J-40402082-9

Fundación Aula Virtual

Aula Virtual



Generando Conocimiento

http://www.aulavirtual.web.ve

ISSN: 2665-0398

Deposito Legal: LA2020000026

Vol. 7 Nº 15 Año 2026

Periodicidad Continua

ISSN: 2665-0398

AulaVirtual
Generando Conocimiento

REVISTA CIENTÍFICA AULA VIRTUAL

Director Editor:

- Dra. Leidy Hernández PhD.
- Dr. Fernando Bárbara

Consejo Asesor:

- MSc. Manuel Mujica
- MSc. Wilman Briceño
- Dra. Harizmar Izquierdo
- Dr. José Gregorio Sánchez

Revista Científica Arbitrada de Fundación Aula Virtual

Email: revista@aulavirtual.web.ve
URL: http://aulavirtual.web.ve/revista



ISSN: 2665-0398
Depósito Legal: LA2020000026
País: Venezuela
Año de Inicio: 2020
Periodicidad: Continua
Sistema de Arbitraje: Revisión por pares. "Doble Ciego"
Licencia: **Creative Commons** CC BY NC ND
Volumen: 7
Número: 15
Año: 2026
Período: Julio 2026 – Diciembre 2026 (continua)
Dirección Fiscal: Av. Libertador, Arca del Norte, Nro. 52D, Barquisimeto estado Lara, Venezuela, C.P. 3001

La Revista seriada Científica Arbitrada e Indexada **Aula Virtual**, es de acceso abierto y en formato electrónico; la misma está orientada a la divulgación de las producciones científicas creadas por investigadores en diversas áreas del conocimiento. Su cobertura temática abarca Tecnología, Ciencias de la Salud, Ciencias Administrativas, Ciencias Sociales, Ciencias Jurídicas y Políticas, Ciencias Exactas y otras áreas afines. Su publicación es **CONTINUA**, indexada y arbitrada por especialistas en el área, bajo la modalidad de doble ciego. Se reciben las producciones tipo: *Artículo Científico* en las diferentes modalidades cualitativas y cuantitativas, *Avances Investigativos*, *Ensayos, Reseñas Bibliográficas, Ponencias o publicaciones derivada de eventos*, y cualquier otro tipo de investigación orientada al tratamiento y profundización de la información de los campos de estudios de las diferentes ciencias. La Revista **Aula Virtual,** busca fomentar la divulgación del conocimiento científico y el pensamiento crítico reflexivo en el ámbito investigativo.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

AulaVirtual
Generando Conocimiento

ISSN: 2665-0398

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A RUIDO Y ALTERACIONES AUDIOMÉTRICAS EN TRABAJADORES DE UNA EMPRESA MINERA, PERÚ, 2025

OCCUPATIONAL NOISE EXPOSURE AND AUDIOMETRIC ABNORMALITIES IN WORKERS AT A MINING COMPANY, PERU, 2025

Tipo de Publicación: Artículo Científico
Área del Conocimiento: Ciencias Sociales y Aplicadas
Recibido: 02/09/2026
Aceptado: 04/10/2026
Publicado: 14/11/2026
Código Único AV: e869
Páginas: 1(2292-2313)
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.24232543

Autores:
Juan Carlos Aranda Crisólogo
Médico, especialista en Medicina Intensiva
Maestro en Salud Ocupacional y Ambiental
https://orcid.org/0000-0002-7777-3437
E-mail: jaranda@unc.edu.pe
Afiliación: Universidad Nacional de Cajamarca
País: República del Perú

Rossana Patricia León Izquierdo
Obstetra
Maestro en Gestión de los Servicios de la Salud
Doctora en Gestión Pública y Gobernabilidad
https://orcid.org/0000-0003-0070-2400
E-mail: pleoni@unc.edu.pe
Afiliación: Universidad Nacional de Cajamarca
País: República del Perú

Resumen

La exposición ocupacional a ruido constituye un riesgo relevante para la salud auditiva de los trabajadores, especialmente cuando los niveles superan los 85 dB(A). El objetivo fue determinar la asociación entre la exposición a niveles de ruido superiores a 85 dB(A) y las alteraciones audiométricas en trabajadores de una empresa minera durante 2025. Se realizó un estudio observacional, analítico y transversal, basado en los registros de 80 trabajadores con evaluación audiométrica. Se analizaron los umbrales auditivos entre 500 y 8000 Hz, las alteraciones superiores a 25 dB y los patrones compatibles con hipoacusia inducida por ruido (HIR), clasificados mediante Klockhoff adaptado conforme a la GEMO-003. La asociación se estimó mediante regresión de Poisson con varianza robusta, ajustada por edad y sexo. El 20,0 % estuvo expuesto a niveles superiores a 85 dB(A). Los trabajadores expuestos presentaron mayores umbrales auditivos, con diferencias significativas en 3000, 4000 y 6000 Hz (p<0,001). La alteración superior a 25 dB en al menos un oído fue de 100,0 % en expuestos y 4,7 % en no expuestos. Los patrones compatibles con HIR se presentaron en 87,5 % y 4,7 %, respectivamente. La exposición se asoció con mayor prevalencia de patrones compatibles con HIR (RP=21,37; IC95 %: 5,42–84,30; p<0,001).

Palabras Clave Ruido ocupacional, audiometría, pérdida auditiva, hipoacusia inducida por ruido, salud ocupacional.

Abstract

Occupational noise exposure is a relevant risk to workers' hearing health, particularly when noise levels exceed 85 dB(A). The objective was to determine the association between exposure to noise levels above 85 dB(A) and audiometric alterations in workers from a mining company during 2025. An observational, analytical, cross-sectional study was conducted based on records from 80 workers who underwent audiometric evaluation. Hearing thresholds from 500 to 8000 Hz, thresholds above 25 dB, and patterns compatible with noise-induced hearing loss (NIHL), classified using the adapted Klockhoff criteria according to GEMO-003, were analyzed. The association was estimated using Poisson regression with robust variance, adjusted for age and sex. Overall, 20.0 % of workers were exposed to noise levels above 85 dB(A). Exposed workers had higher hearing thresholds, with significant differences at 3000, 4000, and 6000 Hz (p<0.001). An alteration above 25 dB in at least one ear was found in 100.0 % of exposed workers and 4.7 % of non-exposed workers. Patterns compatible with NIHL were found in 87.5 % and 4.7 %, respectively. Exposure was associated with a higher prevalence of patterns compatible with NIHL (adjusted PR=21.37; 95 % CI: 5.42–84.30; p<0.001).

Keywords Occupational noise, audiometry, hearing loss, noise-induced hearing loss, occupational health.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Introducción

La exposición ocupacional a ruido constituye uno de los riesgos físicos de mayor relevancia para la salud de los trabajadores. La exposición prolongada a niveles elevados puede producir daño auditivo permanente y, debido a que el deterioro suele desarrollarse de manera gradual, puede pasar inadvertido durante los primeros años.

La Organización Mundial de la Salud (World Health Organization [WHO], 2004) reconoce la exposición ocupacional a niveles elevados de ruido como un factor asociado con el deterioro auditivo y considera niveles de exposición de 85–90 dB(A) y superiores a 90 dB(A) en la estimación de la carga de enfermedad.

Mientras que la Organización Internacional del Trabajo (International Labour Organization [ILO], 2026) reconoce el ruido como un agente capaz de producir deterioro auditivo progresivo y plantea la necesidad de adoptar medidas de evaluación, control y vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos.

