

Evaluación del Ruido Ocupacional al que Están Expuestos los Trabajadores en una Empresa Metalmeccánica

Evaluation of Occupational Noise Exposure of Workers in a Metalworking Company F.

F. Manrique-Márquez  ; T. Cutipa Apaza  


DOI: <https://doi.org/10.22517/23447214.25527>

Scientific and technological research paper


Abstract— Applying the methodology NTP-ISO 9612-2010 which establishes standardized procedures to evaluate exposure to noise at work, on the other hand the WHO recommends maintaining noise around 65 dB in a work environment, the research is based on the evaluation of noise levels generated by various equipment used in the area of maestranza in a metalworking company, for the measurement stage noise measurements were made for 3 days in five areas of maestranza with 30 results which at 1 point the measurement showed that on average there was 0. For the control stage, a test of averages was performed using the values used with personal protective equipment and thus decreasing the noise level, which showed that the decrease in the point was significant, however the lack of proper management of these noise levels could lead to occupational diseases, whose long-term effects could cause an irreversible impact on the health of workers. Numerous authors have used normative calculations to gather data on occupational noise in different work areas.

Keywords: *occupational noise, occupational health, metalworking, maximum permissible limits.*

Resumen — Aplicando la metodología NTP-ISO 9612-2010 el cual establece procedimientos estandarizados para evaluar la exposición al ruido en el trabajo, por otro lado la OMS recomienda mantener ruido alrededor de 65 dB en un ambiente laboral, la investigación fundamenta en la evaluación de los niveles de ruido generados por diversos equipos utilizados en el área de maestranza en una empresa metalmeccánica, para la etapa de medición se realizaron las mediciones de ruido durante 3 días en cinco áreas de maestranza con 30 resultados los cuales en 1 punto la medición arrojó que en promedio hubo 0.5 puntos con nivel de ruido superior a lo permitido por la norma, para la etapa de control se realizó una prueba de medias utilizando los valores usados con equipos de protección personal así disminuyendo el nivel de ruido, la cual mostró que la disminución en el punto fue significativa, no obstante la falta de manejo adecuado de estos niveles de ruido podría dar lugar a enfermedades ocupacionales, cuyos efectos a largo plazo podrían causar un impacto irreversible en la salud de los trabajadores.

Fabrizio M. Márquez es un estudiante de la carrera profesional de Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera de la Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, Perú 

(e-mail: fjmanrique@gmail.com)

Tania C. Apaza es un estudiante de la carrera profesional de Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera de la Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, Perú 

(e-mail: melcua.mt@gmail.com)

Numerosos autores han utilizado cálculos normativos para reunir datos sobre el ruido ocupacional en diferentes áreas laborales.

Palabras Clave: ruido ocupacional, salud laboral, metalmeccánica, límites máximos permisibles.

1. INTRODUCCIÓN

Según la OMS recomienda mantener los niveles de ruido alrededor de 65 decibeles (dB) en un ambiente laboral. Sin embargo, en la industria metalmeccánica, donde el ruido suele ser alto, se deben seguir los estándares específicos.

En un estudio en China mostró que el 25% de 19,378 empresas superaron el límite nacional de 85 dB [1], superando el riesgo de pérdida auditiva crónica y aguda [1]. En Talara, se encontró una alta prevalencia de pérdida auditiva entre trabajadores metalmeccánicos, relacionada con su exposición al ruido [2].

En este contexto, el **objetivo general** de la investigación es evaluar el nivel de ruido al que están expuestos los trabajadores en el área de maestranza de una empresa metalmeccánica en Arequipa para determinar el nivel de riesgo de ruido, mientras que los **objetivos específicos** son en primer lugar, analizar el estado actual del área de trabajo, identificar a los afectados y las actividades realizadas, en segundo lugar se mide el nivel de ruido según la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 9612-2010 y se determina el nivel de riesgo. Así mismo se hace uso del ANEXO-12 del Decreto Supremo 024-2016 EM, mismo que establece los niveles de ruido.

Por lo que esta investigación se fundamenta en la evaluación de los niveles de ruido generados por diversos equipos utilizados en el área de maestranza. La falta de un manejo adecuado de estos niveles de ruido podría dar lugar a enfermedades ocupacionales, cuyos efectos a largo plazo podrían causar un impacto irreversible en la salud de los trabajadores.



Muchos autores como Backes C. et al [2], Serv. P. et al [3] y Romero M. et al [4] coinciden en utilizar cálculos normativos para reunir datos sobre el ruido ocupacional en diferentes áreas laborales. Por ejemplo, en una empresa de Caçador se encontraron niveles de ruido altos en el operador de extrusión, y se propuso el uso de EPI para remediarlo [2]. En Madrid, se empleó la norma NE EN 352-1 para monitorear la salud de los trabajadores, respaldada por datos de la NTP 196 [3]. En Neiva, se detectaron excesos de ruido en el área de enchapado, aunque se mitigaron con el uso de EPI [4].

Además, Canales M. et al [5] y Lança B. et al [6] realizaron un análisis del riesgo auditivo utilizando la norma ISO 1999 en una industria mecánica y otra de procesos de alimentos. Posteriormente, aplicaron un método de absorción acústica y compararon con la NR-15, encontrando una reducción de 2 dB como resultado.

Otros investigadores como Cauca B. et al [7], Huaquisto S. et al [8] y Ancaya E. et al [9] también evaluaron el ruido de equipos según la Norma Técnica Peruana - ISO 9612-2010 y lo compararon con la Resolución Ministerial 375-2008-TR. Realizaron encuestas para evaluar el bienestar psicológico de los trabajadores expuestos al ruido. Además, Cuza T. [10] sugirió modificaciones en instalaciones, colocación de mamparas y revisiones médicas de audiometría.

Además, Oliveira G. et al [11] utilizó el método DIC junto con las normas previamente mencionadas [2], [3] y [4]. Encontraron que la velocidad del trabajo y el uso de un vibrómetro calibrado, junto con un dosímetro, mejoraron la precisión de los resultados y aumentaron el VCI. Concluyeron que los niveles de ruido eran aceptables y la velocidad del trabajo no influyó significativamente.

Tello C. et al [12], Flores C. et al [13], y Eudes C. et al [14] evaluaron el nivel de ruido en el sector minero. En la mina Zuruma en Ecuador, se superó el límite permitido por más de 17 dB debido al ruido de equipos perforadores. En la mina SERINGTELL en Perú, se encontró datos ligeramente por encima del límite en zonas específicas, y se recomendó capacitación y EPP adecuados. En la mina Casapalca, aunque el ruido no excedió el LMP en la mayoría de las actividades, se distribuyeron protectores auditivos según el nivel de ruido en cada zona [14].

Garro J. et al [15], González P. et al [16], Yévenes B. et al [17], y Romero R. et al [18] estudiaron el ruido en trabajadores de una planta textil, en un centro dental y en una planta de cemento. Se encontró que el ruido provenía principalmente de equipos textiles [15], en el centro dental se registraron niveles de 100 dB, y el 57.9% de los odontólogos estaban expuestos a este nivel [17], mientras que, en la planta de cemento, niveles superiores a 85 dB se relacionaron con pérdida auditiva con un 95% de confianza [18].

