

RUIDO



PROTOCOLOS DE VIGILANCIA SANITARIA ESPECÍFICA

RUIDO

**COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA
CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD**



Edita y distribuye:

© MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Paseo del Prado, 18. 28014 Madrid

ISBN: 84-7670-578-6

NIPO: 351-00-020-X

Depósito Legal: M-50330-2000

Imprime: RUMAGRAF, S. A.

Avda. Pedro Díez, 25. 28019 MADRID

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.

COMISION DE SALUD PÚBLICA

GRUPO DE TRABAJO DE SALUD LABORAL DE LA COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA DEL CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD

COORDINACIÓN DEL PROTOCOLO

OSALAN - INSTITUTO VASCO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORALES
LANEKO SEGURTASUN ETA OSASUNERAKOEUSKAL ERAKUNDEA

AUTORES

Miguel Ángel Uña Gorospe. Osalan. País Vasco.
Estíbaliz 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 Estaún 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.

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 informados por Agentes Sociales (CEOE, 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
Directora General de Salud Pública y Consumo

SUMARIO

	<i>Pág.</i>
INTRODUCCIÓN	13
1. CRITERIOS DE APLICACIÓN	15
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
2.1. Definiciones y conceptos	17
2.2. Fuentes de exposición y usos	22
2.3. Mecanismo de acción etiopatogénica	22
2.4. Efectos del ruido sobre la salud	23
3. EVALUACIÓN DEL RIESGO	33
4. PROTOCOLO SANITARIO ESPECÍFICO	37
4.1. Historia laboral	37
4.2. Historia clínica	37
4.3. Exploración clínica específica	38
5. AUDIOMETRÍA	39
5.1. Aspectos prácticos sobre la exploración audiométrica .	42
6. CONDUCTA A SEGUIR	49
6.1. Derivación a especialista: otorrinolaringólogo	50
7. TRATAMIENTO EPIDEMIOLÓGICO Y EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE PREVENCIÓN	51
8. LEGISLACIÓN APLICABLE	53
9. BIBLIOGRAFÍA	55

ANEXO I: CRITERIOS PARA DERIVACIÓN A CONSULTAS DE ORL	59
ANEXO II: REGISTRO INDIVIDUAL DE MONITORIZACIÓN AUDIOMÉTRICA	61
ANEXO III: CLASIFICACIÓN DE KLOCKHOFF	63
ANEXO IV: TABLAS PARA CÁLCULO DEL ÍNDICE ELI	65
ANEXO V: TABLA Y CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA GLOBAL	67
ANEXO VI: RD 1316/1989: RESUMEN «RUIDO»	69
ANEXO VII: CUESTIONARIO-MODELO DE APLICACIÓN ...	71
ANEXO VIII: PRINCIPALES TÓXICOS DEL NERVIIO ACÚSTICO	77

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 Decreto 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 (L_{pA}) 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 (L_{pA}) 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 L_{pA} 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 a 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 pascuales (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 pascuales recorrería otra de 200,000.000 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 μPa (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.

Tabla I. Niveles de presión acústica y su equivalencia en decibelios (A) Bilson AB (Modificada)

Rango	Intensidad sonora en 10^{-12} W/m^2	Nivel sonoro en dBA	Fuente sonora
Nocivo	100,000,000,000.000	140	Motor a reacción
	10,000,000,000.000	130	Fuegos artificiales
Umbral doloroso	1,000,000,000.000	120	Sala de máquinas en navíos
	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
	10,000.000	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

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 una 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 radioeléctri-

cos. 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, los 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.