El daño auditivo relacionado con el ruido ocupacional suele manifestarse inicialmente mediante modificaciones de los umbrales auditivos en determinadas frecuencias, antes de comprometer de manera más amplia la capacidad de comunicación. En este sentido, la vigilancia audiométrica constituye una herramienta fundamental para identificar cambios auditivos y orientar oportunamente las medidas preventivas. La OMS ha desarrollado estimaciones de la carga de enfermedad atribuible al ruido ocupacional considerando exposiciones de 85–90 dB(A) y superiores a 90 dB(A), lo que refleja la importancia epidemiológica de este factor de riesgo en la población trabajadora (WHO, 2014).

En el sector minero, las actividades de perforación, voladura, operación de maquinaria pesada, trituración y molienda constituyen importantes fuentes de exposición a ruido ocupacional. Estas actividades pueden generar niveles sonoros elevados y sostenidos, convirtiendo al ruido en uno de los riesgos físicos de mayor relevancia para la salud de los trabajadores del sector (Ordóñez Guaycha et al., 2023).

En esta línea, Azman et al., (2022) evaluaron la exposición al ruido en tres instalaciones mineras superficiales de piedra, arena y grava en Estados Unidos, mediante mediciones realizadas en diferentes áreas y puestos de trabajo. Los resultados permitieron elaborar mapas de ruido que mostraron diferencias y similitudes entre las minas evaluadas y sirvieron de base para formular recomendaciones orientadas a reducir la exposición de los trabajadores. Estos resultados evidencian la utilidad de caracterizar espacialmente los niveles sonoros en las instalaciones mineras para identificar áreas y actividades que requieren medidas específicas de control.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

ISSN: 2665-0398

En Ecuador, Vanegas Delgado & Jara Salinas (2021) evaluaron la exposición ocupacional al ruido durante los procesos de perforación y voladura en sus empleados, identificando la necesidad de fortalecer las medidas de control frente a este riesgo. Como parte de las propuestas, plantearon intervenir sobre la fuente mediante el reemplazo del equipo de perforación por uno de menor emisión sonora y reforzar la protección auditiva mediante el uso de orejeras con capacidad de atenuación del ruido. Este antecedente muestra que la prevención de los efectos derivados de la exposición al ruido requiere combinar medidas de control en la fuente con estrategias de protección individual.

En una revisión sistemática, Casal-Pardo et al., (2022) analizaron la pérdida auditiva asociada con la exposición laboral al ruido en trabajadores del sector minero. Los estudios revisados evaluaron diferentes niveles de exposición al ruido y consideraron factores como la edad, la duración o experiencia laboral y las características del puesto de trabajo. Asimismo, los autores identificaron un escaso cumplimiento de las normas relacionadas con los límites de ruido laboral. La revisión obtuvo un nivel de evidencia 3 y un grado de recomendación D, según los criterios SIGN, lo que limita la validez y fiabilidad de las observaciones.

Resultados similares se han observado en otros contextos mineros. En Ghana, entre 316 trabajadores de una empresa minera de superficie, la mediana de exposición al ruido fue de 87 dB y el 68,6 % estuvo expuesto a niveles superiores a 85 dBA. Las dificultades auditivas constituyeron la alteración más frecuente y los trabajadores expuestos a niveles de ruido considerados inaceptables presentaron 5,52 veces más probabilidades de desarrollar trastornos relacionados con la audición. Asimismo, el riesgo aumentó con la antigüedad laboral, particularmente entre quienes acumulaban entre 5 y 9 años y más de 10 años de experiencia (Cudjoe et al., 2025).

La exposición acumulada adquiere especial importancia en actividades mineras caracterizadas por niveles elevados de ruido. En una investigación realizada en minería a cielo abierto en Polonia, los niveles de exposición diaria oscilaron entre 64,2 y 106,2 dBA, con las mayores exposiciones entre los operadores de perforadoras. Mediante el modelo de predicción establecido en la norma ISO 1999:2013, se estimó que el riesgo de deterioro auditivo podía alcanzar el 74 % en los trabajadores directamente involucrados en el proceso productivo, considerando períodos de exposición laboral de hasta 40 años (Myshchenko et al., 2024).

De manera complementaria, en mineros subterráneos de platino de Sudáfrica, el análisis de los registros audiométricos identificó un desplazamiento promedio del umbral de 8 dBHL. Aunque la mayoría de los trabajadores permaneció dentro de límites auditivos considerados normales,

Revista Aula Virtual, ISSN: 2665-0398; Periodicidad: Continua
Volumen: 7, Número: 15, Año: 2026 (Julio 2026 - Diciembre 2026)
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

el análisis identificó a la edad como uno de los principales factores asociados al deterioro auditivo, poniendo de manifiesto que el efecto del ruido debe interpretarse conjuntamente con las características individuales y la historia ocupacional (Ntlhakana & Nelson, 2025).

Los diversos reportes también han mostrado diferencias importantes en la frecuencia de pérdida auditiva entre poblaciones mineras. La revisión sistemática de Casal-Pardo et al., (2022) identificó prevalencias de pérdida auditiva inducida por ruido de 36,7 % en trabajadores de Zimbabwe y de 47 % en mineros de oro de Tanzania, alcanzando hasta 72 % entre quienes presentaban más de diez años de experiencia. Asimismo, se describieron alteraciones predominantes en las frecuencias altas y la presencia de la denominada muesca acústica entre 3 y 6 kHz. Estos hallazgos respaldan la importancia de considerar no solo la presencia de alteraciones auditivas, sino también el patrón de los umbrales audiométricos y la duración de la exposición ocupacional.

En conjunto, estos antecedentes muestran que la exposición al ruido constituye un problema relevante en diferentes operaciones mineras y que su control requiere intervenciones tanto sobre las fuentes emisoras como sobre las medidas de protección de los trabajadores. Asimismo, los estudios publicados muestran que la exposición a niveles elevados de ruido puede afectar la función auditiva. Sin embargo, existen diferencias en la calidad y en los resultados de las investigaciones, lo que dificulta establecer conclusiones consistentes. Por ello, es necesario continuar estudiando la exposición ocupacional al ruido y sus posibles efectos sobre la salud auditiva de los trabajadores.

Por otro lado, investigaciones desarrolladas en diferentes contextos laborales han aportado información adicional sobre la relación entre la exposición ocupacional al ruido y las alteraciones de la función auditiva. En China, un estudio transversal realizado en 1125 trabajadores expuestos a ruido ocupacional encontró una prevalencia de anomalías en la audiometría tonal de 21,0 % entre quienes estuvieron expuestos a niveles superiores al estándar, frente a 13,5 % entre aquellos expuestos a niveles inferiores a 80 dB. Además, los trabajadores expuestos a niveles de 90 dB o superiores presentaron 4,67 veces mayores probabilidades de presentar anomalías audiométricas, evidenciando una relación dosis-respuesta entre la intensidad del ruido y el deterioro auditivo (Jin et al., 2024).

En el Perú, la vigilancia de los trabajadores expuestos a ruido se encuentra respaldada por la Guía de práctica clínica para evaluación médica a trabajadores de actividades con exposición a ruido, elaborada por el Instituto Nacional de Salud. Este documento establece criterios para la evaluación audiométrica de los trabajadores y diferencia la presencia de alteraciones auditivas de los patrones

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

ISSN: 2665-0398

compatibles con hipoacusia inducida por ruido. Asimismo, considera especialmente relevantes las frecuencias de 3000 a 6000 Hz en la identificación de cambios relacionados con la exposición ocupacional (Instituto Nacional de Salud [INS], 2008).

