



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

“EL RUIDO OCUPACIONAL Y SUS  
CONSECUENCIAS EN LA SALUD DE  
LOS TRABAJADORES”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA  
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN  
MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO  
AMBIENTE

JOSE LUIS DAVID VERGARA GALVEZ

LIMA – PERÚ

2024



**ASESOR**

Mg. Raul Jesus Gomero Cuadra

**JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

MG. ARMANDO WILLY TALAVERANO OJEDA

PRESIDENTE

MG. MARTHA ROCIO LUCERO PEREZ

VOCAL

MG. OMAR DANNY BERROSPI TAQUIRE

SECRETARIO

### **DEDICATORIA.**

A Dios, quien me ha guiado por el camino de la medicina,  
brindándome la fortaleza y sabiduría necesaria, y a mi familia,  
por su apoyo y amor incondicional.

### **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios, porque me brinda sabiduría y entendimiento  
para la realización de este trabajo de investigación.

A mi asesor, el Dr. Raúl Jesús Gomero Cuadra, quien me  
brindó sus valiosos conocimientos, su paciencia y el empuje  
necesario en este periodo de formación académica.

A mi familia, que siempre me ha brindado su apoyo  
para poder realizar el presente trabajo.

### **FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

Trabajo Autofinanciado

<b>DECLARACIÓN DE AUTOR</b>			
<b>FECHA</b>	24	MARZO	2024
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO</b>	VERGARA GALVEZ JOSE LUIS DAVID		
<b>PROGRAMA DE POSGRADO</b>	MAESTRÍA EN MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE		
<b>AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS</b>	2023		
<b>TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO</b>	“El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores”		
<b>MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO</b>	Trabajo de Investigación		
<p>Declaración del Autor</p> <p>El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.</p>			
<b>Teléfono de contacto (fijo / móvil)</b>	955782860		
<b>E-mail</b>	jose.vergara.g@upch.pe		



Firma del Egresado  
DNI 70745550

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN  
ABSTRACT

I.	DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.....	1
1.1.	Exposición ocupacional a ruido .....	1
1.1.1.	Historia de la exposición al ruido.....	1
1.1.2.	Naturaleza de la exposición al ruido .....	6
1.1.3.	Medición del ruido y evaluación de la exposición .....	7
1.1.4.	Instrumentos de medida .....	12
1.1.5.	Normas y Reglamentaciones ocupacionales .....	16
1.2.	Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a ruido .....	21
1.2.1.	Exigencias auditivas de los puestos de trabajo.....	21
1.2.2.	Estudios de Capacidad Auditiva .....	25
1.2.3.	Clasificaciones Audiométricas y Daño auditivo .....	33
1.2.4.	Seguimiento de Audiometrías en el tiempo .....	38
1.3.	Diagnóstico de enfermedad ocupacional causada por ruido .....	41
1.3.1.	Diagnósticos diferenciales.....	41
1.3.2.	Exposición combinada .....	46
1.3.3.	Exámenes para identificar la NIHL frente a otras hipoacusias neurosensoriales .....	48
1.3.4.	Experiencias exitosas o novedosas de la intervención de ruido .....	51
II.	CONCLUSIONES .....	60
III.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62

## **RESUMEN**

El presente documento comprende tres portafolios sobre el ruido ocupacional y las consecuencias en la salud de los trabajadores. El primer portafolio revisará la historia de la exposición ocupacional al ruido, así como los instrumentos utilizados para su medición. También abordará las normativas y reglamentaciones tanto internacionales como nacionales para la protección auditiva. El segundo portafolio revisará los protocolos de exámenes médicos ocupacionales para trabajadores expuesto a ruido y la vigilancia del medio ambiente de trabajo. Además, se describirán las medidas de control que se deben implementar para la protección de los trabajadores. Finalmente, en un tercer portafolio abordará la hipoacusia causada por ruido y su asociación a la exposición ocupacional a este peligro o si la pérdida de la audición del trabajador ha sido originada por otros factores como agentes ototóxicos, factores genéticos, infecciones crónicas, entre otros.

## **PALABRAS CLAVES**

Ruido; Pérdida Auditiva Provocada por Ruido; Condiciones de Trabajo; Ruido en el Ambiente de Trabajo; Audición; Factores de Riesgo (DeCS/BIREME)

## **ABSTRACT**

This document comprises three portfolios addressing occupational noise and its impact on worker health. The first portfolio will review the history of occupational noise exposure, and the instruments used for its measurement. It will also discuss international and national regulations for hearing protection. The second portfolio will examine the protocols for occupational medical examinations for workers exposed to noise and the monitoring of the work environment. Furthermore, it will outline the control measures that should be implemented to protect workers. Finally, the third portfolio will address noise-induced hearing loss and its association with occupational exposure to this hazard, as well as other potential factors contributing to hearing loss, such as ototoxic agents, genetic predispositions, and chronic infections.

## **KEY WORDS**

Noise; Hearing Loss, Noise-Induced; Working Conditions; Noise, Occupational; Hearing; Risk Factors. (MeSH/NLM)

# **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

## **I. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

### **1.1.Exposición ocupacional a ruido**

#### **1.1.1. Historia de la exposición al ruido**

Durante el transcurso de la vida, las personas se ven expuestas a una diversidad de factores de riesgo y elementos protectores que desempeñan un papel crucial en la configuración de la capacidad auditiva global. Abordar la preservación de la audición desde esta perspectiva conlleva una revisión fundamental de la conceptualización de la pérdida auditiva. Más que considerarla como un evento aislado, se debe comprender como un desenlace resultante de un conjunto de circunstancias que influyen desde el período prenatal, atraviesan la infancia y la edad adulta, y perduran hasta la vejez. Además, es importante reconocer que los factores de riesgo y protectores pueden interactuar de manera compleja, y que la influencia de cada uno (1).

La adopción de esta perspectiva holística ampliada da oportunidades de intervención en las diferentes etapas de la vida, incorporando medidas preventivas, detección temprana, terapias efectivas y procesos de rehabilitación adaptados a las distintas fases del desarrollo humano. De esta manera, se resalta la importancia de la audición como componente integral de la salud general, sino que también la necesidad de estrategias interdisciplinarias y políticas de salud pública que trascienden las fronteras de la edad y aborden la salud auditiva de manera integral y continua. Reconocer la audición como un bien valioso a lo largo de toda la vida representa un enfoque científico y clínico fundamental que promueve un bienestar auditivo sostenible y una calidad de vida óptima en trabajadores (2).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

La exposición prolongada a ruidos intensos ya sea en el entorno laboral, en actividades recreativas o en la vida cotidiana, puede provocar daños irreversibles en las células ciliadas y otras estructuras del oído interno, lo que conduce a una pérdida auditiva permanente e irreversible. Es relevante destacar que las frecuencias altas son particularmente susceptibles a este tipo de daño, y la exposición prolongada agrava los déficits auditivos, mientras que la exposición intensa puede desencadenar una degradación de la audición. Estas frecuencias son importantes para la percepción de sonidos agudos y detalles auditivos, como la consonancia en el habla (1).

La historia de la exposición al ruido se remonta a épocas antiguas, como se documenta en registros romanos que mencionan comunidades que se vieron obligadas a emigrar debido a problemas de audición causados por la proximidad a las aguas turbulentas del río Nilo. Durante la Edad Media, se observó que las ocupaciones relacionadas con la metalurgia estaban estrechamente vinculadas con la pérdida temprana de la audición. La creación de la pólvora en el siglo XIII en Europa también reveló que la exposición a explosiones de armas de fuego podía llevar a la pérdida de audición. No obstante, este conocimiento se centraba en las consecuencias bélicas del ruido y no se aplicaba a otros ámbitos. En el siglo XVIII, Bernardo Ramazzini publicó su obra "De Morbis Artificum Diatriba", en la que incluyó la exposición al ruido como un factor contribuyente a la sordera (2).

Desde el inicio de la Revolución Industrial hasta la actualidad, la contaminación acústica ha sido un problema que ha afectado diversas actividades comunitarias. Ha interrumpido la comunicación verbal, ha dificultado el descanso, la relajación, el sueño, la concentración y el aprendizaje, y ha generado estados de fatiga y estrés,

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

los cuales pueden desencadenar enfermedades neurológicas y cardiovasculares. Esta contaminación acústica no solo ha sido un obstáculo para la tranquilidad y la calidad de vida de las personas, sino que también ha tenido impactos negativos en su salud física y mental. La interrupción de la comunicación verbal es uno de los efectos más evidentes de la exposición constante a ruidos excesivos (3).

El aumento de la exposición al ruido, especialmente en las fábricas de manufactura, se asoció con la invención de las máquinas de vapor durante la Revolución Industrial. Sin embargo, en ese período, no se disponía de métodos precisos para medir el nivel de ruido (2).

En 1936, se promulgó la Ley de Salud Pública, un hito legislativo que marcó el inicio de la preocupación oficial por la salud en el Reino Unido. Más adelante, en 1974, se estableció el Instituto de Acústica del Reino Unido, un organismo dedicado a abordar los problemas relacionados con el ruido y su impacto en la sociedad. Sin embargo, la preocupación por el ruido se remonta a mucho antes de estos acontecimientos. Desde finales del siglo XIX hasta principios del siglo XX, se implementaron políticas internas en ciertos sectores laborales con el objetivo de reducir la exposición de los trabajadores al ruido. Un ejemplo temprano de esto fue la Ley de Eliminación de Molestias de 1855, que, aunque inicialmente no abordaba el ruido como un problema específico, sentó las bases para futuras regulaciones (3).

La inclusión del ruido en estas regulaciones no se produjo hasta 1960. En 1963, el Gobierno publicó el "Informe Final sobre el Ruido", elaborado por el "Comité sobre el Problema del Ruido", que evaluó la gestión del ruido durante la década de 1960. El Informe Wilson, parte integral de este proceso, propuso un enfoque novedoso, que abordar "el problema del ruido" no debía limitarse a medidas de

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

supervisión, sino que también debía involucrar a las personas y sus emociones. Se reconocía que el ruido era un problema que afectaba a la calidad de vida de las personas y que, por lo tanto, era importante que la sociedad en su conjunto se sintiera concernida por él. Este informe planteó la necesidad de identificar la mejor manera de modificar comportamientos ruidosos, prevenir impactos acústicos inaceptables causados por nuevos desarrollos propuestos y equilibrar la creciente demanda de la sociedad por viajar con medidas adecuadas de control del ruido. Por lo cual, sentó las bases para un enfoque más holístico y sensible hacia el problema del ruido en la sociedad británica (4).

En 1960, surgió un problema significativo relacionado con la relación entre el ruido y las vibraciones en el área de Asociación Nórdica de Acústica (NAA), lo cual requirió la implementación de regulaciones específicas. En 1973, se estableció un Reglamento de Aislamiento Acústico dirigido a viviendas expuestas al ruido de carreteras recién construidas o mejoradas. Este reglamento ofrecía medidas de aislamiento acústico basadas en criterios acústicos específicos, como una exposición superior a 68 dB durante 18 horas después de la puesta en funcionamiento de la carretera. También incluía requisitos administrativos, como la ubicación de las habitaciones en un radio de 300 metros del proyecto y dentro de los 15 años posteriores a su inauguración (4).

En 1969, se estableció un Valor Límite Umbral (TLV) para el ruido, que imponía un límite de 90 dB durante 8 horas al día, con una tasa de cambio de 5 dB. También se establecieron límites de 115 dB para el ruido continuo y 140 dB para el ruido impulsivo, medidas que posteriormente serían respaldadas por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA). En 1970, la OSHA fue

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

creada con la responsabilidad de fortalecer la seguridad y salud en el trabajo, mientras que el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) asumió la tarea de establecer límites de exposición seguros. En 1972, NIOSH propuso reducir el límite de exposición a 85 decibelios (dB) durante 8 horas al día, con una tasa de cambio de 5 dB, una propuesta que OSHA rechazó (5).

En 1974, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) recomendó un límite de exposición de 70 dBA durante 24 horas, utilizando un cambio de 3 dB, equivalente a un límite de exposición ocupacional de 75 dB durante 8 horas. En 1975, NIOSH estableció un TLV de 85 dB, y en 1978 se publicó la primera norma ANSI relacionada con el ruido. En 1983, se introdujo el concepto de "Nivel de Acción" (AL) de 85 dBA o superior, que abarcaba a un mayor número de trabajadores que el Valor Umbral Permisible (PEL) de 90 dBA durante 8 horas. Además, en 1983, OSHA tenía una política de cumplimiento que instruía a los funcionarios a no emitir citaciones a empleadores con exposiciones al ruido extremadamente altas, incluso hasta 100 dBA durante 8 horas. Finalmente, en 1998, NIOSH actualizó su Límite de Exposición Recomendado (REL) para adoptar un límite permisible de 85 dBA durante 8 horas al día, con un cambio de 3 dB y un límite máximo de 140 dBA (5).

En 1985, se cruzó el umbral del primer límite de exposición de 85 dB, de acuerdo con las pautas establecidas en AFR 160-3, titulado "Medidas Preventivas contra los Peligros del Ruido". Es fundamental destacar las contribuciones del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), como lo documentó la Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) en 2006. En 1966, el Comité de Higiene Auditiva y Bioacústica (CHABA) recomendó criterios de "riesgo de daño" que incluían diversas curvas

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

que definían niveles de ruido aceptables y duraciones de exposición para diferentes bandas de octava y 1/3 de octava, abarcando un rango de aproximadamente 85 a 135 dB (5).

### **1.1.2. Naturaleza de la exposición al ruido**

El ruido se considera un fenómeno complejo que puede descomponerse en sus componentes de frecuencias puras y la magnitud de la presión acústica en esas frecuencias. Cuando hay múltiples de estos componentes, el espectro de frecuencias del ruido se caracteriza por dividir la energía sonora en bandas de frecuencia adyacentes. Este espectro de frecuencias difiere de otros sonidos complejos, ya que el ruido cambia de manera impredecible con el tiempo (6).

Dado que la audición humana no responde uniformemente a todas las frecuencias, la combinación de dos factores, intensidad y frecuencia es lo que confiere al ruido su capacidad para causar daño o molestias. Además de la intensidad, se deben considerar el tiempo de exposición al ruido y la frecuencia, que no debe confundirse con la frecuencia de las ondas sonoras. En resumen, la evaluación del riesgo de pérdida auditiva debido a la exposición al ruido se basa en la intensidad y frecuencia de los sonidos, así como en la duración diaria y acumulativa de la exposición (7).

Es evidente que la frecuencia, la intensidad y la aleatoriedad de la señal de sonido (ruido aleatorio) tienen un impacto más significativo que la cantidad total de tiempo de exposición en términos de interrupción de la comunicación, molestias, dificultad para concentrarse en una tarea o disminución del rendimiento. La

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

percepción del volumen del sonido no se correlaciona directamente con la cantidad de energía involucrada y se mide en decibelios (dB) (8).