Lo mismo sucede con Simbaña C. et al [19], Simbaña C. et

al [20], y Morales P. et al [21] evaluaron el ruido utilizando la norma NTP-951 para medir el ruido del motor del equipo con un sonómetro a 1.5 m de distancia. En Tarapoto, encontraron 86 dB durante 4 horas de trabajo, comparando con la Resolución Ministerial 375-2008 [19]. En otro estudio, hallaron niveles de 87.9 dB y 91.9 dB en diferentes equipos, sugiriendo audiometrías para el personal expuesto [20]. En la empresa de calzados Sathiri, identificaron que el 7% de los puestos superaban los 85 dB, relacionados con la sensibilidad auditiva [21].

Por otro lado, Caporale A. et al [22] advierten que los entornos laborales ruidosos incrementan el riesgo de accidentes graves y reducen la comprensión de las instrucciones. Halim I. et al [23] investigaron la reducción del ruido en la industria manufacturera mediante un prototipo aislante, aunque señalan que se necesitan más pruebas para optimizar su rendimiento.

Además, Stokholm Z. et al [24] desarrollaron una matriz para evaluar la exposición ocupacional al ruido en diversas industrias. Sus hallazgos respaldan los resultados de Arezes P. et al [25], quienes utilizaron sonómetros y dosímetros para evaluar la exposición al ruido en la industria. Ambos estudios resaltan la importancia de evaluar con precisión los niveles de ruido en el entorno laboral.

Al mismo tiempo el estudio de Gómez J. [26] analiza los efectos psicológicos y económicos del ruido, destacando una alta correlación entre el ruido y el estrés. Coca G. et al [27] proporcionan información sobre la evaluación del desempeño ambiental y social en relación con el ruido en entornos organizacionales, resaltando la importancia de implementar acciones protectoras para el bienestar de los empleados.

Campos Y. et al [28] se enfocan en desarrollar un procedimiento de gestión del ruido en empresas productivas, enfatizando la necesidad de acciones preventivas y de control. Por otro lado, Carrillo M. et al [29] emplean la metodología DMAIC de Six Sigma para reducir el ruido en un proceso metalmeccánico, logrando una disminución en los niveles de ruido tras implementar mejoras.

En relación con ello, Zheng J. et al [1] realizaron un estudio de vigilancia sobre la exposición al ruido en la industria manufacturera China. Por otro lado, Diaz A. et al [30] examinaron la frecuencia de pérdida de audición en trabajadores expuestos a niveles de ruido en diferentes áreas laborales. Zheng J. et al [1] encontraron que las pequeñas y microempresas tenían una mayor probabilidad de estar expuestas a niveles altos de ruido, mientras que Diaz A. et al [30] se centraron en detectar hipoacusia en trabajadores expuestos a niveles de ruido superiores a 85 decibelios (A), resaltando la importancia de invertir en medidas de prevención y control del ruido para proteger la salud auditiva de los trabajadores en la industria manufacturera.

De igual manera los estudios de Kabe I. et al [31] y Zamorano

B. et al [32] resaltan la importancia de evaluar y proteger la audición de trabajadores expuestos al ruido en entornos laborales. Kabe I. et al [31] investigaron los efectos del ruido en la audición mediante mediciones y pruebas auditivas, mientras que Zamorano B. et al [32] identificaron la pérdida auditiva en trabajadores de una empresa metalmeccánica mediante audiometrías y monitoreo de niveles de ruido. Ambos estudios enfatizan la necesidad de medidas preventivas y de protección auditiva para preservar la salud auditiva de los empleados.

En función de esto, Cerro S. et al [33] hallaron una correlación positiva entre la edad, historial laboral y pérdida auditiva, sugiriendo mayor riesgo de hipoacusia en trabajadores expuestos al ruido. Severiche C. et al [34] indicaron que la exposición laboral al ruido puede causar pérdida auditiva permanente. Ambos estudios enfatizan la importancia de prevenir y controlar el ruido en el trabajo. Sun K. et al [35] y Boger M. et al [36] destacan la necesidad de programas de conservación auditiva con medidas preventivas y de protección.

Con respecto a lo anterior, Montenegro A. et al [37] investigaron la reducción de la exposición al ruido y la pérdida auditiva en trabajadores varones mediante materiales absorbentes acústicos, logrando reducciones de hasta 2 dB en algunos puestos. Cortez M. et al [38] realizaron mediciones de ruido en una microempresa del sector productivo, encontrando niveles que superan los límites permitidos. Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar medidas de control del ruido para proteger la salud auditiva de los trabajadores y cumplir con los estándares de seguridad laboral.

En adición a esto, Fajardo A. et al [39] encontraron que algunos trabajadores no perciben el ruido como peligroso, resaltando la necesidad de mejorar la educación sobre este riesgo. Por otro lado, Gómez M. et al [40] indica que la exposición crónica al ruido laboral puede causar pérdida auditiva en los trabajadores, sin evaluar la efectividad de los programas de protección contra el ruido. Ambos estudios resaltan la importancia de concienciar sobre los riesgos del ruido en el entorno laboral.

Por lo antes mencionado la presente investigación indicara las distintas teorías para plantear las ideas recolectadas en el desarrollo del trabajo investigado.

Este proceso de investigación considera:

- METODO DE INGENIERIA NTP-ISO 9612-2010 [41].
- D. S. 024-2016-EM (ANEXO 12) [42].

En primer lugar, el **Método de Ingeniería** establecido en NTP-ISO 9612-2010 establece procedimientos estandarizados para evaluar la exposición al ruido en el trabajo, adaptando la norma ISO 9612 a las necesidades específicas del Perú. Este método refleja avances científicos y tecnológicos en salud

laboral.

De igual manera el Método **RAP-ONE** es una aplicación fácil de usar que analiza y administra el sonido en diversos entornos, diseñada para consultores acústicos, ingenieros e higienistas industriales [43].

De la misma forma el Método **PREXOR** (Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido) se utiliza para proteger a los trabajadores de la hipoacusia causada por el ruido [44].

En cuanto al **ruido**, este puede ser generado por equipos o máquinas en el trabajo, siendo continuo o intermitente, y es indeseable para el receptor [45]. La exposición prolongada puede causar pérdida de audición [46], mientras que aquellos que están expuestos a un ruido elevado por más de 8 horas están propensos a desarrollar tinnitus [47], a esto se suma el **nivel de ruido** se mide en decibelios (dB), variando entre 0 y 120, con daños irreversibles a 120 dB [48]. Para determinar la dosis de ruido en el trabajo, se utiliza el ruido continuo es expresado en NPSeq, considerando la exposición y el tiempo [49], además del **tiempo ponderado**, que se calcula promediando los valores de ruido en ciclos de trabajo [50].

Respecto a las **frecuencias** se expresan en Hz o kHz para analizar su rango, dividido en secciones de octavas de 10 Hz a 10 kHz con equipos de medición adecuados [51]. El umbral de percepción del ruido varía entre individuos y depende del tiempo de exposición al estímulo sonoro [52].