Al respecto, la evidencia disponible en el contexto peruano muestra que esta problemática no se limita a las actividades mineras. Un estudio realizado en 1543 trabajadores de una empresa metalmecánica de Talara, Piura, encontró una prevalencia de hipoacusia inducida por ruido de 10,7 % y evidenció una mayor frecuencia de esta condición conforme aumentaba la edad. Los autores utilizaron información procedente de evaluaciones médico-ocupacionales y modelos de regresión de Poisson con varianza robusta para estimar razones de prevalencia. Este antecedente resulta particularmente relevante porque demuestra la utilidad de los registros médico-ocupacionales y de la audiometría para estudiar la salud auditiva en trabajadores peruanos (Cerro-Romero et al., 2020).

Sin embargo, la evidencia nacional continúa siendo limitada en determinados contextos laborales y, particularmente, en trabajadores vinculados al sector minero. La actividad minera comprende puestos con diferentes condiciones de exposición y no todos los trabajadores desarrollan necesariamente sus actividades en ambientes con igual intensidad de ruido. Por ello, la evaluación de los resultados audiométricos en función de la clasificación de exposición permite aproximarse de manera más específica a la relación entre este factor de riesgo y el estado de la audición.

Otro aspecto que debe considerarse es que la identificación de un umbral auditivo alterado no implica, por sí misma, que la pérdida auditiva sea atribuible exclusivamente al ruido ocupacional. La edad, los antecedentes auditivos, las exposiciones previas, las características individuales y otras condiciones laborales pueden influir en los resultados audiométricos. Por esta razón, la interpretación de la audiometría debe realizarse considerando tanto el patrón de los umbrales como el contexto ocupacional del trabajador. Esta consideración resulta especialmente importante en estudios transversales basados en evaluaciones médico-ocupacionales, en los cuales no siempre es posible establecer la temporalidad entre la exposición y la alteración auditiva.

En este contexto, existe la necesidad de generar evidencia específica sobre el comportamiento de los umbrales auditivos y la frecuencia de alteraciones audiométricas en trabajadores del sector minero, considerando sus diferentes niveles de exposición ocupacional al ruido. La información obtenida mediante los exámenes médico-ocupacionales puede contribuir a identificar grupos con mayor frecuencia de alteraciones, orientar la vigilancia audiométrica y

Revista Aula Virtual, ISSN: 2665-0398; Periodicidad: Continua
Volumen: 7, Número: 15, Año: 2026 (Julio 2026 - Diciembre 2026)
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

fortalecer las medidas de prevención y control del ruido ocupacional. Asimismo, el análisis diferenciado de las frecuencias auditivas permite identificar modificaciones tempranas que podrían no ser evidentes cuando únicamente se considera la presencia o ausencia de hipoacusia.

Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la asociación entre la exposición ocupacional a niveles de ruido superiores a 85 dB(A) y las alteraciones audiométricas en trabajadores de una empresa del sector minero durante 2025.

Metodología

Se realizó un estudio observacional, analítico y transversal, basado en un análisis secundario de registros de evaluaciones médico-ocupacionales correspondientes al año 2025 de trabajadores de una empresa del sector minero. La información procedió de la base de datos institucional e incluyó variables sociodemográficas, ocupacionales, clasificación de exposición a ruido y resultados de audiometría tonal por vía aérea.

La población de estudio estuvo conformada por 80 trabajadores evaluados durante 2025, cuyos registros contenían resultados de audiometría tonal por vía aérea utilizables para la evaluación de los umbrales auditivos. Estos trabajadores fueron clasificados según la variable de exposición ocupacional a ruido registrada en la base de datos, correspondiendo 64 a trabajadores no expuestos y 16 a trabajadores expuestos. De la base de datos institucional se descartaron los registros que no contenían resultados audiométricos que permitieran evaluar las alteraciones auditivas.

Se incluyeron los registros de trabajadores que contaban con información de exposición a ruido y resultados de audiometría tonal por vía aérea que permitieran evaluar los umbrales auditivos de ambos oídos. No se realizó imputación de valores audiométricos faltantes. En un caso se contó con información incompleta para el oído derecho; este registro fue considerado para los análisis globales en los que la información disponible lo permitía, pero no para la clasificación de dicho oído cuando el dato faltante impedía establecer el patrón audiométrico correspondiente.

La variable independiente fue la exposición ocupacional a ruido, registrada en la base de datos institucional mediante la variable dicotómica res_expo85, con las categorías no expuesto y expuesto. Esta clasificación ya se encontraba registrada en la base de datos proporcionada para el estudio y fue utilizada sin modificación en el presente análisis secundario. No se realizaron nuevas mediciones de ruido ni se reconstruyó la clasificación de exposición. El registro institucional tomó como referencia la Guía de Práctica Clínica para Evaluación Médica a Trabajadores de Actividades con Exposición a Ruido (GEMO-003) del Instituto Nacional de Salud, que establece la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

ISSN: 2665-0398

relación entre el nivel de presión sonora y el tiempo de exposición, considerando 85 dB(A) para 8 horas como referencia.

La base de datos analizada no contenía los registros originales de las mediciones ni información que permitiera identificar retrospectivamente el procedimiento específico de medición, el equipo o instrumento utilizado para establecer la clasificación inicial; por ello, estos elementos no pudieron ser verificados. En consecuencia, el análisis se realizó utilizando la clasificación de exposición registrada en la base de datos institucional.

Como variables sociodemográficas se consideraron la edad y el sexo. La edad se analizó como variable cuantitativa y, para la descripción de la población, se agrupó en tres categorías: menor de 40 años, de 40 a 59 años y 60 años o más. El sexo se clasificó como femenino o masculino.

Como variable ocupacional se consideró el tipo de examen médico ocupacional. El resultado principal fue la presencia de un patrón audiométrico compatible con hipoacusia inducida por ruido (HIR), determinado mediante la clasificación de Klockhoff adaptada conforme a los criterios de la GEMO-003. Como resultado secundario se consideró la presencia de alteración audiométrica, definida como la existencia de al menos un umbral auditivo superior a 25 dB HL en las frecuencias evaluadas.

Evaluación audiométrica

Los resultados correspondieron a audiometría tonal por vía aérea en las frecuencias de 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz para cada oído. Los valores registrados correspondieron a umbrales auditivos expresados en decibelios de nivel de audición (dB HL), por lo que no fueron interpretados como niveles de exposición ambiental u ocupacional a ruido.

La interpretación audiométrica se realizó tomando como referencia los criterios establecidos por el Instituto Nacional de Salud para la evaluación médica de trabajadores con exposición a ruido. Se consideró audición normal cuando ningún umbral auditivo superó los 25 dB HL. La interpretación de las alteraciones audiométricas se realizó considerando el patrón de los umbrales y los criterios establecidos en la GEMO-003, sin atribuir automáticamente cualquier alteración auditiva a la exposición ocupacional.

Clasificación audiométrica según Klockhoff adaptada

La clasificación de los audiogramas se realizó siguiendo la Guía de Práctica Clínica para Evaluación Médica a Trabajadores de Actividades con Exposición a Ruido (GEMO-003) del Instituto Nacional de Salud, publicada en 2008, que emplea una adaptación de la clasificación de Klockhoff para la identificación de patrones compatibles con HIR.