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 (–), ya 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:

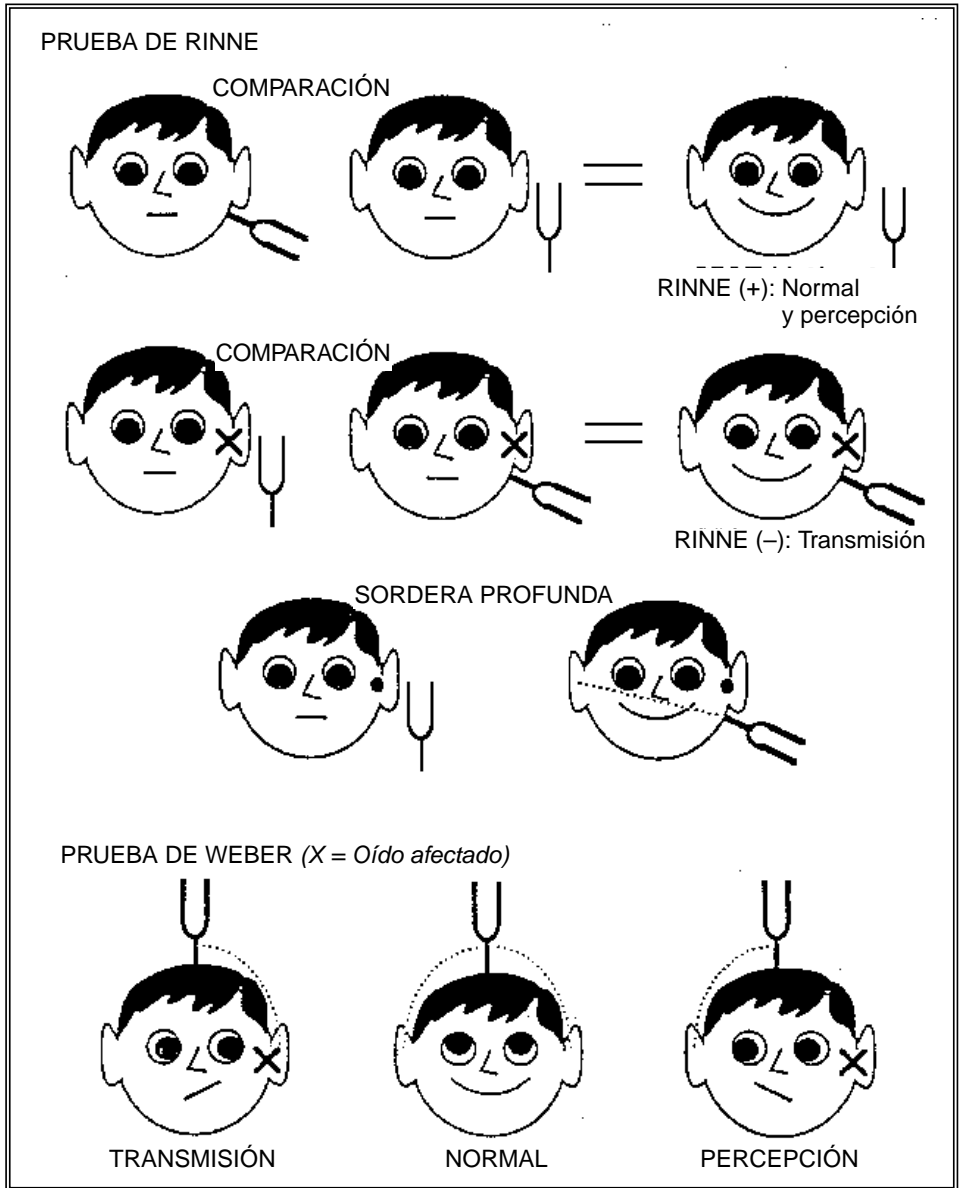
- Hacemos vibrar el diapasón.
- Colocamos el mango del diapasón en cualquier punto de la línea media del cráneo.
- Le preguntamos a la persona por qué oído percibe el sonido de un modo más intenso.

El sujeto NORMAL lo percibe por ambos oídos (en una hipoacusia simétrica también oíría 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.

Gráfico 1. Esquema de las pruebas de Rinne y Weber



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.

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); recupera 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

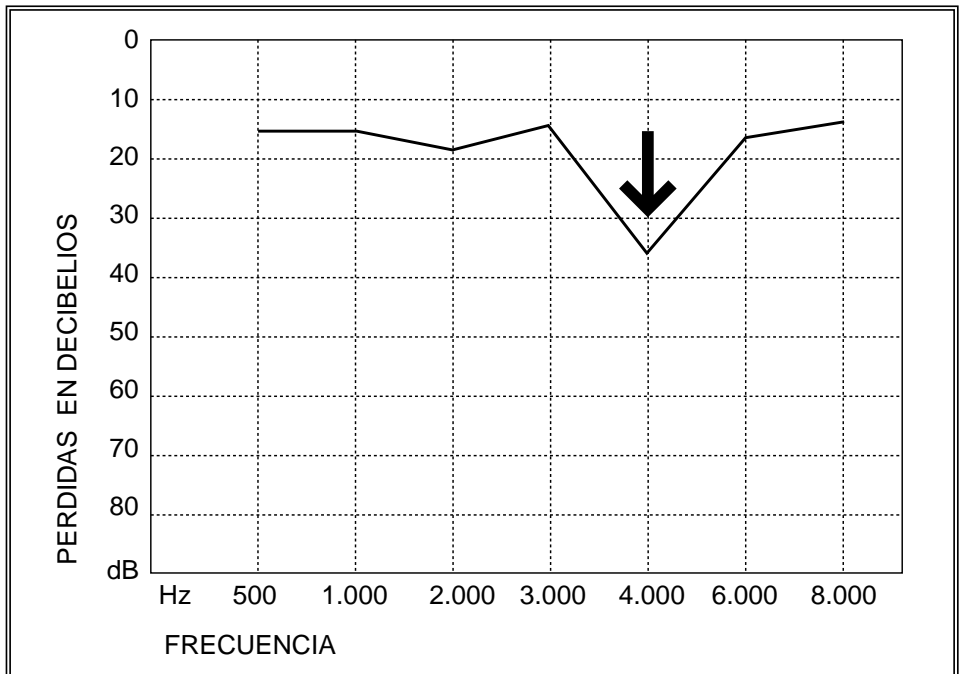


