



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

CARRERA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

**Propuesta de medidas preventivas para gestionar el factor
de riesgo ruido en la fabricación de productos industriales
en la ciudad de Riobamba, CR Metal**

Trabajo de titulación curricular previo a la obtención del título de:

LICENCIADO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Autor: Paucar Evas, Iván

Directora: Luzuriaga Zárate, Tania Eudelia

RIOBAMBA
2024



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2024

Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular

Loja, 27 de septiembre del 2024

Magíster.

Cesar Octavio Ramírez García

Director de la carrera de Seguridad y Salud Ocupacional

Ciudad.

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Integración Curricular denominado: Propuesta de medidas preventivas para gestionar el factor de riesgo ruido en la fabricación de productos industriales, realizado por Paucar Evas Iván ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Directora: Mgtr. Tania Eudelia, Luzuriaga Zárate

C.I.:1104012735

Correo electrónico: teluzuriaga@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Paucar Evas Iván, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: Propuesta de medidas preventivas para gestionar el factor de riesgo ruido en la fabricación de productos industriales en la ciudad de Riobamba, CR Metal, de carrera de Seguridad y Salud Ocupacional, específicamente de los contenidos comprendidos en: el marco teórico, metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones, siendo la directora Tania Eudelia Luzuriaga Zárate del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad", en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Autor: Paucar Evas Iván

C.I.: 0603994666

Correo electrónico: ipaucar@utpl.edu.ec

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada, en primer lugar, a mis padres, JOSE PAUCAR y MARIA EVAS, quienes me han proporcionado un ejemplo inquebrantable de dedicación y esfuerzo. Su apoyo incondicional ha sido la base sobre la cual he construido mi trayectoria académica.

Dedico también este trabajo a mi esposa, LUZMILA TAYUPANDA, por su inquebrantable apoyo y por ser mi compañera en cada paso de este arduo pero gratificante camino. Su comprensión y paciencia han sido esenciales para la culminación de esta tesis.

Finalmente, dedico esta obra a todos aquellos que han contribuido directa o indirectamente a mi formación profesional y personal. A todos ellos, les debo una parte de este logro.

Agradecimiento

En primer lugar, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a la Mgtr. Tania Eudelia Luzuriaga Zárate, mi director de tesis, por su excepcional mentoría y orientación durante todo el proceso de investigación. Su profundo conocimiento y su enfoque riguroso han sido invaluable para la realización de este trabajo.

Agradezco igualmente a los profesores del UTPL, cuyas enseñanzas y contribuciones académicas han sido fundamentales en la formación de los cimientos teóricos y metodológicos de esta tesis.

A mis colegas y compañeros de investigación, les extiendo mi gratitud por su colaboración y por las discusiones constructivas que han enriquecido este trabajo.

Mi reconocimiento también a los participantes y colaboradores externos que aportaron datos y opiniones cruciales para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, quiero expresar un sincero agradecimiento a mi familia. A mis padres, por inculcarme los valores del esfuerzo y la perseverancia. Y, muy especialmente, a mi esposa, LUZMILA TAYUPANDA, cuya paciencia, apoyo emocional y comprensión han sido fundamentales durante todo este proceso. Su aliento constante y su confianza en mis capacidades han sido el motor que me ha impulsado a alcanzar esta meta.

Índice de contenido

Carátula	II
Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Índice de contenido.....	VII
Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Capítulo uno	5
Marco teórico	5
1.1 Marco legislativo	5
1.2 Marco conceptual	7
1.2.1 <i>Identificación de riesgos</i>	7
1.2.2 <i>Ruido</i>	8
1.2.3 <i>Ruido ocasionado por la actividad industrial</i>	9
1.2.4 <i>Descriptorios del ruido ambiental</i>	9
1.2.5 <i>Métodos y técnicas de medición del ruido</i>	10
1.2.6 <i>Tipos de ruido</i>	10
1.2.7 <i>Características del ruido</i>	10
1.2.8 <i>Dosis de ruido</i>	12
1.2.9 <i>Tipos de Ruido</i>	13
1.2.10 <i>Decibel (dB)</i>	14
1.2.11 <i>Instrumentos de medición</i>	15
1.2.12 <i>Atenuación por equipos de protección</i>	15