El ruido es uno de los contaminantes más comunes en los lugares de trabajo y presenta riesgos significativos para la audición. La exposición prolongada al ruido, incluso por debajo de los límites establecidos, puede tener impactos negativos en la salud, afectar la audición y provocar molestias, alteraciones fisiológicas y problemas en la comunicación. Además, puede ocultar señales de alerta y alarmas, aumentando los riesgos laborales (9).

### **1.1.3. Medición del ruido y evaluación de la exposición**

#### **1.1.3.1. La medición del ruido**

En el entorno laboral, la presencia de ruido puede resultar molesta a causa a su frecuencia y volumen. Por ejemplo, un sonido agudo, como un silbido, puede resultar más irritante para los oídos en comparación con un sonido grave, incluso si ambos se emiten a la misma intensidad de sonido. Además, la persistencia del ruido en el entorno laboral puede generar fatiga auditiva y distracción, lo que puede afectar negativamente la concentración, la productividad y el bienestar general de los trabajadores. Por lo tanto, es importante gestionar adecuadamente el ruido en el lugar de trabajo para garantizar un entorno laboral más cómodo y saludable para todos los empleados (10).

##### **1. Decibelios (dB)**

Los sonidos poseen diferentes niveles de intensidad o fuerza. Por ejemplo, al elevar el tono de su voz y gritarle a alguien en lugar de susurrarle, su voz contiene una mayor cantidad de energía, lo que le permite viajar más lejos y, en

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

consecuencia, aumenta su intensidad. Esta intensidad se mide en unidades llamadas decibelios (dB) o dB(A). La escala de decibelios muestra una tendencia logarítmica en lugar de lineal, lo que implica que un pequeño incremento en decibelios corresponde a una escalada sustancial de la intensidad del ruido (10).

Algunos sonómetros brindan la opción de elegir la ponderación de frecuencia que se desea aplicar a la medición del ruido, siendo las ponderaciones más comunes la 'A' y 'C', según se definen en las normas del sonómetro IEC 61672:2013 (BS EN 61672-1:2013) (11).

La ponderación de frecuencias se refiere al proceso de ajustar la contribución de las distintas frecuencias a una medición o análisis en función de su importancia o relevancia. A hace referencia al filtro de ponderación. Las mediciones suelen representarse en dB (A) o dBA, así como en términos de LAeq (Equivalente ponderado de nivel A), LAFmax (Nivel A ponderado máximo rápido), LAE (nivel de exposición al sonido) (11).

La ponderación de frecuencia C prioriza el impacto de los sonidos de baja frecuencia en el oído humano en contraste con la ponderación A. La curva de ponderación C muestra una respuesta coherente y uniforme de 31,5 Hz a 8 kHz, con una reducción de 3 dB en ambos extremos de esta gama de frecuencias. Las mediciones de presión sonora pico se emplean junto con la ponderación de frecuencia C. El método CPeak, que emplea una metodología de ponderación C, se utiliza para cuantificar el ruido impulsivo. Las mediciones se denotan normalmente como dB (C) o dBC, o se denominan LCEq (Nivel de presión de sonido continuo equivalente Medición del nivel de presión de sonido promedio sobre una duración t, en dB con ponderación 'C'), LCPeak (Nivel de presión acústica máxima con

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

ponderación de frecuencia 'C'), LCE (Nivel de exposición sonora (SEL) con ponderación de frecuencia 'C'), donde "C" representa la ponderación C (11).

### **2. Niveles de ruido seguros**

La elección de un nivel de ruido adecuado depende sobre todo de dos elementos clave: la intensidad del ruido (su volumen) y la duración de la exposición al ruido. Se establece un umbral admisible de 85 dB para una duración de ocho horas de actividad profesional, ya que, por encima de esta magnitud, existe el riesgo de que los trabajadores sufran daño auditivo (10).

#### **1.1.3.2. Estimación de la Exposición de los Trabajadores**

Hay tres métodos para determinar la exposición del personal (12):

1. Dosis de ruido: Se determina si la dosis total recibida durante la jornada laboral supera el 100%. Si esto ocurre, se considera que la exposición ha superado el umbral admisible. Por ejemplo, dosis del 90%, 87% y 88,5% significan que la exposición está dentro de los límites aceptables, mientras que dosis del 105%, 110% y 108,5% muestran que se ha superado el límite permitido (12).
2. Nivel de ruido que es igual en intensidad o magnitud. Se compara directamente con los valores del cuadro 1, en función de la duración de la jornada laboral y de acuerdo con los criterios de medición especificados (12).

## El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores

Tabla 1: Nivel del ruido

Nivel de ruido en Escala de ponderación "A"	Tiempo de Exposición Máxima en una jornada laboral
82 decibeles	16 horas/día
83 decibeles	12 horas/día
85 decibeles	8 horas/día
88 decibeles	4 horas/día
91 decibeles	1 1/2 horas/día
94 decibeles	1 horas/día
97 decibeles	1/2 horas/día
100 decibeles	1/4 horas/día

Fuente: extracción de (13).

3. Niveles Equivalentes por Períodos: Se obtienen mediante mediciones con un sonómetro. Para comparar con los límites permitidos, se debe calcular la dosis utilizando la fórmula siguiente cuando se emplea un sonómetro (13):

$$Dosis = 100 \left[ \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_N}{T_N} \right]$$

Donde:

- C: Tiempo de exposición a cada nivel sonoro.
- T: Tiempo de exposición permitido según la TABLA N°1.

Ejemplo:

No es necesario ajustar la dosis al calcular la exposición al ruido si el trabajador utilizó protección auditiva durante la medición del ruido. Esta información no se tiene en cuenta en el cálculo de la dosis, aunque puede ser necesaria más adelante.

El higienista evalúa la exposición de un trabajador de la siguiente manera:

## El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores

- 88 dBA durante 2 horas (permitido por 4 horas).
- 85 dBA durante 4 horas (permitido por 8 horas).
- 82 dBA durante 2 horas (permitido por 16 horas).

Por lo tanto, los cálculos para determinar la dosis serían:

$$Dosis = 100 \left[ \frac{2}{4} + \frac{4}{8} + \frac{2}{16} \right] = 112.5\%$$

Si la exposición del trabajador supera la dosis diaria en más del 100%, se considera que está por encima del límite permitido. Para convertir los datos de dosis en nivel equivalente de ruido, puede utilizarse la fórmula (12).

$$T = \frac{8}{2^{(L-85)/3}}$$

Donde:

T: Es el tiempo de exposición máximo para el nivel de ruido “L”.

L: Es el nivel de ruido en decibeles en la escala de ponderación “A (dBA)” para el cual se quiere saber cuál es su tiempo de exposición máximo.

### Evaluación de los Resultados

1. Para evitar la pérdida de audición, es aconsejable implicar al trabajador o al puesto de trabajo en actividades de formación cuando la exposición al ruido supere los 82 dBA en 8 horas (o dosis superiores al 50%).
2. Cuando el nivel de ruido supere los 85 dBA en un periodo de 8 horas (o cuando la dosis alcance el 100% o más), es imperativo adoptar medidas correctoras para disminuir el nivel de exposición. Hasta que se establezcan

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

procedimientos más eficaces, es aconsejable utilizar protectores auditivos como solución provisional.

3. Las exposiciones superiores a 100 dBA, pero inferiores a 105 dBA requieren la aplicación temporal de una doble protección auditiva, junto con la adopción de procedimientos de corrección más eficaces.
4. Es imperativo que las personas no estén sometidas a niveles de ruido superiores a 105 dBA, independientemente de la duración de la exposición (13).

### **1.1.4. Instrumentos de medida**

Se utilizan generalmente dos herramientas fundamentales para recopilar una muestra de sonido constante (14).

#### **Dosímetro**

El dosímetro de ruido es un dispositivo recomendado para evaluar si se supera el límite de exposición personal al ruido. Este equipo incluye un micrófono ubicado en la zona auditiva del trabajador, el cual está conectado a un procesador/controlador. El dosímetro realiza una monitorización constante, integra y registra la energía sonora a la que el trabajador se expone durante su jornada laboral. Utiliza esta información para calcular la dosis de ruido acumulada en el día (14).

La medición de niveles de ruido mediante un dosímetro es relativamente sencilla en situaciones donde el ruido es constante y el trabajador permanece mayormente quieto durante su jornada laboral. Sin embargo, cuando los niveles de ruido son variables, intermitentes, contienen elementos abruptos o el trabajador se

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

desplaza con frecuencia durante su turno, se prefiere utilizar un dosímetro de ruido (14).

Un dosímetro de ruido puede considerarse como un sonómetro con una funcionalidad adicional de registro y cálculo. Este dispositivo registra y almacena los niveles de sonido durante un período de exposición y luego calcula la lectura en términos de porcentaje de dosis o TWA (promedio ponderado en el tiempo) (14).

En la medición del ruido se debe realizar un enfoque primordial en las bandas de octava, intervalos de frecuencia entre dos sonidos entre las cuales se duplican las frecuencias centrales. Así mismo de las bandas de tercio de octava, las cuales son el resultado de la división en tres intervalos iguales logarítmicamente. Esto permite verificar cuales son las bandas donde se debe realizar la intervención correspondiente con los controles de ingeniería (15).

### **Sonómetros y exposímetros sonoros individuales**

El segundo dispositivo, conocido como sonómetro o SLM (por sus siglas en inglés, Sound Level Meter), está compuesto por un micrófono, un amplificador, filtros de frecuencia y un indicador de medición. Su función principal es mostrar el nivel de presión sonora en decibeles (dB) (12).

El sonómetro se utiliza para documentar mediciones que pueden emplearse para determinar los orígenes de la exposición al ruido de los trabajadores o para realizar evaluaciones del ruido en el entorno laboral. El proceso de evaluación de la exposición al ruido implica la amalgama de todos los niveles de ruido a lo largo de una duración determinada para determinar la dosis de ruido a la que está sometido un trabajador (12).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

Los monitores sonoros personales, que comprenden el micrófono y su cable correspondiente, deben cumplir las especificaciones descritas en la norma de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) 61252. Se recomienda utilizar monitores de sonido personales que cumplan con las especificaciones de Clase 1 dadas en la norma IEC 61672-1:2002, particularmente en temperaturas extremadamente frías o cuando el ruido está compuesto predominantemente por altas frecuencias. El nivel de corte de los monitores de sonido personales suele rondar los 70 dB. Es necesario comprobar si esto influye en los resultados de las mediciones (16).

### **Calibrador**

Es necesario corroborar la calibración del equipo mediante un calibrador acústico, de esta forma se podrá entender que los resultados son altamente fiables disminuyendo la posibilidad de errores en la captación de ruido (13).

La precisión de la calibración estará determinada también por el micrófono, el cual debe colocarse dentro de la abertura del calibrador, lo que ocasionalmente puede requerir la utilización de un adaptador. La calibración se realiza mediante una onda sonora monocromática con una intensidad sonora precisa, a menudo medida en 114 decibelios con ponderación A. Si se utiliza un dosímetro, puede ser necesario configurarlo con funciones de sonómetro, como Nivel Equivalente o Nivel de Pico, entre otras opciones (14).

Tanto el sonómetro como el dosímetro deben medir con precisión la intensidad sonora emitida por el calibrador, con una desviación máxima de  $\pm 1$  dB. Si no se cumple esta condición, es crucial recalibrar el instrumento de acuerdo con las

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

instrucciones del fabricante antes de utilizarlo. Antes de realizar pruebas de ruido, es importante recalibrar el instrumento. Es crucial subrayar que, aparte de verificar la calibración antes y después de cada medición de ruido, es necesaria una calibración anual de los sonómetros, dosímetros y calibradores acústicos (14).

### **Verificación periódica**

Antes y después de cada medición de ruido, es imprescindible comprobar que el equipo de muestreo está calibrado adecuadamente con un calibrador acústico. Los calibradores deben poseer un diámetro y una forma compatibles con el micrófono (14).

Para confirmar la precisión de la calibración, el micrófono debe colocarse dentro de la abertura del calibrador, lo que ocasionalmente puede requerir la utilización de un adaptador. El calibrador crea una onda sonora monocromática con una intensidad sonora precisa, a menudo medida en 114 decibelios con ponderación A. Si se utiliza un dosímetro, puede ser necesario configurarlo con funciones de sonómetro, como Nivel Equivalente o Nivel de Pico, entre otras opciones (14).

Tanto el sonómetro como el dosímetro deben medir con precisión la intensidad sonora emitida por el calibrador, con una desviación máxima de  $\pm 1$  dB. Si no se cumple esta condición, es crucial recalibrar el instrumento de acuerdo con las instrucciones del fabricante antes de utilizarlo. Antes de realizar pruebas de ruido, es importante recalibrar el instrumento. Es crucial subrayar que, aparte de verificar la calibración antes y después de cada medición de ruido, es necesaria una calibración anual de los sonómetros, dosímetros y calibradores acústicos (12).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **1.1.5. Normas y Reglamentaciones ocupacionales**

La contaminación acústica representa un problema ambiental que afecta tanto a los trabajadores de la industria forestal como a la población en general desde hace más de dos décadas. En este contexto, la exposición al ruido se ha reducido con la implementación de acciones en el marco de normativas legales y regulaciones institucionales relacionadas con la protección de los trabajadores. La experiencia ha demostrado que la exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 85 decibeles ocasiona un desplazamiento temporal del umbral de audibilidad debido a la fatiga auditiva. A medida que se prolonga la exposición, este desplazamiento se agrava, y la audición no se recupera completamente a niveles normales. En esta etapa, la pérdida auditiva residual se conoce como desplazamiento permanente del umbral de audibilidad o hipoacusia provocada por ruido (17).

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la prolongada exposición al ruido en el entorno laboral puede ocasionar problemas en la capacidad auditiva. Por lo general, este deterioro auditivo se desarrolla de manera gradual, a veces pasando desapercibido por la persona hasta que se suma a la pérdida auditiva relacionada con el envejecimiento (12).

En Chile, varios documentos técnicos influyeron en el planteamiento del "Protocolo de normas mínimas para la implementación de programas de vigilancia de la hipoacusia por exposición a ruido en los lugares de trabajo", comúnmente tratado como "Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido (PREXOR)." Este protocolo fue emitido por el Ministerio de Salud (MINSAL) en 2013 y corresponde a la vigilancia de la salud auditiva en ambientes laborales. En este caso, se analizarán algunos elementos técnicos que figuran en los documentos precedentes

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

relativos a este protocolo, prestando especial atención al presente Protocolo y a su Guía Técnica asociada (18).

El protocolo incluía procedimientos relativos a la identificación de la deficiencia auditiva y la evaluación de las capacidades auditivas para cuestiones relativas a contextos medicolegales. Se aconsejó el uso de la norma internacional ISO 6189-1983 para determinar los umbrales auditivos en ambas evaluaciones. La presente investigación presenta un conjunto de recomendaciones técnicas que se centran en diversos aspectos relacionados con la configuración de las salas de examen, los niveles de ruido admisibles, el mantenimiento y la calibración de los audiómetros, así como los procedimientos para determinar el umbral de audición, incluidas las directrices de preparación e instrucción (18).