Revista Aula Virtual, ISSN: 2665-0398; Periodicidad: Continua
Volumen: 7, Número: 15, Año: 2026 (Julio 2026 - Diciembre 2026)
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Se consideró audición normal cuando ningún umbral superó los 25 dB HL. Para identificar un patrón compatible con HIR se evaluó el comportamiento de las frecuencias de 3000, 4000 y 6000 Hz y la recuperación en 8000 Hz. Cuando las frecuencias conversacionales no estaban afectadas, el patrón se clasificó como HIR tipo 1 si el escotoma no superaba 55 dB y como HIR tipo 2 cuando lo superaba.

Cuando existía compromiso de las frecuencias conversacionales, se clasificó como HIR tipo 3 cuando una o más de estas permanecían conservadas, HIR tipo 4 cuando todas estaban afectadas, pero ninguna superaba 55 dB y HIR tipo 5 cuando todas estaban afectadas y al menos una superaba 55 dB. Los audiogramas que no cumplían los criterios establecidos para un patrón compatible con HIR fueron clasificados como otras alteraciones.

Para la evaluación del patrón audiométrico se consideraron como frecuencias conversacionales 500, 1000, 2000 y 3000 Hz, mientras que las frecuencias de 4000 y 6000 Hz se utilizaron principalmente para valorar el escotoma característico y la frecuencia de 8000 Hz para valorar la recuperación. La clasificación se realizó de manera independiente para cada oído.

Procedimiento y procesamiento de datos

La información fue organizada a partir de la base de datos de evaluaciones médico-ocupacionales y posteriormente depurada para verificar la existencia de registros duplicados, valores faltantes y consistencia de los datos. No se encontraron registros duplicados según el identificador disponible en la base de datos.

Se conservaron los valores originales de los umbrales auditivos y se procesaron de acuerdo con los criterios establecidos. La clasificación audiométrica se realizó para cada oído de manera independiente y posteriormente se generaron variables globales para identificar la presencia de alteración audiométrica y de un patrón compatible con HIR en al menos un oído.

Análisis estadístico

Las variables categóricas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes. La edad se resumió mediante media y desviación estándar y, cuando correspondió, mediante mediana y rango. Para comparar las características sociodemográficas y ocupacionales entre trabajadores expuestos y no expuestos se utilizaron la prueba de chi-cuadrado y la prueba exacta de Fisher cuando las frecuencias esperadas fueron insuficientes.

Los umbrales audiométricos se describieron mediante mediana y rango intercuartílico y se compararon entre los grupos de exposición mediante la prueba U de Mann-Whitney. Para estimar la asociación entre la exposición ocupacional a ruido según la clasificación de 85

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

ISSN: 2665-0398

dB(A) y los desenlaces audiométricos se utilizaron modelos de regresión de Poisson con función de enlace log y varianza robusta. Los resultados se expresaron como razones de prevalencia (RP) con sus respectivos intervalos de confianza del 95 %. El análisis multivariable incluyó edad y sexo como variables de ajuste. Se estableció un nivel de significancia estadística de 5 %.

Consideraciones éticas

El estudio utilizó información secundaria proveniente de registros médico-ocupacionales correspondientes al periodo de estudio, cuya utilización con fines de investigación fue autorizada por la institución correspondiente. Los investigadores no tuvieron acceso a las historias clínicas originales ni establecieron contacto directo con los trabajadores, y no se realizaron intervenciones ni procedimientos adicionales.

La información fue manejada de manera confidencial, sin incorporar datos que permitieran la identificación individual de los trabajadores. El estudio no fue sometido a evaluación por un comité de ética institucional. Se respetaron los principios de confidencialidad, protección de la información y uso responsable de los datos durante su procesamiento, análisis y presentación de los resultados.

Resultados

De los 80 trabajadores incluidos (Ver Tabla 1), 80,0 % fueron clasificados como no expuestos y 20,0 % como expuestos a niveles superiores a 85 dB(A). La edad promedio fue de 34,6 ± 6,6 años entre los no expuestos y de 45,1 ± 8,9 años entre los expuestos.

Entre los no expuestos, 53,1 % fueron hombres y 46,9 % mujeres; entre los expuestos, 93,8 % fueron hombres y 6,3 % mujeres. La distribución del sexo presentó diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos (p=0,003).

Variable	No expuestos n (%)	Expuestos n (%)	P
Edad, años	34,6 ± 6,6	45,1 ± 8,9	<0,001
<40 años	52 (81,3)	4 (25,0)	
40–59 años	12 (18,8)	11 (68,8)	
≥60 años	0 (0,0)	1 (6,3)	
Sexo			0,003
Femenino	30 (46,9)	1 (6,3)	
Masculino	34 (53,1)	15 (93,8)	
Tipo de examen			0,871
Preocupacional	46 (71,9)	11 (68,8)	
Anual	16 (25,0)	5 (31,3)	
Periódico	1 (1,6)	0 (0,0)	
Retiro	1 (1,6)	0 (0,0)	

Tabla 1. Características sociodemográficas y ocupacional de los trabajadores según exposición a ruido, 2025

Nota. Los porcentajes corresponden a cada grupo de exposición. La edad se presenta como media ± desviación estándar y, adicionalmente, en categorías. El valor p para edad corresponde a la comparación de las categorías de edad mediante chi-cuadrado. Para sexo se utilizó la prueba exacta de Fisher y para tipo de examen la prueba de chi-cuadrado.

La edad también mostró diferencias significativas: el grupo expuesto concentró una mayor proporción de trabajadores de 40 años o más (75,0 %) respecto del grupo no expuesto (18,8 %;

Revista Aula Virtual, ISSN: 2665-0398; Periodicidad: Continua
Volumen: 7, Número: 15, Año: 2026 (Julio 2026 - Diciembre 2026)
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

p<0,001). El tipo de examen médico ocupacional no mostró diferencias significativas según la exposición (p=0,871).

Los trabajadores expuestos presentaron umbrales auditivos superiores a los observados en los no expuestos en prácticamente todas las frecuencias (Ver Tabla 2). En el oído derecho, las diferencias fueron estadísticamente significativas desde 2000 Hz, mientras que en el oído izquierdo fueron significativas desde 500 Hz.

Las diferencias más marcadas se observaron en las frecuencias de 3000 y 4000 Hz, con medianas de 25 y 35 dB, respectivamente, en el grupo expuesto frente a 15 y 15 dB en los no expuestos en el oído derecho. En el oído izquierdo, las medianas fueron de 30 y 35 dB en los expuestos frente a 15 y 20 dB en los no expuestos. También se observaron diferencias significativas en 6000 y 8000 Hz, frecuencias particularmente relevantes para la identificación de patrones audiométricos asociados con exposición a ruido.

Al aplicar los criterios de clasificación audiométrica establecidos en la GEMO-003 (Ver Tabla 3), la mayoría de los trabajadores no expuestos presentó audición normal. En el oído derecho, entre los trabajadores no expuestos, 60 de 63 audiogramas clasificables (95,2 %) fueron normales y 3 (4,8 %) correspondieron a HIR tipo 1. Entre los expuestos, 5 de 16 (31,3 %) presentaron audiometría normal, mientras que se identificaron HIR tipo 1 en 3 (18,8 %) y HIR tipo 3 en 6 (37,5 %); además, 2 (12,5 %) presentaron otras alteraciones.