En cuanto al **monitoreo de ruido** en los trabajos se realiza por ciclos de trabajo durante la jornada laboral, generando valores y acumulando datos que se procesan en computadoras [53], se utiliza un sonómetro para recolectar información por áreas de estudio específicas [54], sumado a esto el efecto del ruido en la salud incluye consecuencias a corto y largo plazo, como hipoacusia, irritabilidad y tinnitus, dependiendo del tiempo de exposición en los puestos de trabajo [55].

En cuanto a los **límites máximos permisibles**, la normativa indica que para una jornada de trabajo de 8h solo está permitido 85dB [56].

Por otro lado, el **control de ruido en una maestría** implica aplicar medidas de reducción que consideren el desgaste del equipo, ya que el ruido emitido puede cambiar con el tiempo en el área de trabajo [57]. Además, el uso de una matriz **IDENTIFICACION DE PELIGROS EVALUACION DE RIESGOS Y CONTROL (IPERC)** permite gestionar los riesgos asociados al ruido laboral por área de trabajo y tomar medidas preventivas siguiendo una jerarquía de control [58].

A esto se suma la **gestión de riesgo** la cual sirve, para gestionar y analizar la higiene ocupacional, se trata de buscar la generación de los factores o agentes que se encuentran en el área laboral con el fin de poder minimizar los efectos que esta causa [59], por lo que se puede hacer uso de:

- Herramienta de medición (sonómetro)
- Cuestionario de percepción de ruido por el trabajador (de ser necesario)

En cuanto a los **equipos de medición**, para la evaluación, considerando el caso a medir estos pueden ser los sonómetros para evaluar el ruido de equipos, y el dosímetro para monitorear el ruido al que está expuesto el trabajador [60].

De la misma forma en cuanto a la **normativa y regulaciones** recomiendan utilizar guías para evaluar el ruido laboral y prevenir los posibles daños al trabajador, asegurando el cumplimiento de las indicaciones específicas en los exámenes ocupacionales [61].

De manera similar las **medidas preventivas** deben buscar la reducción del ruido, pero también el confort y calidad del trabajo, además se debe de considerar la jerarquía de controles al momento de brindar tales medidas, considerando que el encapsular los equipos con cabina de insonorización es lo más apto para controlar el ruido, debido a que puede llegar a reducir el ruido hasta 16dB [62].

Junto con esto la utilización de EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) consta de una evaluación previa del ruido presente, considerando el nivel de presión presente al momento de colocarse los protectores auditivos, esto debido a que los protectores brindan una atenuación del ruido de 9.4 dB para una frecuencia de 63Hz, pero también se puede usar el método HML o SNR para saber cuánto es la reducción del ruido solo para el trabajador[63], del mismo modo la educación y capacitación en campañas educativas sobre el ruido laboral ayuda concientizar al trabajador a que use los epps antes de trabajar y poder brindar información sobre las distintas consecuencias que este puede ocasionar largo plazo [64].

Por lo que, en el contexto peruano, si bien existen regulaciones y estándares nacionales que establecen límites de exposición al ruido y requisitos de seguridad laboral, como la Ley N.º 29783 y el Decreto Supremo. N.º 024-2016-EM, la implementación y cumplimiento total de estas normativas pueden ser desafiantes para algunas empresas de la industria metal mecánica, por lo tanto, es crucial conocer ¿Cuál es el nivel de ruido al que están expuestos los trabajadores en el área de trabajo de maestranza en una empresa de metalmeccánica?

II. METODOLOGIA

Esta es una investigación aplicada de enfoque cuantitativo, dado que se aplica la recopilación de datos, el cual tiene por alcance de naturaleza descriptiva, debido a que se detallan los niveles de ruido, de la misma forma es de carácter no experimental debido a que no se manipulan variables y tiene un diseño transversal dado que se realiza la recolección de datos en un determinado tiempo (03 días).

El estudio se realizó en la industria metalmeccánica con niveles de ruido altos. La población de estudio es por conveniencia, compuesta por 30 trabajadores comprendidos entre los 25 y 55 años que cuentan con protectores auditivos, todos varones y con no menos de 01 año de experiencia en el sector.

Siguiendo el primer objetivo específico se verifico la distribución de áreas de trabajo, encontrando: área de soldadura, área de mecanizado, área de operación en tornos, área de operación en fresadoras, área de corte y doblado para conocer los tipos de trabajo que se desarrolla.

Continuando con el segundo objetivo específico se utiliza la ESTRATEGIA 1 MEDICION BASADA EN LA TAREA de la metodología NTP-ISO 9612-2010 para determinar la exposición al ruido laboral, así mismo se divide la tarea en actividades para poder realizar las mediciones haciendo uso de un sonómetro marca Larson Davis LxT1 clase 1 según norma IEC 6162-1:2002 ya calibrado para obtener los decibeles que se generan en el lugar de trabajo.

Por lo que se procedió a utilizar el sonómetro apuntando al canal auditivo del trabajador entre 10 y 30 centímetros por un lapso de 5 minutos para todas las mediciones y posteriormente obtener los datos que son los decibeles (dB), los que serán tratados con las fórmulas de nivel de ruido y dosis de ruido, las mismas que se encuentran en la NTP-ISO 9612-2010.

Los datos procesados mediante las fórmulas dieron un único resultado, el cual será comparado posteriormente con el ANEXO-12 del Decreto Supremo 024-2016 EM que regula el tiempo de exposición máxima para ruido en una jornada laboral.

De este modo, después de realizar el monitoreo de ruido, se obtienen las siguientes mediciones para las diferentes áreas de trabajo:

- 1. AREA DE MECANIZADO:** Proceso donde se realiza trabajos con esmeriles en trabajos de corte y desbaste de metales, además de trabajos con taladros cuales se utilizan para perforar agujeros cilíndricos precisos en laminas o planchas de metal.

TABLA II
EXPOSICIÓN A RUIDO EN EL ÁREA

TRABAJADOR	JORNADA DE 5 HORAS (TAREA 1)	
	HORAS	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-1	1.4 HH o 100 min	88
T-2	1.4 HH o 100 min	85
T-3	1.4 HH o 100 min	90

TRABAJADOR	JORNADA DE 3 HORAS (TAREA 2)	
	HORAS	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-4	1 HH o 60 min	88
T-5	1 HH o 60 min	89
T-6	1 HH o 60 min	86

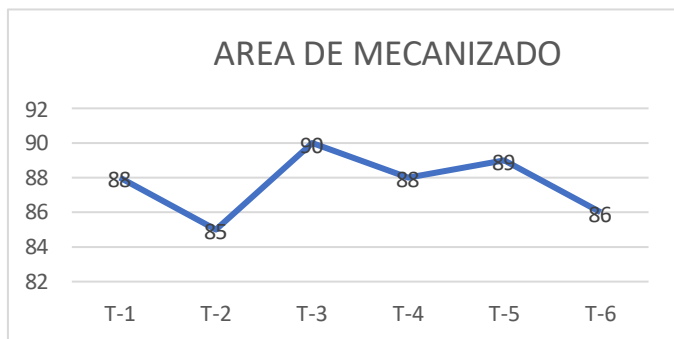


Gráfico N°1 Área de mecanizado

Los niveles de ruido para la Tarea 1 y Tarea 2 indican que el nivel de ruido pico durante la ejecución de estas tareas varían ligeramente. El valor más alto (90 dB) sugiere que hay momentos en que el ruido alcanza niveles que pueden ser perjudiciales para la salud auditiva.