En 2005, el Departamento de Salud Ocupacional del Instituto de Salud Pública de Chile (ISP) elaboró un documento de soporte titulado "Guía técnica para la evaluación de trabajadores expuestos a ruido y/o con deficiencias auditivas". Esta guía mantuvo la distinción entre dos tipos de actividades: monitoreo para preservar la audición y diagnóstico para la evaluación auditiva medicolegal y para problemas de audición no relacionados con el trabajo. A diferencia del protocolo anterior, esta separación implicó requisitos técnicos diferentes para cada tipo de evaluación auditiva, basándose en la Norma ISO 6189:1983 para el monitoreo de la audición y en la Norma ISO 8253-1:1989 para la evaluación auditiva medicolegal (18).

El Decreto Exento N°1029, promulgado en noviembre de 2011 en Chile, sancionó la aprobación de la iniciativa "PREXOR". Este decreto incluyó un aspecto novedoso al incluir tanto la vigilancia ambiental como la vigilancia sanitaria, que no habían sido incluidas en decretos anteriores. El objetivo de esta estrategia era

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

mejorar las medidas de prevención de la pérdida de audición neurosensorial profesional (HSNL). Además, una novedad de este estudio es el establecimiento de un Criterio de Acción, que se representa como grado de acción o dosis. Este criterio sirve como determinante para la adopción de medidas de control destinadas a mitigar la exposición laboral al ruido. Además, el estudio también proporciona una definición clara para la inclusión de los trabajadores en el programa de vigilancia de la salud auditiva (18).

El procedimiento de 2011 fue objeto de una actualización en octubre de 2013, que dio lugar a la aprobación de la Norma Técnica N°156 para "PREXOR 2013." Esta norma sigue vigente en la actualidad. Este protocolo proporciona un examen exhaustivo del seguimiento de la salud auditiva, incluyendo la Evaluación Auditiva como elemento fundamental. La Evaluación Auditiva consta de otros tres componentes, a saber, un registro epidemiológico, un historial industrial y una valoración clínica del empleado. Esta publicación ofrece una descripción exhaustiva y una explicación detallada de cuatro categorías distintas de evaluaciones audiométricas: básica, de seguimiento, de confirmación y de alta (18).

El documento "PREXOR 2013" describe los requisitos técnicos y las referencias de calidad esenciales para realizar evaluaciones audiométricas en los ámbitos de la vigilancia y las evaluaciones medicolegales de la audición. Se basa en la "Guía Técnica para la Evaluación Auditiva de Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos a Ruido. Año 2012" publicada por el Instituto de Salud Pública de Chile como punto de referencia. La finalidad de esta guía es brindar sugerencias técnicas para garantizar la fiabilidad y precisión de los exámenes auditivos de los trabajadores (18).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

La Resolución Ministerial N°375-2008-TR establece que las condiciones ambientales en el lugar de trabajo en el Perú deben adecuarse a las características físicas y mentales de los empleados, así como a la naturaleza de las labores que se están llevando a cabo. Además, en lo que respecta a trabajos o tareas que requieran una concentración constante y un alto nivel de exigencia intelectual, como en centros de control, laboratorios, oficinas, salas de reuniones y análisis de proyectos, se establece que el nivel de ruido equivalente no debe superar los 65 decibeles y se debe cumplir con este criterio de manera obligatoria (19).

El Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería de Perú, recogido en el Decreto Supremo N°023-2017-EM, evalúa la exposición al ruido mediante la agregación de todos los niveles de ruido a lo largo de una duración adecuada para determinar el nivel de ruido al que está sometido un trabajador. Los dosímetros de ruido personales realizan esta amalgama de forma autónoma, mientras que, en numerosos casos, un evaluador que emplee un sonómetro deberá ejecutarla manualmente (véase el paso 6 para calcular la exposición al ruido del trabajador). Para evaluar si el resultado de este conjunto de datos supera el umbral aceptable, es necesario utilizar valores de decibelios (dBA) ponderados A que oscilen entre 80 y 140, como mínimo (20).

En el ámbito laboral, el ruido se erige como un factor de riesgo ineludible, capaz de incidir directamente en la salud y la seguridad de los trabajadores si no se maneja con la debida atención. Por consiguiente, se instituyen normativas y reglamentaciones ocupacionales que delinear límites seguros de exposición al ruido dentro del entorno laboral. Estas disposiciones varían de una nación a otra, si bien su propósito fundamental es salvaguardar la salud auditiva de los empleados y

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

prevenir eventuales daños derivados de la exposición prolongada a niveles elevados de ruido. Entre las normativas comunes sobre ruido en el trabajo, se destacan varios aspectos fundamentales (21).

La capacitación y concientización de los trabajadores respecto a los riesgos asociados al ruido en el trabajo y al adecuado uso de los equipos de protección auditiva constituye igualmente un aspecto central en las normativas. Es común que estas disposiciones exijan programas de capacitación destinados a sensibilizar a los trabajadores sobre estos temas. Por último, algunas regulaciones prescriben el mantenimiento de registros detallados que incluyan mediciones de ruido, acciones tomadas para su control y el estado de la salud auditiva de los empleados expuestos. Esta documentación permite un seguimiento minucioso y una evaluación continua de las medidas implementadas en materia de protección auditiva en el entorno laboral (22).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **1.2. Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a ruido**

#### **1.2.1. Exigencias auditivas de los puestos de trabajo**

Los profesionales de la salud ocupacional enfrentan el desafío de manejar la discapacidad auditiva en entornos laborales ruidosos. Existe debate sobre si los trabajadores con esta discapacidad deberían elegir trabajar en ambientes ruidosos, aunque esto pueda agravar su pérdida auditiva. Este dilema plantea desafíos médicos y científicos, con opiniones divididas sobre si los trabajadores tienen derecho a asumir riesgos auditivos si así lo desean. Sin embargo, se destaca la importancia de garantizar un entorno laboral seguro, independientemente de este debate (23).

En el ámbito de la aviación civil, se subraya la importancia de abordar las demandas auditivas específicas de diversas ocupaciones, como las tripulaciones de vuelo, pilotos, empleados de rampa y trabajadores de mantenimiento en aeropuertos. Se ha observado un riesgo potencial de pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL, por sus siglas en inglés) en estas profesiones (24). Estudios realizados tanto en aeropuertos de Corea como en pilotos de diferentes edades han resaltado la conexión significativa entre la exposición al ruido en el ámbito laboral y el estado auditivo (25).

Estos estudios consideran factores adicionales, como la exposición no ocupacional al ruido, antecedentes de enfermedades del oído, el uso de medicamentos ototóxicos, el hábito de fumar e hipertensión. Es imperativo abordar estas exigencias auditivas específicas para garantizar la salud auditiva y el bienestar de los trabajadores en estas ocupaciones (24).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

Diversas ocupaciones enfrentan el riesgo destacado de pérdida auditiva, entre ellas bomberos, empleados del servicio ferroviario, agricultores, conductores y operadores de vehículos pesados, policías de tránsito, músicos, así como profesionales de la salud como dentistas y buzos. Además, la exposición al ruido en entornos laborales específicos, como cocinas de hospitales y salas de máquinas de barcos, ha suscitado preocupación y análisis detallado. Por lo que, la inquietud creciente por la pérdida auditiva ocupacional abarca diversos sectores laborales, subrayando que la exposición continua al ruido representa un riesgo significativo para la salud auditiva a nivel global (26).

En el Reino Unido, cerca de 3.7 millones de empleados enfrentan pérdida de audición, cifra que se espera que alcance los 14.5 millones para el 2031. Más de 800,000 personas sufren de sordera grave o profunda. La discapacidad auditiva, definida como una pérdida de al menos 25 dB en frecuencias específicas del habla, afecta al 16 por ciento de la población en el Reino Unido. En Estados Unidos, la prevalencia de pérdida auditiva es del 16.1 por ciento entre adultos, aumentando en hombres, personas con menor educación, hombres blancos y ancianos. Factores como la exposición ocupacional a riesgos, ruido durante el ocio, tabaquismo y otros aumentan el riesgo. La pérdida auditiva se clasifica en leve, moderada y grave según la disminución en la capacidad auditiva, con la sordera profunda caracterizada por umbral auditivo promedio superior a 90 dB (27).

La Hipoacusia Neurosensorial Provocada por Ruido (HNPR) es una pérdida auditiva irreversible causada por exposición prolongada al ruido, afectando al 16 % de los trabajadores a nivel mundial. En Colombia, ocupa el cuarto lugar en los diagnósticos de enfermedad profesional, afectando la calidad de vida y la

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

interacción social de quienes la padecen, llevándolos al aislamiento social y la depresión. La frecuencia de HNPR en el país fue del 6,3 % en 2004 y del 5,5 % en 2011, según la Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA) (28).

El avance industrial y los logros tecnológicos han resultado en un aumento sustancial de la exposición al ruido en entornos laborales a nivel mundial, afectando a diversas ocupaciones. Grupos laborales, como los empleados en la industria pesada, fábricas, martilleo de forja, minería de carbón, construcción, plantas de cemento, procesamiento de gas, ingeniería mecánica, operadores de maquinaria estacionaria, así como aquellos en refinerías de petróleo, enfrentan riesgos significativos de desarrollar pérdida auditiva ocupacional (NIHL). Estudios detallados han revelado tasas considerables de casos sugestivos de NIHL en sectores específicos, como una empresa metalmecánica en Brasil (15,9%), mineros estadounidenses y trabajadores en plantas primarias de carbón. Además, se ha observado un aumento en la prevalencia de pérdida de audición neurosensorial de alta frecuencia (SNHL) entre trabajadores en una planta textil en Irán y en una refinería de petróleo en Taiwán. Estos hallazgos destacan la urgente necesidad de medidas preventivas y protocolos de salud auditiva en diversas ocupaciones para mitigar los riesgos asociados con la exposición al ruido laboral (24).

Como consecuencia de la pérdida de capacidad auditiva tiene una repercusión directa no solo en las actividades diarias de la persona, sino también en el mercado laboral tal cual menciona el artículo “The position of the deaf in the Swedish labor market”, en la cual Emelie Rydberg et al., explica que la gente con algún grado de sordera tiene tasas de desempleo que son hasta 3 veces mayor que personas que no sufren de esta patología, lo que se incrementa hasta 4 veces siendo inversamente

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

proporcional a menor grado de instrucción mayor dificultad para conseguir empleo (29).

La pérdida de audición provocada por el ruido (NIHL) es una condición sensorioneural coclear irreversible que surge gradualmente debido a la exposición a niveles elevados de presión sonora. Este fenómeno afecta de manera específica a las frecuencias agudas y se manifiesta como una disminución progresiva de la capacidad auditiva. Es esencial resaltar que el desarrollo de la pérdida auditiva alcanza su velocidad máxima en un período de 6 a 10 años, pero tiende a estabilizarse después de este lapso (30).

Aun cuando esta se estabilice los resultados de diversos estudios indican que las personas con cierto grado de pérdida auditiva presentan mayor tendencia a sufrir accidentes, lo cual se evidencia en el estudio de corte transversal de Harrison W. Lin et al. "Self-reported Hearing Difficulty and Risk of Accidental Injury in US Adults, 2007 to 2015" que pone en evidencia que de la población estudiada aquellos con leve grado de pérdida auditiva tienen 2.8% más probabilidad de sufrir accidentes laborales, lo cual aumenta significativamente a 4.8% en aquellos que tienen mucha dificultad en la audición (31).

Resulta crucial destacar que la progresión de la NIHL puede detenerse si se elimina la exposición continua al ruido. Este hecho subraya la importancia de reconocer y abordar las demandas auditivas en diversas ocupaciones para prevenir la pérdida de audición asociada al entorno laboral (30).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **1.2.2. Estudios de Capacidad Auditiva**

En el ámbito de la medicina ocupacional, la evaluación auditiva se realizará mediante técnicas especializadas. Esto incluye la otoscopia para examinar el canal auditivo, audiometría tonal liminar utilizando vía aérea y ósea según normativas estándar, y logaudiometría utilizando listas balanceadas registradas digitalmente para evaluar la capacidad de comprensión del habla. También se llevará a cabo la impedanciometría, que registra el timpanograma y reflejos estapediales ipsi y contralaterales. En una fase posterior, se emplearán indicadores biológicos y pruebas psicométricas, incluyendo la otoemisión acústica provocada por estímulos transitorios tipo clic (TEOAE). Estos procedimientos son fundamentales para la monitorización del daño coclear, brindando datos objetivos que respaldan su aplicabilidad en el ámbito de la medicina ocupacional (32).

#### **1.2.2.1.Otoscopía**

Este método se utiliza en la vigilancia de la salud de trabajadores expuestos a ruido industrial intenso durante jornadas laborales prolongadas, siendo un problema evidente de salud pública, especialmente en países en desarrollo como Perú. Los efectos incluyen la pérdida de la capacidad auditiva, siendo la hipoacusia el aspecto más destacado. La falta de diagnóstico y tratamiento oportuno agrava la función auditiva de los empleados. En entornos laborales ruidosos, la otoscopia se emplea para identificar daños en el oído externo, permitiendo una inspección visual detallada del mismo mediante un otoscopio con luz o un video otoscopio (33).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

En el caso del ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores, la otoscopia no es una herramienta útil para evaluar la exposición al ruido, ya que no permite medir la intensidad del sonido ni la duración de la exposición. En su lugar, se utilizan equipos de medición de ruido, como dosímetros, para evaluar la exposición al ruido en el lugar de trabajo (34).

### **1.2.2.2. Prueba de diapasones**

El cribado para evaluar la audición puede realizarse mediante la vibración de un diapasón o a través de los sonidos generados por el frotamiento de los dedos del examinador. La valoración auditiva se fundamenta comúnmente en la medición de la distancia umbral, más allá de la cual los sonidos no son perceptibles. También se ha propuesto comparar los umbrales auditivos del paciente y el examinador al colocar un diapasón vibrante en la apófisis mastoidea de cada persona, conocido como la prueba de Schwabach. Aunque se ha informado de una precisión razonable en pequeñas series de estudios, la naturaleza intrínsecamente subjetiva de estas pruebas, como la evaluación del grado de pérdida auditiva del examinador o la cuestión de golpear el diapasón, representa una limitación significativa (33).

La prueba del diapasón es esencial para el estudio del estado de salud del paciente con el propósito de distinguir entre la pérdida de audición conductiva (CHL, por sus siglas en inglés) y la pérdida de audición neurosensorial (SNHL, por sus siglas en inglés). La evaluación y gestión del SNHL pueden activarse adecuadamente a través de esta vía. El SNHL constituye un subconjunto de la pérdida de audición súbita (SHL, por sus siglas en inglés) que tiene una naturaleza neurosensorial, se manifiesta en un lapso de 72 horas y cumple con determinados

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

criterios audiométricos. En ocasiones, el SNHL se conoce coloquialmente como "pérdida de audición nerviosa", indicando una disfunción en la cóclea, el nervio auditivo, o aspectos superiores de la percepción auditiva central o procesamiento (35).