Frecuencia (Hz)	Oído	No expuestos, mediana (RIC)	Expuestos, mediana (RIC)	P
500	Derecho	10 (5–10)	10 (5–11,25)	0,680
1000	Derecho	10 (5–10)	10 (5–10)	0,995
2000	Derecho	10 (5–10)	12,5 (10–16,25)	0,001
3000	Derecho	15 (10–16,25)	25 (20–35)	<0,001
4000	Derecho	15 (15–25)	35 (25–40)	<0,001
6000	Derecho	10 (5–15)	17,5 (13,75–25)	<0,001
8000	Derecho	10 (10–15)	25 (13,75–31,25)	0,001
500	Izquierdo	10 (5–10)	15 (10–21,25)	0,011
1000	Izquierdo	10 (5–10)	12,5 (8,75–16,25)	0,028
2000	Izquierdo	10 (5–10)	12,5 (10–26,25)	0,003
3000	Izquierdo	15 (10–20)	30 (25–61,25)	<0,001
4000	Izquierdo	20 (15–25)	35 (35–57,5)	<0,001
6000	Izquierdo	10 (5–20)	27,5 (17,5–48,75)	<0,001
8000	Izquierdo	10 (5–15)	27,5 (18,75–55)	<0,001

Tabla 2. Umbrales auditivos según frecuencia, oído y exposición a ruido, 2025
Nota. RIC: rango intercuartílico. Los valores p corresponden a la prueba U de Mann-Whitney. En el oído derecho a 500 Hz se contó con 79 observaciones debido a un valor faltante.

Al aplicar los criterios de clasificación audiométrica establecidos en la GEMO-003 (Ver Tabla 3), la mayoría de los trabajadores no expuestos presentó audición normal. En el oído derecho, entre los trabajadores no expuestos, 60 de 63 audiogramas clasificables (95,2 %) fueron

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

ISSN: 2665-0398

normales y 3 (4,8 %) correspondieron a HIR tipo 1. Entre los expuestos, 5 de 16 (31,3 %) presentaron audiometría normal, mientras que se identificaron HIR tipo 1 en 3 (18,8 %) y HIR tipo 3 en 6 (37,5 %); además, 2 (12,5 %) presentaron otras alteraciones.

En el oído izquierdo, los 64 trabajadores no expuestos presentaron audiometría normal. Entre los expuestos, 1 de 16 (6,3 %) presentó audiometría normal, mientras que se identificaron HIR tipo 1 en 4 (25,0 %), HIR tipo 3 en 7 (43,8 %) y HIR tipo 5 en 2 (12,5 %); adicionalmente, 2 (12,5 %) presentaron otras alteraciones.

Clasificación	No expuestos OD n (%)	Expuestos OD n (%)	No expuestos OI n (%)	Expuestos OI n (%)
Normal	60 (95,2)	5 (31,3)	64 (100,0)	1 (6,3)
HIR tipo 1	3 (4,8)	3 (18,8)	0 (0,0)	4 (25,0)
HIR tipo 2	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
HIR tipo 3	0 (0,0)	6 (37,5)	0 (0,0)	7 (43,8)
HIR tipo 4	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
HIR tipo 5	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (12,5)
Otras alteraciones	0 (0,0)	2 (12,5)	0 (0,0)	2 (12,5)
Total clasificable	**63 (100,0)**	**16 (100,0)**	**64 (100,0)**	**16 (100,0)**

Tabla 3. Clasificación audiométrica según Klockhoff adaptada por oído y exposición a ruido, 2025

Nota. HIR: hipoacusia inducida por ruido. La clasificación se realizó conforme a los criterios establecidos en la GEMO-003 del Instituto Nacional de Salud. Los porcentajes corresponden al total de audiogramas clasificables en cada grupo de exposición y oído. En el oído derecho se dispuso de 79 audiogramas clasificables debido a un dato faltante en 500 Hz en uno de los registros; por ello, el denominador para el oído derecho fue de 63 trabajadores no expuestos y 16 expuestos.

Considerando la presencia de HIR en al menos un oído, 14 de los 16 trabajadores expuestos (87,5 %) presentaron un patrón compatible con HIR, frente a 3 de los 64 trabajadores no expuestos (4,7 %). Esta diferencia muestra una mayor frecuencia de patrones compatibles con HIR en el grupo expuesto.

Alteraciones audiométricas	No expuestos n (%)	Expuestos n (%)	RP cruda	RP ajustada*	IC95 %	p
HIR en ≥1 oído	3 (4,7)	**14 (87,5)**	**18,67**	**21,37**	**5,42–84,30**	**<0,001**
Alteración >25 dB en ≥1 oído	3 (4,7)	16 (100,0)	21,33	18,74	5,38–65,23	<0,001
Alteración >25 dB en oído derecho	3 (4,7)	11 (68,8)	14,67	8,36	2,50–28,01	<0,001

Tabla 4. Asociación entre la exposición ocupacional a niveles de ruido superiores a 85 dB y las alteraciones audiométricas en trabajadores de una empresa del sector minero, 2025

Nota. HIR: hipoacusia inducida por ruido; RP: razón de prevalencias; IC95 %: intervalo de confianza al 95 %. *RP ajustada mediante regresión de Poisson con varianza robusta, ajustada por edad y sexo. La categoría de referencia fue el grupo no expuesto.

Revista Aula Virtual, ISSN: 2665-0398; Periodicidad: Continua
Volumen: 7, Número: 15, Año: 2026 (Julio 2026 - Diciembre 2026)
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Los resultados evidenciaron una marcada diferencia en la frecuencia de patrones compatibles con HIR según la exposición ocupacional a niveles de ruido superiores a 85 dB (Ver Tabla 4). Entre los trabajadores no expuestos, la HIR en al menos un oído se identificó en 3 de 64 trabajadores (4,7 %), mientras que entre los expuestos se presentó en 14 de 16 trabajadores (87,5 %). La razón de prevalencia cruda fue de 18,67, lo que indica una mayor prevalencia de HIR en al menos un oído entre los trabajadores expuestos.

Al ajustar la asociación por edad y sexo, la exposición a niveles superiores a 85 dB se asoció con una mayor prevalencia de HIR en al menos un oído (RP ajustada = 21,37; IC95%: 5,42–84,30; p<0,001). La asociación permaneció estadísticamente significativa después del ajuste por estas variables.

Asimismo, la presencia de una alteración audiométrica definida por un umbral superior a 25 dB en al menos un oído fue de 100,0 % entre los expuestos y de 4,7 % entre los no expuestos. La RP ajustada fue de 18,74 (IC95%: 5,38–65,23; p<0,001). En el oído derecho también se observó una mayor prevalencia de alteración audiométrica entre los trabajadores expuestos, con una RP ajustada de 8,36 (IC95%: 2,50–28,01; p<0,001).

En conjunto, los resultados muestran una mayor frecuencia de alteraciones audiométricas entre los trabajadores expuestos a niveles de ruido superiores a 85 dB, particularmente en la presencia de patrones compatibles con HIR. Para HIR en al menos un oído, la prevalencia fue de 87,5 % entre los expuestos frente a 4,7 % entre los no expuestos, con una RP ajustada de 21,37 (IC95%: 5,42–84,30; p<0,001). Asimismo, la alteración audiométrica definida por un umbral superior a 25 dB en al menos un oído presentó una RP ajustada de 18,74 (IC95%: 5,38–65,23; p<0,001).