Gráfico 3

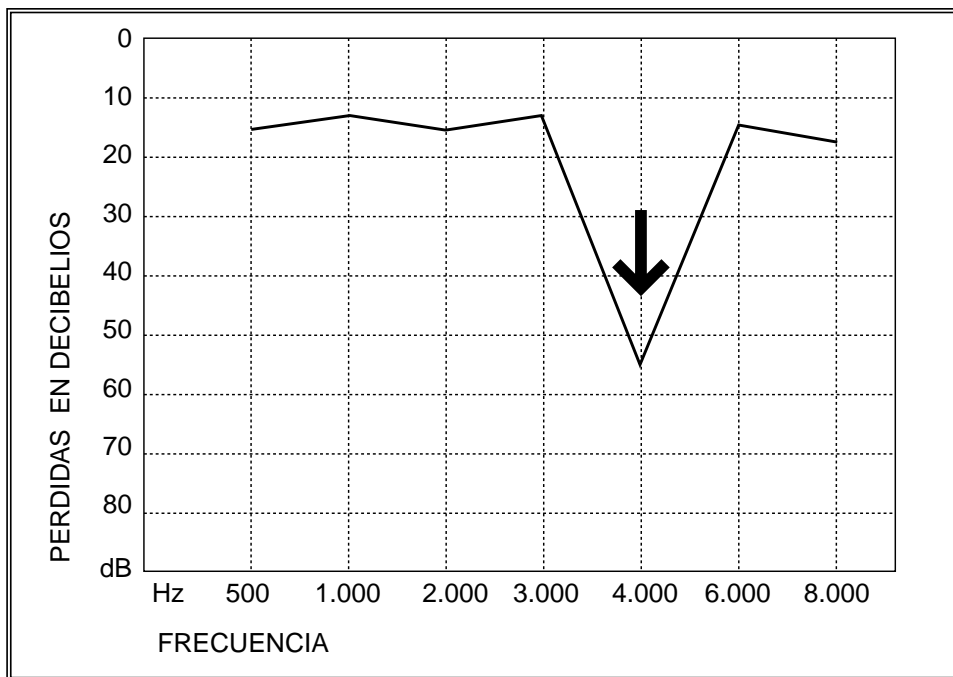
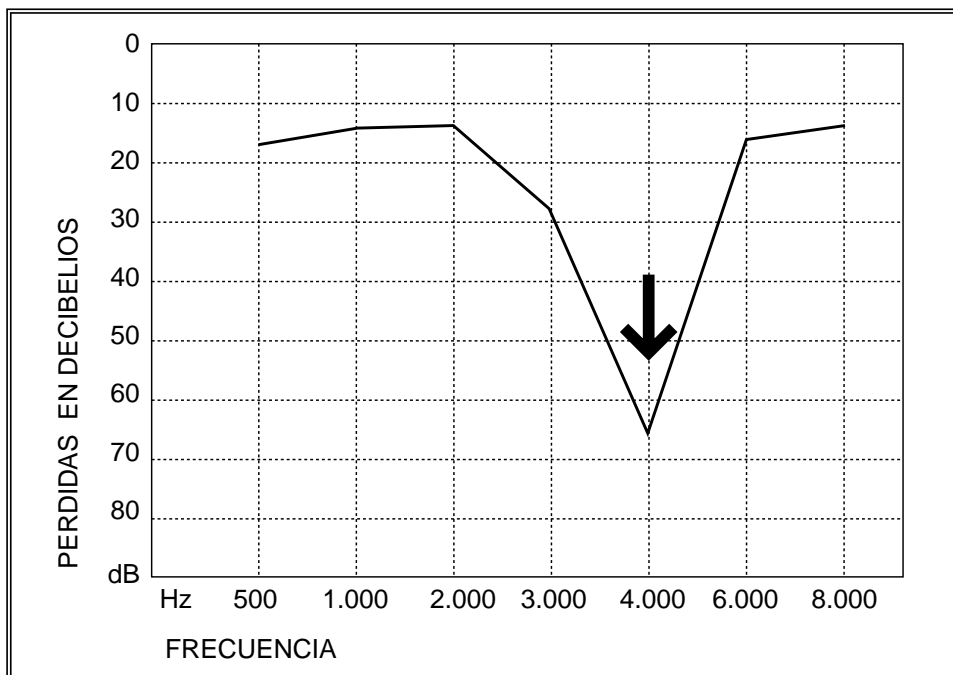
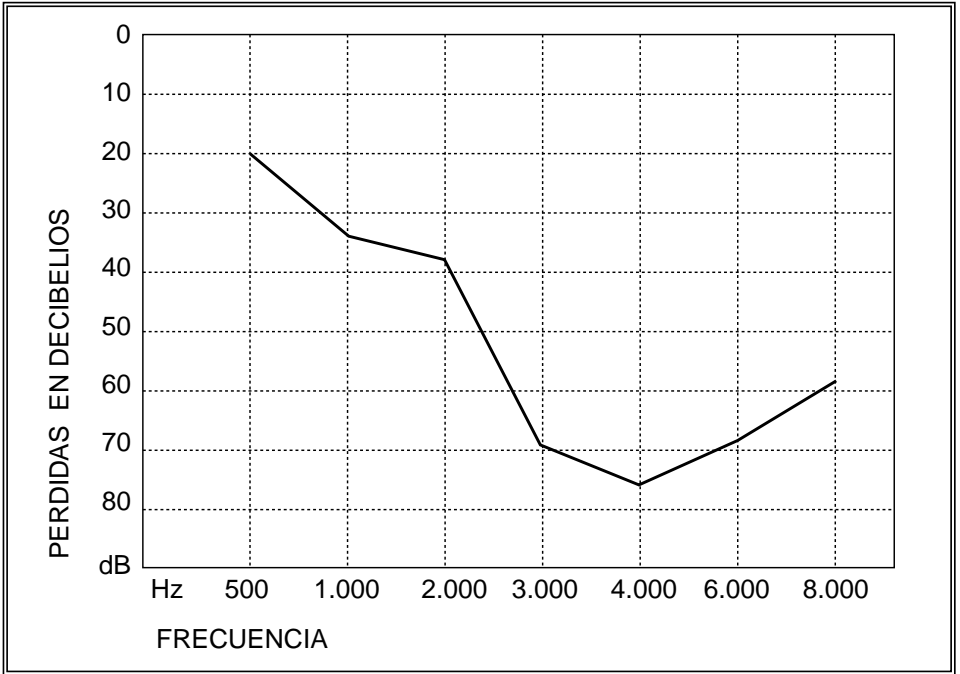


Gráfico 4



4.ª fase: pérdida que afecta a frecuencias conversacionales: sordera social. Se evidencia una falta de recuperación en la frecuencia superior y afectación de frecuencias graves, el gráfico audiométrico se parece más a una recta descendente (gráfico 5).

Gráfico 5



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.

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.

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, movimientos 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 atribuírsele una media de 3 a 4 semanas, dependiendo siempre del nivel de 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 90 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 gama 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 exposición 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. Unos sujetos tienen mayor sensibilidad al ruido y, sometidos al mismo, tendrán 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: **1**, **2**, **3**, **4** y **5**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sección	Puesto de trabajo	N.º de operario expuesto	Operación representativa muestreada (tiempo en minutos)	T Tpo. exp. h/d	L_{pA} Intervalo más frecuente dB(A)	L_{MAX} Nivel de pico dB	$L_{Aeq,T}$ dB(A)	$L_{Aeq,d}$ 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 notas 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 **1** 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 **2** y **3**, 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 **2** y **4**, 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 $L_{Aeq,s}$.

Le corresponderán las notas **2** y **5**, respectivamente.

Si se ha puesto la columna 6, L_{pA} , se pondrá la nota **1**.

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

- ❶ L_{pA} = Nivel de presión acústica ponderado A.
- ❷ $L_{Aeq,T}$ = Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente a la operación muestreada.
- ❸ $L_{Aeq,d}$ = $L_{Aeq,T} + 10 \log (T/8)$, siendo T las horas de exposición diaria al nivel .
- ❹ $L_{Aeq,d}$ = $10 \log 1/8 (\sum T_i 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}})$, siendo T_i las horas de exposición diaria al nivel $L_{Aeq,Ti}$. (Aclaración: el sumatorio desde $i=1$ hasta $i=n$.)
- ❺ $L_{Aeq,Ti}$ = $10 \log 1/40 (\sum T_i 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}})$, 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 generales padecidas o que padece en la actualidad, para posteriormente centrarse en la presencia de antecedentes de tipo otológico como son 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 pruebas de Rinne y Weber, realizadas con diapasón, que orientan a la detección de alteraciones de transmisión, o bien neurosensoriales.

No hay que olvidar que existen otros métodos diagnósticos como los 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 anormalidades 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 a 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 una 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.

* 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.

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

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 recomienda 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? Técnica-mente, esas curvas lo que nos definen son distribuciones estadísticas en poblaciones tanto por edad como por sexo, y no es correcto el aplicar 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 audición 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 del 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.

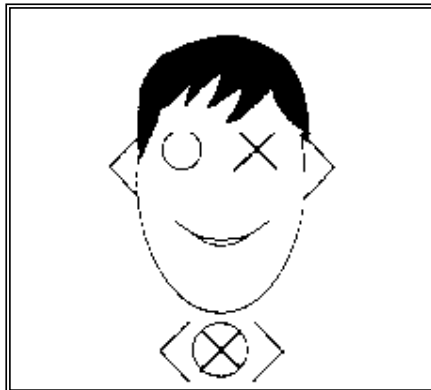
- Preferiblemente se usará el método de encuadramiento: se va elevando la intensidad de 10 en 10 dB hasta que el sujeto perciba el sonido y se disminuye lentamente, de 5 en 5 dB, hasta que deje de oírlo. Entonces se va aumentando y disminuyendo la intensidad de 5 en 5 dB en torno a la primera respuesta 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 realizar 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 al menos 30 años y estar a disposición de las autoridades competentes en 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 antes 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 ($L_{\text{Aeq,d}}$ 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 ($L_{\text{Aeq,d}}$ 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 ($L_{\text{Aeq,d}}$ 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 Trabajo 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 con-