La prueba de diapasones es una herramienta útil para evaluar la audición de los trabajadores expuestos a ruido ocupacional. Según un estudio realizado en 2021 en Malasia, la prueba de diapasones es una herramienta útil para detectar la pérdida auditiva provocada por el ruido en trabajadores expuestos a niveles de ruido moderados. Sin embargo, la prueba de diapasones no es suficiente para evaluar completamente la audición de los trabajadores expuestos a ruido ocupacional, ya que no puede detectar todos los tipos de pérdida auditiva. Es importante utilizar otras pruebas audiométricas para evaluar completamente la audición de los trabajadores expuestos a ruido ocupacional (36).

### **1.2.2.3. Inventario de Discapacidad Auditiva (test)**

Se emplea el Inventario de Discapacidad Auditiva, específicamente el autoadministrado Inventario de Discapacidad Auditiva para la Detección de Personas Mayores (HHIE-S), como un breve cuestionario de 10 ítems para cribar a personas mayores. Este instrumento evalúa en 5 minutos el impacto social y emocional de la pérdida de audición, asignando puntuaciones de 4 para "sí", 2 para "a veces" y 0 para "no". Las puntuaciones oscilan de 0 a 40, indicando un 13% de probabilidad de discapacidad auditiva para puntuaciones de 0 a 8, 50% para 10 a 24, y 84% para 26 a 40. Diversos estudios han evaluado su rendimiento, mostrando que puntuaciones altas en el HHIE-S correlacionan con tasas elevadas de pérdida

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

auditiva, además de su bajo coste se está convirtiendo en una prueba de bastante confiabilidad para la prevención de daño en trabajadores expuestos a ruido (33).

### **1.2.2.4. Logoaudiometría**

La logoaudiometría, también conocida como audiometría verbal, es esencial para evaluar la capacidad auditiva en la comprensión del habla. Se centra en medir el porcentaje de palabras comprendidas a diferentes intensidades, siendo crucial para el desarrollo del lenguaje y la comunicación. La prueba analiza la brecha entre la capacidad de oír y comprender, proporcionando información clave para abordar la pérdida auditiva con el tratamiento adecuado. Incluye mediciones como el Umbral de Detección de la Voz, Umbral de Reconocimiento de la Palabra y Umbral de Máxima Discriminación, con ajustes de intensidad en incrementos de 5 dB HL. El examinador certificado en el Programa de Evaluación Externa de la Calidad de los Centros Audiométricos (PEECCA) guía el enfoque, enfatizando la importancia de evitar el uso de las mismas palabras en distintas pruebas y añadiendo una frase preparatoria entre cada disílabo para alertar al participante, sin embargo, hasta el momento no existe una estandarización para poder indicar el grado de pérdida auditiva (33).

Moreira sugiere llevar a cabo pruebas de reconocimiento de voz en condiciones de silencio y con presencia de ruido, junto con la evaluación de umbrales de tono puro, como parte del proceso para medir el impacto causado por el ruido (37).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **1.2.2.5. Audioscopía**

El audioscopio, una combinación de otoscopio y audiómetro se utiliza para detectar la discapacidad auditiva mediante la emisión de tonos puros en frecuencias de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz. Este dispositivo ha demostrado tener alta sensibilidad 94 a 97% y buena especificidad entre 69 a 80% (38).

La prueba se realiza en el canal auditivo externo con mínima formación necesaria por lo cual se puede llevar a cabo dentro de las áreas laborales siempre que se cuente con un ambiente sin exposición a ruido. Además de la detección de pérdida auditiva, el audioscopio permite la inspección directa del canal auditivo en busca de anomalías. Estudios han concluido que el audioscopio es eficiente en la detección de pérdida auditiva, especialmente en frecuencias de 2 kHz, es poco útil para la detección de enfermedades de forma temprana y la sensibilidad de esta prueba va a estar determinada por la motivación del paciente a ser identificado como sordera en algún grado. Comparado con el cuestionario HHIE-S los resultados sugieren un mejor rendimiento del audioscopio, siendo preferido por pacientes mayores de 60 años (33).

### **1.2.2.6. Tinnitometría**

La tinnitometría es una prueba crucial en el ámbito laboral para evaluar la presencia y características del tinnitus (zumbido en los oídos) en trabajadores expuestos a ruido. Este síntoma, a menudo vinculado a la pérdida auditiva neurosensorial, puede ser detectado y monitoreado a través de la tinnitometría. La prueba evalúa la ubicación, naturaleza, tonalidad y niveles de sonoridad del tinnitus, utilizando métodos como Fowler y técnicas de Feldman y Vernon. Sin embargo, la

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

tinnitometría no es viable en casos de tinnitus simétrico en ambos oídos. Después de la evaluación, se sugiere que los afectados sean referidos a especialistas para una evaluación más detallada de las implicaciones para su bienestar mental (33).

### **1.2.2.7. Audiometría**

La Audiometría Tonal Pura (PTA) se ve influenciada por la atención y motivación del individuo. La Audiometría de Detección, utilizada en salud ocupacional para supervisión auditiva, no es adecuada para diagnósticos al utilizar exclusivamente pruebas de conducción aérea. Las pérdidas auditivas conductivas pueden deberse a diversas condiciones, mientras que las neurosensoriales incluyen factores como presbiacusia, infecciones, traumatismos y exposición al ruido. Un estudio canadiense reveló que la pérdida auditiva se asocia con un mayor riesgo de accidentes laborales y de tráfico. Las personas con pérdida auditiva pueden enfrentar desafíos en la comunicación, y se sugiere una evaluación objetiva más allá de la PTA en casos relacionados con accidentes o compensación (26).

En medicina ocupacional, el diagnóstico más común para la Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido (SNHL) implica una disminución de al menos 30 decibelios en la audición, afectando al menos a tres frecuencias. Dado que la audiometría previa al evento suele ser inaccesible, la pérdida auditiva se define a menudo en relación con los umbrales del oído contrario. El Grupo de Actualización de Directrices (GUG) reconoce la variabilidad en los criterios utilizados tanto en la práctica clínica como en la investigación para la identificación del SNHL en el ámbito ocupacional (35).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

La audiometría de altas frecuencias se revela como una herramienta valiosa en el ámbito médico ocupacional para diagnosticar la hipoacusia provocada por ruido, como evidencia un estudio observacional, analítico y transversal. Este estudio aboga por la inclusión sistemática de la audiometría de alta frecuencia en la exploración audiológica, señalando su utilidad en la predicción de la hipoacusia asociada al ruido. Los resultados respaldan la consideración de la audiometría de alta frecuencia como un método diagnóstico crucial para la detección temprana de hipoacusias relacionadas con la exposición laboral al ruido. Este enfoque tiene implicaciones importantes en la práctica médico ocupacional, destacando la necesidad de adoptar esta herramienta de evaluación para mejorar la detección y manejo de la hipoacusia en entornos laborales ruidosos (39).

Desde la perspectiva de la medicina ocupacional, es esencial reconocer la relación potencial entre la pérdida auditiva neurosensorial y las infecciones crónicas del oído medio. En este contexto, se destaca la relevancia de la audiometría extendida en altas frecuencias como una herramienta valiosa para la detección temprana de este tipo de pérdida auditiva. La implementación de pruebas auditivas más abarcadoras, especialmente en trabajadores expuestos a factores de riesgo ocupacionales como el ruido, puede contribuir significativamente a la identificación temprana de posibles afecciones auditivas relacionadas con infecciones crónicas. Esta información puede ser fundamental para la gestión proactiva de la salud auditiva en el entorno laboral, permitiendo intervenciones y adaptaciones que mejoren la calidad de vida y la seguridad ocupacional de los trabajadores. Estos hallazgos respaldan la utilidad de la audiometría de altas frecuencias como una

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

herramienta diagnóstica efectiva en la detección temprana de la pérdida auditiva provocada por ruidos y otras afecciones relacionadas con la audición (25).

El estudio de Moreira destaca que, la audiometría de tonos puros sigue siendo la referencia principal y más confiable para analizar la audición en el entorno clínico. Esta herramienta es fundamental para llevar a cabo una evaluación rápida y precisa de la capacidad auditiva de los trabajadores, permitiendo identificar cualquier deterioro en la audición que pueda estar relacionado con la exposición laboral a niveles elevados de ruido. La audiometría de tonos puros, al ser una técnica establecida y reconocida, desempeña un papel esencial en la monitorización de la salud auditiva de los trabajadores y facilita la toma de decisiones en el ámbito de la medicina ocupacional para garantizar ambientes laborales seguros y saludables (35).

Cerro et al. recomienda realizar evaluaciones auditivas anuales en un período específico, enfocándose especialmente en el ámbito ocupacional, con énfasis en la industria metalmecánica. Además, se destaca la importancia de llevar a cabo investigaciones basadas en datos primarios para confirmar de manera más precisa los posibles factores asociados a la pérdida auditiva provocada por el ruido en este entorno laboral. Estas medidas son esenciales en el contexto de la medicina ocupacional para garantizar la salud auditiva de los trabajadores y abordar de manera efectiva los riesgos relacionados con la exposición al ruido en la industria metalmecánica (25).

El trabajo de Sierra en medicina ocupacional se centró en realizar audiometrías exhaustivas para evaluar con precisión el nivel de pérdida auditiva en los 20 colaboradores seleccionados. Durante este proceso, se observó que 5 de estos

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

colaboradores presentaban irregularidades en los resultados de las audiometrías, indicando una pérdida auditiva que iba desde moderada hasta severa. Este hallazgo sugiere que estos 5 colaboradores enfrentan dificultades para percibir sonidos en niveles de decibelios entre 40 y 80 dB, especialmente en las frecuencias de 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz, según los informes detallados de las audiometrías. Este análisis médico ocupacional destaca la importancia de monitorear la salud auditiva de los trabajadores y abordar de manera adecuada las irregularidades identificadas (26).

Según Mendo, en el grupo de pacientes con hipoacusia neurosensorial, se evidenció que el 26% presentaba diabetes mellitus tipo 2, en contraste con el grupo sin esta afección, donde la frecuencia fue del 10%. Se estableció que la diabetes mellitus tipo 2 constituye un factor de riesgo para la hipoacusia neurosensorial, con un odds ratio de 2.80, y este hallazgo resulta estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ) (39). El análisis de regresión logística multivariado reafirmó la relevancia del riesgo asociado a factores como diabetes mellitus, dislipidemia e hipertensión arterial, todos identificados como factores de riesgo para la hipoacusia neurosensorial. Concluyendo que la diabetes mellitus tipo 2 está vinculada como un factor de riesgo para la presencia de hipoacusia neurosensorial en este estudio médico ocupacional (40).

### **1.2.3. Clasificaciones Audiométricas y Daño auditivo**

En el ámbito de la audiología laboral, se emplean diversos métodos para evaluar las audiometrías con el fin de simplificar su interpretación. Estas escalas difieren en las frecuencias consideradas, los criterios de normalidad y la clasificación de la

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

gravedad. En Colombia, se utilizan comúnmente las escalas ELI (Índice de Pérdida Temprana), SAL (Pérdida Promedio de la Audición en el Habla) y la versión modificada de Larsen. La escala SAL-AMA (Asociación Médica Americana) se aplica para evaluar la pérdida auditiva global. Aunque la escala Klockhoff tiene un uso limitado en Colombia, goza de reconocimiento a nivel internacional (27,41).

La Guía de Atención Integral en Salud Ocupacional para la Hipoacusia Neurosensorial Provocada por Ruido (GATISO-HNPR) aconseja, dentro del marco del Programa de Vigilancia Epidemiológica (PVE) para la conservación auditiva, la evaluación del cambio permanente en el umbral auditivo (CUAP) durante las audiometrías periódicas. Se sugiere utilizar el criterio NIOSH y describir todas las frecuencias empleando los niveles de gravedad de la NIOSH, prescindiendo de cualquier escala de clasificación, ya que las considera poco sensibles y específicas. Además, señala que las diferentes escalas disponibles presentan limitaciones en términos de alcance y aplicabilidad en los Programas de Vigilancia Epidemiológica (PVE) (27).

El examen clínico y el audiograma son pruebas utilizadas para evaluar la función auditiva, pero difieren en su contexto y objetivo. El examen clínico se realiza en un entorno médico para evaluar la audición de un individuo de manera integral, con el fin de diagnosticar y tratar posibles trastornos auditivos. Por otro lado, el audiograma ocupacional se lleva a cabo en el ámbito laboral como parte de la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a ruido, con el propósito de detectar y prevenir la pérdida auditiva relacionada con el trabajo (41).

La audiometría clínica se enfoca en la evaluación global de la audición, utilizando pruebas de tonos puros y palabras, y puede incluir pruebas adicionales

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

para determinar la causa de la pérdida auditiva. Por otro lado, el audiograma ocupacional se centra en la detección temprana de la pérdida auditiva relacionada con el ruido en el entorno laboral, y generalmente se realiza antes de que un trabajador se encuentre expuesto al ruido y de forma periódica durante su vida laboral (39).

El examen clínico se rige por estándares médicos y puede ser realizada por profesionales de la salud especializados en audición, como otorrinolaringólogos o audiólogos. En cambio, el audiograma ocupacional es parte de la vigilancia de la salud ocupacional y es realizado por profesionales de la salud ocupacional o personal capacitado en pruebas audiométricas, siguiendo lineamientos específicos para la evaluación de la audición en el contexto laboral (27).

La clasificación de las audiometrías es un tema relevante en la evaluación de la salud auditiva de los trabajadores expuestos a ruido en el entorno laboral. A continuación, se presenta la información sobre las escalas de SAL, ELI, Larsen y Klockhoff, así como su sensibilidad y especificidad (42).

### **1.2.3.1. Escala de SAL (Speech Awareness Level)**

Esta escala mide el nivel de audición necesario para la comprensión del habla. Tiene una alta sensibilidad para detectar la pérdida auditiva en las frecuencias del habla, pero una baja especificidad para detectar la pérdida auditiva en las frecuencias altas, por lo cual son poco útiles en la detección temprana de pérdida auditiva. En la escala SAL, se identifica un compromiso en la capacidad conversacional cuando el promedio de los resultados de la audiometría en las frecuencias 500, 1000 y 2000 Hz es igual o superior a 31 dB en el oído con mejor

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

audición. Esta clasificación asigna al trabajador a una de las siete categorías (ABCDEFG), reconociendo la presencia de deterioro auditivo a partir de la categoría C (41)

### **1.2.3.2.Escala de ELI (Ear Level Intensity)**

Esta escala mide la intensidad del sonido en el oído. Tiene una alta sensibilidad para detectar la pérdida auditiva en las frecuencias altas, pero una baja especificidad para detectar la pérdida auditiva en las frecuencias del habla logrando una sensibilidad de 15,9 % y especificidad cerca del 100 %. La escala ELI considera como un dato relevante la disminución del umbral auditivo de al menos 30 dB, ajustado por la edad, en la frecuencia de 4000 Hz en el oído más afectado. Esta escala permite categorizar la afectación auditiva en cinco niveles: A, B, C, D y E, donde la categoría A indica la menor afectación y la categoría E refleja la mayor afectación (42).