No obstante, debido al carácter observacional y transversal del estudio, estos resultados evidencian una asociación estadística y no permiten establecer una relación causal ni determinar que las alteraciones auditivas se hayan originado durante la permanencia de los trabajadores en la empresa evaluada. Además, una proporción importante de los exámenes correspondió a evaluaciones pre-ocupacionales, por lo que los hallazgos deben interpretarse considerando que algunas alteraciones auditivas pudieron estar presentes antes del ingreso a la empresa.

Discusión

Los resultados del presente estudio muestran una asociación marcada entre la exposición ocupacional registrada a niveles de ruido superiores a 85 dB y las alteraciones audiométricas en los trabajadores evaluados. El hallazgo principal fue que el patrón compatible con hipoacusia inducida por ruido (HIR) en al menos un oído se presentó en el 87,5 % de los trabajadores expuestos, frente al 4,7

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

ISSN: 2665-0398

% de los no expuestos. Después de ajustar por edad y sexo, la exposición permaneció asociada con una prevalencia significativamente mayor de HIR (RP=21,37; IC95%: 5,42–84,30; p<0,001). Estos resultados muestran una diferencia importante en la frecuencia de patrones audiométricos compatibles con HIR entre los trabajadores expuestos y no expuestos.

La interpretación de este resultado adquiere mayor consistencia cuando se consideran los cambios observados en los umbrales auditivos. Los trabajadores expuestos presentaron valores significativamente mayores en prácticamente todas las frecuencias evaluadas, con diferencias particularmente marcadas en 3000, 4000 y 6000 Hz. En el OD, por ejemplo, la mediana del umbral en 4000 Hz fue de 35 dB en los expuestos frente a 15 dB en los no expuestos, mientras que en el OI fue de 35 dB frente a 20 dB, respectivamente. Este comportamiento es relevante porque la GEMO-003 (INS, 2008) establece que, para considerar un patrón audiométrico compatible con exposición a ruido, las frecuencias más afectadas deben encontrarse principalmente en 4000 y/o 6000 Hz y debe observarse recuperación en 8000 Hz. La guía también diferencia estos patrones de otras alteraciones auditivas y utiliza la clasificación de Klockhoff adaptada para determinar el compromiso de las frecuencias conversacionales.

En este estudio, la distribución de las alteraciones fue concordante con ese criterio. Entre los trabajadores expuestos se identificaron patrones HIR tipo 1 y tipo 3, además de HIR tipo 5 en el OI, mientras que entre los no expuestos solamente se identificaron tres casos de HIR tipo 1 en OD. El predominio de las alteraciones en las frecuencias altas y la presencia de patrones compatibles con HIR permiten diferenciar estos hallazgos de una clasificación basada exclusivamente en la existencia de un umbral superior a 25 dB. Esta distinción es importante porque, de acuerdo con la GEMO-003, una audiometría patológica no equivale automáticamente a una hipoacusia atribuible al ruido; es necesario considerar conjuntamente la historia laboral y clínica, la exploración y el patrón audiométrico (INS, 2008).

Los resultados también guardan relación con la evidencia internacional disponible en trabajadores expuestos a ruido ocupacional. Jin et al., (2024), en 1125 trabajadores de China, encontraron una prevalencia de audiometría tonal anormal de 21,0 % entre quienes presentaban exposición excesiva, frente a 13,5 % entre quienes no la presentaban, y observaron un incremento de las alteraciones audiométricas conforme aumentaba el nivel de exposición al ruido. Aunque las prevalencias de ese estudio son menores que las observadas en la presente investigación, la dirección de la asociación es concordante.

Revista Aula Virtual, ISSN: 2665-0398; Periodicidad: Continua
Volumen: 7, Número: 15, Año: 2026 (Julio 2026 - Diciembre 2026)
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

La diferencia puede explicarse, entre otros aspectos, por las características de las poblaciones estudiadas, los criterios utilizados para definir la alteración audiométrica, la distribución de los niveles de exposición y el hecho de que el presente análisis se concentró en trabajadores con audiometría disponible y comparó específicamente la clasificación de exposición superior a 85 dB(A). Además, las investigaciones realizadas en el sector minero muestran que la exposición al ruido no es necesariamente uniforme entre trabajadores, áreas o procesos, aspecto que puede influir en la magnitud de las alteraciones encontradas.

En este sentido, Azman et al., (2022), mediante una evaluación de áreas de trabajo en tres minas de piedra, arena y grava a cielo abierto, demostraron que los niveles de ruido pueden variar de acuerdo con las áreas y actividades desarrolladas y plantearon la utilidad de los mapas de ruido para identificar los sectores con mayor exposición y orientar las medidas de control.

Este hallazgo resulta pertinente para interpretar los resultados del presente estudio, debido a que la clasificación dicotómica de exposición utilizada permite identificar diferencias globales entre trabajadores expuestos y no expuestos, pero no necesariamente refleja la variabilidad de la exposición existente entre puestos, tareas y áreas de trabajo. Por ello, la magnitud de la asociación encontrada podría complementarse en futuras investigaciones con mediciones individuales o específicas por puesto, área y proceso productivo.

En el contexto minero, los procesos de perforación y voladura representan además fuentes relevantes de exposición. Vanegas Delgado & Jara Salinas (2021) evaluaron la exposición al ruido durante actividades de perforación y voladura y plantearon medidas de seguridad orientadas al control del riesgo. Sus resultados ponen de manifiesto la importancia de intervenir tanto sobre las fuentes generadoras como sobre las condiciones de exposición y el uso adecuado de protección auditiva. Esta evidencia permite contextualizar los resultados del presente estudio, particularmente porque las actividades mineras involucran operaciones que pueden generar niveles elevados de presión sonora y cuya exposición acumulativa debe ser controlada mediante medidas técnicas, administrativas y de protección personal.

La evidencia procedente de otros contextos mineros también coincide con esta interpretación. Cudjoe et al., (2025), en trabajadores de una empresa minera de Ghana, encontraron que aproximadamente el 68,6 % estaba expuesto a niveles de ruido considerados inaceptables y que esta exposición se asociaba con mayor frecuencia de problemas relacionados con la salud, con una razón de momios ajustada de 5,52. Los autores también encontraron una influencia de la experiencia laboral.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

ISSN: 2665-0398

Aunque el desenlace utilizado en dicho estudio no es equivalente al patrón audiométrico de HIR empleado en la presente investigación, ambos trabajos muestran que la exposición elevada al ruido constituye un factor relevante dentro del perfil de riesgo de los trabajadores mineros.

La evidencia obtenida en minería a cielo abierto muestra igualmente que las condiciones de exposición pueden variar considerablemente según la función desarrollada. Myshchenko et al., (2024), en un estudio realizado en 44 trabajadores de minería a cielo abierto en Polonia, observaron diferencias significativas en la exposición individual al ruido entre trabajadores directamente involucrados en el proceso productivo y aquellos que desarrollaban actividades auxiliares, de supervisión o laboratorio. Además, los autores utilizaron modelos de predicción de umbrales auditivos basados en la ISO 1999:2013, mostrando la importancia de considerar la función ocupacional al valorar el riesgo auditivo.