- 2. AREA DE SOLDADURA:** Proceso por el cual se realiza la unión permanente entre materiales y metales compuestos a través de una alta temperatura.

TABLA II
EXPOSICIÓN A RUIDO EN ÁREA

TRABAJADOR	JORNADA DE 5 HORAS (TAREA 1)	
	HORAS	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-7	1.4 HH o 100 min	75
T-8	1.4 HH o 100 min	70
T-9	1.4 HH o 100 min	77

TRABAJADOR	JORNADA DE 3 HORAS (TAREA 2)	
	HORAS	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-10	1 HH o 60 min	85
T-11	1 HH o 60 min	87
T-12	1 HH o 60 min	90

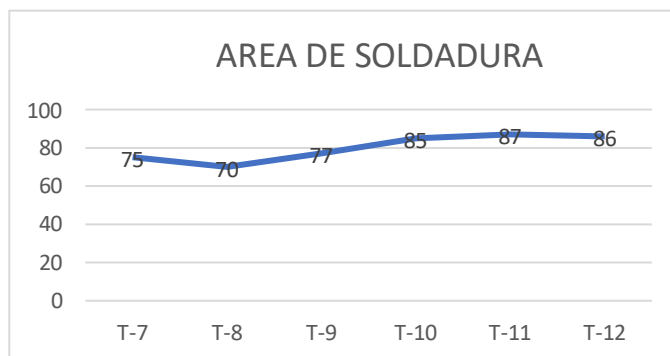


Gráfico N°2 Resultado de mediciones

Los niveles de ruido monitoreados en la Tarea 1 fueron moderados mientras que para la Tarea 2 fueron más altos debido a que utilizaron soldadura oxiacetilénica

3. **AREA DE OPERACIÓN DE TORNO:** Proceso que por mediante la rotación y corte de una pieza de metal se obtienen componentes de precisión con formas cilíndricas y diversas configuraciones geométricas.

Tabla N°3 Exposición a ruido en el área

TRABAJADOR	JORNADA DE 5 HORAS (TAREA 1)	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-13	1.4 HH o 100 min	78
T-14	1.4 HH o 100 min	71
T-15	1.4 HH o 100 min	87
TRABAJADOR	JORNADA DE 3 HORAS (TAREA 2)	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-16	1 HH o 60 min	88
T-17	1 HH o 60 min	77
T-18	1 HH o 60 min	89

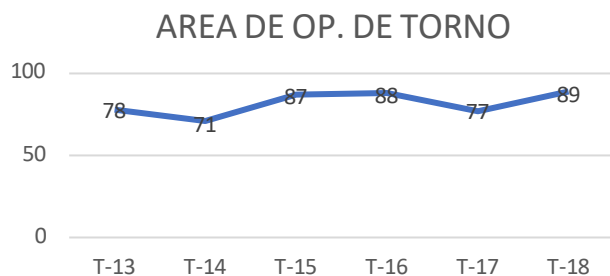


Gráfico N°3 Resultado de mediciones

En el área de operación de tornos, la tarea 2 tiene picos de ruido más altos que la tarea 1 debido a factores como la velocidad de corte y materiales más duros

4. **AREA DE FRESADORAS:** Proceso rotativo de corte metálico por el cual se obtienen componentes metálicos con superficies precisas y complejas

Tabla N°4 Exposición a ruido en el área

TRABAJADOR	JORNADA DE 5 HORAS	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-19	1.4 HH o 100 min	69
T-20	1.4 HH o 100 min	72
T-21	1.4 HH o 100 min	78
TRABAJADOR	JORNADA DE 3 HORAS	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-22	1 HH o 60 min	87
T-23	1 HH o 60 min	89
T-24	1 HH o 60 min	87

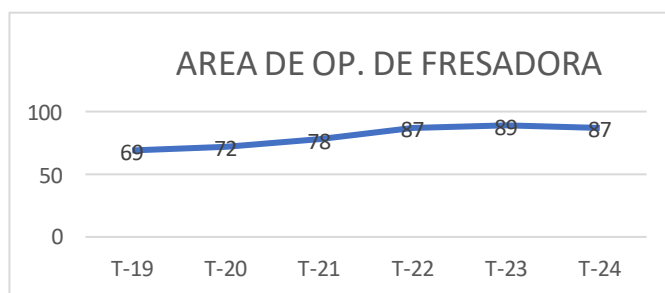


Gráfico N°4 Resultado de mediciones

En esta área se encontraron valores moderados para la Tarea 1 mientras que para la Tarea 2 fueron más altos debido al tipo de velocidad y materiales utilizados.

5. **AREA DE CORTE Y DOBLADO:** Proceso por el cual se modifican planchas y laminas metálicas para crear piezas y estructuras específicas.

Tabla N°5 Exposición a ruido en el área

TRABAJADOR	JORNADA DE 5 HORAS	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-25	1.4 HH o 100 min	77
T-26	1.4 HH o 100 min	68
T-27	1.4 HH o 100 min	89
TRABAJADOR	JORNADA DE 3 HORAS	NIVEL DE RUIDO dB (A)
T-28	1 HH o 60 min	90
T-29	1 HH o 60 min	87
T-30	1 HH o 60 min	67

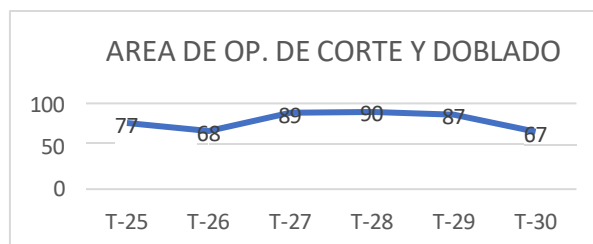


Gráfico N°5 Resultado de mediciones

Las mediciones de ruido para la tarea de corte y doblado oscilan entre 67 y 90 decibeles en valores pico, debido a que el corte de piezas metálicas involucra operaciones más ruidosas.

De acuerdo con la **ESTRATEGIA N°1 BASADA EN LA TAREA de la NTP-ISO 9612-2010** se identificó las tareas que realiza el trabajador y luego una división por actividades, seguidamente se utiliza el sonómetro clase 1 debidamente calibrado para monitorear el ruido de cada actividad, el sonómetro tiene un micrófono el cual debe estar a una distancia de entre 10 a 30 centímetros del canal auditivo del trabajador por 5 minutos, luego se registraron los más altos decibeles y se procede a realizar los cálculos del nivel de ruido equivalente y la dosis de ruido mediante 02 formulas establecidas en la **NTP-ISO 9612-2010**.