### **1.2.3.3.Escala de Larsen**

Esta escala mide la capacidad del oído para discriminar entre sonidos. Tiene una alta sensibilidad para detectar la pérdida auditiva en las frecuencias del habla, pero una baja especificidad para detectar la pérdida auditiva en las frecuencias altas logrando una sensibilidad de 93,1 % y especificidad de 100 %. En la escala modificada de Larsen, se evalúan todas las frecuencias auditivas (250-8000 Hz), y la clasificación del trabajador en tres categorías de daño auditivo progresivo (I, II y III) se determina según la cantidad y tipo de frecuencias afectadas con una pérdida auditiva superior a 25 dB (43).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **1.2.3.4.Escala de Klockhoff**

Esta escala mide la capacidad del oído para detectar cambios en la intensidad del sonido. Tiene una alta sensibilidad para detectar la pérdida auditiva en las frecuencias altas, pero una baja especificidad para detectar la pérdida auditiva en las frecuencias del habla tiene una sensibilidad de 79.5 % y especificidad de 100 %. La escala de Klockhoff establece siete categorías, considerando como normal aquellas audiometrías en las que ninguna frecuencia (500 a 8000 Hz) excede los 25 dB. Según esta clasificación, se diagnosticará trauma acústico en caso de afectación exclusiva de frecuencias agudas, siendo leve si alcanza un máximo de 55 dB y avanzado si supera los 55 dB. Para la Hipoacusia Neurosensorial Provocada por Ruido (HNPR), se utilizará esta escala, identificándola como leve si al menos una frecuencia conversacional se mantiene y moderada si todas las frecuencias conversacionales están afectadas, pero no sobrepasan los 55 dB. Si alguna frecuencia en el área conversacional supera los 55 dB, se clasificará como HNPR avanzada. Cabe destacar que la escala incluye una categoría especial denominada "otras patologías" para curvas audiométricas atípicas de la HNPR, siendo de gran valor diagnóstico en audiología (42).

### **1.2.3.5.Escala de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)**

Tiene en cuenta las mismas frecuencias que la escala SAL, más la frecuencia de 3000 Hz. No valora las frecuencias más agudas, como 4000 y 6000 Hz, tiene una sensibilidad de 79,1 % y especificidad de 100 % (44).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **1.2.3.6. Metodología BIAP (Bureau International d'Audiophonologie)**

Determina el promedio de los niveles de audición aérea para las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 3000 Hz, lo que proporciona la pérdida auditiva promedio de cada oído. Si no se detecta respuesta a alguna de las frecuencias, se considera una pérdida de 120 dB (hipoacusia total o cofosis). Una vez calculada la pérdida auditiva promedio, se clasifica en audición normal cuando la pérdida es menor a 20 dB, leve entre 21 a 40 dB, moderada cuya pérdida es entre 41 y 70 dB, grave entre 71 y 90 dB, y profunda entre 91 y 119 dB (45).

### **1.2.4. Seguimiento de Audiometrías en el tiempo**

El propósito principal de los controles auditivos es identificar posibles Lesiones por Ruido Ocupacional (NIHL, por sus siglas en inglés) con el objetivo de prevenir una mayor progresión en el entorno laboral. Esto implica reducir la exposición al ruido mediante cambios en los niveles sonoros del equipo, el uso de protección auditiva y ajustes ergonómicos en el trabajo. Un programa de detección continuo puede destacar a un pequeño grupo de trabajadores con alto riesgo de NIHL, quienes podrían requerir protección adicional para los oídos o, en casos excepcionales, ser retirados del lugar de trabajo. Además, la educación sobre la reducción del riesgo de NIHL, proporcionada durante el proceso de detección, también es esencial (46).

La audiometría de detección, realizada previamente al empleo y conocida como audiograma BASELINE, es invaluable para determinar si hay pérdida auditiva adquirida recientemente, y la información recopilada en esta etapa es de gran importancia. Si los audiogramas posteriores muestran deterioro en varios

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

trabajadores, puede sugerir la necesidad de medidas adicionales, como la reducción del ruido o el aumento de la protección auditiva, en áreas específicas del lugar de trabajo. Sin embargo, si solo uno o dos trabajadores presentan deterioro en la audiometría, se deben considerar otras posibilidades. Aunque el reglamento establece niveles de audición o cambios que requieren una mayor investigación y derivación a un especialista, esto generalmente no resultará en recomendaciones a nivel del lugar de trabajo. El empleador también debe evaluar si son necesarias medidas adicionales a la luz de las tendencias generales del programa de detección auditiva(46).

Las normativas sobre ruido y preservación auditiva no abordan la situación de los trabajadores que desarrollan Hipoacusia Provocada por Ruido. Este vacío impacta en las políticas relacionadas con el uso de protectores auditivos en situaciones que requieren comunicación verbal, el empleo de audífonos por parte de trabajadores con discapacidad auditiva en entornos ruidosos y la combinación de audífonos con protectores auditivos tipo orejeras; en consecuencia, los trabajadores con NIHL a menudo son tratados como víctimas excluidas del sistema de gestión del Programa de Protección de la Audición (HLPP, por sus siglas en inglés) (46).

Es imperativo examinar los procedimientos de gestión para aquellos trabajadores identificados con discapacidades auditivas significativas. Esto incluiría la formación en estrategias de escucha, comprensión del habla y uso óptimo de audífonos. La investigación también debería enfocarse en desarrollar audífonos diseñados específicamente para ayudar a los trabajadores a desempeñarse en entornos ruidosos, protegiendo la audición y mejorando la comunicación (46).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

Es esencial estudiar las estrategias de comunicación en los programas de rehabilitación. En la actualidad, si los proveedores de servicios de prevención sugieren la amplificación como beneficio para los trabajadores expuestos al ruido con NIHL, estos podrían enfrentar el despido. En un entorno tan adverso, resulta extremadamente desafiante definir, desarrollar, implementar y evaluar un programa de rehabilitación (46).

El seguimiento de audiometrías en el tiempo es fundamental para monitorear la salud auditiva de los trabajadores expuestos a ruidos dañinos en el entorno laboral. Las audiometrías periódicas permiten detectar tempranamente posibles cambios en los umbrales de audición, lo que posibilita intervenir antes de que los síntomas empeoren. Estos seguimientos deben realizarse de manera regular, generalmente anualmente, y los resultados obtenidos deben implicar medidas de seguimiento adecuadas. Las audiometrías de seguimiento consisten en evaluar de forma periódica los umbrales de audición de los trabajadores expuestos, comparando los resultados con las audiometrías anteriores para identificar posibles cambios (47).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **1.3. Diagnóstico de enfermedad ocupacional causada por ruido**

#### **1.3.1. Diagnósticos diferenciales**

La hipoacusia provocada por ruido muestra patrones en el audiograma, pero otros trastornos pueden causar cambios similares. Los diagnósticos diferenciales incluyen sordera congénita, sordera familiar, enfermedades víricas como sarampión, paperas, encefalitis, meningitis, absceso cerebral, otosclerosis laberíntica y pérdida auditiva hereditaria. El uso prolongado de aminoglucósidos y antineoplásicos puede causar problemas auditivos similares, con pruebas de audición similares a la sordera ocupacional. La ototoxicidad por salicilatos puede presentarse tempranamente y muestra un perfil auditivo similar al daño acústico agudo y crónico. Aunque la tecnología actual ayuda a determinar la causa de la pérdida auditiva, los registros médicos son cruciales para una evaluación precisa (48,49).

La sordera congénita se refiere a la pérdida auditiva presente desde el nacimiento, ya sea debido a factores genéticos o ambientales durante el desarrollo fetal. De manera similar, la sordera familiar puede manifestarse con patrones auditivos similares en el audiograma y puede tener una base genética, siendo transmitida de generación en generación dentro de una familia. Además, ciertas enfermedades virales como el sarampión, las paperas, la encefalitis, la meningitis y los abscesos cerebrales pueden afectar la audición, ya sea a través de la infección directa del oído interno o como resultado de complicaciones derivadas de la enfermedad (48).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

La otosclerosis laberíntica es otra causa potencial de pérdida auditiva, caracterizada por el crecimiento anormal del tejido óseo en el oído medio y el laberinto. Este crecimiento puede interferir con la transmisión del sonido y provocar pérdida auditiva conductiva y neurosensorial. El uso prolongado de ciertos medicamentos, como los aminoglucósidos y los antineoplásicos (utilizados en el tratamiento del cáncer), puede causar daño en las células del oído interno, resultando en una pérdida auditiva sensorineural similar a la observada en la pérdida auditiva ocupacional inducida por ruido. Además, la ototoxicidad por salicilatos, como la aspirina en dosis altas y en ciertos casos de intoxicación por salicilatos, puede provocar pérdida auditiva sensorineural (49).

Aunque la tecnología actual, como las pruebas de audición avanzadas y las imágenes médicas, puede ser de gran ayuda para determinar la causa subyacente de la pérdida auditiva, los registros médicos completos y detallados son esenciales para una evaluación precisa. La recopilación exhaustiva de antecedentes médicos, exposiciones laborales, historial de medicamentos y síntomas asociados permite una identificación más precisa de la causa de la pérdida auditiva y una mejor guía para el tratamiento y la gestión de la condición auditiva del paciente (49).

### **1.3.1.1. Historia clínica del trabajador (antecedentes)**

El antecedente de trauma acústico se refiere a la exposición breve a un ruido repentino y extremadamente fuerte, como una explosión o una ráfaga de sonido, con un nivel de intensidad de al menos 140 dB, lo que provoca daño a la membrana timpánica, una hemorragia inmediata y perder la audición. Se trata de hipoacusia

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

mixta (conductiva y neurosensorial), y puede ser asimétrica o simétrica según el grado de exposición (48).

La exposición prolongada o intensa al ruido puede causar cambios temporales o permanentes en la capacidad auditiva. Igualmente, la exposición ocupacional a solventes o el uso de ciertos medicamentos como antibióticos aminoglucósidos y cisplatino pueden provocar pérdida auditiva permanente. Aunque aún se están investigando los mecanismos detrás de esta disfunción auditiva, se sabe que comparten efectos comunes, especialmente las especies reactivas de oxígeno que conllevan a la sordera. Además, niveles moderados de ruido pueden potenciar tanto la ototoxicidad de aminoglucósidos como de cisplatino, aumentando tanto la velocidad como la gravedad de la pérdida auditiva (50).

### **1.3.1.2.Exposición laboral a ruido de forma indirecta**

En el campo de la agricultura las fuentes de ruido son la cría intensiva de ganado como cuando los animales esperan ser alimentados o necesitan ser trasladados de un área a otra. Además, el uso de maquinaria agrícola de gran tamaño, como tractores y equipos propulsados por tractores, puede generar altos niveles de ruido debido a sus componentes móviles. En el ámbito de la artesanía y los trabajos de reparación el uso de equipos livianos como sierras eléctricas, taladros y cortadoras genera el ruido. En los centros de llamadas, en un entorno abarrotado, a la necesidad constante de conversar, el tráfico que llega a las plantas inferiores de las oficinas contribuye al nivel de ruido general (48).

Es importante destacar los riesgos asociados con la exposición a música alta en discotecas y conciertos, donde los niveles de sonido pueden superar los 100 dB.

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

Aunque quienes están presentes en estos eventos pueden no percibir inicialmente el ruido como indeseado, es crucial comprender que puede causar daños auditivos si se sobrepasa el límite seguro de exposición. Después de permanecer en ambientes con música alta, es común que las personas experimenten síntomas como tinnitus y zumbidos, señales tempranas de posibles daños auditivos. La exposición continua a este ruido puede causar daños auditivos permanentes y eventualmente perder la audición (51).

Las turbinas eólicas representan una fuente relativamente nueva de ruido comunitario cuyo efecto en el bienestar no ha logrado comprenderse por completo. Sin embargo, se ha demostrado que los residentes cercanos a parques eólicos pueden experimentar molestias debido al ruido, incluso cuando los niveles no exceden los estándares recomendados, especialmente si hay múltiples fuentes de ruido y se estimulan varios sistemas sensoriales. La proporción de personas molestas aumenta con niveles de presión sonora ponderados A por encima de los 35-40 dB. Según estudios, tanto la amplitud de la modulación como el nivel de sonido tienen un impacto en cómo las personas sienten el ruido de las turbinas eólicas (52).

### **1.3.1.3. Hábitos de los trabajadores en el puesto de trabajo**

En el estudio de Neitzel R. et al. "An assessment of occupational noise exposures in four construction trades". Evaluando el tiempo dedicado a actividades cotidianas mediante registros, que incluían tanto los turnos laborales como los períodos no laborales. En las cuales estos registros detallaban una lista predefinida de actividades y ubicaciones. Se pudo encontrar las fracciones promedio del tiempo

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

dedicado a seis actividades no laborales predefinidas durante los 530 días completos de informes. Estas fracciones se aplicaron a cada individuo para estimar su tiempo dedicado a cada actividad. El diseño de estos registros de actividad previamente validado permite evaluar exposición al ruido de trabajo (53).

La frecuencia y duración de actividades no ocupacionales de los trabajadores informaron el número total de horas dedicadas durante los 12 meses anteriores a actividades como andar en motocicleta, pilotar aeronaves y usar herramientas eléctricas. Las respuestas se normalizaron a un intervalo anual. El uso de armas de fuego y otras acciones eventos recreativos ruidosos se clasificaron en categorías como diarias, semanales, mensuales o menos de mensuales. Estas se convirtieron en un tiempo total por año asumiendo una exposición de 4 horas al día para actividades diarias, 4 horas a la semana para actividades semanales, 4 horas al mes para actividades mensuales y 4 horas al año para actividades menos frecuentes que mensuales (54).

Algunos investigadores sugieren que el uso recreativo de armas de fuego representa una exposición al ruido no ocupacional significativa. Sin embargo, la falta de modelos validados dificultó la inclusión de los niveles máximos de presión sonora de las armas de fuego en la estimación anual de exposición. Aunque se proporcionaron datos sobre la frecuencia de uso de armas de fuego, no se utilizaron para estimar la exposición anual. Solo el 22% de los participantes informó haber usado armas de fuego, lo que podría considerarse representativo. Para aquellos con exposición significativa a armas de fuego, especialmente sin protección auditiva, los niveles de riesgo estimados son bajos. Se realizaron análisis separados para tiradores y no tiradores para explorar diferencias en la exposición total al ruido (55).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

Varias investigaciones han abordado diversos factores en el lugar de trabajo, desde el hardware hasta la calidad del aire, pero hay una escasez de estudios sobre cómo la música y los sonidos afectan el desempeño individual. La música de fondo es común en lugares como hoteles, restaurantes, oficinas y hospitales, y se sugiere que puede mejorar la eficacia de la terapia. Este estudio examina cómo la música de fondo influye en el comportamiento y la atención en el trabajo y si mejora el desempeño laboral. Por ejemplo, Scheufele observó que la música durante la capacitación ayudaba a concentrarse. Otro estudio encontró que los empleados que escuchaban música en el trabajo mostraban un mejor desempeño laboral (56).

### **1.3.2. Exposición combinada**

La exposición combinada en el lugar de trabajo implica la simultánea presencia de ruido junto a otros elementos estresantes, tales como agentes físicos, químicos, biológicos y psicológicos, que intensifican los efectos negativos sobre la salud, mostrando una interacción sinérgica, aditiva, potenciadora o antagónica con el ruido laboral (57).

#### **1.3.2.1. Factores Químicos**

La exposición simultánea al monóxido de carbono (CO) y al ruido puede causar hipoxia coclear, generando umbrales auditivos más altos, especialmente en frecuencias elevadas, y síntomas neurológicos como fatiga y mareos. La combinación de ruido ocupacional y disolventes orgánicos se asocia con una mayor pérdida auditiva y efectos sinérgicos o aditivos. La exposición simultánea al ruido laboral y metales pesados como plomo, mercurio, cadmio y arsénico puede

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

exacerbar la pérdida auditiva, con asociaciones significativas entre la exposición a estos metales y una disminución de la audición. La exposición combinada al ruido de la industria y pesticidas organofosforados puede aumentar la frecuencia de la pérdida auditiva (57).

### **1.3.2.2. Factores Físicos**

La falta de investigación sobre los efectos combinados de la iluminación y el ruido en entornos laborales limita nuestro entendimiento, pero algunos estudios sugieren un deterioro en la función visual y la capacidad cognitiva, especialmente en la memoria de trabajo y la atención. Las condiciones lumínicas también pueden influir en la percepción auditiva, con posibles diferencias de susceptibilidad entre hombres y mujeres. El estrés por calor puede agravar los efectos del ruido en la pérdida auditiva y la salud general, especialmente en trabajadores expuestos simultáneamente. La vibración, especialmente cuando se combina con el ruido, puede aumentar el riesgo de trastornos auditivos, psicológicos y cardíacos en los trabajadores (57).

### **1.3.2.3. Factores Personales**

La exposición continua a volúmenes altos de ruido en el centro laboral y la edad son factores que afectan la NIHL, manifestándose generalmente después de 3-5 años de exposición. En personas mayores, la interacción entre la pérdida de la audición relacionada con el envejecimiento (ARHL) y la NIHL es compleja, mostrando un efecto aditivo. La exposición laboral prolongada, especialmente después de los 20 años, aumenta el peligro de pérdida de la audición, el riesgo

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

aumenta con la edad y la experiencia laboral. Varias asociaciones genéticas, como PCDH15 y MYH14, están relacionadas con la susceptibilidad a la NIHL en trabajadores expuestos, el uso de cigarrillos incrementa el riesgo de NIHL (57).

### **1.3.2.4. Factores Ocupacionales**

Los esfuerzos tanto físicos como mentales pueden desencadenar fatiga, disminución del rendimiento y otros efectos perjudiciales en la salud. Exposición a ruido en el trabajo puede aumentar la carga mental y viceversa, agravando los efectos de ambos factores. La combinación de ruido laboral y una carga de trabajo elevada se ha relacionado con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y un deterioro cognitivo más pronunciado en múltiples investigaciones. El trabajo en turnos podría constituir un riesgo para problemas de salud vinculados al ruido, como la pérdida auditiva. Se sugiere que los trabajadores en turnos podrían ser más propensos a perder la audición en comparación con los que no tienen horarios rotativos. Además, se ha observado una correlación entre el trabajo nocturno y condiciones como fatiga, insomnio y enfermedades cardiovasculares, cuyos efectos podrían agravarse con la exposición al ruido. Estudios han encontrado un efecto combinado del ruido y el trabajo en turnos sobre la presión arterial, aumentando el riesgo de enfermedades coronarias (57).

### **1.3.3. Exámenes para identificar la NIHL frente a otras hipoacusias neurosensoriales**

No se ha podido obtener una respuesta afirmativa sobre si los potenciales evocados auditivos (PEA) y/o las Otoemisiones acústicas (OEA) podrían reemplazar a la audiometría para detectar rápidamente la pérdida auditiva por ruido

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

del trabajo; sin embargo, son de mucha utilidad para reducir considerablemente sesgos durante los exámenes (58).

### **1.3.3.1.Potenciales Evocados Auditivos (PEA)**

Los PEA son respuestas eléctricas generadas por el sistema nervioso en respuesta a estímulos sensoriales, como sonidos, luces o estímulos táctiles. Estas respuestas pueden ser registradas mediante el uso de electrodos en el cuero cabelludo o en la zona cercana de los nervios periféricos y luego amplificadas y analizadas. Los potenciales evocados se utilizan para evaluar la función de los sistemas sensoriales y nerviosos en el cerebro, proporcionando información sobre la integridad y el tiempo del procesamiento de datos sensoriales en varios componentes del sistema nervioso central (59).

Son una herramienta valiosa en salud ocupacional para evaluar la función auditiva y neurológica de los empleados que se encuentran expuestos al ruido o sustancias como químicos en el entorno laboral. Proporcionan información detallada sobre la integridad del sistema nervioso dando de resultado la respuesta a estímulos sensoriales, como el sonido. En comparación con la audiometría, los PEA pueden ofrecer una revisión más detallada y precisa de la función auditiva y neurológica, pueden ser más sensibles para detectar cambios tempranos en estas funciones, lo que permite una intervención más temprana y efectiva. Mientras que la audiometría evalúa principalmente la capacidad auditiva periférica, los potenciales evocados pueden detectar anomalías en el procesamiento auditivo a nivel central teniendo una sensibilidad aproximada del 100% y especificidad del 98% (59,60).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **1.3.3.2. Otoemisiones acústicas (OAE)**

Las OEA son sonidos generados por estructuras del oído interno en respuesta a estímulos acústicos, como tonos puros o clics de baja intensidad. Estas emisiones pueden ser medidas en el canal auditivo externo utilizando un micrófono sensible y un sistema de registro adecuado. Son útiles en la evaluación de la función coclear, ya que su presencia indica la integridad de células ciliadas en la cóclea. Cuando estas células están sanas, emiten energía acústica hacia el oído externo en respuesta a estímulos sonoros, lo que se puede detectar como Otoemisiones, se utilizan principalmente en la detección precoz de pérdida auditiva ya que son una herramienta no invasiva y sensible para evaluar la función coclear (61,62).

Las OEA son una herramienta valiosa en salud ocupacional para la evaluación de la audición en entornos laborales, se utilizan para detectar de manera precoz posibles alteraciones en la función coclear, especialmente en empleados que están expuestos a niveles altos de ruido o sustancias ototóxicas. En comparación con la audiometría convencional, las OEA pueden ser más sensibles para detectar cambios tempranos en la función coclear. Esto se debe a que las OEA evalúan directamente la actividad de las células ciliadas que se encuentran fuera de la cóclea y que son las encargadas de la amplificación de las señales auditivas. Además, pueden ser más efectivas en la detección de daños auditivos subclínicos teniendo una sensibilidad de 82.5% y especificidad 90.9% (62,63).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **1.3.4. Experiencias exitosas o novedosas de la intervención de ruido**

En EE. UU., la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) establece las pautas para prevenir el ruido en el entorno laboral. Definen un nivel de exposición de 85 dB durante 8 horas, mientras que la presión sonora máxima se limita a 140 dB, indistinta del tiempo de duración de la exposición al ruido. Las empresas deben implementar un programa de conservación auditiva que incluye: evaluaciones anuales mediante audiometría tonal en frecuencias de 0,5, 1, 2, 3, 4, 6 y 8 kHz., estos resultados se comparan con los umbrales de audición de referencia obtenidos en el momento del empleo para determinar si ha ocurrido un cambio significativo en el umbral (64).

Un estudio llevado a cabo entre trabajadores del sector industrial expuestos a ruido ocupacional en Nanjing, China, reveló que aquellos expuestos a niveles de ruido de 85 dB o más (especialmente varones de entre 30 y 45 años con más de 10 años de exposición) mostraban riesgos significativamente mayores a pérdida de audición en comparación con aquellos expuestos a niveles más bajos. En respuesta, se sugirió reducir mejorar los protocolos de protección auditiva contra el ruido en el lugar de trabajo y garantizar que los trabajadores expuestos utilicen correctamente tapones u orejeras. Aquellos identificados como afectados en el cribado deben recibir asesoramiento para cambiarse a trabajos con poca o ninguna exposición al ruido (65).

El estudio de Verbeek et al. examinó la eficacia de intervenciones no farmacéuticas en la prevención de la exposición a niveles de ruido y la pérdida de la audición en el trabajo. Se analizaron los efectos de los dispositivos de protección auditiva personal (HPD) en ocho estudios y programas para prevenir la pérdida

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

auditiva (HLPP) en dieciséis estudios. Los estudios fueron de baja información, observando que la legislación que fue más estricta tuvo una mejora en la reducción del ruido en el trabajo, y los HPD mostraron una atenuación promedio de 20 dB(A). Los HLPP tuvieron resultados mixtos, sugiriendo que un mejor uso de los HPD como parte de un HLPP podría reducir la probabilidad de pérdida auditiva (66).

Chen et al. se centró en revisar la epidemiología, la patogénesis y los métodos para prever la pérdida de la audición causada por los niveles de ruido de trabajo (ONIHL) en trabajadores. Realizaron búsquedas en varias bases de datos entre 2000 y 2020. Se reconocieron factores complejos que apoyan a la ONIHL, consideran a los factores genéticos y factores ambientales. Se destacó la realización de ensayos clínicos sobre antioxidantes para tratar la ONIHL. La exposición al ruido puede alterar el umbral auditivo, lo que aumenta el peligro de pérdida de la audición permanente. Se enfatizó la importancia de los programas de prevención del ruido para mitigar la morbilidad asociada con la ONIHL en el lugar de trabajo (67).

En Colombia mencionan que la pérdida auditiva ocupacional se posiciona como la tercera razón por la cual las personas no pueden trabajar, mayormente atribuida a la exposición prolongada a ruido intenso y a la presencia de solventes químicos como xileno y tolueno, los cuales actúan sinérgicamente aumentando el impacto auditivo, aunque el efecto del ruido prevalece. A pesar de contar con programas y capacitaciones dirigidas a los trabajadores expuestos, persiste una alta frecuencia de esta enfermedad. A pesar de que existen numerosas técnicas de diagnóstico efectivas para detectar precozmente la hipoacusia y tomar medidas oportunas para frenar su progresión, la evidencia sugiere que el daño causado por los agentes nocivos, especialmente los solventes, es irreversible (68).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

La pérdida auditiva es la tercera afección crónica frecuente en todo el mundo, más común que el cáncer o la diabetes. La exposición al ruido es una causa común de hipoacusia de origen ocupacional, afectando a aproximadamente 22 millones de trabajadores con niveles de ruido de 85 dBA o más. La frecuencia de la NIHL varía entre el 17% y el 47% en el sector minero, entre el 14,43% y el 16% en construcción, entre el 20 % y el 34 % en manufactura y entre el 7 % y el 34 % en militares. Por último, la prevalencia del 7% al 47% de la exposición a niveles de ruido mayores a 85 dBA y niveles superiores a 90 dBA durante al menos 4 años se consideran un factor de riesgo importante (69).

El estudio realizado por Shamelli et al. se centraron en la identificación de cuatro tipos de intervenciones para prevenir la pérdida auditiva. En primer lugar, se encontró que el mantenimiento de sistemas neumáticos, el uso de cortinas de plástico para aislar máquinas ruidosas y modificaciones estructurales de trituradoras, lograron reducir el nivel de ruido en más de 20 decibelios. En segundo lugar, el cumplimiento de regulaciones y normativas relacionadas con el ruido. En tercer lugar, el uso de HPD como tapones para los oídos y orejeras, junto con programas de entrenamiento para su uso adecuado, aumentó el tiempo de uso de los HPD. Por último, los programas de conservación auditiva (HCP) (70).

Para Liebenberg et al. destacaron la importancia de los focos de controles de orden inferior, que implica medidas administrativas y el uso de HPD, programas de concientización, monitoreo de la salud auditiva, mandatos para uso de HDP y pruebas de ajuste. Por lo tanto, se requiere la realización de una base de datos de trabajadores con pérdida auditiva ocupacional, para identificar estrategias y un mejor control que proteja la audición residual (71).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

Tikka et al. analizaron el control de ingeniería mediante cambios en el diseño del entorno laboral, la instalación de materiales amortiguadores y silenciadores, la compra de nueva maquinaria, el uso de recintos, paneles acústicos y cortinas, y el mantenimiento, reducen inmediatamente los niveles de ruidos producidos por los mecanismos. Estas disminuyeron moderadamente la exposición a niveles de ruido elevados y la disminución de la capacidad auditiva, pero no hay evidencia de medidas de seguimiento a largo plazo para llegar a conclusiones más precisas y mejorar la implementación de medidas de prevención y control de los niveles de ruido y los protectores auditivos, se requieren estudios de mejor calidad (72).

Brennan et al. realizaron una revisión de la gestión del ruido en su origen, lo que implica dar prioridad a medidas destinadas a eliminar la fuente de ruido. Esto incluye la adopción de equipos más silenciosos, la implementación de un mantenimiento adecuado de la maquinaria y la aplicación de técnicas de aislamiento acústico en las fuentes de ruido. Además, se destaca la importancia del control del ruido a nivel administrativo, donde se establecen procedimientos para limitar la exposición al ruido, como, la rotación de tareas, la programación de descansos en áreas de bajo nivel de ruido y un tiempo limitado de exposición a los niveles de ruido. Estas medidas pueden resultar eficaces para resguardar la capacidad auditiva de los empleados y evitar la disminución de la audición asociada al ruido en el lugar de trabajo (73).

Cavallari et al. ejecutaron la intervención HearWell para mantener a los trabajadores de mantenimiento de carreteras atentos, utilizaron un enfoque participativo del trabajador (TWH), es decir, realizaron un esquema de gestión de riesgos de ruido para determinar las fuentes de mala salud auditiva, los niveles de

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

ruido, el tipo de dispositivo de protección auditiva (HPD) necesario. Además, se realizó un video de entrenamiento y protocolo exhaustivo, que fue revisado por los gerentes. Seis meses después de la implementación, se informó de una mayor frecuencia de uso de HPD y una mejora en el clima auditivo. La participación de los empleados que trabajan en los programas de conservación auditiva puede ser necesario para maximizar efectividad de las intervenciones en salud (74).