Este aspecto resulta pertinente para interpretar los resultados del presente estudio, debido a que pertenecer a una empresa del sector minero no implica necesariamente una exposición homogénea al ruido. En conjunto con lo señalado por Azman et al., (2022), estos hallazgos respaldan la necesidad de caracterizar la exposición de manera más específica según puesto, actividad y área de trabajo.

La revisión sistemática de Casal-Pardo et al., (2022) también encontró una asociación entre la exposición ocupacional a ruido y la pérdida auditiva en trabajadores del sector minero, aunque señaló limitaciones en la calidad y nivel de evidencia de los estudios disponibles. Los autores identificaron, además, que factores como la intensidad de la exposición, la duración de la exposición y la edad pueden influir en la pérdida auditiva observada. En este sentido, los resultados de la presente investigación permiten observar la relación entre la clasificación de exposición, los umbrales auditivos y los patrones compatibles con HIR conforme a un criterio técnico utilizado en el contexto peruano. No obstante, la interpretación debe mantener cautela respecto de la atribución causal, especialmente debido al diseño transversal del estudio.

En el ámbito nacional, los resultados son comparables con los obtenidos por Cerro-Romero et al., (2020), quienes estudiaron a 1543 trabajadores de una empresa metalmecánica de Talara y encontraron una prevalencia de HIR de 10,7 %. Asimismo, los autores identificaron una relación entre la edad y la presencia de HIR y emplearon regresión de Poisson con varianza robusta para estimar razones de prevalencia. La prevalencia observada en el presente estudio es considerablemente mayor; sin embargo, la comparación debe realizarse con cautela, debido a las diferencias en el sector productivo, tamaño

Revista Aula Virtual, ISSN: 2665-0398; Periodicidad: Continua
Volumen: 7, Número: 15, Año: 2026 (Julio 2026 - Diciembre 2026)
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

muestral, características de los trabajadores, criterios de selección y distribución de la exposición.

Por ello, la diferencia observada no debe interpretarse como evidencia de que el riesgo sea necesariamente mayor en el sector minero. El principal punto de coincidencia entre ambos estudios es que la audiometría y los registros médico-ocupacionales permiten identificar alteraciones auditivas en trabajadores expuestos. La diferencia en las prevalencias puede estar relacionada con las características de las poblaciones estudiadas, el tipo de actividad laboral, los criterios utilizados y la distribución de la exposición. Además, en el presente estudio la magnitud de la asociación debe interpretarse considerando el reducido número de trabajadores expuestos.

Un aspecto importante de los resultados es la diferencia de edad entre los grupos. Los trabajadores expuestos presentaron una edad media de 45,1 años, mientras que los no expuestos presentaron una media de 34,6 años. Asimismo, el grupo expuesto estuvo conformado predominantemente por hombres. Estas diferencias justificaron el ajuste de la asociación por edad y sexo. Después del ajuste, la relación entre exposición y HIR se mantuvo estadísticamente significativa y con una magnitud elevada, lo que indica que las diferencias observadas no se explican únicamente por estas dos variables. Sin embargo, el intervalo de confianza relativamente amplio de la RP ajustada refleja la incertidumbre propia de una muestra pequeña, particularmente del grupo expuesto, constituido por 16 trabajadores.

El comportamiento de las frecuencias auditivas también merece especial consideración. Las mayores diferencias entre expuestos y no expuestos se observaron en 3000, 4000 y 6000 Hz, mientras que las diferencias en las frecuencias bajas fueron menores. Este patrón tiene relevancia clínica y ocupacional porque las frecuencias altas son especialmente importantes en las etapas iniciales de la pérdida auditiva asociada al ruido. La identificación de estas modificaciones mediante vigilancia audiométrica puede permitir reconocer cambios antes de que el compromiso auditivo afecte de manera más evidente la comunicación. En consecuencia, la evaluación de cada frecuencia aporta información adicional frente a una clasificación global de normalidad o alteración.

La elevada frecuencia de alteraciones observada en el grupo expuesto debe, no obstante, interpretarse con prudencia. El 100 % de los trabajadores expuestos presentó una alteración superior a 25 dB en al menos un oído, pero este criterio representa una definición amplia de alteración audiométrica y no equivale por sí mismo a un patrón compatible con HIR. Precisamente por esta razón, el análisis basado en la clasificación

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

ISSN: 2665-0398

Klockhoff adaptada resulta más específico para el objetivo del estudio. La GEMO-003 (INS, 2008) establece que una alteración atribuible al ruido debe ser interpretada de acuerdo con la configuración del audiograma y con los antecedentes laborales y clínicos del trabajador.

La revisión de Casal-Pardo et al., (2022) resulta especialmente relevante en este punto, pues muestra que la pérdida auditiva asociada a la exposición ocupacional al ruido en minería se ha relacionado con exposiciones prolongadas e intensas y que los estudios disponibles presentan diferencias metodológicas importantes. En consecuencia, la identificación de un patrón audiométrico compatible con HIR constituye una evidencia relevante dentro de la vigilancia ocupacional, pero no debe interpretarse de manera aislada como demostración de causalidad. En el presente estudio, esta consideración es particularmente importante debido a que no se dispuso de una trayectoria audiométrica longitudinal completa para todos los trabajadores.

Otro elemento que debe considerarse es la naturaleza transversal de la investigación. Una proporción importante de los registros correspondió a exámenes pre-ocupacionales, por lo que no puede determinarse si las alteraciones audiométricas estaban presentes antes del ingreso a la empresa o si se desarrollaron durante la exposición laboral registrada. En consecuencia, la RP ajustada de 21,37 debe interpretarse como una asociación entre la clasificación de exposición y la presencia de un patrón audiométrico compatible con HIR en el momento de la evaluación, y no como evidencia de que la empresa haya producido esas alteraciones. Esta limitación es especialmente relevante porque la edad, las exposiciones laborales previas, los antecedentes auditivos y otros factores individuales pueden influir en los umbrales auditivos.

A pesar de esta limitación, la consistencia entre los resultados de los umbrales auditivos, la mayor frecuencia de alteraciones superiores a 25 dB y la clasificación de patrones compatibles con HIR permite identificar un mayor compromiso auditivo en los trabajadores clasificados como expuestos. La coincidencia de estos hallazgos con la literatura nacional e internacional respalda la importancia de mantener programas de vigilancia audiométrica y de control de la exposición al ruido en trabajadores del sector minero. Los estudios de Azman et al., (2022) y Vanegas Delgado & Jara Salinas (2021) permiten, además, enfatizar que la prevención no debe limitarse a la utilización de protectores auditivos, sino que debe considerar la identificación de las fuentes de ruido, la evaluación de las áreas y procesos de mayor exposición y la implementación de controles en la fuente y en el medio.

La GEMO-003, además, plantea la evaluación médico-ocupacional como un proceso que debe realizarse antes, durante y al término de la relación

Revista Aula Virtual, ISSN: 2665-0398; Periodicidad: Continua
Volumen: 7, Número: 15, Año: 2026 (Julio 2026 - Diciembre 2026)
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

laboral, lo que refuerza la necesidad de disponer de audiometrías de referencia y evaluaciones periódicas que permitan determinar cambios a lo largo del tiempo. En este sentido, los hallazgos del presente estudio pueden ser útiles para fortalecer los programas de vigilancia de la salud auditiva y para orientar estrategias de prevención específicamente dirigidas a los trabajadores y áreas con mayor exposición.