1.2.13 Estrategias de medición del Ruido	15
1.2.14 Estrategia basada en la jornada completa.....	16
1.2.15 Efectos del ruido en la salud.....	17
1.2.16 Factores que influyen en la exposición al ruido.....	19
1.2.17 Valoración o evaluación de los riesgos físicos	20
1.2.18 Procedimiento de medida del ruido.....	20
1.2.19 La industria metalúrgica.....	22
1.2.20 Soldadura.....	25
Capítulo dos	27
Metodología.....	27
2.1 Ubicación	27
2.2 Tipo de estudio.....	27
2.3 Materiales y equipos.....	27
2.4 Procedimiento	29
2.4.1 Identificar las fuentes de ruido y los momentos de mayor exposición en la empresa CR Metal, en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba	29
2.4.2 Realizar mediciones de ruido en el ambiente de trabajo en la empresa CR Metal, en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba	30
2.4.3 Sensibilizar a los trabajadores, mediante charlas preventivas sobre los efectos nocivos del factor de riesgo ruido y la importancia del uso de EPP.....	31
2.5 Recopilación y análisis de datos	32
Capítulo tres	33
Resultados	33
3.1 Identificar las fuentes de ruido y los momentos de mayor exposición en la empresa	33
3.2 Determinación de la atenuación de acuerdo con el EPP	38
3.3 Resultados de la sensibilización a los trabajadores	42
Conclusiones	44

Recomendaciones.....	45
Referencias	46

Índice de tablas

Tabla 1 Exposiciones permisibles (Legislación Aplicable)	14
Tabla 2 Selección de la estrategia de medición según el patrón de trabajo	16
Tabla 3 Áreas de producción con mayores niveles de ruido laboral	30
Tabla 4 Nivel sonoro continuo equivalente obtenido para el área 2	33
Tabla 5 Identificar las fuentes de ruido y los momentos de mayor exposición en la empresa.....	34
Tabla 6 Nivel de exposición por atenuación	39
Tabla 7 Propuestas de medidas preventivas	41

Índice de figuras

Figura 1 Equipo de medición de ruido SM-130DB	28
Figura 2 Sonómetro ubicado en el área de trabajo	31
Figura 3 Áreas de trabajo y nivel de ruido	35
Figura 4 Área de trabajo 2.....	36
Figura 5 Área de trabajo 3.....	37
Figura 6 Área de trabajo 7.....	37
Figura 7 Protector auditivo Fono CM 502, marca Stelpr	38

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar las medidas preventivas para gestionar el factor de riesgo ruido. La metodología aplicada fue descriptiva y cuantitativa, utilizando herramientas como el sonómetro SM-130DB para medir los niveles de ruido en diversas áreas de trabajo, con un enfoque particular en las áreas de producción donde se utilizan máquinas de corte, compresores, tornos, y equipos de soldadura y oxicorte. La recolección de datos se realizó mediante inspecciones visuales y mediciones acústicas, enfocándose en los períodos de mayor actividad entre las 8:00 am y las 11:00 am, que se identificaron como los momentos de mayor exposición al ruido. Los resultados indicaron niveles significativos de ruido, con promedios que alcanzaron los 95 dB, superando los límites normativos de 85 dB. Sin embargo, el uso efectivo de protectores auditivos logró reducir la exposición a niveles aceptables según la normativa vigente. Las conclusiones del estudio resaltan la importancia de las medidas preventivas en CR Metal, incluyendo la correcta utilización de EPP y la necesidad de ajustes operativos para reducir la exposición al ruido.

Palabras clave: medidas preventivas, riesgo ruido, CR Metal.

Abstract

This study aimed to analyze preventive measures for managing noise as a risk factor. A descriptive and quantitative methodology was applied, using tools like the SM-130DB sound level meter to measure noise levels in various work areas, particularly focusing on production areas where cutting machines, compressors, lathes, and welding and oxy-acetylene equipment are used. Data collection was conducted through visual inspections and acoustic measurements, focusing on the periods of highest activity between 8:00 am and 11:00 am, identified as the times of greatest noise exposure. The results indicated significant noise levels, with averages reaching 95 dB, exceeding the regulatory limit of 85 dB. However, the effective use of hearing protectors managed to reduce exposure to acceptable levels according to current regulations. The study's conclusions highlight the importance of preventive measures at CR Metal, including the proper use of PPE and the need for operational adjustments to reduce noise exposure.