A continuación, se procede con el procesamiento de los datos de las áreas monitoreadas.

$$(L_{p,A,eqT_e}) = 10lg \left(\sum_{n=1}^N 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eqT,n}} \right) dB (A) \quad (1)$$

Formula N°1: para obtener el ruido equivalente

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10lg \left(\frac{T_m}{T_o} \right) dB (A) \quad (2)$$

Formula N°2: para obtener la dosis de ruido

• **AREA DE MECANIZADO**

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 72} + 10^{0,1 \cdot 70} + 10^{0,1 \cdot 78}) \right) 74.72 dB (A) \quad (3)$$

Ruido equivalente para actividad N°1

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 88} + 10^{0,1 \cdot 89} + 10^{0,1 \cdot 86}) \right) 87.84 dB (A) \quad (4)$$

Ruido equivalente para actividad N°2

$$74.72 + 10 \log \left(\frac{5}{8} \right) = 72.68 dB (A) \quad (5)$$

Dosis de ruido para actividad N°1

$$87.84 + 10 \log \left(\frac{3}{8} \right) = 85.80 dB (A) \quad (6)$$

Dosis de ruido para actividad N°2

$$10lg \left(\frac{1}{2} * (10^{0,1 \cdot 72.68} + 10^{0,1 \cdot 85.80}) \right) 83 dB (A) \quad (7)$$

Nivel de ruido equivalente para el **AREA DE MECANIZADO**

• **AREA DE SOLDADURA**

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 75} + 10^{0,1 \cdot 70} + 10^{0,1 \cdot 77}) \right) 74.98 dB (A) \quad (8)$$

Ruido equivalente para actividad N°1

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 85} + 10^{0,1 \cdot 87} + 10^{0,1 \cdot 90}) \right) 87.82 dB (A) \quad (9)$$

Ruido equivalente para actividad N°2

$$74.98 + 10 \log \left(\frac{5}{8} \right) = 72.90 dB (A) \quad (10)$$

Dosis de ruido para actividad N°1

$$87.82 + 10 \log \left(\frac{3}{8} \right) = 83.60 dB (A) \quad (11)$$

Dosis de ruido para actividad N°2

$$10lg \left(\frac{1}{2} * (10^{0,1 \cdot 72.90} + 10^{0,1 \cdot 83.60}) \right) 80.94 dB (A) \quad (12)$$

Nivel de ruido equivalente para el **AREA DE SOLDADURA**

• **OPERACIÓN DE TORNOS**

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 78} + 10^{0,1 \cdot 71} + 10^{0,1 \cdot 87}) \right) 82.83 dB (A) \quad (13)$$

Ruido equivalente para actividad N°1

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 88} + 10^{0,1 \cdot 77} + 10^{0,1 \cdot 89}) \right) 86.92 dB (A) \quad (14)$$

Ruido equivalente para actividad N°2

$$82.23 + 10 \log \left(\frac{5}{8} \right) = 82.00 dB (A) \quad (15)$$

Dosis de ruido para actividad N°1

$$86.92 + 10 \log \left(\frac{3}{8} \right) = 86.50 dB (A) \quad (16)$$

Dosis de ruido para actividad N°2

$$10lg \left(\frac{1}{2} * (10^{0,1 \cdot 82.00} + 10^{0,1 \cdot 86.50}) \right) 84.92 dB (A) \quad (17)$$

Nivel de ruido equivalente para **OPERACIÓN DE TORNOS**

• **OPERACIÓN DE FRESADORAS**

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 69} + 10^{0,1 \cdot 72} + 10^{0,1 \cdot 78}) \right) 74.62 dB (A) \quad (18)$$

Ruido equivalente para actividad N°1

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 87} + 10^{0,1 \cdot 89} + 10^{0,1 \cdot 87}) \right) 87.77 dB (A) \quad (19)$$

Ruido equivalente para actividad N°2

$$74.62 + 10 \log \left(\frac{5}{8} \right) = 74.20 dB (A) \quad (20)$$

Dosis de ruido para actividad N°1

$$87.77 + 10 \log \left(\frac{3}{8} \right) = 87.30 dB (A) \quad (21)$$

Dosis de ruido para actividad N°2

$$10lg \left(\frac{1}{2} * (10^{0,1 \cdot 74.20} + 10^{0,1 \cdot 87.30}) \right) 84.50 dB (A) \quad (22)$$

Nivel de ruido equivalente para el **AREA DE FRESADORA**

• **CORTE Y DOBLADO**

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 77} + 10^{0,1 \cdot 68} + 10^{0,1 \cdot 89}) \right) 84.53 dB (A) \quad (23)$$

Ruido equivalente para actividad N°1

$$10lg \left(\frac{1}{3} * (10^{0,1 \cdot 90} + 10^{0,1 \cdot 87} + 10^{0,1 \cdot 67}) \right) 87 dB (A) \quad (24)$$

Ruido equivalente para actividad N°2

$$84.53 + 10 \log \left(\frac{5}{8} \right) = 84.10 dB (A) \quad (25)$$

Dosis de ruido para actividad N°1

$$87.00 + 10 \log \left(\frac{3}{8} \right) = 86.60 dB (A) \quad (26)$$

Dosis de ruido para actividad N°2

$$10\lg\left(\frac{1}{2} * (10^{0,1+84,10} + 10^{0,1+86,60})\right) \mathbf{85.5 \text{ dB (A)}} \quad (27)$$

Nivel de ruido equivalente para **CORTE Y DOBLADO**

Por lo que mediante los datos obtenidos se procede a determinar el nivel de riesgo auditivo para los trabajadores de la empresa metalmecánica siguiendo recomendaciones de OSHA, ISO 199:2013 y NIOSH como guía, los mismos que tienen las siguientes clasificaciones para niveles de ruido en decibeles (dB) tipo A:

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA)

- **85 dB(A) y más:** Protección auditiva requerida.
- **90 dB(A):** Límite de exposición permisible para una jornada de 8 horas.
- **95 dB(A):** Requiere reducción del tiempo de exposición.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH)

- **85 dB(A):** Límite recomendado para una jornada de 8 horas; se debe utilizar protección auditiva.

ISO 1999-2013 ACOUSTICS ESTIMATION OF NOISE INDUCED HEARING LOSS

- **80-85 dB(A):** Vigilancia y posible protección auditiva.
- **85-90 dB(A):** Protección auditiva requerida.
- **90-95 dB(A):** Protección auditiva y medidas de control de ruido necesarias.
- **>95 dB(A):** Protección auditiva estricta y reducción urgente del ruido.

Con base en los niveles de exposición medidos, podemos clasificar los niveles de riesgo de la siguiente manera:

Tabla N°6 Nivel de Riesgo

NIVELES DE RUIDO (DB)	CLASIFICACIÓN DE NIVEL DE RIESGO	MEDIDAS RECOMENDADAS
80-85	Riesgo moderado	Monitoreo regular, protección auditiva opcional
85-90	Riesgo alto	Protección auditiva requerida, evaluación regular
90-95	Riesgo grave	Protección auditiva obligatoria, control de ruido

>95	Riesgo Critico	Protección estricta, reducción urgente del ruido
-----	----------------	--

Tabla N° 7 Aplicación a los niveles de ruido medidos

AREA	NIVEL DE RUIDO (dB)	CLASIFICACION DEL RIESGO
Área de mecanizado	83.0	Riesgo moderado
Área de soldadura	80.94	Riesgo moderado
Área de tornos	84.94	Riesgo moderado
Área de fresadoras	84.5	Riesgo moderado
Área de corte y doblado	85.5	Riesgo alto

Basado en los niveles de exposición al ruido medidos y utilizando la matriz de riesgo derivada de normativas internacionales, se ha clasificado el nivel de riesgo de las áreas evaluadas.

III. RESULTADOS

Este estudio evaluó los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores del área de maestría en una empresa metalmecánica utilizando la Estrategia 1 de la norma ISO 9612-2010. Se empleó un sonómetro Larson LXT1 con un valor de incertidumbre +1, posicionado a una distancia de 10 a 30 centímetros del canal auditivo, conforme a las directrices establecidas.

Los niveles de ruido obtenidos, procesados según las fórmulas de la ISO 9612-2010, fueron los siguientes:

Tabla N°8 Niveles de ruido monitoreados

Área de mecanizado	83.0
Área de soldadura	80.94
Área de tornos	84.94
Área de fresadoras	84.5
Área de corte y doblado	85.5

Así mismo el 50% de estas mediciones cumplen con el criterio del ANEXO 12 del Decreto Supremo N°024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, mientras que el 46.67% sobrepasa la exposición máxima y solo el 3.33% se mantiene en los 85Db.

Tabla N°9 Niveles de ruido de ANEXO 12

PONDERACION	EXPOSICION MAXIMA
-------------	-------------------

	LABORAL
82 dB	16 horas/día
83 dB	12 horas/día
85 dB	8 horas/día
88 dB	4 horas/día
91 dB	1 ½ horas/día
94 dB	1 horas/día
97 dB	½ horas/día
100 dB	¼ horas/día

IV. DISCUSION

El promedio de nivel de ruido asociado al área de maestranza en el presente estudio, en uno de los resultados supera los 85 dB, por lo que debido al valor de incertidumbre +1 o -1 que tiene el sonómetro se puede argumentar que no se supera los límites máximos permisibles en cuanto a ruido según lo establecido en el anexo 12 del Decreto Supremo 024-2016-EM,

Cabe resaltar que la toma de muestras de ruido en los trabajadores, estos llevan puestos protección auditiva, tales como protector endoaural y protector de tipo copa, donde los protectores endoaurales tienen un nivel de reducción de ruido (NRR) de 25 y los protectores auditivos tipo copa en 23,

Por lo que si a eso se le suma el cálculo DE NIVEL DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRR) para los protectores auditivos de acuerdo con la norma ANSI S12.6-2008 mediante la siguiente formula:

NPS (dBA): Nivel de presión sonora en decibeles

NRR: Nivel de reducción de ruido

η: Rendimiento de protector auditivo

Nef: Nivel de efectividad

- Tipo copa: 0.75
- Tipo endoaural: 0.50

Ecuación para el cálculo de reducción de NRR

$$Nef = NPS(dBA) - (NRR - 7dBA) \times \eta$$

En lo cual para representación de ejemplo para el área de soldadura la ecuación sería de la siguiente forma:

$$Nef = NPS(dBA) - (NRR - 7dBA) \times \eta$$

$$Nef = 90 dBA - (25 dB - 7 dBA) \times 0.5$$

$$Nef = 90 dBA - 18 dB \times 0.5$$

$$Nef = 90 dBA - 9$$

$$Nef = 81 dBA$$

Esto significa que dichos niveles de ruido no exceden el **LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (LMP)** de 85 decibeles (dB) para una jornada laboral de 8 horas, sin embargo, Diaz, Ramírez y Lara mencionan específicamente que en el área de máquinas y herramientas existe un alto índice de ruido.

Adicionalmente Boger, Sampaio y Pires de Oliveira resaltan que el daño auditivo por ruido son quejas comunes mientras estén expuestos a altos niveles de ruido.

Finalmente, Zheng, Zhang, Wang, Yu y Hu mencionan que el ruido es una de las principales amenazas ocupacionales en las empresas de metalmecánica en China y a nivel mundial, además se resalta que los niveles de exposición a ruido son iguales o superiores a 85 dB (A) en empresas de fabricación de productos de metal

V. CONCLUSION

Se concluye que habiendo analizado las áreas de trabajo se obtiene que el nivel de ruido esta subdividido en 5 áreas de trabajo medido en dB seguidamente aplicando la norma técnica NTP-ISO 9612-2010 por lo que en las 4 áreas de trabajo se determina que el nivel de riesgo es bajo mientras que en una área de trabajo excede en un 0.5 dB por lo que el nivel de confianza aplicado es +-1 no supera los límites máximos permisibles que estipula la norma, el nivel de ruido que se a podido valorar es menos a 85db.

VI. REFERENCIAS

- [1] J. Zheng, S. Zhang, H. Wang, Y. Yu, and W. Hu, "Surveillance of Noise Exposure Level in the Manufacturing Industry-China, 2020," 2020.
- [2] R. Campos and J. Backes, "Avaliação e caracterização de insalubridade pro exposição á ruído de um trabalhador de uma empresa de recuperação de plástico pead do município de Caçador/SC," *Scire Salutis*, vol. 12, no. 2, 2022, doi: 10.6008/cbpc2236-9600.2022.002.0040.
- [3] Consejo Superior de Investigación Científica, "Exposición Laboral al Ruido," *Servicio de Prevención y Salud Laboral de Madrid*, 2022.
- [4] I. Romero Méndez, D. Serrato Rojas, R. D. Bernal Medina, and J. Cabrera Urriago, "Evaluación de la exposición ocupacional a ruido en microempresas de madera de la ciudad de Neiva en el 2019," *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 12, no. 1, pp. 153–163, 2020, doi: 10.22490/21456453.3660.
- [5] A. E. Canales Montenegro, A. M. Campos Pérez, and J. L. Cárdenas Bergmann, "Modelamiento Predictivo de la Pérdida Auditiva Laboral, Relacionada con el Tratamiento de Absorción Acústica en una Industria Metal-Mecánica en Chile," *Ciencia & trabajo*, vol. 18, no. 56, pp. 73–80, 2019, doi: 10.4067/s0718-24492016000200001.
- [6] B. Lança and D. Rodolpho, "ANÁLISE DE EXPOSIÇÃO AO RUIDO OCUPACIONAL EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA," *Revista Interface Tecnológica*, vol. 19, no. 1, pp. 434–446, 2022, doi: 10.31510/inf.v19i1.1405.
- [7] B. Cauca, L. Katerine, and A. Loaiza, "Efectos de la exposición al ruido en los mecánicos del taller

- Serviautos de Guadalajara de Buga-Valle del Cauca, año 2021,” pp. 1–73, 2021.
- [8] S. Huaquisto Cáceres¹ and I. G. Chambilla Flores, “Estudio Del Ruido Generado Por La Maquinaria De Construcción En Infraestructura Vial Urbana,” *Investigacion & Desarrollo*, vol. 21, no. 1, pp. 87–97, 2021, doi: 10.23881/idupbo.021.1-7i.
- [9] E. Ancaya and R. Palomino, “Evaluación acústica y su consecuencia en la salud de los trabajadores de J&F Metalmecánica E.I.R.L.,” *Universidad César Vallejo*, pp. 1–73, 2020.
- [10] A. Cuza and F. Suárez, “Ruido y Salud: Intervenciones de Enfermería en la Unidad de Cuidados Intensivos.,” *Gaceta Medica Estudiantil*, vol. 4 (1), no. 2708–5546, pp. 1–13, 2023.
- [11] G. Júnior, I. de A. da Cunha, J. A. R. da Silva, L. D. Ramirio, A. B. da Silva, and F. F. Putti, “Vibração e ruído no posto de operação de um trator cafeeiro acoplado a um turbo pulverizador sob diferentes velocidades de trabalho,” *Concilium*, vol. 22, no. 2, pp. 118–130, 2022, doi: 10.53660/clm-098-119.
- [12] N. Chacon, “Evaluación y control de ruido ocupacional en la empresa minera de explotación,” 2020.
- [13] G. Caamaño, E. Torres Cueva, K. Escobar Segovia, C. Arias Ulloa, and D. Garcés León, “Exposición al ruido en el puesto de trabajo de perforista en una mina subterránea en el distrito minero Zaruma-Portovelo,” “Carácter” *Revista Científica de la Universidad Del Pacífico ISSN 2602-8476*, vol. 6, no. 1, 2018, doi: 10.35936/caracter.v6i0.39.
- [14] A. CUEVAS, “EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE CONTROL DE RUIDO MEDIANTE LA SELECCIÓN DE PROTECTORES AUDITIVOS EN LA COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A. TRABAJO,” 2019.
- [15] E. Garro A. and O. Tinoco, “Evaluación de los resultados de los exámenes médicos ocupacionales de la hipoacusia en trabajadores de una Planta de tintorería textil en Lima Años 2014 y 2017,” *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, vol. 23, no. 46, pp. 103–110, 2020, doi: 10.15381/iigeo.v23i46.19186.
- [16] Y. Palacios, P. A. Ceballos-Vásquez, and F. Rivera-Rojas, “Mental workload in faculty and consequences in their health: An integrative review,” *Brazilian Journal of Occupational Therapy*, vol. 29, 2021, doi: 10.1590/2526-8910.CTOAR21232808.
- [17] H. Briones, P. Carrasco-Alarcón, H. Sanhueza, N. Acevedo, R. Venturelli, and C. Morales, “Conocimiento de odontólogos chilenos sobre la pérdida auditiva generada por exposición ocupacional al ruido,” *Revista de la Facultad de Medicina*, vol. 69, no. 2, p. e79902, 2021, doi: 10.15446/revfacmed.v69n2.79902.
- [18] D. Romero, “Asociación de la exposición a ruido ocupacional con los niveles de presión arterial en trabajadores de una fábrica de cemento en los últimos 4 años,” 2020.
- [19] L. Simbaña Coronel, D. O. Campoverde Campoverde, and C. P. Cabascango Camuendo, “Evaluación del ruido laboral producido por equipos industriales en un taller mecánico,” *Conecta Libertad*, vol. 5, no. 3, pp. 13–26, 2021.
- [20] J. Córdova and D. Huaripata, “Evaluación del ruido ocupacional y su relación con problemas de salud en los conductores que laboran con vehículos menores (motokar) en la empresa mototaxis ‘El Ángel S.R.L.’, Tarapoto 2017,” 2018.
- [21] L. Morales, D. Salazar, S. Collantes Vaca, and J. Vásquez, “Implicaciones en la salud ocupacional por exposiciones de luz y ruido en trabajadores de manufactura de calzado,” *SATHIRI*, vol. 14, no. 1, p. 207, 2019, doi: 10.32645/13906925.817.
- [22] A. Caporale, L. Botti, F. G. Galizia, and C. Mora, “Assessing the impact of environmental quality factors on the industrial performance of aged workers: A literature review,” *Safety Science*, vol. 149, May 01, 2022, doi: 10.1016/j.ssci.2022.105680.
- [23] I. Halim, M. S. S. Mohamed, L. S. Jin, and A. H. Azani, “Design of noise insulator for metal stamping operation in manufacturing sector,” *International Journal of Integrated Engineering*, vol. 11, no. 8, pp. 19–24, 2019, doi: 10.30880/ijie.2019.11.08.003.
- [24] Z. Stockholm *et al.*, “A Quantitative General Population Job Exposure Matrix for Occupational Noise Exposure,” *Ann Work Expo Health*, vol. 64, no. 6, pp. 604–613, Jul. 2020, doi: 10.1093/annweh/wxaa034.
- [25] P. Arezes, J. Baptista, M. Barroso, P. Carneiro, P. Cordeiro, and N. Costa, “OCCUPATIONAL SAFETY AND HYGIENE III,” 2015.
- [26] J. Gomez, “EL RUIDO: EFECTOS PSICOLÓGICOS Y SU INCIDENCIA ECONÓMICA,” vol. 21, no. 1, pp. 75–82, 2011, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44172593005>
- [27] G. Coca, O. Castrillón, S. Ruiz, M. Sanz, and L. Jiménez, “Sustainable evaluation of environmental and occupational risks scheduling flexible job shop manufacturing systems,” *J Clean Prod*, vol. 209, pp. 146–168, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.10.193.
- [28] C. Yunet, B. Reyes, and Y. Sánchez, “Diseño de procedimiento para la gestión de ruido en empresas productivas cubanas,” vol. 28, 2022, [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0002-4641-1222>
- [29] M. Carrillo, J. Peralta, C. Severiche, V. Ortega, and L. Vargas, “Reducción de ruido industrial en un proceso productivo metalmecánico: Aplicación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma,” *Entre ciencia e ingeniería*, vol. 15, no. 30, pp. 41–48, Dec. 2021, doi: 10.31908/19098367.1819.
- [30] A. Diaz, G. Ramirez, and A. Lara, “Hipoacusia en Trabajadores Expuestos a Ruido Industrial en una

- Empresa de Matehuala San Luis Potosí,” vol. 13, no. 2, p. 53, Apr. 2021.
- [31] I. Kabe *et al.*, “A survey of the otoacoustic emissions (OAEs) of workers exposed to noise in manufacturing factories,” *Sangyo Eiseigaku Zasshi*, vol. 57, no. 6, pp. 306–313, 2015, doi: 10.1539/sangyoeisei.E15002.
- [32] B. Zamorano, V. Parra, I. Vargas, Y. Muraira, and C. Ramos, “Disminución Auditiva de Trabajadores Expuestos a Ruido en una Empresa Metalmeccánica,” 2009. [Online]. Available: www.cienciaytrabajo.cl
- [33] S. M. Cerro, D. Valladares, and M. J. Valladares, “Factores asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa metalmeccánica de Talara, Piura periodo 2015 - 2018,” vol. 13, no. 2, pp. 122–127, 2020, doi: 10.35434/rcmhnaaa.2020.132.658.
- [34] C. Severiche, V. Perea, and D. Sierra, “Ruido industrial como riesgo laboral en el sector metalmeccánico,” *Ciencia y Salud Virtual*, vol. 9, no. 1, pp. 31–41, Jul. 2017, doi: 10.22519/21455333.776.
- [35] K. Sun, A. S. Azman, H. E. Camargo, and P. G. Dempsey, “Risk assessment of recordable occupational hearing loss in the mining industry,” *Int J Audiol*, vol. 58, no. 11, pp. 761–768, Nov. 2019, doi: 10.1080/14992027.2019.1622041.
- [36] M. Boger, A. L. Sampaio, and C. A. C. P. de Oliveira, “Analysis of Hearing and Tinnitus in Workers Exposed to Occupational Noise,” *Int Tinnitus J*, vol. 20, no. 2, 2016, doi: 10.5935/0946-5448.20160017.
- [37] A. Montenegro, M. Campos, and J. Bergmann, “Modelamiento Predictivo de la Pérdida Auditiva Laboral, Relacionada con el Tratamiento de Absorción Acústica en una Industria Metal-Mecánica en Chile,” Mar. 2016. [Online]. Available: www.cienciaytrabajo.cl
- [38] M. Cortez, M. López, and B. Castillo, “EL RUIDO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR PRODUCTIVO, CAUSANTE DE ENFERMEDADES PROFESIONALES,” 2017.
- [39] A. Fajardo, J. Hernandez, Y. Gonzalez, H. Hernández, and M. Torres, “Percepción del riesgo mediante sus atributos psicosociales en trabajadores de la industria metalmeccánica en la ciudad de Bogotá, D.C (Colombia).,” pp. 79–86, 2018.
- [40] M. Gomez, J. Jaramillo, Y. Ceballos, A. Martinez, M. Velásquez, and E. Vásquez, “Ruido industrial: efectos en la salud de los trabajadores expuestos,” vol. 3, pp. 174–183, Jun. 2012.
- [41] Instituto Nacional de Calidad. (2010, Dec. 17). “Acoustics. Determination of occupational noise exposure - Engineering method”. Norma Técnica Peruana NTP-ISO 9612:2010.
- [42] Decreto Supremo 023-2017 EM, “D. S. 024-2016-EM,” vol. 324, pp. 1–234, 2017.
- [43] Acoustical Engineering & Sound Masking Experts. Soft dB. Accedido el 3 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.softdb.com/products/rapon-e2/>
- [44] PROTOCOLO SOBRE NORMAS MÍNIMAS PARA EL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE VIGILANCIA DE LA PÉRDIDA AUDITIVA POR EXPOSICIÓN A RUIDO EN LOS DIVISION DE POLITICAS PÚBLICAS SALUDABLES Y PROMOCIÓN DEPARTAMENTO DE SALUD OCUPACIONAL Santiago-Chile 2013 Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido (PREXOR)
- [45] C. Pérez, “Capítulo 8 Ruido,” *Unican*, pp. 255–278, 2020.
- [46] A. Otolaringología, *Exposición al ruido y su impacto en la salud*. 2017.
- [47] D. Escobar, M. D. J. Vivas-Cortés, C. P. Espinosa-Cepeda, A. M. Zamora-Romero, and M. E. Peñuela-Epalza, “Hearing loss symptoms and leisure noise exposure in university students in Barranquilla, Colombia,” *Codas*, vol. 34, no. 1, pp. 1–8, 2022, doi: 10.1590/2317-1782/20212020379.
- [48] F. Miyara, “NIVELES SONOROS,” *FCEIA*, pp. 1–2, 2007.
- [49] M. Sánchez, J. Valenzuela, and H. G. Fontecilla Sección Ruido Vibraciones, “METODOLOGÍAS PARA OBTENER LA DOSIS DE RUIDO DIARIA (DRD),” *Departamento de Salud Ocupacional*. pp. 1–10, 2014.
- [50] H. Patiño, “Comparativa de los niveles de ruido de la planta de asfalto con la legislación ecuatoriana y sus efectos en la audición de los trabajadores,” *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, vol. 6, no. 45, pp. 62–73, Sep. 2022, doi: 10.29018/issn.2588-1000vol6iss45.2022pp62-73.
- [51] C. Roberts, “Cirrus Research, S.L. - ¿Qué son las octavas y los filtros de tercio de banda de octava en un sonómetro?,” Cirrus S.L. Accessed: Sep. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.cirrusresearch.es/blog/2012/09/que-son-las-octavas-y-los-filtros-de-tercio-de-banda-de-octava-en-un-sonometro/>
- [52] A. Rodriguez, “DETERMINACIÓN DE LOS UMBRALES DE AUDICIÓN EN LA POBLACIÓN ESPAÑOLA. PATRONES,” 2015.
- [53] S. Gwirc, D. Lupi, and D. Brengi, “Sistema de análisis de traslación humana usando un acelerómetro,” *Microelectronica ...*, pp. 219–224, 2010.
- [54] C. Campoverde, “Mitigación del ruido ocupacional en el área de preparación de una industria empacadora y procesadora de atún,” *Ecuadorian Science Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2017, doi: 10.46480/esj.1.1.1.
- [55] L. Ruiz, “Efectos del Ruido en la Salud de los Trabajadores de una Empresa de la Construcción,” *Universidad Central Del Ecuador*, pp. 1–118, 2017.
- [56] W. John, G. Sakwari, and S. Mamuya, “Noise exposure and self-reported hearing impairment among gas-fired electric plant workers in Tanzania,”

- Ann Glob Health*, vol. 84, no. 3, pp. 523–531, 2018, doi: 10.29024/AOGH.2305.
- [57] A. Europea, “Reducción y control del ruido,” *Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo*, vol. 1, no. 58, pp. 1–2, 2005.
- [58] H. Ramírez, “Estudio de ruido ocupacional para la prevención de la pérdida auditiva, en la planta concentradora de minerales Santa Rosa de Jangas de la UNASAM-2017,” 2017.
- [59] Rimac, “Conceptos y definiciones de Higiene Ocupacional Conceptos y definiciones de Higiene Ocupacional,” *Técnico: Salud e higiene ocupacional*, p. 2, 2017.
- [60] Y. González, “Funciones que caracterizan la gestión de seguridad industrial, ambiente e higiene ocupacional,” *Maya - Revista de Administración y Turismo*, vol. 2, no. 1, pp. 35–48, 2021, doi: 10.33996/mayav2i1.3.
- [61] Ministerio de Salud, “Resolucion Ministerial N°312-2011-Minsa: Protocolos de Exámenes Medico Ocupacionales y Guías de Diagnostico de los Exámenes Medicos Obligatorios por Actividad,” no. 3, pp. 1–42, 2011.
- [62] C. Gisela, F. Salgado, and V. William, “Management of occupational exposure to noise at the technology transfer center for training and research in vehicle emission control (CCICEV) of the escuela politécnica nacional,” *Revista Politecnica*, vol. 48, no. 2, pp. 21–32, 2021, doi: 10.33333/rp.vol48n2.02.
- [63] A. Aceituno *et al.*, “Guía técnica guía para la selección y control de protectores auditivos,” *Instituto de Salud Pública*, vol. 01, pp. 1–16, 2015.
- [64] W. Rodríguez, “Los primeros grupos anti-ruido con sus campañas por la lucha de un «Día sin ruido»,” *Ecos (Montevideo)*, vol. 2, no. 1, 2021, doi: 10.36044/ec.v2.n1.2.