La investigación de Lee et al. observaron que un mayor consumo de niacina y retinol se asociaba con una menor probabilidad de desarrollar NIHL, mientras que un mayor consumo de carbohidratos estaba correlacionado con un mayor riesgo de NIHL. Estos descubrimientos destacan la importancia de considerar cambios su alimentación, como incrementar la ingesta de alimentos ricos en niacina y retinol, y reducir la ingesta de carbohidratos, como posibles estrategias para disminuir la prevalencia de NIHL. No obstante, estos hallazgos requieren más investigación y comprender completamente los mecanismos subyacentes (75).

Pisani et al. revisaron el uso de antioxidantes, como los compuestos fenólicos que han demostrado ser efectivos contra la NIHL al contrarrestar la producción de oxígeno reactivo (ROS) y atenuar la pérdida auditiva. El CoQ10 en forma soluble (Q-Ter) aumenta la amplitud de las emisiones otacústicas y mejora los tiempos de recuperación, es seguro y bien tolerado. La suplementación con vitamina E ha mostrado resultados eficaces en el manejo de la sordera súbita y en la prevención de la pérdida de la audición provocada por la edad. La N-Acetil Cisteína (NAC) cuando se administra con ginseng, puede tener un efecto protector contra la pérdida auditiva permanente (76).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

Por otra parte, Abbasi et al. demostraron la asociación entre NIHL con la falta de ácido fólico y vitamina B12. suplemento de esta última puede ayudar a prevenir la NIHL. La relación de vitamina C y la pérdida auditiva es ambigua, ya que algunos estudios sugieren un mayor riesgo de pérdida auditiva con dosis altas de este nutriente. Otros antioxidantes, como el betacaroteno y el ácido alfa-lipoico (ALA), pueden tener efectos protectores contra la pérdida auditiva temporal provocado por ruido. La suplementación con zinc ha demostrado mejorar el tinnitus en estos individuos. Es necesario un mayor estudio para comprender completamente los efectos de otros antioxidantes y determinar su efectividad en diferentes frecuencias auditivas (77).

Otras estrategias para mejorar la prevención y la monitorización de la pérdida de la audición en entornos laborales incluyen la adopción de modelos de evaluación de riesgos individuales que calculan el riesgo de pérdida auditiva en cada trabajador. Estos tienen en cuenta factores como el hábito de fumar, la exposición simultánea a solventes orgánicos, la hipertensión, el uso de protección auditiva, además de la edad, el sexo, el grado y el tiempo de exposición al ruido. Se recomienda también establecer pautas médicas específicas para la exposición a ruido y solventes orgánicos, se recomienda realizar pruebas audiométricas anuales en los trabajadores expuestos, así como incluir pruebas de audiometría del habla en ruido para evaluar de manera más exhaustiva la función auditiva (78).

Nagoor et al. Mencionaron que, en los entornos industriales modernos, caracterizados por diseños y dimensiones cada vez más complejos, el ruido representa un grave riesgo para la audición. La pérdida de la audición debido a que la exposición prolongada al ruido industrial se ha convertido en uno de los mayores

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

peligros para la salud de los empleados. Por esta razón, el diseño de medidas de control ingenieril se ha implementado a nivel industrial como una estrategia de prevención y como parte integral de la cultura de seguridad y salud laboral. Aunque la discapacidad auditiva resultante de la exposición al ruido requiere una estrategia adecuada de rehabilitación auditiva a nivel clínico (79).

La mayoría de los trabajadores experimentan esta pérdida como resultado de un trauma acústico, es decir, una exposición única a sonidos fuertes, así como de la exposición a niveles moderadamente altos de ruido todos los días durante un período prolongado. Algunos síntomas de esta pérdida incluyen dificultades para comprender palabras, especialmente en entornos ruidosos o concurridos, y la necesidad de solicitar a otros que hablen más alto o repitan palabras y frases. Los lugares de trabajo pueden contribuir a preservar la audición y reducir el ruido mediante la realización de pruebas auditivas iniciales y anuales, la implementación de controles ingenieros y administrativos, la provisión de dispositivos auditivos personales a los trabajadores y la educación sobre la conservación auditiva (80).

El anuncio de OSHA en octubre de 2010 provocó fuertes protestas de ciertos grupos industriales, se afirma que millones de empleos se verán afectados por el monitoreo del nivel de ruido, la norma de OSHA solo exige reducción en casos donde las exposiciones promedio superen los 90 dBA. La mayoría de los entornos industriales experimentan variaciones en el ruido, lo que podría minimizar el impacto en comparación con una modificación generalizada. Además, el impacto sería menor que en décadas pasadas debido a la subcontratación de la fabricación. Mientras que, en 1981, OSHA estimó que aproximadamente el 19 por ciento de los

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

empleados están expuestos al ruido tenían exposiciones promedio superiores a 90 dBA, hoy este porcentaje probablemente sea alrededor del 10% (81).

En términos generales, los estudios indican que las principales barreras incluyen una dependencia excesiva de los protectores auditivos personales, su uso infrecuente o inadecuado, la falta de conocimiento de niveles de ruido como un problema grave de salud laboral, y la falta de consideración de los beneficios del control efectivo del ruido. Otras barreras importantes son el tamaño de la empresa, siendo menos probable que las pequeñas o medianas empresas implementen medidas efectivas de control del ruido en comparación con las grandes corporaciones. Se encontró que una mayor conciencia, autoeficacia, incentivos económicos y regulatorios, y compromiso gerencial son factores facilitadores clave para adoptar un control efectivo (82).

Sarnelli et al. mencionan que gran parte de los trabajos se ejecutaron en industrias, orquestas, construcción y entrenamiento militar y/o de tiro ambiente. Mostraron un alto riesgo de sesgo, una reducción a corto plazo de la exposición a niveles de ruido elevados a través de controles por personal de administración e ingeniería, efectos beneficiosos de los cambios en la legislación, efectos positivos de HPD en la reducción de la exposición a niveles de ruido y capacitación en el uso de HPD. Los programas de preservación de la capacidad auditiva han reducido los niveles de ruido y aumentado el uso de HPD. Según los estudios, las intervenciones empleadas mejoraron la audición y el tiempo de exposición a niveles de ruido elevado (83).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

En el ámbito educativo, el control del ruido en las aulas es crucial para garantizar un ambiente propicio para el aprendizaje y la enseñanza. Estrategias como el uso de técnicas de gestión del ruido, la implementación de normas de comportamiento en clase y la utilización de tecnología para reducir la contaminación acústica han demostrado ser efectivas para mejorar la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes (84).

Abordaje del libro "Noise: A Flaw in Human Judgment" de Daniel Kahneman, Olivier Sibony y Cass R. Sunstein explora cómo el ruido afecta el juicio humano y propone medidas para abordar este fenómeno. El texto destaca la importancia de identificar y evitar los errores y desviaciones aleatorias en la toma de decisiones, ofreciendo perspectivas valiosas para mejorar la calidad de las decisiones en diversos contextos. El texto no solo revela la naturaleza insidiosa del ruido en el juicio humano, sino que también propone medidas concretas para abordar este fenómeno. Estas medidas pueden incluir desde la implementación de procesos de toma de decisiones más estructurados y transparentes hasta el uso de tecnologías avanzadas para eliminar o reducir la influencia del ruido en las decisiones (85).

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

### **II. CONCLUSIONES**

La exposición al ruido ocupacional ha sido desde siempre un riesgo de importancia significativa para la salud de los trabajadores, teniendo diversas consecuencias siendo la más prevalente la disminución de la capacidad auditiva de forma irreversible a causa de una exposición prolongada lo cual también impacta directamente en la calidad de vida y productividad de los trabajadores. Es debido a ello, que debemos darle la importancia correspondiente para la implementación de medidas tanto preventivas como de control para lograr mitigar los efectos del ruido en el entorno laboral.

La monitorización frecuente del ruido en el ambiente laboral permitirá identificar niveles peligrosos de exposición; así mismo, una vigilancia constante del impacto del ruido ocupacional en la salud de los trabajadores nos ayudará de forma activa realizar intervenciones para prevenir daños permanentes, son importantes para la creación e implementación las políticas de prevención y protección de los trabajadores expuestos.

La implementación de programas de vigilancia epidemiológica auditiva es una recomendación importante. Estos programas deben estar orientados, no solamente en los cambios en la salud de los trabajadores sino también en la capacitación de los trabajadores sobre los riesgos asociados al ruido.

Es necesario lograr diagnosticar de forma diferenciada las hipoacusias que han sido ocasionadas por ruido ocupacional frente a aquellas de causas diferentes como lo son de origen infeccioso, genético, agentes ototóxicos entre otros. Por ello la selección de los exámenes precisos y de fácil acceso son importantes.

## **El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores**

Finalmente, es importante realizar un enfoque integral y continuo en la protección auditiva a lo largo de la vida laboral de los trabajadores. Reconocer la audición como un componente fundamental de la salud general requiere de políticas interdisciplinarias y estrategias de salud pública que garanticen un ambiente de trabajo seguro y saludable. Además, es esencial que las intervenciones no solo se centren en la protección auditiva, sino también en la rehabilitación auditiva y la mejora de la calidad de vida de aquellos trabajadores que ya han experimentado una pérdida auditiva.

### III. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Panamericana de la Salud. Informe mundial sobre la audición. 2021.
2. Thurston FE. The worker's ear: a history of noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med* [Internet]. 2013;56(3):367–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.22095>
3. Orozco Medina MG, González AE. La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades. *Ingeniería* [Internet]. 2015;19(2):129–36. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750925006>
4. Grimwood C, Turner S. The evolution of noise policy and noise management in England during the life of the UK's Institute of Acoustics. *INTERNOISE 2014 - 43rd Int Congr Noise Control Eng Improv World Through Noise Control*. 2014 Nov 19;1–10.
5. Kerr MJ, Neitzel RL, Hong O, Sataloff RT. Historical review of efforts to reduce noise-induced hearing loss in the United States. *Am J Ind Med* [Internet]. 2017;60(6):569–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.22627>
6. Quispe Mamani JC, Roque Guizada CE, Rivera Mamani GF, Rivera Mamani FA, Romaní Claros A. Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [Internet]. 2021;5(1):331–7. Available from: [http://dx.doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i1.228](http://dx.doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.228)
7. Alfie Cohen M, Salinas Castillo O. Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. *Estud Demogr Urbanos Col Mex* [Internet]. 2017;32(1):65–96. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31251073003>
8. Cabrera HEG, Díaz Urteaga P, Ávila Chávez D, Cuzco Ruiz MZ. La Reforma del Sector Salud y los recursos humanos en salud. *An Fac med* [Internet]. 2015 Mar 16 [ cited 2023 Jul 17];76:7–26. Available from: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/10966>
9. Gomero Cuadra R, Llap Yesan C. La historia médico – ocupacional como herramienta de diagnóstico. *Revista medica herediana : organo oficial de la Facultad de Medicina “Alberto Hurtado”, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Peru* [Internet]. 2013;16(3):199. Available from: <http://dx.doi.org/10.20453/rmh.v16i3.835>
10. Chacaltana L, Segura N, Yupanqui L. Ruidos en el lugar de trabajo. *EsSalud*. 2014;1–3.
11. Pietra Seguridad laboral medicina laboral y medio ambiente. <https://grupopietra.com/seguridad-y-medicina-laboral/blog/mediciones-de-ruido-comprension-de-las-ponderaciones-de-frecuencia-de-ruido-a-y-c/>. 2021. Mediciones de ruido: Comprensión de las ponderaciones de frecuencia de ruido A y C.
12. Párraga Velásquez M, García Zapata T. El ruido y el diseño de un ambiente acústico. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*. 2005 Dec;8:83–5.

## El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores

13. Nakashima A. A comparison of metrics for impulse noise exposure Analysis of noise data from small calibre weapons Defence Research and Development Canada Scientific Report. Toronto; 2015 Nov.
14. Cortés RRN. Guía Práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial. 61st ed. MADRID: FREMAP; 2023.
15. Luna Mendaza Ldo Ciencias Químicas Juan Guasch Farrás Ldo Ciencias Químicas P. NTP 638: Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos. 2003.
16. Rosell Antón JA. Deterioro auditivo inducido por el ruido. 1995;28.
17. Rivero Lobo B, Aliaga Lordermann J. Disponibilidad, consumo y utilización biológica de alimentos en Bolivia: análisis y perspectivas (1990-2030). *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico* [Internet]. 2014;161–98. Available from: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2074-47062014000200006&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-47062014000200006&nrm=iso)
18. Carriel M. Actualización en vigilancia de la salud auditiva, en el marco del Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido (PREXOR). 2013;
19. RESOLUCION MINISTERIAL No 375-2008-TR. Aprueban la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico. RM 375-2008-TR Perú; 2008 p. 282.
20. Ministerio de Energía y Minas. Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería D.S. N°024-2016. Peru; 2020 p. 345.
21. Dudarewicz A, Pawlaczyk-Łuszczynska M, Zaborowski K, Pontoppidan NH, Wolniakowska A, Bramsløw L, et al. The adaptation of noise-induced temporary hearing threshold shift predictive models for modelling the public health policy. *Int J Occup Med Environ Health*. 2023;36(1):125–38.
22. Sliwinska-Kowalska M. New trends in the prevention of occupational noise-induced hearing loss. *Int J Occup Med Environ Health*. 2020;33(6):841–8.
23. Lee SJ. Hearing Loss and Risk Factors in Pilots and Ground-workers of the Air Force. *Korean Journal of Aerospace and Environmental Medicine*. 1999 Jun;9(2):176–84.
24. Cerro-Romero SM, Valladares-Garrido D, Valladares-Garrido MJ. Factores asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa metalmeccánica de Talara, Piura periodo 2015 - 2018. *Revista del Cuerpo Medico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*. 2020;13(2):122–7.
25. Hobson J, Smedley J. *Fitness for work: The Medical Aspects* [Internet]. 6th ed. London, England: Oxford University Press; 2019. 888 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/med/9780198808657.001.0001>
26. Pastrana-González V, Valderrama-Aguirre A. Escalas de Clasificación Audiométrica para HNIR en Programas de Vigilancia Epidemiológica. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*. 2013 Sep;3(3):3–4.
27. Rydberg E, Gellerstedt LC, Danermark B. The position of the deaf in the Swedish labor market. *Am Ann Deaf* [Internet]. 2010;155(1):68–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1353/aad.0.0130>
28. Oliveira PF de, Raposo OFF, Santos ACA dos, Santos LA dos. Emissões otoacústicas como instrumento de vigilância epidemiológica na saúde do trabalhador. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia* [Internet].

## El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores

- 2011;15(4):444–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/s1809-48722011000400007>
29. Lin HW, Mahboubi H, Bhattacharyya N. Self-reported hearing difficulty and risk of accidental injury in US adults, 2007 to 2015. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* [Internet]. 2018;144(5):413–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1001/jamaoto.2018.0039>
  30. Guerrero Pupo JC, Fernández Rojas L del R, Batista Diaz A, Campins Ali J. Vigilancia ocupacional del trabajador expuesto a alteraciones de la salud inducidas por ruido. *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba* [Internet]. 2005 Mar;11(1):1–14. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181517913003>
  31. Yueh B, Shapiro N, MacLean CH, Shekelle PG. Screening and management of adult hearing loss in primary care: scientific review. *JAMA: the journal of the American Medical Association* [Internet]. 2003;289(15):1976–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.289.15.1976>
  32. Byun H, Park CJ, Oh SJ, Chung MJ, Cho BH, Cho YS. Automatic prediction of conductive hearing loss using video pneumatic otoscopy and deep learning algorithm. *Ear Hear* [Internet]. 2022;43(5):1563–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0000000000001217>
  33. Chandrasekhar SS, Tsai Do BS, Schwartz SR, Bontempo LJ, Faucett EA, Finestone SA, et al. Clinical practice guideline: Sudden hearing loss (update). *Otolaryngol Head Neck Surg* [Internet]. 2019;161(1\_suppl):S1–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/0194599819859885>
  34. Abdullah SN, Zakaria MN, Salim R, Md Daud MK, Nik Othman NA. Comparing the diagnostic accuracy of audiometric Weber test and tuning fork Weber test in patients with conductive hearing loss. *Laryngoscope Investig Otolaryngol* [Internet]. 2022;7(2):523–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/lio2.747>
  35. Moreira Mayorga DA, Eduardo Arsenio AM. Hipoacusia inducida por ruido ocupacional (Revisión de la literatura). 2023 May [cited 2024 Sep 18];1–7. Available from: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/38784>
  36. Bogardus Jr ST, Yueh B, Shekelle PG. Screening and Management of Adult Hearing Loss in Primary Care: Clinical Applications. *JAMA* [Internet]. 2003 Apr 16;289(15):1986–90. Available from: <https://doi.org/10.1001/jama.289.15.1986>
  37. Lopes AC, de Melo ADP, Santos CC. A study of the high-frequency hearing thresholds of dentistry professionals. *Int Arch Otorhinolaryngol* [Internet]. 2012;16(2):226–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.7162/S1809-97772012000200012>
  38. Bajo S. Gaceta Audio. 2023 [cited 2023 Jul 9]. Beneficios de la audiometría extendida en altas frecuencias. Available from: <https://www.revistagacetaudio.es/a-fondo/beneficios-de-la-audiometria-extendida-en-altas-frecuencias/>
  39. Mendo Caceres FV. Diabetes Mellitus tipo 2 como factor asociado a Hipoacusia Neurosensorial [Internet]. [Trujillo]: Universidad Privada Antenor Orrego; 2019 [cited 2024 Sep 18]. Available from: [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/4647/REP\\_](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/4647/REP_)

## El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores

- MED.HUMA\_FIORELLA.MENDO\_DIABETES.MELLITUS.TIPO2.FACTOR.ASOCIADO.HIPOACUSIA.NEUROSENSORIAL.pdf;jsessionid=5F91E4891722243B52A02FF7C43572F0?sequence=2
40. Robinson DW. The Audiogram in Hearing loss due to Noise: A Probability test to uncover other causation. *Ann Occup Hyg* [Internet]. 1985 Jan 1;29(4):477–93. Available from: <https://doi.org/10.1093/annhyg/29.4.477>
  41. Palacios Pérez AT, Muñoz Caicedo A, Macías EA, López GA, Ossa YS. Sensibilidad y especificidad de las escalas ELI, SAL, LARSEN MODIFICADO, KLOCKHOFF y NIOSH para la calificación de la hipoacusia profesional en Popayán, Colombia. *Revista Facultad Ciencias de la Salud: Universidad del Cauca*. 2012;12(3):26–32.
  42. Sistema de Conselhos de Fonoaudiologia. *Guia de Orientação na Avaliação Audiológica*. Brasil: Conselhos Federal e Regional de Fonoaudiologia; Mar, 2020 p. 10–29.
  43. Health and Safety Authority. *Guidelines on Hearing Checks and Audiometry Under the Safety, Health and Welfare at Work (General Application)*. Irlanda; 2007 Nov.
  44. Chan HS. Occupational noise exposure; criteria for a recommended standard [Internet]. 1998 Jun [cited 2024 Sep 18]. Available from: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/6376>
  45. Benito-Orejas JI, Santiago-Pardo RB, Romero-Ureña C, Sánchez-Rosso ÁL, Muñoz-Moreno MF, Escarda-Bolaños M, et al. Metodología aplicada en el estudio del desarrollo del lenguaje en niños con detección temprana de la hipoacusia neonatal. *Revista ORL* [Internet]. 2017;8(2):85. Available from: <http://dx.doi.org/10.14201/orl201782.15133>
  46. Paping DE, Vroegop JL, Geleijnse G, le Clercq CMP, Koenraads SPC, van der Schroeff MP. Objective measurement of listening device use and its relation to hearing acuity. *Otolaryngol Head Neck Surg* [Internet]. 2022;166(3):515–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/01945998211012274>
  47. Monini S, Filippi C, Salerno G, Barbara M. Long-term follow-up of the auditory threshold after a fully implantable middle ear implant. *Front Neurol* [Internet]. 2022;13:834402. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2022.834402>
  48. Adisesh A, Alessio L, Aw T, Bovenzi M, Bukhtiyarov I, Bulat P, et al. Diagnostic and exposure criteria for occupational diseases – Guidance notes for diagnosis and prevention of the diseases in the ILO List of Occupational Diseases (revised 2010). 1st ed. Switzerland; 2022. 1–629 p.
  49. Urbina BR. Hipoacusia de Origen Laboral. *Rev Med Cos Cen*. 2011;68(599):447–53.
  50. Steyger PS. Potentiation of chemical ototoxicity by noise. *Semin Hear* [Internet]. 2009;30(1):38–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0028-1111105>
  51. Guisasola Yeregui A, Lijó Bilba A, León Robles CP, Astudillo Zulueta P. *Guía para la vigilancia de la salud de las personas trabajadoras expuestas a ruido* [Internet]. España: MINISTERIO DE SANIDAD, CONSUMO Y BIENESTAR SOCIAL; 2019. Available from:

## El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores

- <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/ruidoGuia.pdf>
52. Pawlaczyk-Łuszczynska M, Zaborowski K, Dudarewicz A, Zamojska-Daniszewska M, Waszkowska M. Response to noise emitted by wind farms in people living in nearby areas. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2018;15(8):1575. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15081575>
  53. Neitzel R, Seixas NS, Camp J, Yost M. An assessment of occupational noise exposures in four construction trades. *Am Ind Hyg Assoc J* [Internet]. 1999;60(6):807–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00028899908984506>
  54. Neitzel R, Seixas N, Goldman B, Daniell W. Contributions of non-occupational activities to total noise exposure of construction workers. *Ann Occup Hyg* [Internet]. 2004;48(5):463–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/annhyg/meh041>
  55. Johnson DL, Riffle C. Effects of gunfire on hearing level for selected individuals of the Inter-Industry Noise Study. *J Acoust Soc Am* [Internet]. 1982;72(4):1311–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1121/1.388410>
  56. Huang RH, Shih YN. Effects of background music on concentration of workers. *Work* [Internet]. 2011;38(4):383–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.3233/WOR-2011-1141>
  57. Sheppard A, Ralli M, Gilardi A, Salvi R. Occupational noise: Auditory and non-auditory consequences. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020;17(23):8963. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17238963>
  58. Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para hipoacusia neurosensorial inducida por el ruido en el trabajo (GATI-HNIR) [Internet]. Bogotá: Subcentro de Seguridad Social y Riesgos Profesionales; 2006 [cited 2024 Feb 29]. 1–137 p. Available from: [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/GATISO-HIPOACUSIA\\_NEROSENSORIAL.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/GATISO-HIPOACUSIA_NEROSENSORIAL.pdf)
  59. Sainz M. Audiología aplicada a salud laboral. Junta de Andalucía. 1993 Oct;22(2):107–10.
  60. Díaz Patiño P, Silva Rueda R, Elías Ordóñez L, Ricardo González Marín N, Ramírez C, Raquel Rodríguez S. Tamizaje auditivo neonatal en pacientes de alto riesgo con otoemisiones acústicas: evaluación de resultados [Internet]. 2015 [cited 2024 Jan 26]. Available from: <http://hdl.handle.net/10654/6662>
  61. Manrique Rodríguez M, Algarra JM. Audiología Ponencia Oficial de la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial. 2014;119–29.
  62. Angel Obando FR, Casas Monsegny AM, Gómez Gómez O, Guzmán Mellado A, Pérez Arana MT, Restrepo Arias C, et al. Audiología básica [Internet]. Sección de Publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá; 2006. Available from: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7199>
  63. Mijares E, Báez L, Cabrera L, Pérez-Abalo MC, Torres-Fortuny A. Cribado auditivo mediante potenciales evocados auditivos de estado estable obtenidos por estimulación simultánea de la vía aérea y la ósea.

## El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores

- Acta Otorrinolaringol Esp [Internet]. 2015;66(1):8–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otorri.2014.02.006>
64. Li X, Dong Q, Wang B, Song H, Wang S, Zhu B. The influence of occupational noise exposure on cardiovascular and hearing conditions among industrial workers. *Sci Rep* [Internet]. 2019;9(1):11524. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-47901-2>
  65. Tikka C, Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane database of systematic reviews* [Internet]. 2017;7(1):CD006396. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006396.pub4>
  66. Chen KH, Su SB, Chen KT. An overview of occupational noise-induced hearing loss among workers: epidemiology, pathogenesis, and preventive measures. *Environ Health Prev Med* [Internet]. 2020;25(1):65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12199-020-00906-0>
  67. Medina Medina Á, Velásquez Gómez GI, Giraldo Vargas L, Henao Ayora LM, Vásquez Trespalacios EM. Sordera ocupacional: una revisión de su etiología y estrategias de prevención (Occupational deafness: a review of its etiology and prevention strategies) | Surdez ocupacional: uma revisão das estratégias de etiologia e prevenção. 2013 Mar 7 [cited 2024 Jan 12];4. Available from: [https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces\\_salud\\_publica/article/view/2624](https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/2624)
  68. Rangel Ortiz SP, Zea Rojas DI. Hipoacusia neurosensorial por exposición a ruido en el ambiente laboral : revisión sistemática, 2008-2018. Universidad del Rosario. 2019;
  69. Cuadrado GA, Calderón JE. Ruido y silencio en las nuevas tecnologías de la información. *Philosophia (Mendoza)* [Internet]. 2008 [cited 2024 Jan 10];68:31–48. Available from: <https://bdigital.uncu.edu.ar/3049>
  70. Samelli AG, Matas CG, Gomes RF, Morata TC. Revisão sistemática de intervenções para prevenção da perda auditiva induzida por ruído ocupacional – uma atualização. *Codas* [Internet]. 2021;33(4):e20190189. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20202019189>
  71. Liebenberg A, Gardner M, Nie VM, James CL, Reed S. A scoping review: Identifying targeted intervention strategies for workers with occupational hearing loss. *Acoust Aust* [Internet]. 2023;51(3):407–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40857-023-00302-y>
  72. Tikka C, Verbeek J, Kateman E, Morata TC, Dreschler W, Ferrite S. Cochrane method for systematic review and meta-analysis of interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss - abridged. *Codas* [Internet]. 2020;32(2):e20190127. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20192019127>
  73. Brennan-Jones CG, Tao KFM, Tikka C, Morata TC. Cochrane corner: interventions to prevent hearing loss caused by noise at work. *Int J Audiol* [Internet]. 2020;59(1):1–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/14992027.2019.1633479>
  74. Cavallari JM, Suleiman AO, Garza JL, Namazi S, Dugan AG, Henning RA, et al. Evaluation of the HearWell pilot program: A participatory Total Worker Health® approach to hearing conservation. *Int J Environ Res*

## El ruido ocupacional y sus consecuencias en la salud de los trabajadores

- Public Health [Internet]. 2021;18(18):9529. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18189529>
75. Lee HJ, Lee J, Yoon C, Park Y, Joo YH, Park JO, et al. Association of dietary factors with noise-induced hearing loss in Korean population: A 3-year national cohort study. *PLoS One* [Internet]. 2022;17(12):e0279884. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0279884>
  76. Pisani A, Paciello F, Montuoro R, Rolesi R, Galli J, Fetoni AR. Antioxidant therapy as an effective strategy against noise-induced hearing loss: From experimental models to clinic. *Life (Basel)* [Internet]. 2023;13(4). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/life13041035>
  77. Abbasi M, Pourrajab B, Tokhi MO. Protective effects of vitamins/antioxidants on occupational noise-induced hearing loss: A systematic review. *J Occup Health* [Internet]. 2021;63(1):e12217. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/1348-9585.12217>
  78. Sliwinska-Kowalska M. New trends in the prevention of occupational noise-induced hearing loss. *Int J Occup Med Environ Health* [Internet]. 2020;33(6):841–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01600>
  79. Nagoor Gunny AA, Mydin RH, Abdullah S. Noise-induced hearing loss: Engineering control at industry and clinical audiology approach at hospital level. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* [Internet]. 2018;429:012034. Available from: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/429/1/012034>
  80. Ritzel D, McCrary-Quarles A. Hearing Loss Prevention and Noise Control. 2013 Jul 7;
  81. Suter A. Engineering Controls for Occupational Noise Exposure The Best Way to Save Hearing. *Sound and Vibration*. 2012 Jan 1;46:24–32.
  82. Timmins P, Granger O. Occupational noise-induced hearing loss in Australia [Internet]. 2010 Aug [cited 2024 Feb 6]. Available from: [https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/occupational\\_noiseinduced\\_hearing\\_loss\\_australia\\_2010.pdf](https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/occupational_noiseinduced_hearing_loss_australia_2010.pdf)
  83. Samelli AG, Matas CG, Gomes RF, Morata TC. Revisão sistemática de intervenções para prevenção da perda auditiva induzida por ruído ocupacional – uma atualização. *Codas* [Internet]. 2021;33(4):e20190189. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20202019189>
  84. University of Pennsylvania, The Wharton School [Internet]. 2014 [cited 2024 Feb 18]. OPTIMIZE YOUR BRAIN FOR SUCCESS: REDUCING EXCESS AND NEGATIVE NOISE. Available from: <https://executiveeducation.wharton.upenn.edu/thought-leadership/wharton-at-work/2014/06/reducing-negative-noise/>
  85. Norberto B. Ruido. Una falla en el juicio humano Daniel Kahneman, Oliver Sibony y Cass R. Sunstein Obra reseñada por Norberto Bruno. *RInCE: Revista de Investigaciones del Departamento de Ciencias Económicas*. 2023 Jul;14(27):1–6.