En conjunto, los resultados respaldan la existencia de una asociación importante entre la exposición registrada a niveles superiores a 85 dB y los patrones audiométricos compatibles con HIR en los trabajadores estudiados. Esta interpretación es consistente con la evidencia internacional y nacional, incluida la literatura específica sobre minería y otros sectores industriales. Sin embargo, la magnitud de la asociación debe interpretarse considerando el tamaño reducido del grupo expuesto, la naturaleza transversal de los datos y la ausencia de información longitudinal suficiente para establecer temporalidad.

Asimismo, la variabilidad de la exposición según el puesto, la actividad y las características de la operación minera, señalada en estudios como los de Azman et al., (2022), Vanegas Delgado & Jara Salinas (2021) y Myshchenko et al., (2024), sugiere que futuras investigaciones deberían incorporar mediciones individuales de exposición y análisis diferenciados según estas características.

Estos resultados constituyen evidencia útil para fortalecer la vigilancia de la salud auditiva, pero también muestran la necesidad de realizar estudios prospectivos que incorporen mediciones individuales de exposición, antigüedad laboral, antecedentes auditivos y audiometrías de seguimiento. Un seguimiento longitudinal permitiría conocer con mayor precisión la evolución de los umbrales auditivos y establecer la temporalidad entre la exposición y los cambios auditivos, aportando información útil para mejorar las medidas de prevención y control del riesgo por ruido en el sector minero.

Conclusiones

1. Se determinó una asociación significativa entre la exposición ocupacional registrada a niveles de ruido superiores a 85 dB y la presencia de patrones audiométricos compatibles con hipoacusia inducida por ruido en los trabajadores evaluados. La prevalencia de patrones compatibles con HIR en al menos un oído fue de 87,5% en los trabajadores expuestos y de 4,7 % en los no expuestos.
2. Los trabajadores expuestos a niveles de ruido superiores a 85 dB presentaron mayores umbrales auditivos que los trabajadores no expuestos, con las diferencias más marcadas en las frecuencias de 3000, 4000 y 6000 Hz en ambos oídos. Este comportamiento audiométrico fue concordante con el predominio

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

ISSN: 2665-0398

de alteraciones en las frecuencias altas observado en los trabajadores expuestos.

3. La asociación entre la exposición a niveles de ruido superiores a 85 dB y la presencia de patrones compatibles con HIR se mantuvo después de ajustar por edad y sexo (RP=21,37; IC95%: 5,42–84,30; p<0,001), evidenciándose una prevalencia mayor de este patrón audiométrico entre los trabajadores clasificados como expuestos.

4. La presencia de una alteración audiométrica definida por umbrales superiores a 25 dB en al menos un oído fue de 100,0 % entre los trabajadores expuestos y de 4,7 % entre los no expuestos. Sin embargo, este criterio constituye una definición amplia de alteración audiométrica y no equivale por sí mismo a HIR; conforme a la GEMO-003, su interpretación requiere considerar la configuración del audiograma y el contexto clínico y ocupacional del trabajador.

5. En conjunto, los hallazgos evidencian la importancia de fortalecer la vigilancia audiométrica de los trabajadores expuestos a ruido, con especial atención a las frecuencias de 3000, 4000 y 6000 Hz y al seguimiento de los umbrales auditivos. No obstante, debido al diseño transversal del estudio y a la disponibilidad limitada de antecedentes ocupacionales y audiométricos longitudinales, los resultados permiten establecer una asociación, pero no demostrar causalidad ni determinar que las alteraciones audiométricas se hayan originado necesariamente durante la exposición laboral registrada.

Referencias

Azman, A. S., Camargo, H. E., & Kim, B. (2022). Area noise assessment at surface stone, sand, and gravel mines: Application for reducing worker noise exposure. Mining, Metallurgy & Exploration, 39(2), 467–483. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.1007/s42461-020-00198-6]

Casal-Pardo, B., Jasso-Gascón, N. E., Preciados-Sola, R., & Reinoso-García, K. (2022). Pérdida auditiva y exposición laboral a ruido en minería: una revisión sistemática. Medicina y Seguridad del Trabajo, 68(266), 36–55. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.4321/s0465-546x2022000100004]

Cerro-Romero, S. M., Valladares-Garrido, D., & Valladares-Garrido, M. J. (2020). Factores asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa metalmecánica de Talara, Piura periodo 2015–2018. Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, 13(2), 122–127. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2020.132.658]

Cudjoe, F. A., Opoku, D. A., Ayisi-Boateng, N. K., Osarfo, J., Boateng, K. S., Sackey, L. N. A., Cobbina, E. A., Yankson, I. K., & Sulemana, A. (2025). Health effects of occupational noise exposure on heavy-duty equipment operators and exposed workers in a mining firm in Ghana. PLoS ONE, 20(9), e0332600. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.1371/journal.pone.0332600]

Revista Aula Virtual, ISSN: 2665-0398; Periodicidad: Continua
Volumen: 7, Número: 15, Año: 2026 (Julio 2026 - Diciembre 2026)
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Instituto Nacional de Salud. (2008). Guía de práctica clínica para evaluación médica a trabajadores de actividades con exposición a ruido. Guías de evaluación médico ocupacional (GEMO-003). Lima: Instituto Nacional de Salud. Documento en línea. Disponible [https://repositorio.ins.gob.pe/items/a811c330-4ca5-47aa-b34e-74916ee74f3d]

International Labour Organization. (2026). Noise. Occupational safety and health. Documento en línea. Disponible [https://www.ilo.org/topics-and-sectors/occupational-safety-and-health-guide-labour-inspectors-and-other/noise]

Jin, N., He, W., Zhang, H., Deng, H., Zhao, Q., Chen, F., Zhong, X., & Yuan, F. (2024). Cross-sectional study on the health of workers exposed to occupational noise in China. PLoS ONE, 19(6), e0305576. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305576]

Myshchenko, I., Pawlaczyk-Luszczynska, M., Dudarewicz, A., & Bortkiewicz, A. (2024). Health risks due to co-exposure to noise and respirable crystalline silica among workers in the open-pit mining industry—Results of a preliminary study. Toxics, 12(11), 781. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.3390/toxics12110781]

Ntlhakana, L., & Nelson, G. (2025). Occupational noise-induced hearing loss: What is the contribution of personal noise exposures? A case study of mineworkers at a large-scale platinum mine in South Africa. Noise & Vibration Worldwide, 56(10–11), 528–535. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.1177/09574565251348889]

Ordóñez Guaycha, C. A., Carranco López, J. A., Bustos Pulluquitin, S. P., & Toalombo Vargas, V. M. (2023). Estudio sobre la afectación del ruido en la minería, una revisión sistemática de las principales afectaciones que presenta para la salud de los trabajadores. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e251. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e251]

Vanegas Delgado, D. V., & Jara Salinas, M. V. (2021). Evaluación de la exposición al ruido en el proceso de perforación y voladura, para la formulación de un sistema de seguridad en la mina Grumintor, Ponce Enríquez - Azuay [Trabajo de titulación de grado, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional de la Universidad del Azuay. Documento en línea. Disponible [https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10938]

World Health Organization. (2004). Occupational noise: Assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. World Health Organization. Documento en línea. Disponible [https://www.who.int/publications/i/item/9241591927]

World Health Organization. (2014). Riesgos ambientales en el entorno laboral. Documento en línea. Disponible [https://www.who.int/es/tools/occupational-hazards-in-health-sector/risks-in-ambient-work-environment]

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional