ANR): Normalmente son orejas que incorporan un sistema electrónico que permite conseguir una atenuación acústica adicional a bajas frecuencias.

Protectores auditivos con sistema de comunicación: Pueden ser orejas o tapones. Poseen un sistema por cable o inalámbrico que permite transmitir señales, alarmas, mensajes o programas de entrenamiento.

3. SELECCIÓN DE PROTECTORES AUDITIVOS

El documento de referencia a seguir en el proceso de elección debería ser la norma UNE EN 458 "*Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento*".

La elección de un protector requerirá, en todo caso, un conocimiento amplio del puesto de trabajo y de su entorno. Por ello la elección debe ser realizada por personal capacitado y, en el proceso de selección, será importante la participación y colaboración del trabajador. No obstante, algunas recomendaciones de interés, a la hora de desarrollar el proceso de selección, son:

- Antes de adquirir un protector auditivo, complétese la lista de control que figura al final del presente apéndice. En función de esta lista se tendrán en cuenta las ofertas de varios fabricantes para distintos modelos.
- Al elegir un protector auditivo, es conveniente tener en cuenta el folleto informativo al que se hace referencia en el RD 1407/1992 y el RD 159/1995. Este folleto informativo, de acuerdo con el punto 1.4 del Anexo II de los reales decretos citados, debe contener todos los

datos útiles referentes a: almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, desinfección, accesorios, piezas de repuesto, clases de protección, fecha o plazo de caducidad, explicación de las marcas, etc.

- El tipo de protector deberá elegirse en función del entorno laboral para que la eficacia sea satisfactoria y las molestias mínimas. A tal efecto, en general, para un uso continuo se preferirán los tapones auditivos, en particular en ambientes calurosos y húmedos, o cuando deban llevarse junto con gafas u otros protectores. Para usos intermitentes son preferibles las orejeras o los tapones con arnés. En ambientes extremadamente ruidosos la elección preferible sería la combinación de tapones y orejeras.
- El protector auditivo deberá elegirse de modo que reduzca la exposición al ruido a un límite admisible, de acuerdo con las indicaciones que se dan en el apartado siguiente.
- Usar un protector auditivo no debe mermar la percepción del habla, de señales de peligro o de cualquier otro sonido o señal necesarios para el ejercicio correcto de la actividad. En caso necesario, se utilizarán protectores auditivos con una respuesta en frecuencia plana, dependientes del nivel o con sistema de comunicación.
- La comodidad de uso y la aceptación varían mucho de un usuario a otro. Por consiguiente, es aconsejable realizar ensayos de varios modelos de protectores y, en su caso, de tallas distintas.
- En lo que se refiere a las orejeras, se consigue mejorar la comodidad mediante la reducción de la masa, de la fuerza de aplicación de los casquetes y mediante una buena adaptación de las almohadillas al contorno de la oreja.
- Como última fase en la selección de un protector auditivo, deben probarse en el lugar de trabajo varios modelos que cumplan el resto de requisitos técnicos. Para tomar en consideración las distintas variaciones individuales de la morfología de los usuarios, los protectores deberán presentarse en una gama de adaptación suficiente y, en caso necesario, en distintas tallas.
- Cuando se compre un protector auditivo, éste deberá venir acompañado de su folleto informativo.

4. ATENUACIÓN ACÚSTICA DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS

Los protectores auditivos están sometidos a la normativa que regula tanto la fabricación y comercialización como el uso de los Equipos de Protección Individual (EPI). La normativa de fabricación y comercialización, puesto que se trata de EPI de categoría 2, obliga al fabricante o a su representante legal en la UE a someter el EPI al examen "CE de tipo" de un organismo de control.

La prestación más importante es la atenuación que proporcionan. Esta atenuación es un valor constante

para cada banda de octava, pero la protección global es diferente según el espectro de frecuencias del ruido en cuestión, por lo que puede decirse que, para un mismo protector, la protección varía en cada situación.

Los correspondientes datos sobre la atenuación deben figurar en el folleto informativo que el fabricante adjuntará con el protector auditivo. Estos datos se calculan de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 4869-2. A partir de ellos se puede calcular la protección que ofrecerá dicho protector en cada caso.

Los procedimientos de cálculo de la atenuación acústica se describen en la norma UNE-EN 458:2005 Protectores auditivos. *Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento - Documento guía* en la que se basa lo expuesto a continuación.

Definiciones

El objetivo del cálculo es la obtención de la protección que ofrece un protector auditivo, denominada reducción prevista del nivel de ruido (PNR), y del valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L'_A), cuando se utiliza el protector en un ambiente caracterizado por un nivel de presión sonora L_A . La relación entre ellos es:

$$PNR = L_A - L'_A \quad (1)$$

Se definen, por otra parte, los siguientes parámetros pertenecientes al protector auditivo:

Atenuación a alta frecuencia (H): representa el valor de PNR cuando la diferencia entre los niveles de presión sonora del ruido ambiental ponderados A y C es $L_C - L_A = -2$ dB.

Atenuación a media frecuencia (M): representa el valor de PNR cuando la diferencia entre los niveles de presión sonora del ruido ambiental ponderados A y C es $L_C - L_A = +2$ dB.

Atenuación a baja frecuencia (L): representa el valor de PNR cuando la diferencia entre los niveles de presión sonora del ruido ambiental ponderados A y C es $L_C - L_A = +10$ dB.

Índice de reducción único (SNR): es el valor que se resta del nivel de presión sonora ponderado C (L_C) para estimar el nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L'_A).

Protección asumida (APV_f) de un protector: es un valor por banda de octava, obtenido de restar del valor medio de atenuación por banda de octava (m_f), en diferentes ensayos de laboratorio, la desviación típica (σ) obtenida en dichos ensayos.

$$APV_f = m_f - \sigma \quad (2)$$

El valor de APV_f así calculado es la atenuación de que se dispondrá con una probabilidad del 84% o, lo que es lo mismo, es la atenuación de que dispondrán 84 de cada 100 personas que lo utilicen. Si se desea aumentar la eficacia de la atenuación al 95% se utilizará $APV_f = mf - 1,64 \sigma$. Otros valores de eficacia de atenuación se dan en la tabla 1.

TABLA 1
Porcentaje de protección y protección asumida de un protector auditivo

Eficacia de protección (%)	Protección asumida (dB)
84	$APV_f = mf - 1,00 \sigma$
85	$APV_f = mf - 1,04 \sigma$
90	$APV_f = mf - 1,28 \sigma$
95	$APV_f = mf - 1,64 \sigma$
99,5	$APV_f = mf - 2,58 \sigma$

Dado que el valor de APV_f interviene en el cálculo de PNR, H, M, L y SNR, es básico conocer el porcentaje de eficacia utilizado. Habitualmente, salvo que se indique otra cosa (p.e: H_{95} ó PNR_{85}), la eficacia es del 84%.

La información que suministra el folleto informativo de los protectores auditivos incluye los valores de H, M, L, SNR y APV_f para las octavas de frecuencia central entre 125 y 8000 Hz. La frecuencia de octava de 63 Hz es opcional; cuando no se disponga de ella, se podrá usar el valor de atenuación correspondiente de 125 Hz.

Los valores de H, M y L, se calculan a partir del comportamiento del protector (APV_f) respecto a ocho espectros de ruidos diferentes y normalizados.

El valor del índice de reducción único (SNR) se obtiene para cada protector a partir de la protección asumida APV_f y el efecto que ésta tiene sobre un ruido rosa (ruido que entre otras características posee iguales niveles de presión acústica en todas las octavas) cuyo espectro está normalizado. Por este motivo el valor SNR es similar al valor M del ruido de media frecuencia.

Método de las bandas de octava

Requiere conocer los niveles de presión sonora, en bandas de octava, del ruido ambiental. Es el método más fiable.

Cuando se utiliza un protector auditivo se obtiene el valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L'_A), aplicando la siguiente expresión:

$$L'_A = 10 \log \sum_{f = 63 \text{ Hz}}^{f = 8000 \text{ Hz}} 10^{0,1 [L_f + A_f - APV_f]} \quad (3)$$

Donde A_f es la ponderación A en cada octava y L_f el nivel de presión sonora por octava, sin ponderar. El valor resultante de L'_A debe redondearse al entero más próximo.

Ejemplo:

Se desea conocer el nivel de presión sonora efectivo ponderado A, en un ambiente de trabajo cuando se utiliza un determinado protector auditivo. El nivel de presión sonora, por bandas de octava, del ruido ambiental y las características de atenuación del protector se indican en las tablas 2 y 3.

TABLA 2
Espectro de frecuencias en bandas de octava del ruido en cuestión

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_f (dB)	85	85	87	90	90	85	82	78

TABLA 3
Datos de atenuación del protector (datos del fabricante)

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
m_f	24,9	25,4	25,9	27,8	28,3	33,2	30,9	40,2
σ	6,4	6,1	3,8	2,5	3,4	4,9	5,2	4,9
H = 27 dB; M = 25 dB; L = 23 dB								
SNR = 28 dB								

Se calcula el valor de APV_f , según la expresión (2) como aparece en la tabla 4, en la que se ha escogido una eficacia de protección del 84%.

TABLA 4
Cálculo de atenuación del protector

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
m_f	24,9	25,4	25,9	27,8	28,3	33,2	30,9	40,2
σ	6,4	6,1	3,8	2,5	3,4	4,9	5,2	4,9
APV_f	18,5	19,3	22,1	25,3	24,9	28,3	25,7	35,3

A continuación se aplica, por suma de los valores correspondientes (ver tabla 5), la ponderación A (fila 2) al nivel de presión sonora en cada octava (fila 1) y a continuación se le restan los valores de la protección asumida también de forma vertical (fila 4). Los valores resultantes por octava se suman en horizontal (suma logarítmica). El resultado es el nivel de presión sonora efectivo, ponderado A (fila 5, final).

Así mismo por suma horizontal logarítmica de los valores de la fila 1 se obtiene el nivel lineal de presión sonora no ponderado y en la fila 3, el nivel de presión sonora ponderado A. La suma logarítmica se calcula con la expresión:

$$L'_A = 10 \log \sum_{f = 63 \text{ Hz}}^{f = 8000 \text{ Hz}} 10^{0,1 L_f} \quad (4)$$

Tabla 5
Cálculo del nivel de presión sonora efectivo

Fila	Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	global
1	L_f	85	85	87	90	90	85	82	78	$L = 96 \text{ dB}$
2	Ponderación A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
3	L_A	58,8	68,9	78,4	86,8	90	86,2	83	76,9	$L_A = 93 \text{ dB(A)}$
4	APV_f	18,5	19,3	22,1	25,3	24,9	28,3	25,7	35,3	
5	L'_A	40,3	49,6	56,3	61,5	65,1	57,9	57,3	41,6	$L'_A = 68 \text{ dB(A)}$

Los valores de L_A se representan gráficamente en la figura 1, y los APV_f y L'_A en la figura 2

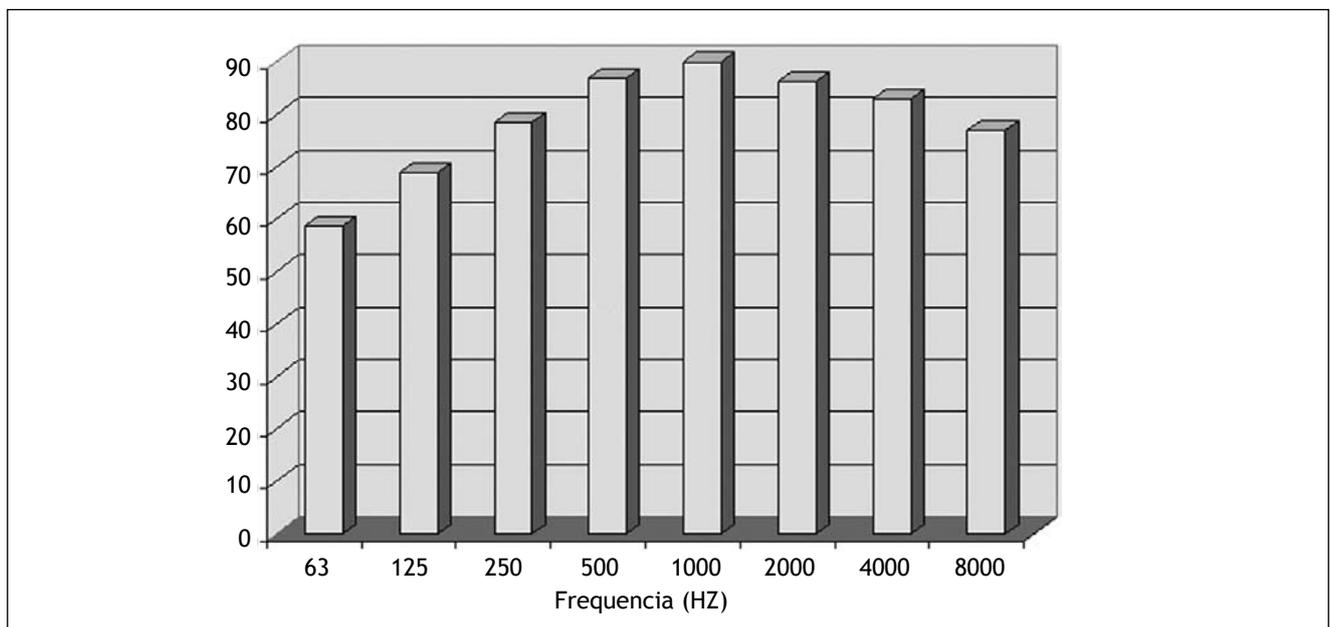


Figura 1. Espectro de frecuencias del ruido (incluyendo la ponderación A)

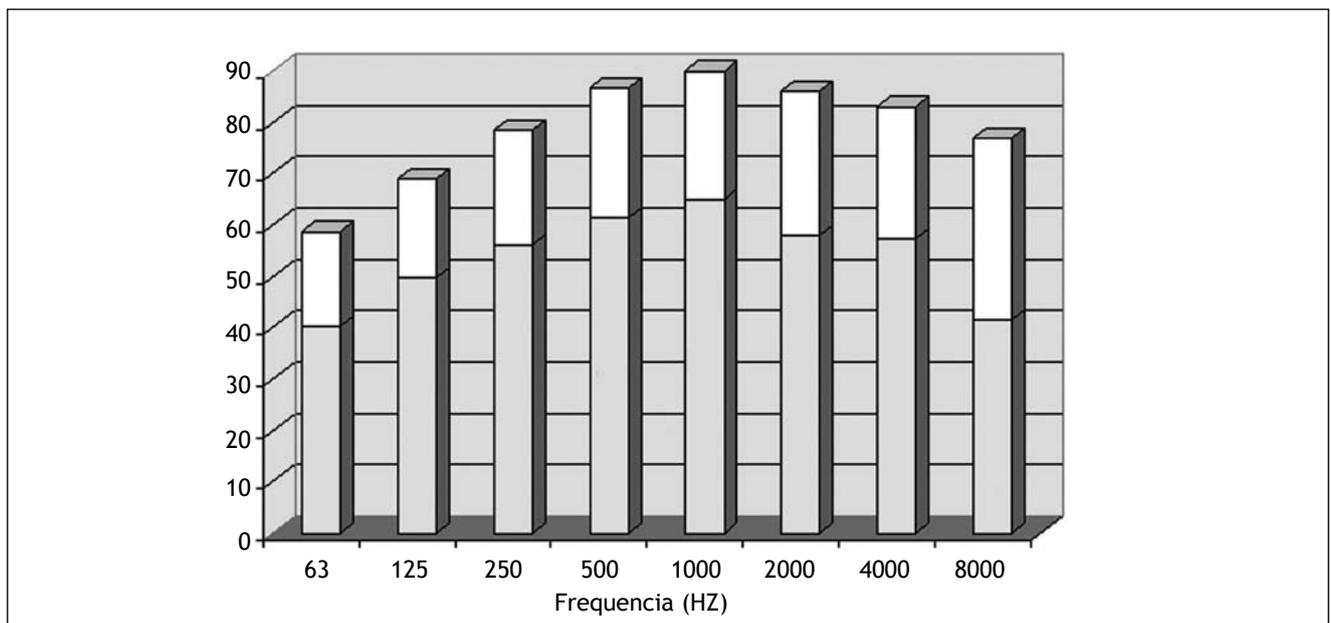


Figura 2. Espectro de frecuencias del ruido (incluyendo la ponderación A) y de atenuación del protector auditivo

La interpretación de los resultados es la siguiente: en un puesto de trabajo el nivel de presión sonora no ponderado es de 96 dB y, siendo el espectro de frecuencias el que se ha indicado, el nivel de presión sonora ponderado A es de 93 dB(A). Se utiliza un protector auditivo con el que el nivel de presión sonora efectivo ponderado A es $L'_A = 68$ dB(A), con una probabilidad del 84% o, lo que es lo mismo, en 84 de cada 100 ocasiones que se use, por lo que la reducción prevista del nivel de ruido es $PNR_{84} = L_A - L'_A = 25$ dB.

Naturalmente, la protección real está condicionada al uso correcto y al grado de mantenimiento del EPI.

Método de H, M y L

El método requiere conocer los valores de presión acústica ponderados A y C, así como los valores de H, M y L del protector auditivo. Se calcula el valor de PNR según la diferencia entre LC y LA de la siguiente manera:

Si la diferencia $L_C - L_A \leq 2$ dB, se utilizara la expresión (5); en caso de $L_C - L_A \geq 2$, la expresión (6).

$$PNR = M - \frac{H - M}{4} [L_C - L_A - 2] \quad (5)$$

$$PNR = M - \frac{H - L}{8} [L_C - L_A - 2] \quad (6)$$

El valor resultante de L'_A debe redondearse al entero más próximo. Se puede utilizar el nivel de presión acústica no ponderado en lugar del LC.

Aunque es recomendable, no es imprescindible que la medición de nivel de ruido en las escalas A y C sea simultánea. Si no fuesen simultáneas, las mediciones deben corresponder a situaciones semejantes.

Ejemplo

Calcular los valores de L'_A y PNR_{84} para el caso del ejemplo anterior:

En la práctica, el empleo de este método es apropiado cuando se poseen los valores de L_C y L_A obtenidos de la medición; en este caso, en el que ya conocemos el valor de L_A , se obtendrá L_C aplicando la ponderación C a los niveles de presión sonora en cada octava (tabla 6).

TABLA 6
Aplicación de la escala de ponderación C

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
L_i	85	85	87	90	90	85	82	78	$L = 96$ dB
Ponderación C	-0,8	-0,2	0,0	0,0	0	-0,2	-0,8	-3	
L_C	84	85	87	90	90	85	81	75	$L_C = 95$ dB(C)

Así pues: $L_C - L_A = 95 - 93 = 2$ dB

Se puede, en este caso, utilizar cualquiera de las expresiones (5) o (6) para obtener la reducción prevista del nivel de ruido.

$$PNR = M - \frac{H - M}{4} [L_C - L_A - 2] = 25 - \frac{27 - 25}{4} [95 - 93 - 2] = 25 \text{ dB}$$

$$PNR = M - \frac{H - L}{8} [L_C - L_A - 2] = 25 - \frac{25 - 23}{8} [95 - 93 - 2] = 25 \text{ dB}$$

Con este valor de PNR el nivel de presión sonora efectivo ponderado A será $L'_A = 93 - 25 = 68$ dB(A) con una probabilidad del 84%.

Método del SNR

Se precisa el nivel de presión sonora ponderado C y el parámetro SNR del protector auditivo. Se calcula el nivel de presión sonora efectivo ponderado A de la siguiente forma:

$$L'_A = L_C - SNR$$

Ejemplo:

Continuando con los datos de los ejemplos anteriores, en este caso será:

$$L_C = 95 \text{ dB(C)} \text{ y } SNR = 28 \text{ dB, por lo que } L'_A = 95 - 28 = 67 \text{ dB(A)}$$

El nivel de presión sonora efectivo ponderado A será de 67 dB(A) con una probabilidad del 84%.

Cuando preponderan los niveles de presión sonora correspondientes a las frecuencias muy altas o muy bajas del espectro del ruido en cuestión (ruidos graves o agudos) aumentan las diferencias halladas entre los PNR calculados por los tres métodos.

En la tabla 8 se presentan los diferentes parámetros calculados para dos casos como los mencionados, cuyas características espectrales se dan en la tabla 7, utilizando el protector auditivo de los ejemplos anteriores.

TABLA 7
Características espectrales de dos ruidos diferentes

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Caso 1	70	75	82	86	96	102	111	102
Caso 2	110	106	98	94	90	87	84	80

TABLA 8
Parámetros de atenuación en los casos 1 y 2

Ejemplo	Parámetros del ruido			Mét. bandas de octava	Método H M L H=27, M=25, L=23 SNR=28			Método SNR		
	L	L _A	L _C	L _C -L _A	PNR	L' _A	PNR	L' _A	PNR	L' _A
Caso 1	112	113	111	-2	26	87	27	86	30	83
Caso 2	112	97	111	14	22	5	22	75	114	83

Como se desprende de la tabla 8, en ambos casos y tomando como referencia los valores obtenidos a partir del método del espectro de bandas de octava, el método H M L ofrece una buena aproximación en el cálculo del PNR, mientras que se comete un gran error utilizando el SNR. Aunque los resultados también dependen del espectro de atenuación del protector auditivo, por regla general, cuando en los espectros del ruido en cuestión preponderan frecuencias bajas o muy altas, disminuye mucho la precisión del sistema de cálculo a partir del SNR, mientras que se mantiene una precisión aceptable en el método H M L.

Método de comprobación HML

Se utiliza cuando no se dispone del espectro de frecuencias del ruido ni del valor de L_C. Es una simplificación del método HML. Se trata de proceder por escucha y restar directamente del nivel de ruido existente L_A el valor H, M o L según el ruido se componga predominantemente de frecuencias altas, medias o bajas.

Mientras que la percepción de los ruidos permite, normalmente, distinguir aquéllos de baja frecuencia (ruidos de clase L), puede haber dudas entre altas y medias frecuencias por lo que se consideran ruidos juntos como de clase HM. A los primeros se resta el valor L del nivel L_A para obtener el nivel atenuado L'_A. A los otros se resta el valor M del protector auditivo, del valor LA para obtener L'_A. Cuando no existan dudas sobre la predominancia de altas frecuencias en el ruido se restará el valor de H en vez del de M.

En los anteriormente mencionados Casos 1 y 2, de acuerdo con los datos de la tabla 8:

Caso 1 (ruido clase HM) L'_A = LA - M = 113 - 25 = 88 dB(A)
Caso 2 (ruido clase L) L'_A = LA - L = 97 - 23 = 74 dB(A)

Aunque en ambos casos el resultado difiere del obtenido con otros métodos más consistentes (bandas de octava o HML) se ajusta mejor al obtenido mediante el índice SNR.

Ruido de impacto

Para conocer la atenuación de un protector auditivo frente al nivel de presión acústica de pico se determina primero

si la energía acústica de los impactos está distribuida fundamentalmente en bajas, medias o altas frecuencias. En general, las detonaciones de explosivos dan lugar a picos de baja frecuencia. La mayoría de impactos (martillos, clavadoras y golpes en general) se pueden considerar de media-alta frecuencia. Disparos de pistola dan lugar a impactos de alta frecuencia.

Se debe restar al nivel de presión máxima de pico (L_{pico}) el correspondiente valor de L, M o H según el tipo de impacto sea de baja, media-alta o alta frecuencia. En los dos primeros casos se debe restar además 5 dB a los valores de M y H.

Tipo de impacto	Atenuación del protector auditivo frente al nivel de pico
Bajas frecuencias	L-5
Frecuencias medias y altas	M-5
Frecuencias altas	H

Ejemplo:

Se desea conocer el comportamiento del protector auditivo cuyos datos de atenuación figuran en la tabla 8, frente a impactos procedentes de golpes con martillo cuyo nivel es L_{pico} = 139 dB (C).

$$L'_{pico} = L_{pico} - (M - 5) = 139 - 25 + 5 = 119 \text{ dB (C)}$$

Tiempo de utilización del protector auditivo

El tiempo de utilización del protector auditivo tiene gran influencia en la protección real que ofrece. El nivel equivalente diario de presión sonora en un puesto de trabajo puede calcularse como:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T_i \times 10^{0,1L_{Aeq,i}}$$

Siendo L_{Aeq,i} los niveles de presión sonora existentes durante los periodos de tiempo T_i.

De la misma forma, el cálculo del nivel equivalente (efectivo) durante un tiempo T, si durante una parte TEPI se utiliza un protector auditivo de reducción prevista, PNR, y el resto del tiempo no se utiliza protector alguno, es el siguiente:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \left[(T_{EPI} \cdot 10^{0,1L_{Aeq,T_{EPI}}}) + (T - T_{EPI}) \cdot 10^{0,1L_{Aeq,T - T_{EPI}}} \right]$$

Si T es igual a 8 horas, el nivel equivalente correspondiente es el diario.

Ejemplo:

En el ejemplo anterior, el nivel de presión sonora efectivo ponderado A es $L'_A = 93 - 25 = 68 \text{ dB(A)}$. Si ese nivel se mantiene durante 8 horas, ese será también el nivel equivalente diario (efectivo). Si, por el contrario, el trabajador se desprende de vez en cuando del protector (supongamos que 5 minutos de cada hora de trabajo) el nivel equivalente diario (efectivo) será:

$$L'_{Aeq,d} = 10 \log \left[(440 \cdot 10^{6,8} + 40 \cdot 10^{9,3}) / 480 \right] = 83 \text{ dB(A)}$$

En la práctica el protector auditivo se comporta como si tuviese un valor de PNR=93-83=10dB(A). En la tabla 9 se presentan los valores del PNR suponiendo otras frecuencias de descanso.

TABLA 9
Eficacia de protección del protector auditivo según la utilización

Frecuencia de descanso		Eficacia de la protección	
El usuario no se desprende nunca del protector		$L'_A = 68$	PNR=25
El usuario se desprende del protector durante la exposición	1 minuto de cada hora	$L'_A = 76$	PNR=17
	2 minutos de cada hora	$L'_A = 79$	PNR=14
	10 minutos de cada hora	$L'_A = 86$	PNR=7
	15 minutos de cada hora	$L'_A = 87$	PNR=6
30 minutos de cada hora		$L'_A = 90$	PNR=3

En la figura 3 se ha simulado la exposición del trabajador en función del tiempo de uso del protector. Puede observarse en ella que el nivel equivalente diario (efectivo) sólo es igual o menor que 80 dB(A) cuando el tiempo de utilización del protector supera el 95% de la jornada de 8 horas.

El efecto del tiempo de utilización del EPI en la reducción prevista del nivel de ruido (PNR) de tres protectores diferentes (PNR=10, 20 y 25 dB) se puede extraer de la figura 4. Obsérvese que, cuando el protector se usa sólo la mitad del tiempo de exposición, los tres protectores auditivos ofrecen de hecho la misma protección.

En la práctica es muy frecuente que la persona que utiliza protectores auditivos “descanse” durante cortos espacios de tiempo de la molestia que puede suponer su uso. Ya se han visto las consecuencias de la acumulación de esos periodos en los que habiendo exposición no hay protección, por lo que es importante que en la elección del protector

auditivo intervenga directamente el usuario. Se tendrá en cuenta además que el “aislamiento” que provoca una excesiva protección crea molestias añadidas, por lo que se recomienda que el protector ofrezca una protección PNR que garantice simplemente que el nivel de ruido en el oído se encuentre entre 65 y 80 dB(A).

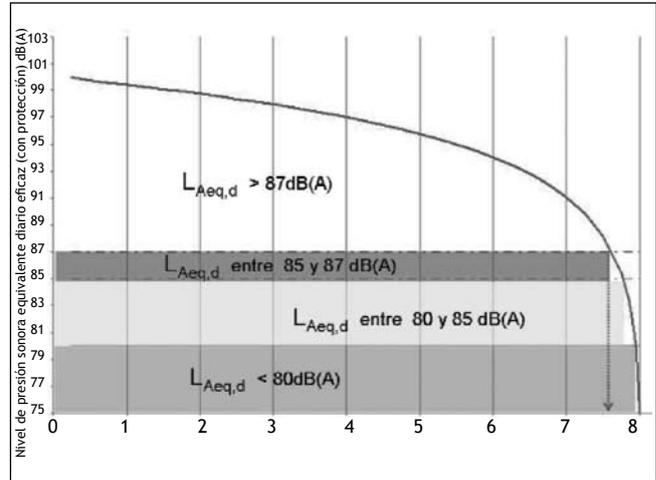


Figura 3. Nivel de exposición real, al ruido, al variar el tiempo de utilización del protector auditivo (PNR=25 dB Y LAeq,T = 100 dB(A)).

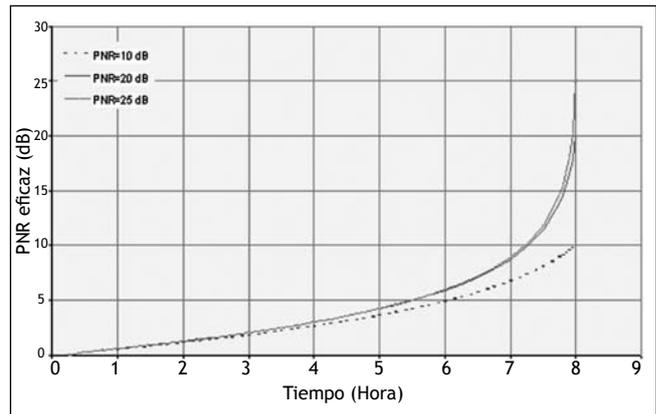


Figura 4. Variación del PNR con el tiempo de utilización del protector auditivo.

5. UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS

Algunas indicaciones prácticas de interés en los aspectos de uso y mantenimiento del protector son:

- Los protectores auditivos deberán llevarse mientras dure la exposición al ruido. Retirar el protector, siquiera durante un corto espacio de tiempo, reduce notablemente la protección.
- Algunos tapones auditivos son de un solo uso, otros son reutilizables y pueden utilizarse durante un número determinado de días si su mantenimiento se efectúa de modo correcto. Se aconseja al empresario que precise en la medida de lo posible el plazo de utilización (vida útil) en relación con las características del protector, las condiciones de trabajo y del entorno, y que lo haga constar en las instrucciones de trabajo junto con las

- normas de almacenamiento, mantenimiento y utilización.
- Los tapones auditivos (sencillos o con arnés) son estrictamente personales. Por cuestiones de higiene, debe prohibirse su reutilización por otra persona. Los demás protectores (cascos antirruído, orejeras, casquetes adaptables) pueden ser utilizados excepcionalmente por otras personas previa desinfección. Puede resultar necesario, además, cambiar las partes que están en contacto con la piel: almohadillas o cubre-almohadillas desechables.
- El mantenimiento de los protectores auditivos (con excepción de los desechables) deberá efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Tras lavarlos o limpiarlos, deberán secarse cuidadosamente los protectores y después se colocarán en un lugar limpio antes de ser reutilizados.
- Deberán sustituirse los protectores cuando hayan alcanzado su límite de empleo o cuando se hayan ensuciado o deteriorado.

Tal y como exige el punto 1.4 del Anexo II del RD 1407/1992, el folleto informativo del fabricante contendrá instrucciones precisas para cada EPI sobre su mantenimiento, limpieza, revisión, desinfección y la fecha o plazo de caducidad del EPI o de alguno de sus componentes, entre otra información. Por ello, dicho folleto será la primera fuente de consulta cuando se establezca el procedimiento de uso del EPI en la empresa.

6. BIBLIOGRAFÍA

- UNE-EN 458:2005. Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento. Documento guía. AENOR, Madrid, España, 2005.
- BERGER, E. H. ET AL. The noise manual. 5th ed. rev. Fairfax, VA: AIHA, 2003.

LISTA DE CONTROL “PROTECTORES AUDITIVOS”

DATOS DE CARÁCTER GENERAL			
Tipo de empresa/sector de actividad			
Tarea ejecutada			
CONDICIONES EXISTENTES EN EL TRABAJO Y SU ENTORNO	(poner una cruz en la columna correspondiente)		PRECISIONES
	SÍ	NO	
RIESGO MECÁNICOS			
Caída de objetos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ascenso de escalerillas y andamios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vías estrechas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RIESGOS ELÉCTRICOS			
Contactos eléctricos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tensión voltios
Descargas electrostáticas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RIESGOS TÉRMICOS			
Frío	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Humedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lluvia. nieve	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyección de metales en fusión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LISTA DE CONTROL "PROTECTORES AUDITIVOS"

CONDICIONES EXISTENTES EN EL TRABAJO Y SU ENTORNO	(poner una cruz en la columna correspondiente)		PRECISIONES
RIESGO QUÍMICOS	SÍ	NO	Naturaleza de los productos químicos
Polvos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acidos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bases.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disolventes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceites.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros (indíquese).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UTILIZACIÓN DE TORS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (especifíquese)			
.....			
CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO	SÍ	NO	Nivel dB (A)
Ruido continuo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivel dB (A)
Ruido intermitente.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivel continuo equivalente dB (A)
Ruido fluctuante.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ruido de impulso.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mivel pico dB (A)
Ruido grave.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A ser posible, índice armónico Lc - La dB
Ruido agudo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Posibilidad de conversar a 3 m.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Posibilidad de conversar a 1 m.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PERCEPCIÓN DEL HABLA Y SEÑALES SONORAS			
Necesidad de percibir:			
Señales sonoras de peligro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ordenes o señales orales de advertencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otras informacines acústicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Necesidad de comunicarse verbalmente con otras personas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

LISTA DE CONTROL "PROTECTORES AUDITIVOS"

OTROS DATOS

Duración diaria de exposición h.
al ambiente ruidoso

Nivel habitual de exposición dB (A)
sonora (si se sabe) L_{EX}

Análisis espectral del (o de los)
ruido (s): adjúntese (si se posee)

Otros datos útiles para la definición del protector auditivo

APÉNDICE 5

MEDICIONES DEL NIVEL DEL RUIDO

1. INTRODUCCIÓN

Este Apéndice recoge las estrategias recomendadas para realizar las mediciones de los niveles de ruido de acuerdo con la normativa técnica existente.

El documento de referencia es la norma ISO 9612:1997 "Acoustics-Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment" que en el momento de redactar esta Guía está en periodo de revisión para adaptar su contenido a los criterios establecidos en el documento "GUM. Guide to the expression of uncertainty in the measurements. ISO, 1995", aceptado internacionalmente como referencia en el cálculo de la incertidumbre de los resultados de las mediciones.

A falta de la publicación de la norma revisada, este Apéndice se basa en el NORDTEST METHOD NT Accou 115 (2005) *Measurements of occupational noise exposure of workers: Part II: Engineering Method* y en el documento ISO/TC 43/SC 1 N1649 que con poca variación está previsto que se convierta en la nueva versión de la ISO 9612. Los contenidos de ambos documentos son similares aunque el primero trata el tema de forma resumida.

De acuerdo con el real decreto, la evaluación de la exposición al ruido precisa, en general, de la medición de los niveles de ruido y la correspondiente comparación con los valores inferior y superior de exposición así como con los valores límite. La forma en la que se desarrollan las mediciones determina la fiabilidad de los resultados, que deberían ofrecer garantías más allá de la mera exposición de unos valores numéricos.

La elección de la estrategia de medición supone la planificación de las mediciones en lo que respecta al tiempo de duración, la elección de la jornada o jornadas de medición, los periodos de la jornada que se desea medir, los trabajadores sobre los que se van a realizar dichas mediciones y los instrumentos que se van a utilizar. De acuerdo con la normativa técnica referenciada anteriormente, se ofrecen tres tipos de estrategia de medición, para la obtención del nivel diario equivalente. El valor que se obtiene finalmente, redondeando decimales, debe servir de base para la comparación con los valores establecidos en el real decreto.

No obstante, lo que se obtiene de cualquier medición es un intervalo de valores (determinado por la incertidumbre) en el que se encuentra con una cierta probabilidad el verdadero valor.

Independientemente de que se calcule la incertidumbre correspondiente al resultado obtenido (ver apartado 5) el técnico debe tener en cuenta, de cara a las conclusiones evaluativas, que el resultado que obtiene lleva siempre asociado un valor de incertidumbre, que raramente es menor de 1 dB, fruto de la combinación de las incertidumbres debidas a los instrumentos de medición, forma en que se ha medido, variación temporal de las condiciones de trabajo, etc.

En el Anexo II (Medición del ruido, apartado 2) del real decreto se expone que el objetivo básico de las mediciones es el de posibilitar la toma de decisiones sobre el tipo de actuaciones preventivas que deberán emprenderse. En consecuencia, cuando el intervalo en el que se encuentra el parámetro medido comprenda los valores de referencia (valores de exposición o límite) se puede asumir directamente que la exposición vulnera esos valores o bien disminuir la incertidumbre aumentando el número o calidad de las mediciones. Esta filosofía (ver tabla 1) debería inspirar la evaluación.

TABLA 1
Valoración de los resultados*

<p>Si $L_{Aeq,d} - U \leq L_{ref} \leq L_{Aeq,d} + U$ No se puede extraer una conclusión respecto a la superación del valor de referencia. Debe repetirse o ampliarse el muestreo y conseguir mayor precisión. Se puede optar, a efectos de prevención, por considerar que se sobrepasa el valor de referencia (Lref).</p>
<p>Si $L_{Aeq,d} + U \leq L_{ref}$ No se sobrepasa el valor de referencia.</p>
<p>Si $L_{Aeq,d} - U > L_{ref}$ Se sobrepasa el valor de referencia.</p>

*U = incertidumbre asociada a los resultados

Más adelante se muestra la forma de obtener la incertidumbre de los resultados de acuerdo con la estrategia de medición elegida.

2. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Para la medición del ruido se pueden utilizar sonómetros, sonómetros integradores promediadores y dosímetros personales (medidores personales de exposición sonora), como mínimo de clase 2 en las condiciones que se establecen en el Anexo III del Real Decreto 286/2006.

En general es recomendable utilizar instrumentos de clase 1, sobre todo cuando predominan las frecuencias altas y en ambientes muy fríos (por ejemplo: cámaras frigoríficas).

Sus requisitos de funcionamiento se cumplen entre -10°C y 50°C, mientras que los de la clase 2, entre 0 °C y 40°C. Antes de realizar mediciones en ambientes muy fríos debería consultarse al fabricante sobre el comportamiento esperado de los instrumentos de medición así como sobre las precauciones adicionales a tener en cuenta reflejándolo posteriormente en el informe de evaluación.

Los instrumentos utilizados para la medición del ruido (sonómetros, dosímetros y calibradores acústicos) deben cumplir con lo dispuesto en la Orden ITC/2845/2007 de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la realización de mediciones reglamentarias de niveles de sonido audible y de los calibradores acústicos. Entre los requisitos exigibles figuran los relativos a certificado de conformidad, verificación después de reparación o modificación y verificación periódica. (Ver los comentarios de esta Guía al Anexo III del Real Decreto 286/2006).

En el caso de los sonómetros, antes de las mediciones es conveniente comprobar (no ajustar) los mismos con un calibrador acústico. El técnico tendrá en cuenta, para los cálculos, la posible desviación respecto a la señal acústica del calibrador y en caso de que dicha desviación de la medida sea mayor que la que admite el fabricante (en general desviaciones de más de 0,5 dB) deberá procederse a la reparación y verificación correspondiente.

Mientras que la verificación implica el ajuste de los parámetros de medición a una referencia, y la realiza una entidad acreditada, como se indicó en el párrafo anterior, la comprobación con calibrador, que realiza el técnico de prevención antes de realizar la tanda de mediciones con sonómetro, es la constatación de que el instrumento mide dentro de unos márgenes técnicamente aceptables y no debe incluir el ajuste del instrumento.

Por el contrario, los dosímetros deben ser comprobados y en caso necesario ajustados, antes de las mediciones, utilizando un calibrador acústico. Así lo indica la norma UNE-EN 61252:1998 cuyos requisitos deben cumplir los dosímetros de acuerdo con la Orden ITC/2845/2007 y el propio Real Decreto 286/2006.

El tipo de instrumento influye en el resultado final. En general la utilización del dosímetro personal (que a menudo es necesaria) supone el incremento de contribuciones falsas (golpes) o atípicas (música, voces) que sobrevaloran la exposición. Pero ofrece mayor fidelidad frente a fuentes sonoras próximas al oído o cuando se usan herramientas manuales. En estas situaciones los sonómetros o sonómetros integradores de uso manual suelen infravalorar las exposiciones. La buena práctica y la experiencia del técnico pueden compensar estos defectos.

La medición con *dosímetros personales* es recomendable cuando el puesto de trabajo implica movilidad y el establecimiento de tiempos y localización del trabajador es prácticamente imposible, por ejemplo en trabajos de mantenimiento o, en general, cuando la variación del nivel de ruido es muy grande o impredecible, a lo largo de la jornada, y no se puede analizar con un sonómetro integrador.

Es recomendable observar y anotar las actividades que realiza el trabajador mientras lleva el dosímetro, comparando los datos con el resultado de la medición para poder identificar posteriormente los valores característicos. Esta práctica es especialmente necesaria cuando se mide el nivel de pico, ya que es relativamente frecuente que golpes o roces fortuitos en el micrófono falseen los resultados.

En general, aunque las mediciones se efectúen con dosímetros personales, es conveniente obtener, con un sonómetro integrador, referencias del nivel de ruido existente en las diferentes situaciones que pueden darse, incluidos los valores de pico. Esto permite comprobar si los resultados son coherentes.

Los dosímetros personales, que son portados por el trabajador, deben colocarse de forma que el micrófono se mantenga a unos 10 centímetros del canal de entrada al oído (preferiblemente en el oído más expuesto) y a 4 centímetros por encima del hombro. El cable será sujetado de tal modo que la influencia mecánica o la cubierta de ropa no conduzcan a resultados falsos.

Los *sonómetros* y *sonómetros integradores* pueden colocarse en lugares fijos previamente establecidos o ser sostenidos por el técnico permaneciendo éste próximo al trabajador. Respecto a la posición del sonómetro durante la medición, se tendrá en cuenta el efecto del propio cuerpo del trabajador y el de la persona que realiza las mediciones.

A tal fin, la medición se realizará preferentemente en ausencia del trabajador y colocando el micrófono en el lugar que ocupa habitualmente aquél (a la altura de su cabeza). Si es posible, se deberían contrastar las mediciones con y sin la presencia del trabajador en su puesto, sobre todo cuando predominan frecuencias altas.

Si no es posible que el trabajador abandone momentáneamente el puesto, el micrófono se localizará a una distancia aproximada de entre 10 y 40 centímetros del pabellón auditivo externo (canal de entrada al oído) buscando el punto de mayor recepción. Cuando no es posible que el micrófono se sitúe a una distancia menor de 40 cm, se debería utilizar un dosímetro.

Si la situación del trabajador no permite fijar fácilmente la posición del micrófono en la forma recomendada, se colocará éste a una altura de $1,55 \text{ m} \pm 0,075 \text{ m}$ del suelo, si el trabajador está de pie o a $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ del plano del asiento, si trabaja sentado. Es preferible utilizar un trípode para sujetar el instrumento o el micrófono. De no ser así, es preferible mantener el brazo extendido durante la medición.

Para situar el micrófono en la dirección adecuada se deben seguir las instrucciones del fabricante. Como norma general, si el trabajador permanece estático durante el trabajo, el micrófono seguirá la dirección de la vista del trabajador. Al hacer las mediciones se tendrá en cuenta que pequeñas variaciones en la posición del micrófono ocasionan cambios apreciables en los resultados cuando la fuente está muy cerca del micrófono. Se recomienda que el micrófono se mueva en un intervalo de entre 0,1 y 0,5 metros para determinar variaciones locales.

3. SELECCIÓN DE LA JORNADA DE MEDICIÓN

Para efectuar las mediciones se elegirán una o más jornadas que el técnico, sobre la base de la información recibida de la empresa y de los trabajadores, considere características (o representativas) del trabajo habitual. Cuando la exposición al ruido varía sistemáticamente entre diferentes jornadas, en virtud de lo dispuesto en el artículo 5.3, se debería tomar como referencia el periodo semanal en lugar del diario. En estos casos se obtiene el nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,s}$, que está dado por la expresión (1):

$$L_{Aeq,s} = 10 \log \frac{1}{5} \sum_{i=1}^m 10^{L_{Aeq,di}/10} \quad (1)$$

donde «m» es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y $L_{Aeq,di}$ es el nivel de exposición diario equivalente ponderado A correspondiente al día «i».

Aunque, de acuerdo con la norma ISO 1999:1990, para valorar el riesgo de pérdida de audición a largo plazo, debida al ruido, es técnicamente adecuado tomar el valor de $L_{Aeq,d}$ como el valor medio de los diferentes $L_{Aeq,di}$ de las jornadas en las que el individuo está expuesto a ruido, el real decreto, al establecer sus valores de referencia y valores límite, plantea el $L_{Aeq,d}$ como un parámetro en el que la referencia temporal es la jornada de trabajo o como mucho la semana, mediante el $L_{Aeq,s}$. Por este motivo, cuando deba tomarse como referencia el periodo semanal, se elegirá el valor de $L_{Aeq,s}$ más representativo de las condiciones de trabajo, pero si la variabilidad fuera tan grande que existieran diferencias apreciables entre los

valores de $L_{Aeq,s}$ correspondientes a distintas semanas, a los efectos de la adopción de las correspondientes medidas preventivas se tomará como referencia la semana en la que el valor de $L_{Aeq,s}$ sea más elevado (si se puede prever).

La información recabada debería detallar lo concerniente a los factores que puedan influir en el nivel de ruido y a su variación en el tiempo y el espacio. Para ello incluirá las diferentes operaciones que se llevan a cabo durante la jornada, las fuentes de ruido existentes, la distribución del ruido por zonas de trabajo, el trabajo habitual y los episodios de ruido significativos. La información debe posibilitar que el técnico, una vez realizadas las mediciones, sea capaz de reconocer los valores obtenidos al identificar las causas que los motivaron.

4. ESTRATEGIAS DE MEDICIÓN

La necesidad de obtener una exactitud razonable en los resultados de las mediciones hace que éstas deban organizarse de forma distinta según cuales sean las condiciones del trabajo. Así, si el trabajo se realiza en un puesto fijo y sus características son relativamente estables en relación con el ruido generado, la estrategia de medición será distinta de la empleada en el caso en que el trabajador se desplace a distintas ubicaciones y en cada una de ellas se registren niveles de ruido distintos.

En el ya mencionado documento ISO/TC 43/SC 1 N1649, se consideran tres estrategias diferenciadas: las mediciones basadas en la operación o la tarea, las mediciones basadas en el trabajo y las mediciones de jornada completa. La tabla 2 resume las características de los tipos de trabajo a los que se adapta cada estrategia y la aplicabilidad de la misma.

4.1 Mediciones basadas en la operación o la tarea

Se divide en operaciones o tareas la jornada de trabajo. Dentro de cada operación el trabajo que se realiza debe ser similar y el nivel equivalente, $L_{Aeq,T}$ correspondiente debe ser repetible y representativo de ella. Debe conocerse la duración de la operación. Cuando las fuentes de ruido presentes en una operación son de gran intensidad cobra gran importancia la exactitud de ese dato. La duración de la operación puede determinarse contrastando la información de los trabajadores y de los encargados, observando y midiendo la duración y recogiendo información sobre la actividad de las fuentes características de ruido durante la operación. Opcionalmente puede medirse la duración de la operación, por ejemplo tres veces y aceptar la media aritmética como el valor correcto o consultar, a la vista de los resultados, con el trabajador y el encargado.

TABLA 2
Selección de estrategias de medición

CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO			TIPO DE ESTRATEGIA DE MEDICIÓN		
Movilidad del puesto	Complejidad de la tarea	Ejemplo operación	Mediciones basadas en la trabajo	Mediciones basadas en el completa	Mediciones de la jornada
Fijo	Sencilla o una sola operación línea de montaje	Soldar componentes electrónicos en	recomendada	-	-
Fijo	Compleja o con muchas operaciones	Cortar, preparar soldar piezas	recomendada	aplicable	aplicable
Móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas operaciones	Cargar y descargar camiones en puerto descarga	recomendada	aplicable	aplicable
Móvil	Trabajo definido con muchas operaciones o con un patrón de trabajocomplejo	Taller de carpintería Operaciones con sierra, tupí, cepillado, etc.	aplicable	aplicable	aplicable
Móvil	Patrón de trabajo impredecible Conductor de toro	Reparaciones mantenimiento.	-	aplicable	recomendada
Fijo o móvil	Compuesta de muchas operaciones cuyo tiempo de duración es impredecible	Trabajos en taller calderería	-	recomendada	aplicable
Fijo o móvil	Sin operaciones asignadas, trabajo con unos objetivos	Encargado de un taller	-	recomendada	aplicable

El tiempo de medición en cada operación depende de la variación del nivel de ruido. Si la operación dura menos de 5 minutos, se debe medir durante toda la operación. Si la operación dura más, como mínimo debe medirse el $L_{Aeq, t}$ durante 5 minutos.

Cuando el ruido durante la operación es cíclico, la medición debe cubrir al menos tres ciclos enteros y en todo caso un número entero de ciclos. Cuando la duración de tres ciclos es menor de 5 minutos, la duración de la medición debe extenderse por encima de 5 minutos cubriendo un número entero de ciclos.

Si en una operación el ruido fluctúa de forma aleatoria, el tiempo de medición debe ser el suficiente para que el resultado sea representativo del ruido existente durante la operación.

Cuando el ruido es estable la duración de la medición puede ser mucho menor que la de la operación (aunque no se puede establecer un tiempo mínimo de aplicación general, se puede optar por realizar mediciones de, como mínimo, 1 minuto y proceder según se indica en el párrafo siguiente).

Sea cual sea el tipo de ruido, la medición debería repetirse tres veces para cada operación. Si los resultados de una misma operación difieren 3 dB o más, se optará por una de las siguientes acciones:

- Subdividir la operación en otras operaciones y proceder como se ha indicado anteriormente con cada nueva operación.
- Realizar otras tres mediciones como mínimo para la operación en cuestión.
- Realizar una nueva serie de mediciones alargando el tiempo de cada una de ellas hasta que la diferencia sea inferior a 3 dB.

El valor del nivel equivalente de presión sonora para cada operación se calcula con la siguiente expresión:

$$L_{Aeq, T, m} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{L_{Aeq, T, m, n} / 10} \right] \text{db(A)} \quad (2)$$

donde: $L_{Aeq, T, m}$ es el nivel equivalente durante la operación m , $L_{Aeq, T, m, n}$ es el resultado de cada una de las mediciones de dicha operación y N es el número de mediciones.

La contribución de cada operación al nivel equivalente diario es la siguiente:

$$L_{Aeq,d,m} = 10 \log \left[\frac{T_m}{8} 10^{L_{Aeq,T,m}/10} \right] \text{dB(A)} \quad (3)$$

donde $L_{Aeq,T,m}$ es el nivel equivalente durante la operación m y T_m es el valor medio de la duración de dicha operación.

El nivel equivalente diario se puede calcular de dos formas a partir de las operaciones:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{8} 10^{L_{Aeq,T,m}/10} \right] \text{dB(A)} \quad (4)$$

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M 10^{L_{Aeq,d,m}/10} \right] \text{dB(A)} \quad (5)$$

4.2 Mediciones basadas en el muestreo durante el trabajo

En este tipo de estrategia, propuesta en el documento ISO/TC 43/SC 1 N1649, se trata de tomar aleatoriamente muestras durante el desarrollo del trabajo. La estrategia es apropiada cuando la jornada no puede dividirse en operaciones o no está clara dicha división. No es un sistema adecuado cuando hay episodios de ruido muy intensos y de corta duración.

El muestreo puede llevarse a cabo en un grupo homogéneo de exposición (GHE), es decir, un grupo de trabajadores cuya exposición, a la vista de las condiciones de su trabajo, debería ser similar.

De acuerdo con la tabla 3 se selecciona la duración acumulada mínima de las mediciones. A continuación se elige el número de mediciones (como mínimo 5) y se decide la duración de cada muestra. Hay que asegurarse de que las muestras se distribuyen aleatoriamente tanto entre los trabajadores del GHE, como a lo largo de la jornada de trabajo.

Los resultados del análisis de trabajo, el juicio profesional y la viabilidad pueden orientar para la selección de algunas muestras para asegurarse de que se incluyen acontecimientos ruidosos específicos.

TABLA 3
Selección de la duración del muestreo

Número de trabajadores del grupo homogéneo (G)	Duración mínima acumulada de las mediciones (horas)
$G \leq 5$	5
$5 < G \leq 15$	$5 + (G-5)/2$
$15 < G \leq 40$	$10 + (G-15)/4$
$G > 40$	17 o subdividir el grupo

Ejemplo: Se desea medir el nivel de ruido en un grupo de 10 trabajadores que en apariencia sufren similar exposición. Se procede de la siguiente forma:

De acuerdo con la tabla 3 la duración mínima acumulada del muestreo ($G=10$) debe ser de $5+(10-5)/2=7,5$ horas. Se decide realizar 10 muestras por lo que cada una durará 45 minutos. La elección del número de muestras se hace de forma que queden incluidas la variación espacial y temporal del ruido, así como el número de trabajadores.

Se seleccionan cinco de los diez trabajadores, por ejemplo los que se muestren más colaboradores. En la selección del número, intervendrán también factores como la posibilidad de controlar las muestras, el número de dosímetros disponibles, etc.

Se divide la jornada en periodos de 45 minutos (por ejemplo: de 8 a 8,45; de 8,45 a 9,30, etc.). Cuando se producen episodios aislados de ruido, especialmente alto, se designan de entrada los periodos de 45 minutos que los contienen.

El cálculo del nivel equivalente, durante la exposición de la jornada, asignable a los trabajadores del GHE, es:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{L_{Aeq,T,n}/10} \right] \text{dB(A)} \quad (6)$$

Donde $L_{Aeq,T,n}$ es el nivel equivalente obtenido de la muestra n y N es el número de muestras tomadas.

Por último, el nivel equivalente diario de los trabajadores del GHE es:

$$L_{Aeq,Td} = L_{Aeq,s,T} + 10 \log \left[\frac{T}{8} \right] \text{dB(A)} \quad (7)$$

Donde T es el tiempo de exposición durante la jornada.

4.3 Mediciones de la jornada completa

Este tipo de medición supone cubrir la totalidad del tiempo de trabajo de la jornada, incluyendo tanto los periodos más ruidosos como los más tranquilos. Lo más práctico es, en estos casos, utilizar dosímetros personales. Cuando no es posible que las mediciones se extiendan a la totalidad de la jornada, deben cubrir lo máximo posible e incluir los periodos más significativos de ruido.

Ya que el valor que se obtiene es la media de lo que ha ocurrido, al emplear periodos prolongados y utilizar dosímetros personales, este tipo de medición tiene el riesgo de incluir contribuciones falsas. La forma de contrarrestar este riesgo es disponer de buena información sobre lo que ha ocurrido durante la medición mediante la observación, la realización de mediciones prospectivas, interrogando a los trabajadores sobre las actividades realizadas y los lugares donde ha permanecido o valorando la exposición alternativamente sobre trabajadores seleccionados.

También proporciona buena información la utilización de dosímetros personales que proporcionen el historial de la exposición (por ejemplo: evolución temporal del nivel de presión sonora).

Inicialmente se realizan mediciones sobre tres jornadas completas, tomadas sobre grupos homogéneos de exposición (GHE). La media de las tres jornadas se toma como el $L_{Aeq,d}$. Si los resultados difieren 3 dB o más, se deberá medir sobre una jornada adicional.

5. INCERTIDUMBRE DE LOS RESULTADOS

La incertidumbre asociada a una serie de mediciones tiene orígenes diversos, entre los que destacan los siguientes:

- Incertidumbre debida a la posición del micrófono, tipo de instrumentación y calibración.
- Incertidumbre debida a las variaciones en el trabajo diario (variación del nivel de ruido y variación del tiempo de exposición).
- Errores debidos a falsas contribuciones que pueden falsear los resultados (viento, golpes al micrófono, etc.).
- Errores en el análisis previo de las condiciones de trabajo.
- Contribuciones de fuentes de ruido ajenas al trabajo (voz humana, música, señales de alarma, etc.).

Algunos de los factores mencionados, como la acción del viento o los golpes en el micrófono (errores), deben detectarse y controlarse. Otros tienen carácter aleatorio y su importancia queda reflejada en el cálculo de su contribución a la incertidumbre global (U) que veremos a continuación para cada una de las estrategias de medición

consideradas. Finalmente, las contribuciones de fuentes de ruido ajenas al propio trabajo pueden suponer un incremento del valor final medido y su inclusión o no es decisión del técnico en cada caso.

El tipo y el estado de los instrumentos de medición, la forma de trabajar del técnico encargado de las mediciones y la calidad de la información que recibe respecto a las condiciones de exposición al ruido en el puesto de trabajo determinan la fiabilidad de los resultados.

La incertidumbre combinada (U), asociada a los resultados de la medición, se obtiene como suma de las contribuciones de las diferentes fuentes de incertidumbre:

$$U^2 = \sum_j c_j^2 u_j^2 \quad (8)$$

Donde:

$u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo de la operación m .

$u_{1b,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración de la operación m .

$u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar debida al instrumento de medición usado para la operación m , dado por la tabla 4.

$u_{3,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la imperfecta selección de la posición del micrófono en la operación m . (tabla 5).

Donde: U es la incertidumbre combinada, u_j es la incertidumbre estándar de la fuente de incertidumbre correspondiente (por ejemplo: el tipo de instrumento, la posición del micrófono, etc.) y c_j es el coeficiente de sensibilidad de esa fuente de incertidumbre, que pondera la importancia con que participa u_j en la incertidumbre combinada. Matemáticamente, c_j es la derivada parcial de la función con respecto a la variable en cuestión (por ejemplo, derivada parcial del $L_{Aeq,d}$ respecto al tiempo).

La incertidumbre combinada es la estimación de la variancia esperada de los resultados de las mediciones efectuadas. Ello implica que el intervalo de confianza de $L_{Aeq,d}$ sea $[L_{Aeq,d} - \alpha U, L_{Aeq,d} + \alpha U]$, el coeficiente α adopta el valor correspondiente a la ley normal para el nivel de confianza deseado.

5.1 Determinación de la incertidumbre asociada a la medición basada en las operaciones

El nivel equivalente diario de presión sonora ($L_{Aeq,d}$) se obtiene a partir de las operaciones que se realizan en el puesto de trabajo mediante la expresión (5):

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M 10^{L_{Aeq,d,m}/10} \right] \text{dB(A)} \quad (9)$$

donde $L_{Aeq,d,m}$ es la contribución de la operación m al nivel equivalente diario.

La incertidumbre combinada se calcula a partir de las diferentes contribuciones de incertidumbre, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$U^2 = \left\{ \sum_m C_{a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_{3,m}^2) + \left[\frac{4,34C_{a,m}}{T_m} \right]^2 U_{1b,m}^2 \right\} \quad (10)$$

T_m es el valor medio de los valores obtenidos del tiempo de duración de la operación m. $C_{a,m}$ es el coeficiente de sensibilidad correspondiente a la operación m, cuyo valor viene dado por la expresión:

$$C_{a,m}^2 = \frac{T_m}{8} 10^{\frac{L_{Aeq,Tm} - L_{Aeq,d}}{10}} \quad (11)$$

TABLA 4
Incertidumbre estándar de los instrumentos de medida (*)

Tipo de instrumento	Incertidumbre estándar (u_2) en dB
Sonómetro de clase 1 (según IEC 61672-1)	0,5
Dosímetro personal (según IEC 61252)	1,0
Sonómetro de clase 2 (según IEC 61672-1)	1,0

(*) Sólo válido para el $L_{Aeq,T}$. El valor de u_2 para L_{pico} puede ser considerablemente más alto.

El cálculo de $u_{1a,m}$ se realiza con la expresión:

$$u_{1a,m} = \frac{S_{L_{Aeq,T,m}}}{\sqrt{N}} \quad (12)$$

donde $S_{L_{Aeq,T,m}}$ es la desviación estándar del conjunto de valores medidos de $L_{Aeq,T}$ en la operación m y N es el número de muestras que se han tomado:

$$S_{L_{Aeq,T,m}} = \sqrt{\frac{1}{N} \left[\sum_{n=1}^N (L_{Aeq,T,mn} - \overline{L_{Aeq,T,m}})^2 \right]} \quad (13)$$

La incertidumbre estándar de la duración de la operación, $U_{1b,m}$, se calcula mediante la expresión:

$$u_{1b,m} = \frac{S_{T,m}}{\sqrt{N}} \quad (14)$$

Donde $S_{T,m}$ es la desviación estándar del conjunto de valores medidos de T en la operación m y N es el número de veces que se ha medido el tiempo de duración de la operación m:

$$S_{T,m} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{n=1}^N (T_{n,m} - \overline{T_m})^2 \right]} \quad (15)$$

La incertidumbre estándar debida a la imperfecta selección de la posición del micrófono $u_{3,m}$ se obtiene de la tabla 5.

TABLA 5
Incertidumbre estándar u_3 debida a la posición del micrófono

Características de la medición	Incertidumbre estándar u_3 en dB	
	El trabajador se halla campo reverberante(*)	El trabajador recibe mayoritariamente sonido directamente de la fuente
Medición con el trabajador ausente	0,3	0,5
Medición con dosímetro personal o el trabajador	0,9	1,5

El sonido se compone fundamentalmente de las ondas reflejadas en paredes, techos, etc. El trabajador se halla a una cierta distancia de las fuentes sonoras y el sonido directo pierde importancia frente al reflejado.

5.2 Determinación de la incertidumbre asociada a la medición basada en el muestreo durante el trabajo

La expresión general para obtener el $L_{Aeq,d}$ del puesto de trabajo a partir del trabajo es la expresión (7):

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{T}{8} \right] \text{dB(A)} \quad (16)$$

Donde $L_{Aeq,T}$ viene dado por la expresión (6).

La incertidumbre combinada U se calcula con la expresión

$$U^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 \quad (17)$$

La contribución a la incertidumbre del muestreo durante el trabajo se obtiene de la tabla 6 en función del número de muestras N y de la incertidumbre estándar ($\mu 1$) de las muestras, que se calcula a partir de la expresión:

$$\mu 1 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{n=1}^N (L_{Aeq, T, n} - \overline{L_{Aeq, T}})^2 \right]} \quad (18)$$

Los valores de u_2 y u_3 se obtienen de las tablas 4 y 5, respectivamente.

TABLA 6
Contribución $c1u1$ del muestreo durante el trabajo

Incertidumbre estándar de los valores medidos de LAeq,T,n (u1)												
N	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5,	5,5	6
5	0,3	0,7	1,2	1,7	2,4	3,3	4,4	5,6	6,9	8,5	10,	12,1
6	0,3	0,6	0,9	1,4	1,9	2,6	3,3	4,2	5,2	6,3	7,6	8,9
7	0,2	0,5	0,8	1,2	1,6	2,2	2,8	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2
8	0,2	0,5	0,7	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,6	4,4	5,2	6,1
9	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,6	3,2	3,9	4,6	5,4
10	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5	4,1	4,8
12	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,5	2,9	3,5	4,0
14	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5
16	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,2
18	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9
20	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6
25	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3
30	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0

5.3 Determinación de la incertidumbre asociada a la medición basada en las mediciones de jornada completa

Cuando la estrategia de la medición realizada para hallar el $L_{Aeq,d}$ del puesto de trabajo se basa en la medición de más de una jornada durante la mayor parte del tiempo, la incertidumbre combinada se determina como en el caso de la división del trabajo en operaciones, tomando el día

completo como una sola operación. Como el tiempo de exposición estimado es un valor fijo y afianzado (por ejemplo, 8 horas) la incertidumbre correspondiente a ese dato ($u1b$) es nula.

6. EJEMPLOS DE CÁLCULO

(extraídos de documento ISO/TC 43/SC 1 N1649 que revisa la ISO 9612:1997)

Ejemplo 1

Cálculo del $L_{Aeq,d}$ de un puesto de trabajo basado en mediciones durante las operaciones realizadas

Los soldadores de un taller mecánico realizan las siguientes operaciones en una jornada de trabajo de 8 horas:

- Planificar y preparar el trabajo antes y después del almuerzo.
- Cortar, amolar y soldar piezas de plancha de hierro.

Todos los soldadores hacen el mismo trabajo por lo que se puede considerar un Grupo Homogéneo de Exposición (GHE).

De acuerdo con la información del encargado del taller y de los trabajadores, el tiempo empleado cada día en cortar está entre una y dos horas, y entre cuatro y seis horas en soldar. El resto de la jornada es tiempo de preparación del trabajo y almuerzo.

De esa información se deduce que la distribución de una jornada tipo es la siguiente:

Operación	Duración en horas
Planificación del trabajo y descanso	1,5
Cortar y amolar	1,5
Soldar	5
Total	8

donde se ha tomado como tiempo de las operaciones la media de los tiempos según la información de trabajadores y encargado de taller.

Se comprueba que durante el almuerzo y la planificación de los trabajos el nivel de ruido es bajo ($L_{Aeq,T,m} < 70$ dB(A)).

Se realizan tres mediciones durante la operación de soldar y otras tres durante el corte y amolado. De la observación y utilización de mediciones prospectivas se decide que el tiempo mínimo de duración de cada medición debería ser de 7 minutos para la operación de corte y amolado y de 4 minutos para la soldadura. De acuerdo con lo que se ha dicho anteriormente, la medición debe durar como mínimo 5 minutos por lo que las mediciones de la operación de soldadura se realizarán con esa duración. Los resultados son los que se muestran:

Operación	$L_{Aeq,T,m1}$	$L_{Aeq,T,m2}$	$L_{Aeq,T,m3}$	Máxima diferencia entre valores
Cortar y amolar	86,5	92,4	89,3	3,1
Soldar	80,1	82,2	79,6	2,6

Los valores obtenidos durante la operación de cortar y amolar difieren entre ellos más de 3 dB por lo que se necesita realizar tres mediciones más.

Operación	$L_{Aeq,T,m1}$	$L_{Aeq,T,m2}$	$L_{Aeq,T,m3}$	$L_{Aeq,T,m4}$	$L_{Aeq,T,m5}$	$L_{Aeq,T,m6}$
Cortar y amolar	86,5	92,4	89,3	93,2	87,8	86,2
Soldar	80,1	82,2	79,6	-	-	-

De acuerdo con la expresión (2):

$$L_{Aeq,T-soldar} = 10 \log \left[\frac{1}{3} (10^{0,1 \cdot 80,1} + 10^{0,1 \cdot 82,2} + 10^{0,1 \cdot 79,26}) \right] = 80,8 \text{ dB(A)}$$

y

$$L_{Aeq,T-cortar y amolar} = 10 \log \left[\frac{1}{6} (10^{0,1 \cdot 86,5} + 10^{0,1 \cdot 92,4} + 10^{0,1 \cdot 89,3} + 10^{0,1 \cdot 93,2} + 10^{0,1 \cdot 87,8} + 10^{0,1 \cdot 86,2}) \right] = 90,1 \text{ dB(A)}$$

La contribución al nivel equivalente diario de cada operación es según la expresión (3):

$$L_{Aeq,d \text{ planificac. y alm.}} = 70 + 10 \log \left[\frac{1,5}{8} \right] = 62,7 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d \text{ soldar}} = 80,8 + 10 \log \left[\frac{5}{8} \right] = 78,8 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d \text{ - cortar y amolar.}} = 90,1 + 10 \log \left[\frac{1,5}{8} \right] = 82,8 \text{ dB(A)}$$

El $L_{Aeq,d}$ de la jornada se obtiene de la expresión (5):

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[(10^{0,1 \cdot 62,7} + 10^{0,1 \cdot 78,8} + 10^{0,1 \cdot 82,8}) \right] = 84,3 \text{ dB(A)}$$

Redondeando los decimales al entero más próximo, el nivel equivalente diario de la jornada es $L_{Aeq,d} = 84 \text{ dB(A)}$.

Cálculo de la incertidumbre

La incertidumbre estándar debida al muestreo para las diferentes operaciones se obtiene de la expresión (12):

$$u_{1,a-soldar} = \sqrt{\frac{1}{2 \times 3} \left[(1,6)^2 + (-0,5)^2 + (-1)^2 \right]} = 0,8 \text{ dB}$$

y de la misma forma

$$u_{1,a-cortar \text{ y } amolar} = 1,5 \text{ dB}$$

Por otra parte, se asume que

$$u_{1,a-planificac. \text{ y } alm.} = 0 \text{ dB}$$

La incertidumbre estándar de la duración de la operación de acuerdo con la expresión (14):

$$u_{b-soldar} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[(1)^2 + (-1)^2 \right]} = 1 \text{ hora}$$

y de la misma forma:

$$u_{b-cortar \text{ y } amolar} = 0,5 \text{ horas}$$

Se ha utilizado un dosímetro personal por lo que la incertidumbre estándar por el tipo de instrumento es, según la tabla 4:

$$u_{2,m} = 1,0 \text{ dB}$$

Como el trabajador está expuesto a sonido que proviene directamente de las fuentes de ruido, la incertidumbre debida a la posición del micrófono es, según la tabla 5:

$$u_{3,m} = 1,5 \text{ dB}$$

Los coeficientes de sensibilidad, para ambas operaciones, se calculan según la expresión (11):

$$C_{a-soldar} = \frac{5}{8} 10^{\frac{80,8-84,3}{10}} = 0,28 \quad \text{y} \quad C_{a-cortar \text{ y } amolar} = 0,71$$

Con estos datos la incertidumbre combinada es, según (10):

$$U^2(L_{Aeq,d}) = 0,28^2 (0,8^2 + 1,0^2 + 1,5^2) + 0,71^2 (1,5^2 + 1^2 + 1,5^2) + (0,24 \cdot 1,0)^2 + (2,1 \cdot 0,5)^2 = 4,2$$

Siendo $U = 2,1 \text{ dB}$

La conclusión es que los soldadores que trabajan en el taller mecánico sufren una exposición a ruido en la que el valor del nivel equivalente diario más probable es $L_{Aeq,d} = 84 \text{ dB(A)}$ con un intervalo debido a la incertidumbre entre $81,9 \text{ dB(A)}$ y $86,1 \text{ dB(A)}$ (nivel de confianza del 84%).

De acuerdo con el Anexo II del Real Decreto 286/2006 se debería asumir que el puesto de soldador supera el nivel superior de exposición o bien disminuir la incertidumbre (aumentando el número de mediciones y/o aumentando el tiempo de duración de las mismas).

Nota adicional a la conclusión:

Como se puede deducir del método que el correspondiente documento ISO emplea para calcular la incertidumbre, es sumamente difícil que ésta sea inferior a 1 dB y relativamente frecuente que alcance 2 dB, por lo que, cuando el valor hallado del $L_{Aeq,d}$ sea inferior pero próximo a un nivel de referencia, se puede optar directamente por asumir su vulneración (de acuerdo con la filosofía implícita en el Anexo II) o bien demostrar mediante el cálculo que la incertidumbre es menor.

Ejemplo 2

Cálculo del $L_{Aeq,d}$ de un puesto de trabajo basado en el muestreo durante el trabajo realizado en la jornada

Se trata de una nave en la que funcionan varias líneas de producción automáticas sin diferencias técnicas apreciables entre ellas. Los trabajadores de la planta realizan el control del funcionamiento de las líneas de producción e intervienen en caso de interrupción del funcionamiento de las mismas.

El trabajo supone distintas operaciones como suministro de material, control de funcionamiento, transporte de productos, ajustes, etc. pero no es posible establecer claramente la separación entre ellas porque las condiciones de ruido son similares y la duración de las mismas durante la jornada no se puede determinar.

Se considera que los trabajadores de la planta, 18 en total, forman un grupo de exposición homogénea (GHE), de acuerdo con la definición hecha anteriormente.

De la tabla 3 se extrae el tiempo total de muestreo necesario para un GHE de 18 de trabajadores, que es de 10,75 horas. Se requiere un mínimo de 5 muestras de igual duración para la aplicación de este método y se dispone de dos dosímetros personales. Se decide tomar seis muestras de 2 horas.

Los trabajadores se distribuyen en turno de mañana (de 5 a 13 horas) y de tarde (de 13 a 21 horas).

Las muestras se distribuyen de la siguiente forma:

1º día. Durante el turno de mañana dos muestras sobre dos trabajadores diferentes (aproximadamente de 10 a 12).

2º día. Durante el turno de mañana dos muestras sobre dos trabajadores diferentes (aproximadamente de 8 a 10)

2º día. Durante el turno de tarde dos muestras sobre dos trabajadores diferentes (aproximadamente de 14 a 16 y de 18 a 20)

Los resultados son:

$$L_{Aeq,T,n} = 88,1; 86,1; 89,7; 86,5; 91,1; 86,7$$

De acuerdo con (6) el nivel equivalente durante la exposición es:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{L_{Aeq,T,n}/10} \right] = 88,4 \text{ dB(A)}$$

Teniendo en cuenta que descansan media hora por turno en una zona sin ruido, tal como se indica en (7):

$$L_{Aeq,d} = 88,4 + 10 \log \left[\frac{7,30}{8} \right] = 88,1 \text{ dB(A)}$$

El nivel equivalente diario es de 88 dB(A)

Cálculo de la incertidumbre

Aplicando la expresión (18) la incertidumbre estándar del muestreo es $u_1=2,0$ dB, por lo que la contribución del muestreo (c_1u_1) a la incertidumbre global, obtenido de la tabla 6 es:

$$c_1u_1=1,4 \text{ dB}$$

Ya que se han utilizado dosímetros personales y los trabajadores están expuestos en campo reverberante, se obtiene de las tablas 4 y 5:

$$u_2=1,0 \text{ dB y } u_3=0,9 \text{ dB}$$

Para hallar la incertidumbre combinada se aplica (17):

$$U_2=1,4^2+1,0^2+0,9^2=3,77 \text{ y } U= 1,94 \text{ dB}$$

El valor más probable del nivel equivalente diario de los 18 trabajadores de la planta es de 88 dB(A) con un intervalo de confianza entre 86,1 y 89,9 dB(A). Con gran probabilidad el $L_{Aeq,d}$ en el puesto de trabajo es superior a 87 dB(A) por lo que se concluye que se supera el valor superior de exposición y, si se utilizan protectores auditivos, podrá tenerse en cuenta la atenuación (ver apartado 8 de este Apéndice), para la comparación con el valor límite de exposición que en ningún caso debe superarse.

Ejemplo 3

Cálculo del $L_{Aeq,d}$ de un puesto de trabajo basado en mediciones de jornada completa

Se desea hallar el nivel equivalente diario de los trabajadores de una empresa dedicada a la fabricación de cable, que manejan carretillas elevadoras transportando materias primas y productos acabados entre naves de producción, almacén y expediciones. El trabajo varía según las instrucciones del encargado. Los vehículos circulan vacíos, a media carga o llenos por diferentes tipos de pavimento y disponen de alarma acústica de marcha atrás. Los operarios, a veces, dejan los toros para ayudar en la carga y descarga del material.

Hay tres trabajadores que manejan las carretillas elevadoras y trabajan 10 horas al día.

Los tres descansos, que se realizan en lugares apropiados sin ruido, duran en total 45 minutos, por lo que el tiempo efectivo de exposición al ruido es de 9 horas y 15 minutos por jornada. Se puede considerar a los tres trabajadores como grupo homogéneo de exposición.

Dado que el patrón de trabajo es complejo e impredecible es adecuado emplear la estrategia de medición de jornadas completas.

Las mediciones se realizan con dosímetros personales que funcionan durante el turno, que son puestos en "pausa" por el técnico durante los descansos. Como se necesita un tiempo determinado para colocar los dosímetros al principio del turno, quitarlos al final del turno y dar las instrucciones adecuadas a los trabajadores, el periodo de medición es inferior a 9 horas y 15 minutos que dura el trabajo efectivo pero se considera suficiente (más de 8 horas).

Los trabajadores son informados sobre la finalidad del dosímetro y se les pide que eviten el contacto de cualquier objeto con el micrófono y proferir gritos durante la medición. Al final del turno, al retirar los dosímetros, el técnico interroga a los trabajadores sobre el trabajo realizado y las posibles incidencias que pudieran alterar los resultados.

Se realizan tres mediciones de jornada completa cada una sobre uno de los trabajadores. Al diferir los resultados más de tres decibelios se realizan otras tres. Los resultados son los siguientes:

Trabajador	día	$L_{Aeq,T,n}$
1	1	88,0
2	1	91,9
3	1	87,6
1	2	90,4
2	2	89,0
3	2	88,4

El nivel equivalente asignable a los trabajadores se calcula según (6):

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{L_{Aeq,T,n}/10} \right] = 89,5 \text{ dB(A)}$$

Teniendo en cuenta que el tiempo de exposición diario es de 9,25 horas, el nivel equivalente diario será según (7):

$$L_{Aeq,d} = 89,5 + 10 \log \left[\frac{9,25}{8} \right] = 90,1 \text{ dB(A)}$$

Es decir: $L_{Aeq,d} = 90 \text{ dB(A)}$

Cálculo de la incertidumbre

La incertidumbre del resultado se calcula tratando la jornada completa como una única operación mediante la expresión (10).

La incertidumbre debida al muestreo u_{1a} es, según (12)

$$U_{1a} = \sqrt{\frac{1}{6 \times (5)} \left[(1,2^2 + (-2,7)^2 + 1,6^2 + (-1,2)^2 + 0,2^2 + 0,8^2) \right]} = 0,67 \text{ dB}$$

La incertidumbre debida al instrumento de medición ($u_2 = 1,0 \text{ dB}$) y la posición del micrófono ($u_3 = 0,9 \text{ dB}$) se extraen de las tablas 4 y 5.

El coeficiente de sensibilidad $c_{a,m}$ viene dado por la expresión (11):

$$C_{a,m} = \frac{9,2}{8} 10^{\frac{89,5-90,1}{10}} = 1,00$$

Debido a que hay una sola operación el tiempo que dura se conoce con suficiente precisión por lo que se considera nula la incertidumbre debida a la duración de la tarea $u_{1b,m} = 0$

La incertidumbre combinada es según (10):

$$U = \sqrt{1^2 + (0,67^2 + 1^2 + 0,9^2) + (0,44 \times 0)} = 1,5 \text{ dB}$$

El valor más probable del nivel equivalente diario correspondiente a los operarios de las carretillas elevadoras es $L_{Aeq,d} = 90 \text{ dB(A)}$.

El intervalo de confianza donde se encuentra el verdadero valor del $L_{Aeq,d}$ se sitúa entre 88,6 dB(A) y 91,6 dB(A). Se concluye que se supera el valor superior de exposición y, si se utilizan protectores auditivos, podrá tenerse en cuenta la atenuación (ver apartado 8 de este Apéndice), para la comparación con el valor límite de exposición (87 dB(A)) que en ningún caso debe superarse.

7. RUIDO DE IMPULSO O IMPACTO

Se considera que un ruido es de impulso cuando el nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo (su duración es del orden de microsegundos), y los sucesivos impactos están separados entre sí más de un segundo. Aunque el ruido impulsivo pueda ser predominante en un taller de prensas, pueden existir impulsos aislados de nivel apreciable en la mayoría de procesos industriales por lo que se debe tener constancia, por medición, del nivel de pico, L_{pico} .

Para la medición de los niveles de pico se utilizarán sonómetros, sonómetros integradores o dosímetros durante un tiempo determinado de la exposición que, en la medida en la que sean previsible, debe incluir los instantes en los que se produzcan impactos. El instrumento de medición debe disponer de la capacidad de medir el nivel de presión máximo (nivel de pico) tal como se indica en el anexo 3 del Real Decreto 286/2006, indicando el valor medido y no sólo la superación de un valor predeterminado del nivel de pico. Al realizar las mediciones se pueden medir varios impulsos y observar la repetitividad de los valores. Si los valores son semejantes o se puede prever la aparición de los más altos, se anotará el valor máximo (normalmente lo indicará el instrumento de medición). Si son claramente diferentes y varían de forma aleatoria, se puede estimar estadísticamente la probabilidad de que se superen los valores de exposición o el valor límite.

De acuerdo con el sistema de valoración que propone la norma ISO 1999:1997, fundamento técnico de la Directiva 2003/10/CE y por lo tanto del real decreto, cuando existan impulsos debe procederse a la medición mediante un sonómetro integrador o dosímetro y obtener el $L_{Aeq,d}$ (o $L_{Aeq,s}$) con la estrategia adecuada según se ha visto anteriormente, y el valor de pico L_{pico} , aceptándose que las variaciones de presión que suponen los impulsos computarán en parte en el valor del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$ y, por lo tanto, en el del nivel de exposición diario equivalente ponderado A $L_{Aeq,d}$ (o $L_{Aeq,s}$).

En el caso de la medición del nivel de presión máxima (nivel de pico) se utilizará la escala C (filtro de ponderación de frecuencias C), que corresponde a una escala lineal entre 20 y 20.000 Hz. El empleo de esta escala ha permitido resolver un problema de falta de definición en la determinación del valor de pico debida a que la expresión "pico no ponderado" no especifica el límite inferior del intervalo de frecuencias que se considera, por lo que instrumentos con diferentes límites inferiores de sensibilidad podrían dar valores diferentes para un mismo ruido, si bien es previsible que debido a las características de la escala de ponderación C, los valores obtenidos con ella serán menores que los correspondientes a la escala lineal.

La duración de las mediciones, si no abarca la totalidad de la exposición, la debe decidir el técnico en cada caso, teniendo en cuenta, además de las observaciones realizadas en párrafos anteriores, la cadencia de aparición y la fluctuación del nivel de los impulsos.

Cuanto más frecuentes y más parecidos sean, menor debe ser el tiempo necesario para obtener una muestra representativa de ellos. La aleatoriedad en su aparición y la diversidad de valores obligará a realizar mediciones de larga duración, no sólo para determinar con cierta seguridad el valor más alto de presión instantánea (L_{pico}) sino también para afianzar el valor de la media ($L_{Aeq,T}$).

8. COMPARACIÓN CON LOS VALORES LÍMITE. UTILIZACIÓN DE PROTECTORES AUDITIVOS

De acuerdo con el real decreto, el uso de los protectores auditivos es obligatorio mientras se desarrolle el Programa de medidas técnicas y organizativas que a su vez es preceptivo (Art. 4) cuando la exposición del trabajador excede de los valores superiores de exposición.

Dicho programa no debe concluir hasta que la exposición sea menor que los valores superiores de exposición (en este caso, el valor es ambiental).

El real decreto permite tener en cuenta la atenuación de los protectores auditivos al comparar los valores de $L_{Aeq,d}$ y L_{pico} , del puesto de trabajo, con los valores límite. Así pues lo que se compara con los valores límite no son los niveles de ruido ambientales sino los existentes en el oído.

El real decreto, en su Anexo II, indica que se debe tener en cuenta la incertidumbre asociada a la atenuación del protector auditivo, pero la existencia de condicionantes durante el uso del protector auditivo que, en la práctica, pueden reducir la atenuación teóricamente esperable, crea un problema actualmente no resuelto a no ser que se mida el nivel de ruido en el oído mediante instrumentación y metodología específica.

La atenuación que teóricamente ofrece el protector auditivo (información del fabricante) puede verse reducida, entre otros factores, por:

1. El tiempo real de uso respecto al de exposición.
2. La correcta utilización, teniendo en cuenta factores como la colocación, limpieza, adaptación, desgaste, etc.

Para el cálculo de la atenuación teórica de los protectores auditivos se utilizan las metodologías que se indican en el Apéndice 4, donde se muestra el efecto del tiempo de utilización del protector sobre la atenuación real.

La dependencia exponencial de la atenuación efectiva respecto al tiempo de uso del protector hace que se reduzca drásticamente su valor cuando el EPI no se utiliza durante el tiempo total de la exposición (ver la tabla 9 del Apéndice 4).

La obtención de ese dato se lleva a cabo restando la atenuación del protector del nivel de ruido medido:

$$L_{Aeq,d} \text{ (supuesto en el oído) } = L_{Aeq,d} - A \text{ dB(A)}$$

$$L_{pico} \text{ (supuesto en el oído) } = L_{pico} - A \text{ dB(A)}$$

O bien, teniendo en cuenta la incertidumbre combinada (u) asociada al valor medido:

$$L_{Aeq,d} \text{ (supuesto en el oído) } = L_{Aeq,d} + U - A \text{ dB(A)}$$

$$L_{pico} \text{ (supuesto en el oído) } = L_{pico} + U - A \text{ dB(A)}$$

Donde $L_{Aeq,d}$ (supuesto en el oído) o L_{pico} (supuesto en el oído) es el valor a comparar con el valor límite y A es la atenuación calculada a partir de datos del fabricante (ver Apéndice 4).

Para disponer de un valor aproximado de la verdadera protección que ofrecen tapones u orejeras, se recomienda reducir con un determinado factor la atenuación obtenida a través de datos del laboratorio. Así por ejemplo, en Estados Unidos, la OSHA (Occupational Safety & Health Administration), y en Canadá el Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité au Travail, recomiendan aplicar un coeficiente reductor de 50 %. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health, EEUU) recomienda restar al valor calculado de atenuación, el 25% si se trata de orejeras, el 50% si se trata de tapones moldeables y el 70% en otros tapones. Ambos criterios son aplicables al valor NRR (Noise Reduction Rate), un indicador de la atenuación indicado por el fabricante, parecido al europeo SNR.

En Gran Bretaña, el HSE (Health and Safety Executive) recomienda reducir la atenuación del protector en 4 dB por factores limitadores que aparecen en la práctica. Esta reducción es aplicable sea cual sea el método de cálculo empleado para obtener la atenuación pero no cuando se trata de ruido de impacto. El cálculo del nivel supuesto en el oído, teniendo en cuenta la reducción empleada, es el siguiente:

$$L_{Aeq,d} \text{ (supuesto en el oído) } = L_{Aeq,d} + U - A + 4 \text{ dB(A)}$$

Tanto el tiempo de utilización del protector como los factores mencionados en 2, están condicionados por la motivación del trabajador al respecto por lo que es conveniente organizar un sistema para la implantación del uso de los protectores auditivos que incluya:

- la información necesaria para los trabajadores que deban utilizar los protectores auditivos (incluyendo los riesgos de los que protegen y su magnitud, así como de las consecuencias del uso inadecuado o incompleto);
- el entrenamiento en la utilización;
- la comprobación periódica, por parte de la empresa, de
- la utilización efectiva por los trabajadores, de los protectores auditivos.

Este tipo de control es necesario para reducir el riesgo de sobreexposiciones al utilizar protectores auditivos cuya atenuación real haya sido inadvertidamente sobrevalorada y cumplir con lo dispuesto en el artículo 7.2.

Dicho riesgo, que es relativamente pequeño cuando los niveles de ruido en el puesto de trabajo son solo ligeramente superiores a los valores límite (por ejemplo, cuando sólo se precisa $A \leq 5$ dB), cobra importancia cuando los niveles de ruido son muy elevados (p.e. $L_{Aeq,d} \geq 100$ dB(A), donde la atenuación que, en el uso real procura el protector auditivo, puede resultar insuficiente.

Respecto a la utilización conjunta de dos protectores auditivos (orejeras + tapones), debe tenerse en cuenta que la atenuación global no es la suma de las individuales sino de 5 a 10 dB más que la individual, como demuestra un estudio específico encargado en Francia por el INRS (l'Institut National de Recherche et de Sécurité).

9. BIBLIOGRAFÍA

-
- ISO 9612:1997 *Acoustics. Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment*. (Norma en revisión).
- SO/TC 43/SC 1 N1649 ISO/CD 9612. *Acoustics. Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment*. (documento provisional de revisión de ISO 9612:1997).
- BIMP, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML. *Guide to the expression of uncertainty in measurement*, International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland, (1993).
- NORDTEST METHOD NT Accou 114 y 115 (2005). *Measurements of occupational noise exposure of workers*.
- AFNOR. NF S31-084 Octobre 2002 *Acoustique - Méthode de mesurage des niveaux d'exposition au bruit en milieu de travail*.
- Grzebyk, Michel; Thiéry, Léon. *Confidence Intervals for the Mean of Sound Exposure Levels*. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 64, 640-645 (2003).
- Thiéry, Léon. *Relationships between noise sampling design and uncertainties in occupational noise exposure measurement*. Noise Control Eng. J., 55, 5-11 (2007).

APÉNDICE 6

EXPOSICIÓN COMBINADA A RUIDO Y A AGENTES OTOTÓXICOS

La exposición a ruido en el puesto de trabajo, pese a ser la principal causa de daño auditivo de origen laboral, no es la única. En concreto, la exposición a determinadas sustancias químicas, denominadas "ototóxicas", puede fragilizar el oído interno produciendo una mayor susceptibilidad del trabajador al ruido ambiental. Así pues, una exposición al ruido a la que se le suma la exposición a ototóxicos (fármacos, agentes químicos) debe suponer una mayor atención y un replanteo de las medidas preventivas, independientemente del nivel de exposición real (tanto a ruido como a agentes químicos) ya que los límites de exposición profesional no tienen en cuenta ni la mayor susceptibilidad ni los efectos de una co-exposición.

1. SUSTANCIAS OTOTÓXICAS

La ototoxicidad de una sustancia puede manifestarse como pérdida de audición o como daño vestibular evidenciado por vértigo, ataxia o alteraciones del equilibrio. El origen de la exposición a sustancias ototóxicas puede ser tanto de origen laboral (por ejemplo, exposición a determinados disolventes) como extralaboral (por ejemplo, tratamiento con fármacos con propiedades ototóxicas) y su acción puede provocar daños permanentes o temporales sobre la cóclea, dando lugar a una fragilización del oído interno, o a nivel retrococlear, actuando de forma sinérgica o potenciando los efectos del ruido. En las siguientes tablas se ofrece, a modo orientativo, un listado no exhaustivo de los agentes que han sido relacionados de forma plausible con el desarrollo de ototoxicidad en distintos estudios científicos y su lugar de acción. La primera (tabla 1) corresponde a agentes que pueden encontrarse en el ámbito industrial y la segunda (tabla 2) a diversos fármacos, alguno de los cuales no están comercializados en nuestro país.

TABLA 1
Agentes ototóxicos con posible presencia en entornos industriales

Familia de compuestos	Agente	Afección sobre
Disolventes orgánicos	Tolueno	Córtes y cóclea
	Xileno	
	Estireno	
	Tricloroetileno	
Metales	Mercurio	Nervio auditivo
	Manganeso	
	Plomo	
	Arsénico	
Gases	Monóxido de carbono	Nervio auditivo
	Cianuro de hidrógeno	
Sales	Cianuros	Córtex

TABLA 2
Fármacos con efectos ototóxicos*

Familia	Fármaco	Afección sobre
Antibióticos aminoglucósidos	Estreptomina	Cóclea y vestíbulo En algunos casos, nervio auditivo
	Dihidroestreptomina	
	Capreomicina	
	Framicetina	
	Neomicina	
	Gentamicina	
	Tobramicina	
	Amikacina	
	Netilmicina	
	Espectinomina	
	Kanamicina	
Paromomicina		
Antibióticos macrólidos y afines	Eritromicina	Cóclea
	Azitromicina	
	Claritromicina	
	Clindamicina	
Antibióticos glucopeptídicos	Vancomicina	Nervio auditivo y vestíbulo
	Teicoplanina	
Otros antibióticos	Minociclina	Coclear y/o vestibular
	Clorafenicol	
	Cefalexina	
	Teicoplanina...	
Diuréticos	Furosemida	Cóclea
	Bumetanida	
	Piretanida	
	Torasecida	
Salicilatos	Ácido acetyl salicílico	Cóclea
	Otros salicilatos	
Antimaláricos	Quinina	Coclear y/o vestibular
	Cloroquina	
	Hidroxicloroquina y Primaquina	
	Pirimetamina	
Citostáticos	Bleomicina	Coclear y/o vestibular
	Cisplatino	
	Vincristina	
	Misonidazol	
	Carboplatino	
	Ciclofosfamida	
	Ifosfamida	
	Metotrexato	
	Dactinomina	
	Droloxifeno	
Bloqueadores Beta -	Propranolol	Coclear
	Practolol	
Adrenérgicos	Otros	Coclear y/o vestibular
	Desferroxiamina	
	Dextropropoxifeno	
	Nortriptilina	
	Imipramina	
	Quinidina	

* Elaboración propia a partir de assfe 2004, Morata 2003 y Campo 2004.

No es infrecuente la coexistencia de ruido y de agentes ototóxicos de la tabla 1 en el ámbito laboral, siendo ejemplos de ello actividades como:

- Talleres de mecanización
- Imprentas

- Pintura
- Automoción
- Fabricación de pinturas y otros productos químicos
- Fabricación de barcos - astilleros
- Fabricación de muebles
- Fabricación de plásticos
- Construcción
- Manufacturados del petróleo
- Mantenimiento de aviones
- etc.

2. MECANISMOS DE OTOXICIDAD

La exposición a ciertos agentes químicos puede dar lugar a alteraciones del oído interno expresándose como toxicidad coclear (tinnitus, pérdida de audición) o vestibular (náuseas, vértigo, ataxia y vómitos) o del nervio auditivo. Estos efectos pueden ser de carácter permanente o temporal.

A diferencia del daño producido por el ruido que lesiona mecánicamente las células ciliadas tanto externas como internas, los agentes ototóxicos actúan sobre las células ciliares externas preservando las internas.

Por ejemplo, en el caso de los aminoglucósidos la ototoxicidad depende de la concentración del fármaco en la endolinfa. Se han descrito dos tipos de toxicidad:

- La toxicidad aguda: en la que se produce una alteración de los potenciales de acción cocleares, por inhibición de la captación de calcio por parte de las células ciliadas.
- La toxicidad crónica: irreversible porque existe degradación celular que afecta a las células sensoriales auditivas del órgano de Corti y de las vestibulares de la cresta de los canales semicirculares y de la mácula de utrículo y sáculo.

3. MEDIDAS PREVENTIVAS

La prevención de los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos en el trabajo está sujeta al cumplimiento del Real Decreto 374/2001, norma que, por lo tanto, es aplicable cuando existan sustancias ototóxicas en el trabajo.

Por otra parte, el presente real decreto de prevención de los riesgos derivados de la exposición a ruido cita específicamente en su artículo 4, sobre evaluación de los riesgos, que deberá considerarse la interacción entre el ruido y las sustancias ototóxicas relacionadas con el trabajo, así como la interacción entre el ruido y las vibraciones. Ello implica que las medidas preventivas a aplicar consideren en todo momento las disposiciones de ambas normas legales.

4. VIGILANCIA DE LA SALUD

En el caso de la exposición combinada a ruido y agentes ototóxicos sería conveniente proceder al control audiométrico independientemente del nivel de exposición, estableciendo una mayor frecuencia en la realización en función del nivel y características de la exposición a los agentes químicos así como plantearse el uso de alguna exploración complementaria añadida.

En el caso de tratamientos con fármacos ototóxicos, el médico debería calibrar la necesidad de evitar la exposición por un periodo de tiempo determinado (durante el periodo de tratamiento y el tiempo de permanencia del fármaco en el organismo), disminuir el tiempo de exposición o aconsejar el uso de protectores auditivos.

La prueba de referencia para valorar las alteraciones en la capacidad auditiva de los trabajadores es la audiometría tonal liminar por vía aérea. En esta prueba se determina el umbral auditivo del trabajador para frecuencias comprendidas entre 500 y 8000Hz. Distintos factores pueden influir en la validez de una audiometría y para ello las condiciones de realización deben ajustarse al mínimo exigido en la normativa vigente. Para una información más detallada sobre el particular se remite al lector a las diferentes notas técnicas de prevención accesibles en <http://www.mtas.es/insht/ntp/index.htm> y que sobre el tema ha publicado el INSHT.

En el caso de exposición combinada a ototóxicos, la audiometría no permite diferenciar si la lesión se ha producido por el ruido, los ototóxicos o por la acción de ambos.

Dependiendo de las características de la exposición y de los objetivos marcados en el programa de prevención de riesgos, el servicio de prevención podría plantearse la necesidad de incluir otras pruebas complementarias que le permitieran ajustar el diagnóstico o mejorar la detección precoz o la filiación de la lesión auditiva. Las otoemisiones acústicas y las audiometrías de altas frecuencias son dos ejemplos de las pruebas que han sido descritas y estudiadas para tal fin.

Otoemisiones acústicas

En las personas con un oído medio y una cóclea normal, las ondas sonoras producen una vibración en el órgano de Corti que a su vez genera unas descargas electrofisiológicas por parte de las células ciliadas externas llamadas "otoemisiones acústicas" (OEA). Estas descargas recorren el camino inverso al del sonido, es decir, van del oído interno hacia el exterior. La presencia o ausencia de las mismas facilita el diagnóstico de la lesión auditiva así

como su tratamiento y rehabilitación. La importancia del estudio de las mismas estaría ligado a las siguientes consideraciones:

- El análisis de las OEA es rápido, objetivo y no depende del sujeto explorado.
- La exposición a ruido da lugar a una alteración de las células ciliadas externas y, por ende, a una alteración de las OEA.
- La alteración de las OEA es anterior a la aparición de las lesiones en la audiometría.
- Ante una audiometría alterada, la presencia de las OEA apunta hacia una lesión retrococlear o a una simulación por parte del trabajador explorado.
- La ausencia de las OEA puede ser signo de lesión auditiva de origen congénito, alteración de la función del oído medio o lesión de las células ciliares externas.

Las OEA pueden ser grabadas usando un micrófono de alta sensibilidad colocado en el conducto auditivo externo. Las OEA son generalmente clasificadas como espontáneas (OEAE) y provocadas (OEAP). A nivel clínico son de utilidad las OEAP y en especial el producto de distorsión.

En resumen, las OEA son sonidos que se registran en el conducto auditivo externo, se originan en la cóclea y representan el movimiento de las células ciliadas externas. Su estudio no debe considerarse como alternativa a la audiometría sino como complemento de la misma. En salud laboral, sus aplicaciones serían: **a)** Diferencia entre patología coclear y retrococlear. **b)** Identificación de pequeños cambios que no aparecen en la audiometría. **c)** Detección de pérdidas inducidas por ruido antes de que aparezcan en la audiometría tonal. **d)** Vigilancia de la audición durante tratamientos con medicamentos potencialmente ototóxicos. Y **e)** Detección de simuladores.

Audiometría de altas frecuencias

En la audiometría de altas frecuencias se estudian las frecuencias entre 8.000 y 20.000 Hz. Su utilidad radica en la detección precoz de lesiones auditivas inducidas por ototóxicos o por otras condiciones antes de que aparezcan en la audiometría convencional. Puede servir también para hacer el diagnóstico diferencial entre la presbiacusia y las lesiones auditivas inducidas por ruido de larga evolución. En éstas se puede ver una recuperación en las frecuencias 10.000, 12.000 o 14.000 Hz, cosa que no sucede en la presbiacusia.

5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Cuando la evaluación de riesgos de un puesto de trabajo con exposición simultánea a ototóxicos y a ruido determine que es necesario utilizar protectores auditivos, éstos se

elegirán teniendo en cuenta las siguientes consideraciones, sin perjuicio de las recomendaciones generales sobre EPI contenidas en los comentarios al artículo 7 de la presente Guía:

- Los EPI auditivos serán compatibles con la exposición a las sustancias químicas presentes para evitar su deterioro precoz y, en consecuencia, la posible reducción de su eficacia
- Se reforzarán las normas de higiene personal, evitando tocar los EPI con las manos

BIBLIOGRAFÍA

- Wagner, J.A; Snowman, A.M; Olivera, BM; Snyder, S.H. *Aminoglycoside effects on voltage-sensitive calcium channels and neurotoxicity*. N Eng J Med 1987;317:1669
- Seligmann, H; Podoshin, L; Ben David, J; Fradis, M; Goldsher, *Mrug-induced tinnitus and other hearing disorders*. *Drug Safety* 1996;14:198-212.
- Norris, CH. *Drugs affecting the inner ear*. *Drugs* 1988; 36:754-72.

IV. FUENTES DE INFORMACIÓN

LEGISLACIÓN RELACIONADA

Legislación española

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE núm. 269, de 10 de noviembre.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. BOE núm. 298, de 13 de diciembre.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido ambiental. BOE núm. 276, de 18 de noviembre.
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. BOE núm. 263, de 2 de noviembre.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. BOE núm. 311, de 28 de diciembre.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. BOE núm. 297, de 11 de diciembre.
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas. BOE núm. 33, de 8 de febrero.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE núm. 27, de 31 de enero.
- Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE núm. 97, de 23 de abril.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE núm. 97, de 23 de abril.
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE núm. 140, de 12 de junio.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE núm. 188, de 7 de agosto.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno

debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre (BOE núm. 52 de 1 de marzo). Modificado por Real Decreto 524/2006 de 28 de abril. BOE núm. 106, de 4 de mayo.

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127, de 29 de mayo.
- Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida. BOE núm. 183, de 2 de agosto.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. BOE núm. 106, de 4 de mayo.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. BOE núm. 302, de 19 de diciembre.
- Orden de 16 de diciembre de 1998 por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los instrumentos destinados a la realización de mediciones reglamentarias de niveles de sonido audible. BOE núm. 311, de 29 de diciembre.
- Orden ITC/2845/2007, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos. BOE núm. 237, de 3 de octubre.

Legislación europea

- Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 junio de 1998 relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. DOCE L 207 de 23.7.1998.
- Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre. DOCE L 162 de 3.7.2000.
- Directiva 2002/44/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones). DO L 177 de 6.7.2002.

- Directiva 2003/10/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido). DO L 42 de 15.2.2003.
- Directiva 2006/42/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición). DO L 157 de 9.6.2006.