versacional, 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 para 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 es 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 es 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 derivación 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, y están analizados por métodos de «criterios de toma de decisión» (29).

7. TRATAMIENTO EPIDEMIOLÓGICO 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 último en la prevención de la Hipoacusia Profesional es el de provocar la adopción de medidas específicas de tipo técnico-organizativas tendentes a 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 estén tomando. Para ello, se debe mantener una hoja de registro de datos para cada trabajador, tal como se expone en el Anexo II.

Numerosas patologías pueden presentar similares hallazgos en la audiometría de tonos puros (virosis, ototoxicidad, hipoacusia neurosensorial hereditaria y de causa desconocida, 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 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 sean 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 control audiométrico en el medio laboral permitirá acumular datos muy valio-

tos para establecer la importancia de otras patologías distintas, sus interacciones con los efectos del ruido y la verdadera incidencia de la Hipoacusia 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 departamentos 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 occupational hearing loss. *Journal Occup Medicine.* 1979; 21: 251-254.
19. House RA. The validlty of routine audiometry in industry. *Occupational 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 relation 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. *Journal 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 efectos 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 la 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 en 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 historia 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 aparezcan 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	Escotoma < 55 dB
		AVANZADO	Escotoma > 55 dB
HIPOACUSIA POR RUIDO	Hay pérdida conversacional	LEVE	1 o más frecuencias conservadas
		MODERADA	Todas las frecuencias afectadas, pero ninguna > 55 dB
		AVANZADA	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 SAL	dB	Nombre de la clase	Características
A	16 oído peor	Normal	Los dos oídos están dentro de los límites normales, sin dificultades en 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 oído 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	DSHL, dB	% pérdida	DSHL, dB	% pérdida	DSHL, dB	% pérdida
100	0,0	170	26,2	240	52,5	310	78,8
105	1,9	175	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:

$$\% \text{ pérdida monoaural} = \frac{(\sum \text{Pérdidas dB en 500, 1.000, 2.000 y 3.000 Hz} - 25) \times 1,5}{4}$$

$$\% \text{ pérdida binaural (global de los dos oídos)} = \frac{(5 \times \% \text{ de pérdida del oído mejor}) + \% \text{ de pérdida del oído peor}}{6}$$

ANEXO VI:

RD 1316/1989: RESUMEN «RUIDO»

	NIVELES DE RIESGO		
	80 dBA < NDE < 85 dBA y NP < 140 dB	85 dBA < NDE < 90 dBA y NP < 140 dB	NDE > 90dBA y/o NP > 140 dB
Evaluación y acción ambiental	3 años	1 año	↓ruido y/o ↓exposición
Información y formación	Sí	Sí	Sí
Reconocimiento médico	Inicial → 2 meses 5 años	Inicial → 2 meses 3 años	Inicial → 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:
- | | | |
|--------------------------------------|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tapones | <input type="checkbox"/> Sí homologados | <input type="checkbox"/> NO homologados |
| <input type="checkbox"/> Auriculares | <input type="checkbox"/> Sí homologados | <input type="checkbox"/> NO homologados |
| <input type="checkbox"/> Otras | <input type="checkbox"/> Sí homologados | <input type="checkbox"/> 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 cigarros/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
Otalgia: 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 NERVILO ACÚSTICO

TÓXICOS INDUSTRIALES QUE LESIONAN EL NERVILO 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 NERVILO 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