NORMAS TÉCNICAS

Normas UNE-EN y UNE-EN ISO

- UNE-EN 61310-1:1996. Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles. AENOR, Madrid, España, 1996.
- UNE-EN 60651:1996. Sonómetros. AENOR, Madrid, España, 1996. Sustituida por UNE-EN 61672.
- UNE-EN 60804:1996. Sonómetros. Integradores-promediadores. AENOR, Madrid, España, 1996 (anulada). Sustituida por UNE-EN 61672.
- UNE-EN 981:1997. Seguridad de las máquinas. Sistemas de señales de peligro y de información auditivas y visuales. AENOR, Madrid, España, 1997.
- UNE-EN 60804:2002. Sonómetros. Integradores-promediadores. AENOR, Madrid, España, 2002. Sustituida por UNE-EN 61672.
- UNE-EN 61252/A1:2003. Electroacústica. Especificaciones para medidores personales de exposición sonora. AENOR, Madrid, España, 2003.
- UNE-EN 458:2005. Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento. Documento guía. AENOR, Madrid, España, 2005.
- UNE-EN 60942:2005. Electroacústica. Calibradores acústicos. AENOR, Madrid, España, 2005.
- UNE-EN 61672-1:2005. Electroacústica. Sonómetros. Parte 1: Especificaciones. AENOR, Madrid, España, 2005.
- UNE-EN 61672-2:2005. Electroacústica. Sonómetros. Parte 2: Ensayos de evaluación de modelo. AENOR, Madrid, España, 2005.
- UNE-EN 61672-3. Electroacústica. Sonómetros. Parte 3: Ensayos periódicos.
- UNE-EN ISO 7731:2006. Ergonomía. Señales de peligro para lugares públicos y lugares de trabajo. Señales acústicas de peligro (ISO 7731:2003).

Normas ISO

- ISO 1999:1990. Acoustics. Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.
- ISO 9612:1997 Acoustics. Guidelines for the

measurement and assessment of exposure to noise in a working environment. (norma en revisión).

Normas IEC o CEI

- IEC 60651:2001. Sound level meters. IEC, Genève, Switzerland, 2001.
- IEC 60804:2000. Integrating-averaging sound level meters. IEC, Genève, Switzerland, 2000.
- IEC 61672 (Partes 1-3). Electroacoustics. Sound level meters. Specifications. IEC, Genève, Switzerland, 1985.
- IEC 804:1985. Integrating-averaging sound level meters. IEC, Genève, Switzerland, 1985.

BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO. *Prevention of risks from occupational noise in practice: European week for safety and health at work 2005*. European Agency for Safety and Health at Work, Bilbao, 2005.
- AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO. *Reducing the risks from occupational noise*. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work, 2005.
- BARRON, R. F. *Industrial noise control and acoustics*. New York: Marcel Dekker, Inc., 2003.
- BERGER, E. H. ET AL. *The noise manual*. 5th ed. rev. Fairfax, VA: AIHA, 2003.
- BUTLER, M.P. *Non-auditory effects of noise at work: a critical review of the literature post 1988*. Norwich: Health and Safety Executive, 1999.
- FRANKS, JOHN R. *Alternative Field Methods for Measuring Hearing Protector Performance* AIHA Journal 64:501-509 (2003)
- GOELZER B., HANSEN C., COLIN H., SEHRNDT G., GUSTAV A. *Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control*. Dortmund: Federal Institute for occupational Safety and Health, 2001.
- HONEY, S. *Health and safety executive. The costs and benefits of the noise at work regulations: 1989*. Gran Bretaña. Norwich: HMSO, 1997.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Comisión de salud pública. *Protocolos de vigilancia sanitaria específica: ruido*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo, 2000.
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. *Occupational noise exposure: revised criteria 1998*. Cincinnati, Ohio: NIOSH, 1998.
- NORDIC INNOVATION CENTRE. Nordtest method. NT Accou 115. *Measurement of Occupational Noise Exposure of Workers: Part II: Engineering Method*
- ORGANIZACIÓN MARITIMA INTERNACIONAL (OMI).

Niveles de ruido a bordo de los buques: código sobre niveles de ruido a bordo de los buques y recomendación sobre métodos para medir niveles de ruido en los puestos de escucha de los buques.

Organización Marítima Internacional. Londres: OMI, 1982.

- ROYSTER, L. H., ROYSTER, J.D. *The noise-vibration problem-solution workbook*. Fairfax, VA: AIHA, 2002.
- SCHNEIDER, E., PAOLI, P., BRUN, E. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. *Noise in Figures*. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work, 2005.
- SMEATHAM, D. *Noise levels and noise exposure of workers in pubs and clubs: a review of the literature*. Sudbury, Suffolk: HSE, 2002. Notas Técnicas de Prevención:
- MORENO, N., MARQUÉS, F. ET AL. *Ruido: vigilancia epidemiológica de los trabajadores expuestos*. Notas Técnicas de Prevención. NTP-193.
- DOMINGO, P. Videoterminales: evaluación ambiental. Notas Técnicas de Prevención. NTP-196.
- GAYNÉS, E., GOÑI, A. Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico. Notas Técnicas de Prevención. NTP-287.
- HERNÁNDEZ, A. Confort acústico: el ruido en oficinas. Notas Técnicas de Prevención. NTP-503.
- LUNA, P., GUASCH, J. Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos. Notas Técnicas de Prevención. NTP-638.

ENLACES DE INTERÉS

NIOSH: Noise and Hearing Loss Prevention

<http://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/>

HSE: Noise

<http://www.hse.gov.uk/noise/index.htm>

ISTAS: Recursos sindicales del ISTAS. Traducción al castellano de un texto del HSE británico que ofrece soluciones para el control del ruido en 100 ejemplos prácticos.

<http://www.istas.net/sl/rs/rso2003.htm>

OSHA: Páginas dedicadas al ruido

<http://www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/index.html>

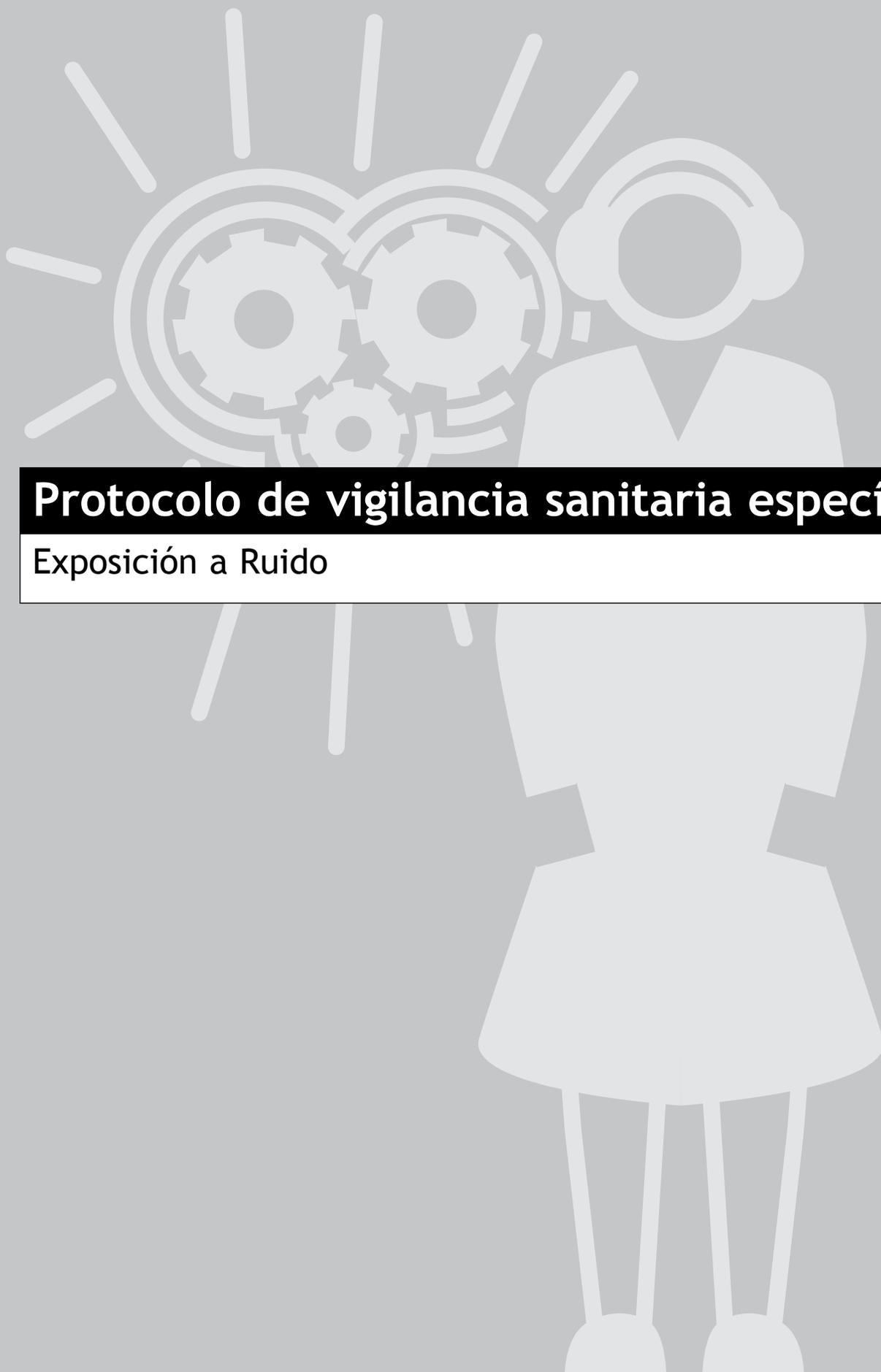
<http://www.osha.gov/dts/osta/otm/noise/index.html>

INRS: Cahiers

<http://www.inrs.fr/>

NORDIC INNOVATION CENTRE

www.nordicinnovation.net/



Protocolo de vigilancia sanitaria específica

Exposición a Ruido

RUIDO



SESIÓN PLENARIA DEL CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD

El Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud informa favorablemente el " Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos a Ruido", en su sesión plenaria celebrada el día 18 de diciembre de 2000.

PRESENTACIÓN

Este volumen pertenece a la serie " Protocolos de Vigilancia Sanitaria" , editados por el Ministerio de Sanidad y Consumo y fruto del trabajo desarrollado por las Administraciones Sanitarias a través del Grupo de Trabajo de Salud Laboral de la Comisión de Salud Pública del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, como contribución a las actividades de prevención de riesgos laborales en nuestro país.

El nuevo marco normativo en materia de prevención de riesgos laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y normas de desarrollo) supone, entre otras cuestiones, que debe cambiar radicalmente la práctica de los reconocimientos médicos que se realizan a las y los trabajadores. De ser exámenes médicos inespecíficos, cercanos a los clásicos chequeos o cribados de carácter preventivo general, deben pasar a ser periódicos, específicos frente a los riesgos derivados del trabajo, con el consentimiento informado del trabajador, y no deben ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

Además de reconocer el derecho de todos los trabajadores a la vigilancia periódica de su salud, incluso prolongándola más allá de la finalización de la relación laboral en algunos supuestos, la ley encomienda a las administraciones sanitarias la tarea de dar homogeneidad y coherencia a los objetivos y contenidos de la vigilancia de la salud, mediante la elaboración de protocolos y guías de actuación, con la mirada puesta en implantar un modelo de vigilancia de la salud en el trabajo que sea eficaz para la prevención.

El poder contar con criterios uniformes basados en la evidencia científica y la experiencia profesional de los participantes en los grupos de trabajo constituidos para su elaboración, permitirá alcanzar los objetivos de prevención de la enfermedad y promoción de la salud de las y los trabajadores.

Efectivamente, ya establecido en la Ley General de Sanidad: " Vigilar la salud de los trabajadores para detectar precozmente e individualizar los factores de riesgo y deterioro que puedan afectar a la salud de los mismos" , la recogida armonizada y periódica de datos sobre riesgos y enfermedades y su posterior análisis e interpretación sistemáticos con criterios epidemiológicos, constituye uno de los instrumentos con que cuenta la salud pública para poder identificar, cuantificar y priorizar, y por lo tanto, diseñar políticas de prevención eficaces.

Para la elaboración de los protocolos, se constituyeron varios grupos de trabajo, que, coordinados por los representantes de las Comunidades Autónomas, permitiese la elaboración en paralelo de varios de ellos. Finalmente, una vez concluido el procedimiento interno de elaboración de los mismos, han sido sometidos a consulta y adecuadamente informado por Agentes Sociales (CEO, CEPYME, UGT, CCOO y AMAT) y Sociedades Científicas (SEMST, SEEMT, AEETSL, SEN, SESPAS y SEE), con cuyos representantes se mantuvieron reuniones al efecto, en el Ministerio de Sanidad y Consumo, habiéndose incorporado a la redacción final los comentarios recibidos que se consideró mejoraban el texto presentado.

El que se presenta en este volumen proporciona a los profesionales implicados en la prevención de riesgos laborales, especialmente a los sanitarios, una guía de actuación para la vigilancia sanitaria específica de las y los trabajadores expuestos a ruido, que será revisado periódicamente, en la medida que así lo aconseje la evolución de la evidencia científica disponible y su aplicación concreta en los centros de trabajo de nuestro país.

MARÍA DOLORES FLORES CERDÁN

La Directora General de Salud Pública

COMISION DE SALUD PÚBLICA
Grupo de trabajo de salud
laboral de la comisión de
salud pública del consejo
interterritorial del sistema
nacional de salud

AUTORES

Miguel Ángel Uña Gorospe.
Osalan. País Vasco.
Estibaliz García Martínez de
Ibarreta. Osalan. País Vasco.
Amparo Betegón Hernando.
Osalan. País Vasco.

Con el agradecimiento a la
colaboración prestada por el
Grupo de Neurología
del Trabajo de la Sociedad
Española de Neurología.

GRUPO DE TRABAJO
DE SALUD LABORAL
Montserrat García Gómez.
Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid.
Félix Robledo Muga. Instituto
Nacional de la Salud. Madrid.
José Antonio del Ama
Manzano. Consejería de
Sanidad. Castilla-La Mancha.
Liliana Artieda Pellejero.
Instituto Navarro de Salud
Laboral. Navarra.
Francisco Camino Durán.
Consejería de Salud. Andalucía.

Rosa María Campos Acedo.
Consejería de Sanidad y
Consumo. Extremadura.
Rosario Castañeda López.
Consejería de Sanidad. Madrid
Juan Carlos Coto Fernández.
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales. País Vasco.
Isabel Enseñat Antolí. Consejería
de Sanidad y Consumo.
Baleares.
Eduardo Estuán Blasco.
Consejería de Sanidad y
Consumo. Canarias.
Valentín Esteban Buedo.

Consejería de Sanidad.
Valencia.
María Teresa Fernández
Calvo. Consejería de Sanidad
y Bienestar Social. Castilla
y León.
Fernando Galvañ Olivares.
Consejería de Sanidad y
Política Social. Murcia.
Mariano Gallo Fernández.
Instituto Navarro de Salud
Laboral. Navarra.
Francisco Javier Sevilla
Lamana. Consejería de Salud
y Servicios Sociales. La Rioja.

Isabel González García.
Consejería de Sanidad y Servicios
Sociales. Galicia.
Asunción Guzmán Fernández.
Consejería de Salud y Servicios
Sanitarios. Asturias.
Nieves Martínez Arguisuelas.
Consejería de Sanidad, Bienestar
Social y Trabajo. Aragón.
M.ª Pilar Sánchez Fabo.
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales. País Vasco.
José Luis Taberner Zaragoza.
Departamento de Sanidad y
Seguridad Social. Cataluña.

COORDINACIÓN
DEL PROTOCOLO
Osalan - Instituto Vasco de
Seguridad y Salud Laborales
Laneko Segurtasun eta
Osasunerakoeskual
Erakundea

INTRODUCCIÓN

El sonido es algo consustancial con la vida. El trabajo y el desarrollo nos obligan a vivir en un entorno en el cual el mundo de los sonidos se vuelve agresivo para el hombre, de manera que se puede considerar al ruido como un importante contaminante en la actualidad, dando lugar a una clara patología específica. Los efectos nocivos del ruido sobre la audición se conocen desde hace siglos. Actualmente y de forma paralela al desarrollo de la medicina preventiva y la epidemiología, existe un gran número de trabajos dirigidos en el sentido de prevención en los trabajadores expuestos al ruido.

1. CRITERIOS DE APLICACIÓN

En un intento de establecer una normativa tendente a controlar y minimizar este riesgo aparece la Directiva del Consejo 86/188/CEE, de 12 de mayo de 1986, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo (1), posteriormente traspuesta al Ordenamiento Jurídico español mediante el Real Decret 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo (2).

Dicho Real Decreto establece las exposiciones límite a partir de las cuales las personas expuestas al ruido en su puesto de trabajo deben ser sometidas a vigilancia médica específica, incluyendo ésta la realización de controles audiométricos, cuya periodicidad dependerá del nivel de exposición a que se hallen sometidas.

Lo dispuesto en esta norma será de aplicación a las personas que trabajen por cuenta ajena, cualquiera que sea la modalidad de duración de su contrato, con la única excepción de las tripulaciones de los medios de transporte aéreo y marítimo. De acuerdo con lo previsto en el artículo 118.5 de la Ley 3/1987, de 2 de abril, General de Cooperativas, esta norma será, asimismo, aplicable a los socios trabajadores de las cooperativas de trabajo asociado.

La evaluación de la exposición al ruido se realizará en base a la medición del mismo. Las mediciones del ruido deberán ser representativas de las condiciones de exposición y deben permitir determinar el nivel diario equivalente y el nivel Pico. Quedan exceptuados de la evaluación de medición aquellos supuestos en los que se aprecie directamente que en un puesto de trabajo el nivel diario equivalente o nivel Pico, respectivamente, son manifiestamente inferiores a 80 dBA y 140 dB.

El presente protocolo pretende ser un instrumento útil para los servicios de prevención que unifique las diferentes formas de realizar la vigilancia médica a estas personas expuestas, haciendo hincapié en la práctica correcta de la exploración audiométrica.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIONES Y CONCEPTOS

Los términos ruido y sonido se han utilizado indistintamente y la diferencia entre ellos no es de naturaleza física, sino más bien cultural y subjetiva llamando ruido al sonido que no nos agrada.

Ruido: (lat. *rugitus*) Sonido inarticulado y confuso más o menos fuerte.

Sonido: (lat. *sonitus*) Sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos. // (Fís.) Efecto de la propagación de las ondas producidas por cambios de densidad y presión en los medios materiales, y en especial el que es audible.

Ruido aleatorio: Aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de nivel de presión acústica ponderada A (LpA) sea superior o igual a 5 dB y varíe aleatoriamente a lo largo del tiempo.

Ruido estable: Aquel cuyo nivel de presión acústica ponderada A (LpA) permanece esencialmente constante (esto es, cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo sea inferior a 5 dB).

Ruido de impacto: Aquel de una duración menor a un segundo y cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo.

Ruido periódico: Aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA sea superior o igual a 5 dB y sea de cadencia cíclica.

Sonido complejo: Aquel compuesto por tonos de diferentes frecuencias y amplitudes.

Sonido puro o simple: Aquel de oscilación sinusoidal (al que corresponde una sola frecuencia) y que puede representarse matemáticamente por una fluctuación de la presión de forma:

$$p=A*\text{sen} [(2 \pi t / T)+\varphi]$$

donde: p, valor instantáneo de la presión;
A, amplitud de la oscilación de la onda;
t, tiempo;
T, período;
 φ , ángulo de fase inicial.

Cualidades del sonido son: la intensidad (grado de energía de la onda), el tono (dado por la frecuencia en la que vibra) y el timbre (relacionado con los armónicos que en un sonido complejo suelen acompañar la frecuencia fundamental y que viene a ser el modo propio y característico de sonar).

A efectos prácticos se tendrán en cuenta:

- su pureza: un sonido puro es más peligroso para el oído;
- su duración: el efecto adverso del ruido es directamente proporcional a la duración de la exposición.

Intensidad: Grado de energía de la onda sonora. Su definición física exacta es: valor promedio en el tiempo del producto de la presión (fuerza aplicada a la unidad de superficie) con la velocidad lineal de vibración (velocidad de desplazamiento de las partículas dada por la presión sonora); se mide en ergios por segundo a través de un centímetro cuadrado normal a la dirección de propagación, también en W/m^2 , o incluso en pascales (Pa).

Si la cuantificación de la presión acústica la hiciésemos en W/m^2 deberíamos usar una escala que recorrería desde 1 hasta 10^{14} , y si esa escala fuese en pascales recorrería otra de 2001000.000 de unidades; y por ello —dada su poca operatividad— se utiliza corrientemente el decibelio.

El decibelio (dB) no es una unidad de medida absoluta, sino una unidad adimensional que expresa la diferencia entre dos niveles de intensidad y que es igual a 10 veces el logaritmo decimal de la relación entre una cantidad dada y otra que se toma como referencia [$L = 10 \log^{10} (I : I_0)$]; normalmente esa referencia es la correspondiente al umbral de audición de 1.000 Hz con una presión de 20 μgPa (o $10^{-12} W/m^2$), que es la menor presión acústica audible para un oído joven y sano, siendo así su valor en la escala logarítmica 0 dB (tabla I).

Para poder establecer el riesgo de lesión auditiva con la mayor precisión posible, es necesario que el sonómetro que registre el ruido lo haga de una manera similar a como lo hace el oído humano, y, para ello, se pueden utilizar filtros diferentes, siendo el filtro de tipo "A" el que logra un registro casi idéntico al que percibe el oído humano, atenuando de forma importante los sonidos de

frecuencias bajas (<500 Hz), respetando la frecuencia de 1.000 Hz, aumentando algo entre 2.000 y 4.000 Hz, y volviendo a atenuar las frecuencias altas (>8.000 Hz); la medida registrada por los sonómetros equipados con ese filtro se expresa en dBA.

Frecuencia: Número de vibraciones que tienen lugar en un segundo; así, un número alto de ciclos por segundo dará lugar a un tono agudo y un número bajo a un tono grave. Los sonidos audibles tienen una frecuencia comprendida entre 16 y 20.000 hertzios (Hz) o vibraciones por segundo o ciclos por segundo (cps); por encima y por debajo de estas frecuencias están los ultrasonidos y los infrasonidos, respectivamente.

Los sonidos más peligrosos son los de alta frecuencia (superiores a 1.000 Hz).

En la práctica los sonidos suelen ser la combinación de varias frecuencias y, en base a ello, se clasifican como de banda ancha (con amplia escala de frecuencias) o de banda estrecha; y también se describe en relación al tiempo (constante, periódico, de impacto).

Oído: Se compone de tres partes: *oído externo*, con el pabellón auricular y el conducto auditivo, que recoge y conduce las ondas sonoras hasta el tímpano; *oído medio*, cavidad o caja del tímpano, que contiene un cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo), la cual transmite las vibraciones de la membrana del tímpano a la ventana oval, que las transmite al *oído interno*; oído interno, o laberinto, que aloja el órgano del equilibrio y el aparato auditivo, formado por el caracol o cóclea, donde se hallan las células auditivas ciliadas del órgano de Corti, las cuales generan los impulsos transmitidos al córtex auditivo por el nervio estato-acústico.

Acumetría: Entendemos por acumetría todos aquellos métodos exploratorios de la audición que se llevan a cabo por medios no radioeléctricos. Son una primera aproximación a la valoración de la audición en el sujeto explorado. En realidad es una técnica que está prácticamente en desuso, siendo su principal utilidad la de averiguar de una manera sencilla y rápida si la hipoacusia es de oído medio (de transmisión) o de oído interno (neurosensorial); otra utilidad sería el control de posibles errores que pudieran aparecer en la audiometría tonal. Para esta evaluación se utilizan los diapasones, que producen tonos puros. Generalmente, lo que se usan son los de frecuencia baja. Las pruebas acumétricas más usuales son la de Rinne y la de Weber.

Prueba de Rinne: Permite comparar la sensación auditiva percibida por vía ósea con la percibida por vía aérea en cada oído.

Tabla I. Niveles de presión acústica y su equivalencia en decibelios (A) Bilson AB (Modificada)			
Rango	Intensidad sonora en $10^{-12} W/m^2$ en dBA	Nivel sonoro	Fuente sonora
Nocivo	100.000.000.000.000	140	Motor a reacción
	10.000.000.000.000	130	Fuegos artificiales
Umbral	1.000.000.000.000	120	Sala de máquinas en navíos doloroso
	100.000.000.000	110	Banda de rock
	10.000.000.000	100	Martillo neumático, telar
	1.000.000.000	90	Vehículo pesado, pulido de piezas
Crítico	100.000.000	80	Calle con mucho tráfico
	101000.000	70	Automóvil particular
	1.000.000	60	Oficina
	100.000	50	
	10.000	40	
	1.000	30	Conversación normal
	100	20	Vivienda tranquila
	10	10	Murmullo de hojas
	1	0	Umbral de audición

Sistemática de realización:

- Hacemos vibrar el diapasón.
- Lo colocamos, apoyado por su mango, sobre la mastoides del oído explorado y le decimos que nos avise cuando deje de oírlo.
- Cuando deja de oírlo, colocamos el diapasón delante del conducto auditivo externo y le preguntamos si lo oye mejor, igual o peor. Así consideramos:
 - Rinne (+) cuando continúe oyendo el sonido por vía aérea después de dejar de percibirlo por vía ósea;
 - Rinne (-) cuando el tiempo de audición por vía aérea es menor que por vía ósea.

En un sujeto NORMAL tendremos un Rinne (+).

En una hipoacusia de PERCEPCIÓN tendremos un Rinne (+) patológico estando disminuida la audición tanto por vía aérea como por ósea conservando una cierta mejor audición aérea.

En una hipoacusia de TRANSMISIÓN obtendremos un Rinne (-), y que el sujeto tiene lesionado el aparato de transmisión, manteniendo o incluso potenciando la vía ósea.

Prueba de Weber: Explora la vía ósea, comparando la audición ósea de ambos oídos de forma simultánea.

Sistemática de actuación:

- Hacemos vibrar el diapasón.
- Colocamos el mango del diapasón en cualquier punto de la línea media del cráneo.
- Le preguntamos a la persona por qué oído percibe el sonido de un modo más intenso.

El sujeto NORMAL lo percibe por ambos oídos (en una hipoacusia simétrica también oír el sonido igual de fuerte en ambos oídos).

En la hipoacusia de TRANSMISIÓN el sonido se lateraliza hacia el lado afectado.

En hipoacusia de PERCEPCIÓN lo hará hacia el lado sano.

2.2. FUENTES DE EXPOSICIÓN Y USOS

A lo largo de la jornada de trabajo se perciben de modo continuo sensaciones acústicas que son la suma de todos los sonidos generados en el ambiente. Todos y cada uno de los equipos que se utilizan en cada una de las tareas que se realizan van a ser capaces de dar lugar a ese "contaminante".

La mayor mecanización en la industria ha dado como resultado mayores niveles de ruido. Las actividades laborales que conllevan un riesgo particularmente alto de pérdida de audición son: minería, construcción de túneles, explotación de canteras, ingeniería pesada, trabajos con máquinas que funcionan con potentes motores de combustión, utilización de máquinas textiles y comprobación de reactores de aviones, seguido de un largo etcétera de procesos industriales de todo tipo. Además de ser un contaminante habitual de los procesos productivos, al ruido se le ha dado un uso racional generalizado como señal de aviso, que ha de adecuarse al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (4).

Se utiliza también una parte del espectro no audible —en particular la banda de los ultrasonidos— en otras actividades, a saber:

- la limpieza por ultrasonidos;
- la soldadura;
- en la ciencia médica (para diagnóstico y tratamiento);
- en el mecanizado de piezas;
- en el emulsionado y homogeneizado de pinturas;
- ensayos no destructivos de materiales (métodos ecográficos);
- en la maduración de vinos...

Se hace referencia a ellas pues su mecanismo etiopatogénico (a pesar de no ser percibido por el oído humano) se cree que es similar al que originan las frecuencias audibles, pudiendo lesionar también el órgano auditivo.

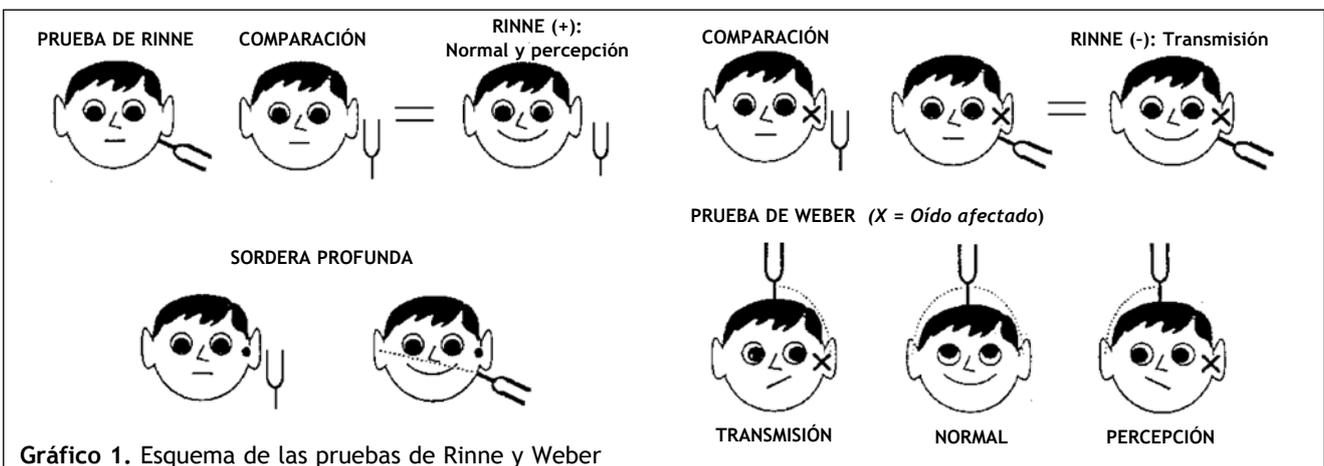


Gráfico 1. Esquema de las pruebas de Rinne y Weber

2.3. MECANISMO DE ACCIÓN ETIOPATOGÉNICA (5, 6, 7)

Recuerdo fisiológico:

Las ondas sonoras son recogidas por el pabellón auditivo y llegan por el conducto auditivo externo hasta la membrana del tímpano, donde la hacen vibrar.

El movimiento de la membrana del tímpano se comunica a través de la cadena de huesecillos del oído medio (martillo, yunque y estribo) a la ventana oval; a través de dicha ventana y debido a los movimientos del estribo se acciona el fluido del oído interno.

Este fluido mediante las membranas basilar y tectoria transmite las vibraciones a las células ciliares, que están conectadas con las células nerviosas que, generando impulsos electroquímicos, transmiten las señales al cerebro, a través del nervio auditivo.

La sensibilización a distintas frecuencias del sonido se localiza en diferentes puntos de la cóclea; las bajas frecuencias son detectadas en la parte más interior de la cóclea, próxima al helicotrema; las altas frecuencias por el contrario, se captan en la zona exterior de ésta, es decir, junto a la ventana oval.

Las lesiones auditivas producidas por ruido se localizan a nivel de la membrana basilar del oído interno. Hay una lesión degenerativa de las células ciliadas externas de la superficie vestibular y de las de sostén de Deiters. Es por consiguiente una afección coclear, que se traducirá (a la larga) por hipoacusia neurosensorial con reclutamiento positivo.

Concluyendo: el ruido produce lesiones (trauma sonoro) en principio sólo detectables en registro audiométrico, y si la intensidad y/o tiempo son suficientes provocará hipoacusia.

Esta disminución de la agudeza auditiva comienza de forma silente y no es percibida por la persona hasta que no se alcanzan las frecuencias conversacionales.

2.4. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD (8)

- Daño auditivo.
- Daño psicosocial.
- Alteraciones en órganos distintos a la audición.
- Clínica.
- Factores que influyen en la lesión auditiva.

2.4.1. Daño auditivo (9)

El ruido tiene distintos efectos sobre el órgano de la audición, que por orden de menor a mayor importancia serían:

- **Enmascaramiento de la audición**, y dificultad de la misma.
- **Fatiga auditiva:** es el descenso transitorio de la capacidad auditiva (7). No hay lesión, y se recupera la capacidad con el descanso sonoro, en 16 horas, dependiendo de la intensidad y duración de la exposición. Se mide a los dos minutos y la mayor parte se recupera en las dos primeras horas, ya que sigue una proporción logarítmica con relación al tiempo.
- **Hipoacusia permanente:** requiere una exposición a ruido elevada, en intensidad sonora y tiempo, o una fatiga prolongada que no permite la recuperación

Comienza a establecerse en frecuencias de 4.000 y 6.000 Hz; estas frecuencias no son conversacionales, por lo que no interfieren la vida social del sujeto.

Si la exposición continúa, la pérdida se extiende a frecuencias más elevadas y, posteriormente, a más bajas, incluso conversacionales.

Evolución típica audiométrica

- 1.ª fase:** pérdida de hasta 40 dB en la zona de 4.000 Hz. Recuperable al cesar la exposición (gráfico 2) (siempre se valoran las pérdidas con relación a la audiometría base).
- 2.ª fase:** pérdida de 20-30 dB en la zona de 4.000 Hz principalmente (pero puede afectar a las frecuencias vecinas 3.000 y 6.000 Hz); recuperar la caída en la frecuencia 6.000 Hz, es lo que llamamos escotoma traumático tipo 1, la capacidad conversacional queda intacta (gráfico 3).
- 3.ª fase:** disminuye 40 dB en las frecuencias 4.000 ó 6.000 Hz. El escotoma se profundiza y se transforma en cubeta traumática. Presenta dificultades para escuchar relojes y timbres (gráfico 4).

Gráfico 2. Gráficas de audiometrías

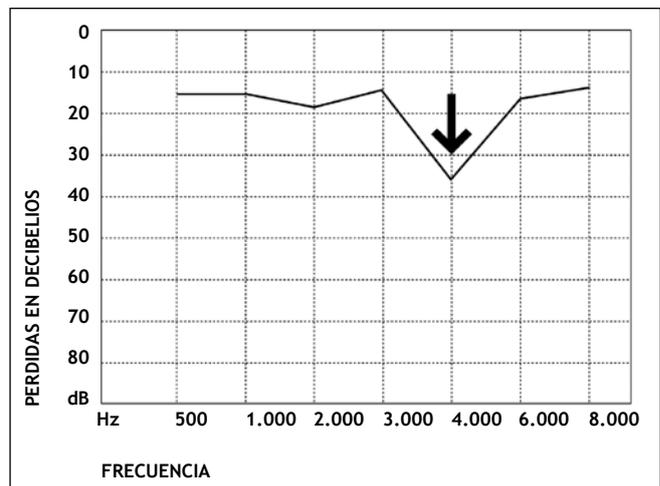
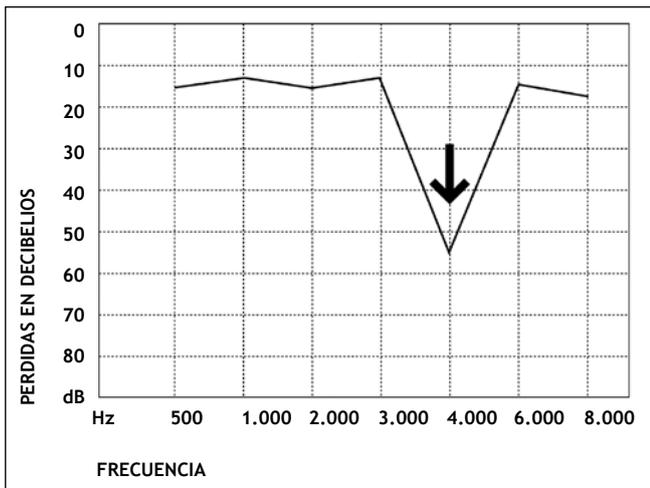


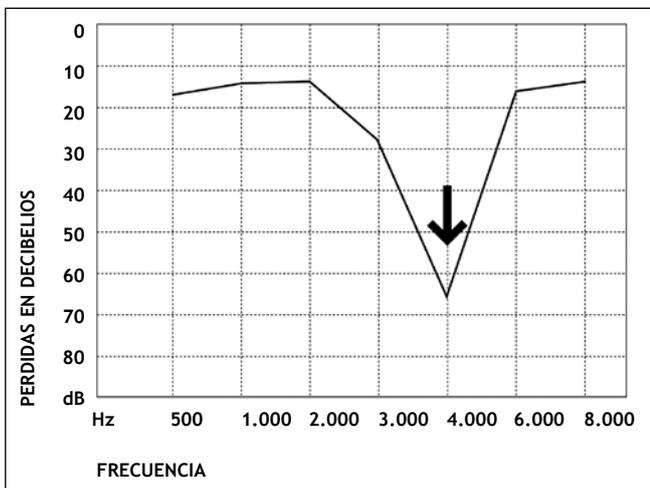
Gráfico 3



Características de la hipoacusia por ruido (3):

- Tímpano: Normal.
- Localización: Bilateral (en el inicio de la enfermedad o en presencia de focos sonoros especiales se observan audiogramas asimétricos) (10).
- Reversibilidad: Irreversible.
- Rinne: Positivo.
- Weber: Se lateraliza hacia el oído más sano.
- Vía aérea: Descendida.
- Vía ósea: Descendida.
- Diferencia entre ambas vías: No existe (entre ambas vías descenso paralelo).
- Síndrome Vestibular: Puede existir.
- Síndrome Neurológico: No.
- Acúfenos: Pueden existir.

Gráfico 4



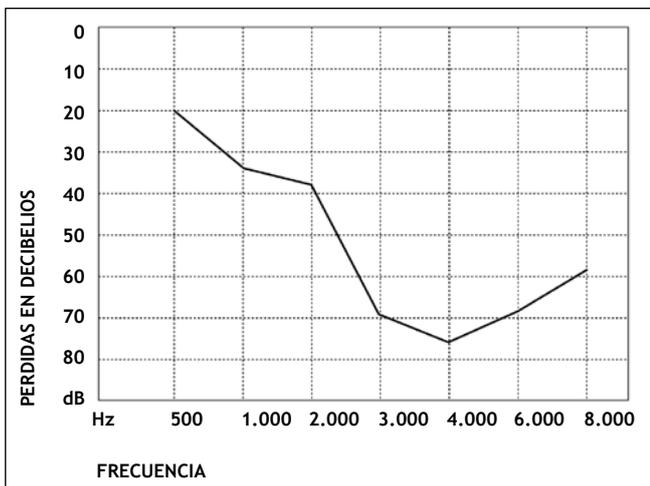
En la tabla II se correlacionan la clasificación de hipoacusias según el grado de pérdida con el umbral auditivo audiométrico en frecuencias conversacionales o próximas (ya que éstas arrastran al déficit de las conversacionales) y la repercusión en el ámbito de comunicación que supone cada pérdida.

Tabla II. Grado de hipoacusia y repercusión a nivel de comunicación

Grado de hipoacusia	Umbral de audición	Déficit auditivo
Audición normal	0-25 dB	
Pérdida leve	25-40 dB	Dificultad en conversación en voz baja o a distancia.
Pérdida moderada	40-55 dB	Conversación posible a 1 ó 1,5 metros.
Pérdida marcada	55-70 dB	Requiere conversación con voz fuerte.
Pérdida severa	70-90 dB	Voz fuerte y a 30 cm.
Pérdida profunda	>90 dB	Oye sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación.

4.ª fase: pérdida que afecta a frecuencias conversacionales: sordera social. Se evidencia una falta de recuperación en la frecuencia superior afectación de frecuencias graves, el gráfico audiométrico se parece más a una recta descendente (gráfico 5).

Gráfico 5



Diagnóstico diferencial (3): Para diagnosticar hipoacusia por ruido debemos excluir posibles lesiones del nervio auditivo (intoxicación o infección) otosclerosis, enfermedad del oído medio por otitis crónica, o la posibilidad de estar sometido a los productos tóxicos industriales y/o fármacos que lesionan el nervio acústico y que se detallan en el Anexo VIII.

Numerosas patologías pueden presentar similares hallazgos en la audiometría de tonos puros (virosis, ototoxicidad, hipoacusia neurosensorial hereditaria e idiopática, traumatismo cráneo-encefálico, etc.), por lo que el diagnóstico clínico puede ser difícil y se apoya en los antecedentes de exposición "nociva" al ruido. Las dificultades serán mayores con audiogramas sugestivos de estadios iniciales de hipoacusia profesional en sujetos cuya exposición oscila sobre los 90 dBA o es difícil de precisar (por movilidad del personal o por tratarse de ruidos no estables). De hecho, es muy probable que éstas

patologías sean responsables de una sobreestimación de los efectos del ruido.

Susceptibilidad: Existen variaciones individuales en el grado de afectación de los trabajadores expuestos a ruido. Debiéndose valorar también antecedentes de meningitis, tratamientos ototóxicos, predisposición familiar a sordera precoz, diabetes o hipertensión arterial, que pueden aumentar la susceptibilidad individual.

Para determinar la susceptibilidad individual al ruido, algunos autores sugieren pruebas de fatiga auditiva, donde se valora el umbral auditivo.

2.4.2. Daño psicosocial (11)

El ruido es uno de los pocos estímulos que desde el nacimiento provoca reflejo de defensa (no es un miedo aprendido), y parece que por su presencia se van a producir efectos psicológicos (que se acompañan normalmente de síntomas físicos) como:

- Dificultad de comunicación.
- Perturbación del reposo y descanso.
- Alteraciones del sueño nocturno.
- Disminución de la capacidad de concentración.
- Malestar, ansiedad, estrés.

Estos efectos van a alterar la vida social de la persona y, visto desde una perspectiva global del modo de enfermar, pueden modificar sus relaciones con el entorno. La relación entre la intensidad del sonido y la sensación subjetiva de molestia se expresa en la tabla III.

Tabla III. Intensidad del ruido en dB y valoración subjetiva de su percepción

Nivel de dB	Valoración (subjetiva)
30	Débil
50-60	Moderado
70-80	Fuerte
90	Muy fuerte
120	Ensordecedor
130	Umbral de sensación dolorosa

Los efectos psicosociales que el ruido produce dependen de:

- la actitud del sujeto;
- la sensibilidad personal;
- la evaluación personal de las posibilidades de reducirlo;
- la actitud del sujeto respecto al tipo y condiciones del puesto de trabajo;
- el momento de la jornada.

Interferencia en la comunicación

El proceso de comunicación verbal depende de **parámetros físicos** como son:

- el nivel de presión sonora, distribución de frecuencias y tiempo;
- las condiciones del local;
- la distancia entre locutor y oyente, así como la existencia de contacto visual entre ellos;
- la utilización o no de protección auditiva.

Asimismo, influirán una serie de **parámetros personales:**

- El estado auditivo del oyente.
- La existencia de señales verbales efectivas (claridad de articulación, esfuerzo vocal).
- El conocimiento y familiaridad con el mensaje.
- Las motivaciones de los sujetos (expectativas, fatiga, estrés).

La existencia de un nivel de ruido, fondo sonoro, puede dificultar la comprensión del mensaje verbal, con la importancia que esto puede tener tanto para la propia seguridad como para el proceso productivo (14). Otro de los aspectos de los efectos del ruido sobre la seguridad es la reacción natural de las personas ante un ruido inesperado, movimiento bruscos y distracciones.

Alteraciones en el desarrollo de tareas

El ruido interfiere en la realización de tareas por parte del individuo, tanto en su jornada laboral como en el tiempo de ocio. Aunque no se han obtenido conclusiones significativas. Se puede señalar que dicha influencia dependerá de los siguientes factores:

- **Características del ruido:**
 - Variabilidad del nivel de ruido y su contenido espectral.
 - Ruido continuo o intermitente.
 - Repetición de ruidos de elevado nivel.
 - Ruidos de frecuencias mayores a 2.000 Hz.
- **Características de la persona:** serán más susceptibles las personalidades con características ansiosas e irritables.
- **Características propias de la tarea:**
 - Demanda mental que exija.
 - Demanda sensomotriz.
 - Complejidad.
 - Demanda auditiva o extraauditiva.

2.4.3. Alteraciones en órganos distintos a la audición

Es de todos conocido que la exposición al ruido tiene efectos en órganos y sistemas diferentes a los de la audición y, aunque no están cuantificadas las relaciones causa-efecto, pueden ser considerados como origen de problemas de salud.

Diversos estudios indican su relación con el nivel y la distribución espectral del ruido, así como los sistemas con posible afectación por el ruido (11, 12, 13); en la tabla IV se enumeran algunos de los sistemas que pueden verse afectados y los efectos susceptibles de aparecer.

Tabla IV. Efectos del ruido a nivel sistémico

Sistema afectado	Efecto
Sistema Nervioso Central	Hiperreflexia y Alteraciones en el EEG
Sistema Nervioso Autónomo	Dilatación pupilar
Aparato Cardiovascular	Alteraciones de la frecuencia cardíaca, e hipertensión arterial (aguda)
Aparato Digestivo	Alteraciones de la secreción gastrointestinal
Sistema Endocrino	Aumento del cortisol y otros efectos hormonales
Aparato Respiratorio	Alteraciones del ritmo
Aparato Reproductor - Gestación	Alteraciones menstruales, bajo peso al nacer, prematuridad, riesgos auditivos en el feto
Órgano de la Visión	Estrechamiento del campo visual y problemas de acomodación
Aparato Vestibular	Vértigos y nistagmus

2.4.4. Clínica

Una vez que las lesiones han tenido lugar, su clínica pasa por diferentes etapas:

- **El período inicial:** se caracteriza por la presencia de acúfenos, sobre todo al final de la jornada laboral, y astenia física y psíquica, junto a malestar general. La duración de este período es variable, pudiendo atribuírsel una media de 3 a 4 semanas, dependiendo siempre del nivel d exposición al ruido y la presencia de Picos.

Se produce un déficit auditivo permanente neurosensorial, que en la audiometría se manifiesta como un escotoma a 4.000 Hz y no afecta a frecuencias conversacionales, por lo que no se vivencia como enfermedad.

Al abandonar el ambiente de ruido, o adoptar medidas de protección, se produce una estabilización de la lesión.

- **Período de latencia total:** es variable, depende de la intensidad sonora a la que se encuentra sometida la persona y de su susceptibilidad individual. En este período se mantiene el acúfeno de forma intermitente sin existir ningún otro síntoma subjetivo, y los únicos signos de lesión son audiométricos.

- **Período de latencia subtotal:** en este período la pérdida se extiende a 2-3 octavas, suele suceder tras 2-3 años de exposición hasta los 10-15 años. Comienzan a aparecer síntomas subjetivos, el trabajador nota que no tiene una audición normal, eleva el volumen de los aparatos y suele comentar que no capta las conversaciones cuando existe ruido de fondo.

- **Período terminal de hipoacusia manifiesta:** la pérdida se extiende a 500 Hz, suele acompañarse de acúfenos continuos y, en menor proporción, de vértigos.

2.4.5. Factores que influyen en la lesión auditiva producida por ruido (3,15)

Intensidad del ruido

El umbral de la nocividad del ruido del ambiente se sitúa entre 85 y 9 dBA. Cualquier ruido mayor de 90 dBA puede ser lesivo para el hombre. En la población trabajadora se considera peligrosa la permanencia en un ambiente ruidoso con un Nivel Diario Equivalente ($L_{Aeq,d}$) superior a 80 dBA, dicho nivel es el señalado en RD 1316/1989 como nivel límite a partir del cual hay que tomar medidas preventivas específicas (2).

Frecuencia del ruido

Los sonidos más peligrosos son los de alta frecuencia (superiores a 1.000 Hz). La mayoría de los ruidos industriales comprenden una gam ancha de frecuencias.

Por razones fisiológicas aún mal precisadas, las células ciliadas más susceptibles a la acción nociva del ruido son las encargadas de percibir las frecuencias entre 3.000 y 6.000 Hz, siendo la lesión de la zona de membrana basilar destinada a percibir los 4.000 Hz el primer signo de alarma generalmente.

Tiempo de exposición

El efecto adverso del ruido es proporcional a la duración de la exposició y parece estar relacionado con la cantidad total de energía sonora que llega al oído interno.

Susceptibilidad individual

Se acepta como factor de riesgo, aunque es difícil demostrarlo. Uno sujetos tienen mayor sensibilidad al ruido y, sometidos al mismo, tendrá un daño mayor y más rápido en su agudeza auditiva que el resto de la población.

Edad

Parece que en la edad media de la vida hay más posibilidades de lesión. Hay que tener en cuenta la

posibilidad de que en un gran número de casos este efecto se suma a la presbiacusia propia de la edad y sea este proceso degenerativo el que favorezca la aparición de la lesión acústica.

Enfermedades del oído medio

Si existe una hipoacusia de conducción se necesita mayor presión acústica para estimular el oído interno, pero cuando la energía es suficiente penetra directamente y provoca un daño superior al esperado.

Cabe esperar mayor fragilidad coclear cuando existe una pérdida auditiva neurosensorial.

Naturaleza del ruido

La exposición intermitente es menos lesiva que la exposición continua. Los ruidos permanentes lesionan menos que los pulsados, a igualdad de intensidades, gracias a la amortiguación muscular que se produce en el oído medio.

3. EVALUACIÓN DEL RIESGO

La evaluación de la exposición al riesgo deberá permitir la determinación del nivel diario equivalente y del nivel de Pico que soporta cada persona en su puesto de trabajo y comprenderá los siguientes puntos:

1. La identificación de cada puesto de trabajo, con el tiempo de permanencia diario del operario en cada fase de los distintos niveles acústicos.
2. La medición del nivel de presión acústica, con el objeto de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse en la lucha contra el ruido.
3. El resultado obtenido en cada puesto de trabajo, con las observaciones pertinentes.

La medición se realizará con instrumentos de medida apropiados a la clase de ruido a medir, según normas UNE-EN 60651:1996 "Sonómetros" (actualizada y equivalente a norma CEI 651:1979) y UNE-EN 60804:1996 "Sonómetros integradores-promediadores" (actualizada y equivalente a norma CEI 804:1985). Estos instrumentos de medida deberán ser verificados con un calibrador antes y después de cada medición.

Las mediciones se realizarán, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encontrará su oído. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará frente

a su oído, y a 10 cm de distancia, siendo el número o duración de las mediciones el necesario para que resulten representativas.

Se deberán realizar evaluaciones en distintos momentos:

- a. Inicial. En el momento de la creación del puesto de trabajo.
- b. Adicionales, cada vez que se cree un nuevo puesto de trabajo o haya cambios significativos en los ya existentes, en lo que se refiere al nivel de exposición al ruido.
- c. Periódicas, cada 3 años en los puestos de trabajo en los que el nivel diario equivalente supere los 80 dBA, y anualmente cuando el nivel diario equivalente supere los 85 dBA o el nivel pico los 140 dB.
(A modo de ejemplo se adjunta la tabla V.)

Tabla V. Niveles sonoros.

Aplicar las notas que correspondan: \varnothing , Σ , Π , ω y \int

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sección	Puesto de trabajo	Nº de operario en expuesto	Operación representativa muestreada (tiempo en minutos)	T Tpo. exp. h/d	L_{in} Intervalo más frecuente dB(A)	L_{max} Nivel de pico dB	$L_{max,T}$ dB(A)	$L_{med,d}$ Nivel diario equiv. dB(A)	Clase expos. según RD 1316/1989

Explicaciones a la tabla anterior:

Según los casos, habrá que suprimir columnas y seleccionar las nota que correspondan.

Si todos los puestos son de exposición continua de 8 horas/día y 40 horas/semana, con un solo nivel sonoro, se suprime la columna 8.

No harán falta notas salvo la \varnothing en su caso.

Si son puestos con un solo nivel pero con tiempos de exposición diarios distintos a 8 horas/día y 40 horas/semana, en la columna 8 se pondrá el nivel continuo medido, y en la 9 el nivel corregido para el tiempo real de exposición.

Le corresponderán las notas Σ y Π , respectivamente.

Si son puestos con varios niveles de ruido distintos para diferentes operaciones, cualquiera que sea el tiempo total de exposición, se pondrá en la columna 8 el nivel continuo medido en cada operación y en la 9 el nivel diario equivalente resultante de todas ellas.

Le corresponderán las notas Σ y ω , respectivamente.

Si el cálculo se realiza para una semana de trabajo, en la columna 5 se pondrá el tiempo en horas/semana y en la 9 $L_{Aeq,5}$.

Le corresponderán las notas Σ y \int , respectivamente. Si se ha puesto la columna 6, L_{pA} , se pondrá la nota ∂ . La columna 7 de nivel de pico se podrá sustituir por notas a pie de tabla.

En la columna 10, indicar el intervalo que corresponda:

- inferior a 80 dB(A), <80 dB(A);
- superior a 80 dB(A), >80 dB(A);
- superior a 85 dB(A), >85 dB(A);
- superior a 90 dB(A), >90 dB(A);
- superior a 140 dB, >140 dB.

NOTAS

∂L_{pA} = Nivel de presión acústica ponderado A.

$\Sigma L_{Aeq,T}$ = Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente a la operación muestreada.

$\prod L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log (T/8)$, siendo T las horas de exposición diaria al nivel.

$\omega L_{Aeq,d} = 10 \log 1/8 (\Sigma T_i 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}})$, siendo T_i las horas de exposición diaria al nivel $L_{Aeq,Ti}$. (Aclaración: el sumatorio desde $i=1$ hasta $i=n$.)

$\int L_{Aeq,Ti} = 10 \log 1/40 (\Sigma T_i 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}})$, siendo T_i las horas de exposición semanal al nivel $L_{Aeq,Ti}$. (Aclaración: el sumatorio desde $i=1$ hasta $i=n$.)

4. PROTOCOLO SANITARIO ESPECÍFICO

El protocolo médico constará de varios apartados que serán aplicados directamente por el médico al personal trabajador.

Filiación:

Incluyendo la fecha de realización del reconocimiento junto con los datos personales del trabajador, nombre de la empresa y puesto de trabajo actual

Se señalará el tipo de evaluación de salud de que se trata: inicial, periódica, tras incorporación al trabajo y/o adicional.

4.1. HISTORIA LABORAL

Se señalará la exposición actual y previa al ruido, centrada en el ámbito laboral, pero sin olvidar la de tipo extralaboral.

4.2. HISTORIA CLÍNICA

Se señalarán los antecedentes personales de exposición a ototóxicos, hábitos como tabaquismo, consumo de alcohol, enfermedades padecidas con posibles secuelas de afección ótica (traumatismos craneales, meningitis, rubéola, etc.).

Asimismo, es importante conocer la presencia de enfermedades generale padecidas o que padece en la actualidad, para posteriormente centrarse en la presencia de antecedentes de tipo otológico como so acúfenos, otalgias, vértigos, otorrea. Se preguntará al trabajador sobre cómo es su percepción sobre su estado de audición. Una vez conocido todo lo anterior pasaremos a la exploración clínica específica.

4.3. EXPLORACIÓN CLÍNICA ESPECÍFICA

Constará fundamentalmente de tres apartados:

4.3.1. Otoscopia

Realización de una otoscopia para ver el estado de los conductos auditivos externos y de las membranas timpánicas.

4.3.2. Audiometría

La audiometría de tonos puros es la prueba que permite conocer con exactitud el estado auditivo del individuo. Las alteraciones del umbral auditivo detectadas en la misma orientarán hacia una patología producida por el ruido, y deberán servir para tomar las medidas oportunas. Por su importancia, se le dedica un apartado específico y amplio.

4.3.3. Acumetría

Si la audiometría no explora la vía ósea, pueden usarse las prueba de Rinne y Weber, realizadas con diapason, que orientan a la detección de alteraciones de transmisión, o bien neurosensoriales.

No hay que olvidar que existen otros métodos diagnósticos como lo tests vocales y los tests de discriminación, precisos pero más costosos, que requieren personal especializado para su aplicación, por lo que quedan restringidos generalmente al ámbito clínico especializado. Las otoemisiones acústicas se presentan como un método sencillo de investigación del sistema sensorial auditivo con capacidad de análisis frecuencial y que tiene capacidad de detectar el trauma acústico con gran sensibilidad; en el futuro podría ser otro método de exploración específica en los trabajadores expuestos a ruido.

En el Anexo VII, al final del documento, se presenta un modelo de cuestionario que recoge todos los aspectos señalados en este apartado puede resultar útil para facilitar la realización práctica del protocolo, así como la estandarización del mismo.

5. AUDIOMETRÍA

No hay ninguna duda que la detección del umbral auditivo para tonos puros por vía aérea es el método idóneo para la evaluación de la audición en grandes colectivos.

Los objetivos de la audiometría son (16):

- Evaluar la audición de las personas que van a estar expuestas en su puesto de trabajo en el momento de su entrada en la empresa o antes de ser trasladadas a un área ruidosa (audiometría de ingreso).
- Detectar precozmente deterioros del umbral auditivo en aquellos individuos que están sometidos a riesgo (audiometría periódica).
- Evaluar el estado de audición al salir de la empresa o abandonar el puesto ruidoso (audiometría final).
- Detectar otras anomalías diferentes a las producidas por el ruido y que requieren diagnóstico.
- Educar y motivar a los trabajadores con respecto a sus cambios audiométricos, promoviendo el uso adecuado de medidas preventivas adecuadas.
- Evaluar, a través del análisis global de sus resultados, las medidas que se están tomando.

La Audiometría Industrial (realizada en los lugares de trabajo) tiene características que la hacen diferente de la audiometría clínica. La motivación de los sujetos, la cualificación del personal que realiza la prueba, las condiciones del local y del aparato y la no observancia de un período de no exposición al ruido previo al test son puntos que afectan a la sensibilidad y especificidad de la audiometría industrial y, por tanto, a su validez como prueba de screening. Para algunos autores, es una prueba descartar por servir únicamente para dar la falsa impresión a los trabajadores de que se están tomando medidas, cuando no se toman soluciones técnicas (17) y/o cuando el daño es irreversible por haber transcurrido más de 5-10 años (18).

Por otro lado, revisiones desde la óptica de la teoría epidemiológica (19) y de los estudios de la variabilidad del test audiométrico (20) apuntan hacia la utilidad de la audiometría, siempre que se realice bajo unas condiciones que minimicen la influencia de diversos factores que afecten su validez.

En nuestro país hay exigencias legales para realizar audiometrías en relación directa con el nivel de ruido

y, asimismo, hay especificaciones en lo que respecta al método audiométrico*. La Directiva 86/188/CEE (1) en su Anexo II da unas indicaciones para la vigilancia auditiva de los trabajadores que se ciñen a las Normas ISO 6189-1983 (que está actualizada en la norma EN 26 189 "Acústica. Audiometría liminar tonal por vía aérea a efectos de la conservación de la audición") e ISO 389-1991 (que está actualizada en la norma UNE-EN ISO 389:1996 "Acústica. Cero normal de referencia para la calibración de audiómetros de tonos puros por vía aérea").

Los factores que se deben tener en cuenta antes de realizar la audiometría son:

1. Factores dependientes del sujeto.
2. Nivel de ruido en la sala donde se realiza la audiometría.
3. Fatiga auditiva.

1. Factores dependientes del sujeto, tales como el estado fisiológico, la motivación, etc., pueden influir negativamente en los umbrales auditivos. Para evitarlo, el audiometrista debe motivar al sujeto explicándole el porqué de la prueba y en qué consiste. Se debe insistir en que responda al sonido más débil que perciba en vez de esperar a que el sonido sea lo bastante fuerte como para oírlo fácilmente.

2. El nivel de ruido en la sala audiométrica puede enmascarar los tonos dando como resultado umbrales distintos a los reales, especialmente a bajas frecuencias. La norma ISO 6189-1983 define unas condiciones ambientales en cuanto a nivel máximo de presión sonora que no se deben sobrepasar cuando el umbral de audición más bajo a medir es de 0 dB (ver tabla VI). En un empresa de tamaño medio es muy difícil encontrar locales que no sobrepasen estos valores si no se utilizan cabinas audiométricas, pero éstas resultan costosas para las empresas. Otra solución sería el uso de los equipos móviles de que disponen las entidades que actúan como servicios de prevención ajenos a la propia empresa.

Tabla VI. Resumen de los niveles máximos de presión sonora en dB para locales destinados a Audiometría, según ISO 6189/1983. Los valores ISO asumen que la frecuencia más baja a testar es de 500 Hz

Frecuencias en bandas de octava ISO	Tabla 2	ISO Tabla 3
500	18	26
1.000	20	28
2.000	27	37
4.000	38	44
8.000	36	41

* Real Decreto 1316/1989, de 22 de octubre, sobre protección de trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

3. Fatiga auditiva. El posible desplazamiento transitorio del umbral derivado de una exposición al ruido previa a la realización de la prueba es otro factor de variabilidad.

Una vez realizada una audiometría de forma correcta, hay dos aspectos decisivos que hay que tener en cuenta antes de tomar una decisión sobre un audiograma:

A) Caída significativa del umbral

Cada audiograma será comparado con el audiograma de base para determinar si se ha producido una caída significativa de umbral. Se considerará como caída significativa del umbral (CSU) la pérdida de 10 dB o más en la media de tres frecuencias, que pueden ser:

- A.1. Según la OSHA (21), 2.000, 3.000 y 4.000 Hz en cualquier oído.
- A.2. La American Academy of Otolaryngology lo define como un cambio de 10 dB o más en la media de 500,1.000 y 2.000 Hz o en la media de 3.000, 4.000 y 6.000 Hz, indistintamente.

El éxito de la vigilancia audiométrica en la prevención de la sordera profesional depende de su capacidad para provocar acciones específicas. Para ello, no basta con que las audiometrías midan de forma exacta la audición de los trabajadores, sino que es necesario definir de forma clara qué cambios en el umbral auditivo van a determinar qué acciones concretas (derivación ORL, cambios de puesto, declaración de enfermedad profesional, etc.). Además de facilitar las decisiones sobre un gran número de audiogramas, es la única manera de garantizar una continuidad a la monitorización audiométrica.

B. Presbiacusia

Desde el primer estudio realizado en población general se conoce que los umbrales audiométricos se deterioran con el paso de los años. La etiopatogenia de la presbiacusia es múltiple. La base genética, el envejecimiento "fisiológico", la alimentación, las enfermedades cardiovasculares y, por supuesto, los ruidos (en particular de origen laboral y también los presentes en la vida diaria) y los tóxicos (presentes también en su puesto de trabajo) pueden influir negativamente sobre los umbrales de audición (22, 23). Parece obvio, a la hora de valorar en un audiograma la afectación causada por el ruido, el tener en cuenta el efecto de la edad. Y la situación se complica ya que, lógicamente, edad y exposición al ruido se superponen.

Sin embargo, el NIOSH en sus criterios revisados en el año 1998 recomiend no aplicar esa corrección por edad al hacer cálculos de CSU en audiogramas individuales, pues

aunque en diferentes estudios aparece ese descenso de capacidad auditiva en relación con la edad, en otros no. Además, es imposible conocer quiénes serán los que padecerán de presbiacusia y quiénes no. Igualmente, si se aplicaran correcciones por edad, ¿qué percentil de distribución en la pérdida sería el correcto? ¿La mediana quizás con su 50%, o el percentil 10 o el percentil 90? Técnicamente, esas curvas lo que nos definen son distribuciones estadísticas en poblaciones tanto por edad como por sexo, y no es correcto el aplica después en casos particulares ningún percentil de los citados anteriormente ni otros, pues la mediana de esa pérdida atribuible a la edad para un grupo de edad dado no se puede aplicar de modo individual para cada uno de los sujetos de ese grupo.

Para finalizar con la discusión a que podemos dar lugar, el propósito de este protocolo es el de prevenir la pérdida auditiva y, al utilizar un factor de corrección por edad, el tiempo requerido para llegar a tener CSU puede ser incrementado, con lo que puede suponer de retraso en la identificación de una persona afectada.

5.1. ASPECTOS PRÁCTICOS SOBRE LA EXPLORACIÓN AUDIOMÉTRICA

Se utilizará la audiometría de tonos puros por vía aérea, aunque puede completarse con la vía ósea u otros medios de diagnóstico.

El test audiométrico deberá ser realizado con un aparato que cumpla como mínimo las especificaciones de los Audiómetros tipo 1 tal como se especifica en la Norma UNE-EN 60645-1 "Audiómetros. Parte 1: Audiómetros de tonos puros", que se corresponde a la CEI 654-79 actualizada.

5.1.1. Calibración

- El aparato deberá estar calibrado conforme al cero normal especificado en la norma UNE-EN ISO 389 y respetando sus especificaciones.
- La calibración básica deberá hacerse al menos cada 2 años, por un laboratorio competente, o cuando se juzgue necesario como consecuencia de los controles periódicos previstos en la norma EN 26 189.
- Se deberán realizar controles periódicos (cada 50 audiometrías o cada vez que se cambie de emplazamiento) que consistirán en un control de escucha por un grupo de sujetos de audición normal o un operador experimentado. No deberán detectar otro ruido que la señal en por lo menos tres posiciones diferentes para el atenuador en cada frecuencia.
- Cada semana se realizarán calibraciones biológicas testando a una o varias personas cuyos umbrales de

audiación son bien conocidos por haberse hallado anteriormente por el mismo audiometrista y el mismo aparato. Se elegirán preferiblemente sujetos con umbrales entre 10 y 25 dB en todas las frecuencias.

- Los locales destinados a la práctica de audiometrías periódicas no deberán exceder de los niveles de presión sonora que refiere la norma EN 26 189, aunque es preferible el uso de cabina audiométrica insonorizada, donde se consiguen niveles inferiores.

5.1.2. Técnica audiométrica

Es fundamental seguir una técnica correcta para garantizar la validez del test audiométrico como prueba de screening, sobre todo en la audiometría manual, en la cual el operador puede además introducir una variabilidad por sí mismo.

Los audiómetros automáticos tienen ventaja en lo que respecta a la homogeneidad de la prueba ya que no están sujetos a la variabilidad de operador. Sin embargo, el efecto "aprendizaje" descrito por algunos autores (26) parece estar relacionado con esta técnica audiométrica. Este efecto consiste en que sujetos expuestos a niveles nocivos de ruido mejoran sus umbrales auditivos con el paso de los años. De todos modos, haciendo hincapié en las explicaciones previas a la prueba y siguiendo métodos estandarizados tal como se muestran en la norma, este efecto puede ser minimizado.

La técnica manual requiere un mayor grado de homogeneidad en cuanto al método ya que interviene la variabilidad introducida por el operador. Es fácil que un individuo presente un deterioro ficticio en sus audiogramas y que éste sea debido a los distintos audiometristas. La norma EN 26 189 presenta varios métodos posibles. Cualquiera de ellos u otros de los descritos en los manuales de audiometría pueden ser válidos, pero es importante proponer uno en particular. Sería interesante la creación de cursos cortos de formación en audiometría industrial exigibles a aquellos que realicen las audiometrías en las empresas.

Preparación del sujeto

- Se realizará una otoscopia previa a la realización de la audiometría. En caso de presencia de cerumen se debe extraer y posponer su realización. Tampoco se debe realizar la prueba en presencia de otitis, eczema del oído externo o infección de vías respiratorias altas.
- El período libre de ruido anterior al control audiométrico debe ser de 14 o incluso 16 horas, por lo que la audiometría ha de ser realizada antes del inicio de la jornada laboral. Si se trata de la audiometría de base hay que respetar escrupulosamente ese plazo de 14-16 horas. Además de ese descanso preceptivo, se

podrán usar (si es que no lo hace ya de manera habitual) protectores acústicos durante la jornada anterior al día del test.

- Se deberán retirar todo tipo de estorbos como gafas, pendientes, etc., así como el pelo, para permitir una adecuada adaptación de los auriculares. Es recomendable permanecer en reposo previamente al control en una sala libre de ruidos durante 15 minutos.
- La actitud del sujeto testado constituye también un factor de error. Hay que explicarle bien el objeto de la prueba y recalcar que debe poner la máxima atención posible e insistir en que no debe esperar a oír claramente los tonos, sino responder al tono más débil que perciba.
- La persona se sentará enfrente del operador, de forma que no pueda ver a éste manipular el aparato. Se le indicará que evite moverse para suprimir ruidos parásitos. Igualmente se deberá evitar todo lo que pueda distraer la atención de los sujetos a los que se realiza la prueba.

Audiometría manual

- Se debe utilizar la señal en su forma discontinua (pulsed) con duraciones de alrededor de 1 segundo.
- Se comienza por cualquier oído o por el mejor oído, en caso de que el sujeto refiera que hay un oído mejor.
- Se debe mostrar al sujeto cómo son los sonidos, presentando una vez cada frecuencia a una intensidad suficiente pero no demasiado alta, generalmente entre 30-40 dB. Intensidades más altas podrían condicionar que el individuo respondiese sólo a estímulos fuertes.
- Preferiblemente se usará el método de encuadramiento: se va elevando la intensidad de 10 en 10 dB hasta que el sujeto perciba el sonido y se disminuye lentamente, de 5 en 5 dB, hasta que deje de oírlo. Entonces se va aumentando y disminuyendo la intensidad de 5 en 5 dB en torno a la primera respuesta dada por el paciente. Así se va ahorquillando el umbral. Si el umbral ascendente y descendente difieren se toma la media.
- Es importante que al ir variando la frecuencia no se deje el pulsador accionado. Si el audiómetro dispone de sonido de banda ancha se busca el umbral, y se presentan los tonos a una intensidad superior a 10 dB.
- Se debe buscar el umbral para las frecuencias 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 y 8.000 Hz, por este orden. Luego se vuelve a la frecuencia de 1.000 Hz y si el umbral no difiere en más de 5 dB se pasa a la frecuencia 500 Hz. Si la diferencia es mayor o igual a 10 dB, se comprobarán de nuevo los umbrales de todas las frecuencias.

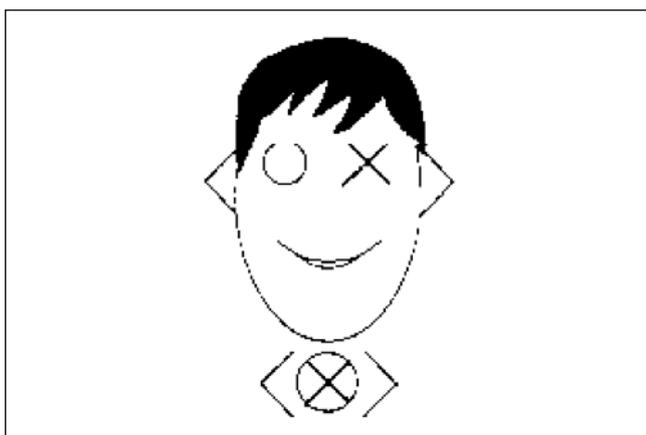
Toma de datos

Siempre que en la gráfica audiométrica no exista ningún umbral superior a 25 dB se considera que la audiometría

está dentro de los límites de normalidad (de no ser así se debería explorar la vía ósea).

Los datos pueden ser presentados en forma de tablas o en forma gráfica (audiograma). En este caso, se recomienda que una octava sobre el eje de abscisas se corresponda con 20 dB en el eje de ordenadas. Los símbolos utilizados serán los clásicos: "0" (en rojo) para el oído derecho y "X" (en azul) para el oído izquierdo en vía aérea. En caso de realiza vía ósea, el signo "<" (en rojo) para el oído derecho y el ">" (en azul) para el izquierdo. Como regla mnemotécnica se muestra el monigote de Fowler.

Gráfico 6. Monigote de Fowler



En el Anexo II se indican los datos que se deben registrar junto con los resultados audiométricos. Estos datos deben conservarse durante a menos 30 años y estar a disposición de las autoridades competentes e la materia. Al finalizar los períodos de conservación obligada de los registros, o en caso de cese de actividad, la empresa lo notificará a la autoridad competente con una antelación de tres meses, dándole traslado durante ese período de toda esta documentación.

Evaluación de los resultados de la audiometría

- Cada audiograma será comparado con el audiograma de base para determinar si se ha producido una caída significativa en el umbral. En este caso, se volverá a repetir el test dentro de los 30 días próximos.
- Se valorará la presencia de una caída significativa del umbral (CSU).
- Se tomará como audiograma de base a los efectos de comparaciones el que muestre mejores umbrales entre los realizados previamente por el trabajador. Es decir, que si un audiograma periódico muestra mejores umbrales, éste pasa a ser el considerado de base.
- Se considera que hay indicios de otras patologías diferentes a las producidas por el ruido cuando se den los criterios expuestos (CDORL: criterios de derivación a servicio de otorrinolaringología) en el Anexo I.

5.1.3. Tipos de audiometría

Audiometría previa (de ingreso)

- Tiene como fin establecer unos valores de base con los cuales comparar las sucesivas audiometrías.
- Se debe realizar antes de la primera exposición a ambiente ruidoso o cuando los trabajadores pasen a un nivel de exposición sensiblemente mayor. Si esto no fuera posible, se debe hacer cuanto ante debido a la importancia de los períodos de exposición iniciales en la lesión auditiva por ruido.
- Para la realización de la audiometría previa se respetará inexcusablemente un plazo previo de 14 horas libres de ruido en el trabajo. Se pedirá también a la persona evite exponerse a ruidos de otra índole.
- Las audiometrías previas se deberán realizar en cabina insonorizada.
- Hay, además, unas patologías que están contraindicadas para el trabajo en presencia de niveles nocivos de ruido; son las siguientes:
 - Antecedentes de cirugía de la otosclerosis por estapedectomía.
 - Patología neurosensorial (producida por tóxicos, agentes virales, traumática, presbiacusia precoz o de origen desconocido) con al menos un 20% de pérdida auditiva binaural (tablas DSHL AA.OO. en el Anexo V).

Audiometría periódica

La periodicidad mínima viene referida en el Real Decreto 1316/1989 (ver Anexo VI, donde aparece esquematizada). Así, si la persona está expuesta:

- a. a un nivel diario equivalente ($L_{Aeq,d}$ o NDE) mayor de 80 y menor de 85 dBA y el nivel de pico (L_{MAX}) no supere los 140 dB, se le practicará el control médico como mínimo quinquenalmente;
- b. a un nivel diario equivalente ($L_{Aeq,d}$ o NDE) mayor de 85 y menor de 90 dBA y el nivel de pico (L_{MAX}) no supere los 140 dB, se le practicará el control médico como mínimo cada tres años;
- c. a un nivel diario equivalente ($L_{Aeq,d}$ o NDE) mayor de 90 dBA o el nivel de pico (L_{MAX}) supere los 140 dB, se le practicará el control médico como mínimo anualmente.

Aquellas personas que hayan presentado alguna vez una caída significativa del umbral (CSU) se les considerará como expuestas a una franja de exposición inmediatamente superior, con lo que el control médico a realizar será más exhaustivo.

Hay que tener en cuenta que a los dos meses de desarrollar la labor en un ambiente ruidoso se debe

realizar un reconocimiento de adaptación al puesto en el que es preceptivo también el control audiométrico.

5.1.4. Criterios de valoración

Se han descrito numerosos ejemplos de métodos para facilitar la clasificación de los audiogramas y las decisiones posteriores. Básicamente, pueden ser distribuidos en dos grupos:

En el primero de ellos, estos métodos se basan en la clasificación del audiograma en distintos estadios de sordera profesional, utilizando una o varias frecuencias o medias de varias de ellas (27). Esto tiene varios inconvenientes, siendo el más importante que es un análisis de tipo transversal que no permite deducir la rapidez con que un individuo evoluciona hacia la sordera. Diferentes ejemplos de este tipo de análisis son:

- El índice ELI (Early Loss Index=Índice de pérdida precoz) se calcula restando a la pérdida en la frecuencia 4.000 Hz el valor de corrección por presbiacusia que le corresponde (ver su tabla en el Anexo V). Se evalúa la frecuencia de 4.000 Hz (ponderando la pérdida por edad y según el sexo), y clasifica los traumas acústicos en una escala creciente A-B-C-D-E, de mayor a menor capacidad auditiva.
- El índice SAL (Speech Average Loss=Pérdida promedio conversacional ver su tabla en el Anexo V), que evalúa las frecuencias conversacionales (500, 1.000 y 2.000 Hz) y se define como la media aritmética de la pérdida auditiva en decibelios de dichas frecuencias, y establece una clasificación en grado A-B-C-D-E-F-G que va desde SAL-A (ambos oídos están dentro de los límites normales) hasta grado SAL-G (sordera total).
- Otra clasificación diagnóstica de las audiometrías es la propuesta por Klockhoff y otros, posteriormente modificada por la Clínica del Lavoro de Milán (ver Anexo III), contemplando ésta siete tipos de diagnósticos diferentes: normal, trauma acústico leve, trauma acústico avanzado, hipoacusia leve, hipoacusia moderada, hipoacusia avanzada, y otras patologías no debidas al ruido.

En el segundo grupo se encuentran los métodos basados en los cambios en el umbral entre sucesivas audiometrías. Los ejemplos más conocidos son los propuestos por la OSHA (21) y el de la American Academy of Otolaryngology, que ya han sido explicados en apartados anteriores (ver apartado 5.A).

Entre estos dos grupos de pruebas estimamos más conveniente el segundo pues implica, además de un seguimiento a lo largo del tiempo, la comparación con el estado previo y su evolución.

6. CONDUCTA A SEGUIR

Las acciones consecutivas a la detección de una caída significativa en el umbral (cambio de puesto, cambios administrativos, notificación de enfermedad profesional, etc.) deben estar establecidas de una forma clara y realista, ya que son el fin último de la monitorización médica. De lo contrario, el programa audiométrico simplemente servirá para "ver cómo los trabajadores expuestos al ruido evolucionan hacia la sordera" (28).

No hay que olvidar que la disminución del ruido en su origen (prevención primaria) es la medida más correcta en la lucha contra la Hipoacusia Profesional; esto puede llevarse a cabo integrando este concepto en el mismo diseño de la maquinaria a usar y teniéndolo en cuenta en el momento de su compra, intentando aminorar el producido por las máquinas con su adecuado mantenimiento, evitando su propagación por el lugar de trabajo, incluso procurando a las personas cabinas insonorizadas en las que puedan desempeñar su cometido durante la mayor parte de su jornada sin estar expuestas. En el Anexo VI se resume la conducta a seguir de acuerdo con el RD 1316/1989 según la intensidad de la exposición.

Una vez tenido lo anteriormente comentado en cuenta, en caso de que la afectación auditiva se confirme como debida al ruido:

- A aquellas personas expuestas que no usen protección se les suministrarán los protectores adecuados, se mostrará su uso apropiado y se requerirá su utilización.
- Si ya usan protección, serán provistas de nuevos protectores adecuados y se les adiestrará, igual que en el caso anterior, en el uso correcto de los mismos.
- En los casos anteriores, de todas maneras, hay que incidir especialmente en la información y formación idónea y suficiente de los operarios afectados por el ruido ambiental.
- Independientemente de que la alteración auditiva afecte a la zona conversacional o no:
 - a. si la audiometría muestra un escotoma mayor de 25 dB a 4.000 Hz como anomalía única, o si ese escotoma se va ampliando dos o tres octavas, afectando primero a los agudos y después a los graves, o si incluso llegara a afectar a la zona conversacional, se establecerá el diagnóstico de sordera profesional y se rellenará y tramitará el Parte de Enfermedad Profesional, entregando una copia al trabajador;
 - b. se considerará el cambio de puesto de trabajo en los casos en que la hipoacusia no afecte al área conversacional y concurra que:
 - haya más de una CSU o ésta sea mayor de 20 dB,
 - el personal trabajador utilice la protección adecuada, y
 - el personal trabajador esté en los diez primeros

años de exposición al mismo nivel de ruido;

c. en el caso de que la hipoacusia afecte al área conversacional, además de todo lo ya expuesto en los puntos a. y b., la persona podrá ser remitida (siempre con su consentimiento) para su evaluación y calificación a los equipos de valoración de incapacidad, donde se valorará su incapacidad permanente parcial o total par la profesión habitual que ha dado lugar a su pérdida auditiva.

6.1. DERIVACIÓN A ESPECIALISTA: OTORRINOLARINGÓLOGO

Dado el carácter irreversible de la sordera producida por ruido, muy poco puede hacer el especialista en otorrinolaringología (ORL), pero e recomendable que los trabajadores que presenten caídas significativas del umbral (CSU) sean enviados a sus consultas. Los objetivos serían:

- confirmar la caída del umbral;
- valorar el hándicap auditivo y la oportunidad de las prótesis auditivas;
- las recomendaciones del especialista pueden reforzar la necesidad de protección auditiva de los trabajadores.

Además, al realizar audiometrías en un gran número de personas e muy normal encontrarse con otras patologías diferentes a las producidas por el ruido que pueden ser susceptibles de tratamiento.

Por lo tanto, es necesario definir unos criterios claros para derivació a especialistas en ORL. Los criterios poco exigentes se traducirán en un gran número de derivaciones innecesarias, con las consiguientes pérdidas económicas para las industrias implicadas y el consiguiente descrédito para el programa de monitorización audiométrica. Por el contrario, criterios muy exigentes dejarían fuera a muchos casos de patologías que podrían beneficiarse de tratamiento médico o quirúrgico.

Los criterios que aquí se proponen son los reflejados en el Anexo I, están analizados por métodos de "criterios de toma de decisión" (29).

7. TRATAMIENTO

EPIDEMIOLOGICO Y EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE PREVENCIÓN

El RD 1316/1989, en su artículo 9, apartado 3, precisa que "los datos resultantes de las valoraciones del estado de salud de los trabajadores sólo se podrán utilizar como base orientativa para mejorar el ambiente de trabajo" .

Los controles audiométricos deben ser considerados por los estamentos de la empresa implicados en la prevención

como un instrumento complementario del control técnico y ambiental del ruido, y cuyo fin última en la prevención de la Hipoacusia Profesional es el de provocar la adopción de medidas específicas de tipo técnico-organizativas tendentes disminuir el ruido en su origen.

Los datos resultantes de la monitorización audiométrica que se haga siguiendo estos protocolos pueden y deben utilizarse para evaluar la nocividad del ruido en un centro de trabajo, en un sector productivo y, sobre todo, para evaluar la efectividad de las medidas de prevención que se esté tomando. Para ello, se debe mantener una hoja de registro de dato para cada trabajador, tal como se expone en el Anexo II.

Numerosas patologías pueden presentar similares hallazgos en la audiometrí de tonos puros (virosis, ototoxicidad, hipoacusia neurosensoria hereditaria y de causa desconocida, traumatismo craneo-encefálico, etc.) por lo que el diagnóstico clínico puede ser difícil y se apoya en los antecedentes de exposición "nociva" al ruido. Las dificultades serán mayores con audiogramas sugestivos de estadios iniciales de Hipoacusia Profesional en sujetos cuya exposición oscila alrededor de los 90 dBA o es difícil de precisar (por movilidad del personal o por tratarse de ruidos no estables). De hecho, es muy probable que éstas patologías sea responsables de una sobrestimación de los efectos del ruido y, desde luego de muchos casos indemnizados como Sordera Profesional.

Un adecuado diseño, desde el punto de vista epidemiológico, del contro audiométrico en el medio laboral permitirá acumular datos muy valiosos para establecer la importancia de otras patologías distintas, sus interacciones con los efectos del ruido y la verdadera incidencia de la Hipoacusi Profesional en la población general, de la cual no tenemos ningún dato. Esta necesidad es más urgente si tenemos en cuenta que el desarrollo más avanzado de la Higiene Industrial en nuestro país ha acumulado una gran cantidad de información, en lo que respecta a exposición a niveles y tipos de ruido, que contrastada con datos "médicos" puede dar resultados muy interesantes.

Un diseño epidemiológico correcto serviría también de vigilancia y evaluación de los programas de prevención de la Hipoacusia Profesional, tanto a nivel de centros de trabajo como de sectores productivos, etc Para ello se han propuesto diversos métodos de análisis de los datos que permitan comparar la nocividad global, en lo que respecta a los efectos auditivos del ruido, de los centros de trabajo, de los distintos departamento dentro de una fábrica o incluso comparar sectores productivos diferentes (30). Estos diseños pueden ser utilizados por la Administración para determinar qué empresas son las más nocivas y, por tanto, cuándo urge más tomar medidas técnicas de reducción del ruido.

8. LEGISLACIÓN APLICABLE

- Directiva del Consejo de 12 de mayo de 1986 relativa a la protección de los trabajadores contra la exposición al ruido durante el trabajo (86/188/CEE). Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 137: 28-34 (24.5.86).
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, relativo a la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido (BOE nº 263, de 2 de noviembre de 1989).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE nº 97, de 23 de abril de 1997).

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Directiva del Consejo de 12 de mayo de 1986 relativa a la protección de los trabajadores contra la exposición al ruido durante el trabajo (86/188/CEE). Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 137: 28-34 (24.5.86).
2. Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, relativo a la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido (BOE nº 263, de 2 de noviembre de 1989).
3. Clemente, M. Enfermedades profesionales del oído. Medicina y seguridad en el trabajo. 1991; nº 152 (abril-junio), pgs. 13-24.
4. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE nº 97, de 23 de abril de 1997).
5. Fremap. Higiene Industrial. Ruido Industrial.
6. Cerrada MC. Efecto sobre la audición en ambiente de trabajo de ruido. Medicina y seguridad en el trabajo. 1991; nº 152 (abril-junio), pgs. 25-34.
7. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo - OIT. Ed. Mº de Trabajo y Seguridad Social, 3ª ed. revisada, 1989.
8. Gómez-Cano M. Aspectos ergonómicos del ruido. Salud y trabajo. 1994; nº 102, pgs. 33-40.
9. Monasterio R y Serrano Mª B. Patología del Ruido. Medicina y seguridad en el trabajo. 1991; nº 152 (abril-junio), pgs. 39-44.
10. Gaynes E y Goñi A. Hipoacusia laboral por exposición al ruido: Evaluación clínica y diagnóstico. NTP-287, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1991.
11. Floru R y Cnockaert JC. Effects non traumatiques du bruit sur la santé, la sécurité et l'efficacité de l'homme au travail. Cahiers de notes documentaires. 1994; nº 154: 69-97.
12. Tomei F et al. Noise and Gastric Secretion. American Journal of Industrial Medicine. 1994; nº 26: 367-372.
13. Melamed S, Bruhis S. The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue and irritability. Journal of Occupational and Environmental Med. 1996; vol. 38, nº 3.
14. Smith SL. The Other effects of Noise. Occup. Hazards 1997 (enero); pgs. 79-81.
15. Gaynes E, Goñi A. Hipoacusia laboral por exposición al ruido: Evaluación clínica y diagnóstico"; 1991; NTP-287, INSHT.
16. Idoate M. Salud laboral: Protocolos sanitarios específicos de vigilancia médica de los trabajadores (III). Exposición a ruido. Documentos Técnicos de Salud Pública serie A. 1992; Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
17. Atherley G, Jonhston N. Audiometry. The ultimate test of succes?.; Ann. Occup. Hig. 1981; 27: 427-447.
18. Héту R. Critical analysis of effectiveness of secondary prevention of occupationa hearing loss. Journal Occup Medicine. 1979; 21: 251-254.
19. House RA. The validlty of routine audiometry in industry. Occupationa Health in Ontario. 1985; 6: 56-74.
20. Dobie RA. Reliability and validity of industrial audiometry: Implications for hearing conservation programs design. Laryngoscope. 1983; 93: 906-927.
21. OSHA. Occupational noise exposure; hearing conservation amendment. Final Rule OSHA. Federal Register. 1983; 48: 9738-9785.
22. Corso JF. Age and sex differences in pure-tone thresholds. Arch of Otolaryngolog 1963; 77: 385-405.
23. Rosen S Plester D et al. Presbycusis study of a relatively noise free population in the Sudan Ann Otol Rhin Laryngol. 1962; 71: 727-7359.
24. Robinson DW, Sutton GT. A comparativa analysis of data on the relatio of pure-tone audiometric thresolds to age. NPL Acoustics Repoti Ac. 1978; 84: April.
25. Galeano SF. How O-I's hearing conservation program gives useful statistic for future analysis. TAPPI. 1981; 64 (4): April.
26. Royster TD, Royster LH. Using audiometric data base analysis. Journa Occup Medicine. 1986; 10: 1055-1068.
27. Marqués F, Moreno N, Sole D. Trauma acústico: vigilancia epidemiológica. Comunicación en IX Congreso Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad del Trabajo, Madrid, 1988.
28. Edwards RG et al. Effectiveness of earplugs as worn in the workplace; Sound and Vibratio, 1978; January: 12-22.
29. Dobie RA, Archer RT. Otological referral in industrial hearing conservation programs. Journal Occup Medicine. 1981; 11: 755-761.
30. Héту R, Boudreault V. Protocole d'enquête audiometrique en usine bruyante. Cahiers de Notes Documentaires 1987; 128: 407-4159.

OTROS DOCUMENTOS CONSULTADOS:

- 1.. Diccionario de la Lengua Española, Real Academia Española, 21ª ed., febrero 1994.

2. Diccionario científico y tecnológico Chambers, Ed. Omega, 1979.
3. Moliné JL, Solé MD. Audiometría tonal liminar, exploraciones previas y vía aérea. NTP nº 284, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1991.
4. Gil A, Luna P. Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos. NTP nº 270, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1991.
5. American Academy of Otolaryngology Committee on Hearing and Equilibrium y American Council of Otolaryngology Committee on the medical aspects of Noise. Guide for the Evaluation of Hearing Handicap. J.A.M.A. 1979; vol. 241, nº 19, pg 2055-2059.
6. Kuhar MS. Lost in the noise. Occup. Hazards. 1995 (mayo); pg 65-67.
7. López G. El ruido en el lugar de trabajo. 1992. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
8. NIOSH. Preventing occupational hearing loss. A practical guide. National Institute for Occupational Safety and Health. Rev octubre 1996.
9. NIOSH. Criteria for a recommended standard- Occupational Noise Exposure. National Institute for Occupational Safety and Health. Rev junio 1998.
10. Norma UNE 74-023-92 (equivalente a Norma ISO 1999:1990). Acústica Determinación de la exposición al ruido en el trabajo y estimación de las pérdidas auditivas inducidas por el ruido. Enero 1992.
11. Norma europea EN:26-189 equivalente a Norma UNE 74-151-92 y Norma ISO 6189:1983. Acústica- Audiometría liminar tonal por vía aérea a efecto de la conservación de la audición. Febrero 1992.
12. Norma UNE EN 60645-1, "Audiómetros. Parte 1: Audiómetros de tonos puros", actualización de la norma CEI 645, CEI 645-1: 1992 y corrigendum 1993.
13. Norma UNE EN 60651: 1996 "Sonómetros" actualización de CEI 651.
14. Norma UNE EN 60840: 1996 "Sonómetros integradores-promediadores" actualización de CEI 804.

ANEXO I:

CRITERIOS PARA DERIVACIÓN A CONSULTAS DE ORL

1. Si en el audiograma de ingreso se detecta:
 - Afectación monoaural mayor del 20%, según la fórmula de l AA.OO. de 1979, en cualquier oído.
 - Afectación unilateral manifestada por una media de 500, 1.000 y 2.000 Hz menor de 25 dB en el mejor oído y mayor de 60 dB en el peor.
 - Afectación unilateral manifestada por una asimetría interaural media de 45 dB en dos frecuencias adyacentes.
2. Si en el audiograma periódico se detecta:
 - Una caída mayor de 20 dB respecto al audiograma de base en la media 500, 1.000 y 2.000 Hz.
 - Una caída mayor de 20 dB respecto al audiograma de base e la media 2.000, 3.000 y 4.000 Hz o dos CSU consecutivas.
 - Los mismos criterios referidos para el audiograma de ingreso

ANEXO II:

REGISTRO INDIVIDUAL DE MONITORIZACIÓN AUDIOMÉTRICA

Para cada trabajador expuesto al ruido se debe mantener una hoja de registro en la que debe constar:

1. El reconocimiento de ingreso, incluyendo exploración ORL e historial de antecedentes y sintomatología otológica. Se recomienda el uso del cuestionario modelo del Anexo VIII.
2. La audiometría de base. Debe registrarse:
 - a. Fecha.
 - b. Edad del trabajador en el momento de la audiometría.
 - c. Umbrales para los dos oídos en 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 y 8.000 Hz (o audiograma en el que aparezca esos valores).
 - d. Media en 2.000, 3.000 y 4.000 Hz para los dos oídos.
 - e. Media en 500, 1.000 y 2.000 Hz para los dos oídos.
 - f. Hándicap auditivo monoaural según AA.OO. (tablas JAMA 79).
 - g. Hándicap auditivo binaural según AA.OO. (tablas JAMA 79).
 - h. Derivación a ORL y resultados.
 - i. Fecha de calibración.
 - j. Operador.
 - k. Reposo auditivo previo.
3. La audiometría periódica. Deben registrarse los mismos datos que en la de base más:
 - a. Nivel de exposición semanal o diario al ruido.
 - b. Uso de protectores auditivos.
 - c. Cálculo de la caída del umbral en relación con la audiometría de base para cada oído.

ANEXO III: CLASIFICACIÓN DE KLOCKHOFF

(Esquema de Klockhoff modificado por la Clínica del Lavoro de Milán, propuesto por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.)

NORMAL	El umbral no es superior a 25 dB en ninguna frecuencia		
TRAUMA ACÚSTICO	No hay pérdida conversacional	LEVE AVANZADO	Escotoma < 55 dB Escotoma > 55 dB
HIPOACUSIA POR RUIDO	Hay pérdida conversacional	LEVE MODERADA AVANZADA	1 o más frecuencias conservadas Todas las frecuencias afectadas, pero ninguna > 55 dB Todas las frecuencias afectadas, pero 1 o más > 55 dB
OTRAS ALTERACIONES	no debidas a exposición al ruido		

ANEXO IV: TABLAS PARA CÁLCULO DEL ÍNDICE ELI (Índice de pérdida precoz)

CORRECCIÓN POR PRESBIACUSIA A 4.000 Hz, Db

Edad	Mujeres	Hombres
25	0	0
30	2	3
35	3	7
40	5	11
45	8	15
50	12	20
55	15	26
60	17	32
65	18	38

ESCALA ELI

Pérdida audiométrica

corregida, dB	Grado ELI	Clasificación
<8	A	Normal excelente
8-14	B	Normal buena
15-22	C	Normal
23-29	D	Sospecha de sordera
>30	E	Claro indicio de sordera

TABLA PARA EVALUACIÓN Y SIGNIFICADO DEL ÍNDICE SAL (Índice promedio conversacional)

Grado dB SAL	Nombre de la clase	Características
A 16 oído peor	Normal	Los dos oídos están dentro de los límites normales, sin dificultades e conversaciones en voz baja
B 16-30 uno de los oídos	Casi normal	Tiene dificultades en conversaciones en voz baja nada más
C 31-45 oído mejor	Ligero empeoramiento	Tiene dificultades en una conversación normal, pero no si se levanta la voz
D 46-60 oído mejor	Serio empeoramiento	Tiene dificultades incluso cuando se levanta la voz
E 61-90 oído mejor	Grave empeoramiento	Sólo puede oír una conversación amplificada
F 90 oíd mejor	Profundo empeoramiento	No puede entender ni una conversación amplificada
G Sordera total en ambos oídos		No puede oír sonido alguno

ANEXO V: TABLA Y CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA GLOBAL

DSHL, dB	% pérdida						
100	0,0	170	26,2	240	52,5	310	78,8
105	1,9	75	28,1	245	54,4	315	80,6
110	3,8	180	30,0	250	56,2	320	82,5
115	5,6	185	31,9	255	58,1	325	84,4
120	7,5	190	33,8	260	60,0	330	86,2
125	9,4	195	35,6	265	61,9	335	88,1
130	11,2	200	37,5	270	63,8	340	90,0
135	13,1	205	39,4	275	65,6	345	90,9
140	15,0	210	41,2	280	67,5	350	93,8
145	16,9	215	43,1	285	69,3	355	95,6
150	18,8	220	45,0	290	71,2	360	97,5
155	20,6	225	46,9	295	73,1	365	99,4
160	22,5	230	48,9	300	75,0	370	100,0
165	24,4	235	50,6	305	76,9		

El porcentaje de déficit se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ pérdida monoaural} = \frac{(\sum \text{Pérdidas dB en 500, 1.000, 2.000 y 3.000 Hz} - 25)}{4} \times 1,5$$

$$\% \text{ pérdida binaural (global de los dos oídos)} = \frac{(5 \times \% \text{ de pérdida del oído mejor}) + \% \text{ de pérdida del oído peor}}{6}$$

ANEXO VI:

RD 1316/1989: RESUMEN "RUIDO"

	NIVELES DE RIESGO		
	80 dBA < NDE < 85 dBA	85 dBA < NDE < 90 dBA	NDE > 90dBA
	y NP < 140 dB	y NP < 140 dB	y/o NP > 140 dB
Evaluación y acción ambiental	3 años	1 año	<input type="checkbox"/> ruido y/o <input type="checkbox"/> exposición
Información y formación	Sí	Sí	Sí
Reconocimiento médico	Inicial <input type="checkbox"/> 2 meses 5 años	Inicial <input type="checkbox"/> 2 meses 3 años	Inicial <input type="checkbox"/> 2 meses 1 año
Protección personal	Opcional del trabajador	Suministro obligatorio	Uso obligatorio
Señalización	No	No	Sí
Programa técnico de control	No	No	Sí

**ANEXO VII:
PROTOCOLO ESPECÍFICO PARA TRABAJADORES
EXPUESTOS A RUIDO. CUESTIONARIO-MODELO**

Nombre y apellidos:
Edad:
DNI:
Dirección:
Teléfono:
Fecha del reconocimiento:
Empresa:
Puesto de trabajo:
CNAE:
CNO:

HISTORIA LABORAL - EXPOSICIÓN ACTUAL

0. Tipo de evaluación de salud:

- inicial periódico tras reincorporación adicional

1. Número de horas de exposición diaria a ruido:

.....

2. Antigüedad en el puesto:

.....

3. Utiliza medidas de protección auditiva:

- SIEMPRE
 A VECES
 NUNCA

4. En caso afirmativo, detallarlas y señalar si son homologadas o no:

- Tapones Sí homologados NO homologados
 Auriculares Sí homologados NO homologados
 Otras Sí homologados NO homologados

5. Ha tenido otros puestos de trabajo anteriores con ruido (repetirlo tantas veces como puestos de trabajo con exposición a ruido haya tenido).

- Sí
 NO

En caso afirmativo, detallar tipo de trabajo:

.....

Número de años que duró la exposición anterior:

.....

Le han extendido algún parte de Enfermedad Profesional por Ruido:

.....

6. Exposición a ruido extralaboral:

- Discoteca
 Caza
 Motorismo
 Servicio militar con armas de fuego
 Otras
Frecuencia: diaria semanal mensual otras

7. Exposición laboral a OTOTÓXICOS:

- Monóxido de Carbono
 Plomo
 Benceno
 Mercurio
 Otros (ver Anexo VIII): detallar.

ANTECEDENTES FAMILIARES

8. Familiares con problemas de sordera u otras afecciones ORL:

- Sí
 NO

Detallar en caso afirmativo:

.....

ANTECEDENTES PERSONALES

9. TÓXICOS:

Tratamientos con antituberculosos

- Sí
 NO

Salicilatos, aspirinas (>4 al día)

- Sí
 NO

Otros tratamientos antibióticos

- Sí
 NO

FUMADOR

- Sí. Número cigarrillos/día:
 NO

ALCOHOL

- Sí. Cantidad de gramos/día:
 NO

10. En caso de déficit actual, enfermedades generales padecidas con posible afectación ótica:

- Traumatismos craneales
 Paperas
 Sarampión
 Rubéola
 Fiebre tifoidea

11. ANTECEDENTES SISTÉMICOS

Hipertensión Arterial: Sí NO

Tensión Arterial actual:

Diabetes mellitus: Sí NO

Antecedentes obstétricos:

Número embarazos:

Abortos Sí NO

Recién nacidos con bajo peso SÍ NO
 Tumores del SNC: SÍ NO

12. ANTECEDENTES OTOLÓGICOS

Acúfenos: SÍ NO
 Vértigo: SÍ NO
 Otagia: SÍ NO
 Otorrea: SÍ NO
 Otorragia: SÍ NO
 Otros: Detallar

13. ESTADO ACTUAL DE AUDICIÓN

¿Oye bien? SÍ NO
 Si no oye bien, ¿desde cuándo?: ____ años/meses.
 ¿En conversaciones se hace repetir con frecuencia?
 SÍ NO
 ¿Debe aumentar el volumen de la TV?
 SÍ NO
 ¿Oye mejor cuando hay ruido?
 SÍ NO
 ¿Le molestan los ruidos intensos?
 SÍ NO

14. EXPLORACIÓN CLÍNICA ESPECÍFICA

Otoscopia

Conducto Auditivo Externo:

- Normal
 Tapón parcial de cerumen
 Tapón total de cerumen

Membrana Timpánica:

- Normal
 Alterada. Tipo de alteración:
 Integridad: Intacta Perforada
 Coloración: Rojo Amarillo Áreas blanquecinas
 Contorno: Cóncava (normal) Abultada Retraída y con burbujas
 Movilidad: Normal Disminuida Aumentada

Audiometría

NORMAL PATOLÓGICA

PATOLOGÍA ENCONTRADA:

Acumetría

Prueba de Rinne – Oído Derecho Positivo Negativo
 – Oído Izquierdo Positivo Negativo
 Prueba de Weber Normal
 Lateralizada a Izquierda Derecha

OBSERVACIONES:

.....

15. VALORACIÓN GENERAL:

.....

16. MEDIDAS PROPUESTAS:

.....

Firma del médico responsable

.....

ANEXO VIII:

PRINCIPALES TÓXICOS DEL NERVIU ACÚSTICO

TÓXICOS INDUSTRIALES QUE LESIONAN EL NERVIU ACÚSTICO

- Anhídrido carbónico
- Cianuros
- Dimetilanilina
- Dinitrobenceno
- Hidrocarburos halogenados
- Mercurio
- Derivados alquílicos del mercurio
- Oxido de carbono
- Piridina
- Sulfuro de carbono
- Talio
- Tricloretileno

FÁRMACOS QUE LESIONAN EL NERVIU ACÚSTICO

- Ácido etacrínico
- Ampicilina
- Capreomicina
- Cloroquina
- Colistina
- Cotrimoxazol
- Dihidroestreptomina
- Estreptomina y estreptoniazida
- Furosemida
- Gentamicina
- Ibuprofeno
- Indometacina y glucometacina
- Kanamicina
- Lidocaína
- Minociclina
- Neomicina
- Nortriptilina
- Paramomicina
- Propiltiuracilo
- Propanolol
- Quinina y quinidina
- Salicilatos
- Vancomicina
- Viomicina