Keywords: preventive measures, noise risk, CR Metal

Introducción

El ruido en las industrias metalúrgicas es un factor de riesgo significativo debido a la utilización de maquinaria pesada como tornos, prensas, soldadoras y equipos de corte. Estos equipos generan niveles de ruido que frecuentemente exceden los límites permisibles establecidos por las normativas de salud ocupacional. La exposición prolongada a estos niveles de ruido puede causar pérdida auditiva temporal o permanente, así como otros problemas de salud como estrés, aumento del ritmo cardíaco y trastornos del sueño. Además, el ruido en estas industrias no solo afecta a los trabajadores directamente involucrados en la operación de la maquinaria, sino también a aquellos en áreas circundantes debido a la propagación del sonido a través de las instalaciones industriales.

Para gestionar el riesgo del ruido en la industria metalúrgica, es crucial implementar medidas preventivas y de control. Esto incluye la identificación y evaluación de las fuentes de ruido, el uso de equipos de protección personal (EPP) como protectores auditivos, y la instalación de barreras acústicas alrededor de las máquinas ruidosas.

El ruido especialmente en entornos industriales como el de CR Metal, presenta desafíos significativos debido a su potencial para causar daños auditivos y otros efectos adversos en la salud de los trabajadores, debido a la presencia de máquinas de corte, compresores, tornos, y equipos de soldadura y oxicorte, exponiendo al personal a riesgos considerables, que pueden afectar su bienestar y productividad.

En este contexto, la presente investigación aborda directamente la problemática del ruido en CR Metal mediante la evaluación cuantitativa de los niveles de ruido y la efectividad de los protectores auditivos. Al identificar los momentos y áreas de mayor exposición al ruido, se propician estrategias de mitigación que aseguran la salud y seguridad de los trabajadores, alineadas con la normativa vigente. Por lo que, el estudio se enfocó en medir y analizar los niveles de ruido en el ambiente laboral de CR Metal, específicamente en las áreas de producción más ruidosas. Los objetivos incluyeron la identificación de fuentes de ruido críticas y la evaluación de la eficacia de los EPP en la reducción de la exposición al ruido a niveles seguros.

Los objetivos de esta investigación son identificar las principales fuentes de ruido y los momentos de mayor exposición, realizar mediciones detalladas de los niveles de ruido en el ambiente laboral, y sensibilizar a los trabajadores sobre los efectos nocivos del ruido y la importancia del uso de equipos de protección personal (EPP). La metodología empleada es descriptiva y cuantitativa, utilizando herramientas como el sonómetro SM-130DB para mediciones acústicas precisas, y observaciones visuales para la recopilación de datos complementarios. La colaboración del personal de CR Metal, lo que facilitó la recopilación de datos precisos.

La información recolectada y analizada se presentó en varios capítulos a saber, en el primer capítulo corresponde al Marco Teórico, en el cual se presentan las teorías que sustentan la investigación, así como el contexto legislativo y conceptual del ruido, métodos de medición, y estrategias de mitigación. En el capítulo dos, se describe la metodología, que incluye el diseño del estudio, su ubicación, tipo, materiales y procedimientos utilizados para la recolección y análisis de datos.

En el capítulo tres, se presentan los Resultados obtenidos, destacando los niveles de ruido registrados en las áreas de trabajo más críticas, la efectividad de los EPP empleados y los resultados de las charlas preventivas impartidas a los trabajadores. Los hallazgos indican que los niveles de ruido en CR Metal superan los límites normativos, pero la correcta utilización de protectores auditivos logra reducir la exposición a niveles aceptables. Las conclusiones subrayan la importancia de las medidas preventivas y sugieren mejoras operativas y de formación para asegurar un entorno laboral más seguro y saludable.

En resumen, este estudio proporciona una base sólida para la implementación de estrategias de control del ruido más efectivas en la industria metalúrgica, contribuyendo al bienestar y productividad de los trabajadores en CR Metal. Los resultados no solo benefician a la empresa en términos de cumplimiento normativo, sino que también mejoran la calidad de vida laboral de los empleados, reduciendo su riesgo de enfermedades auditivas y otros problemas relacionados con la exposición prolongada al ruido.

Capítulo uno

Marco teórico

1.1 Marco legislativo

La legislación se sustentará en una estructura legal contemplada en: La Constitución de la República del Ecuador (2008), en donde se manifiesta que “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” (Art. 326, núm. 5) .

En la Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2003) La Decisión 584, Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, establece en su Artículo 11 que es obligatorio implementar medidas en todos los lugares de trabajo para reducir los riesgos laborales. Por otro lado, el Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, bajo el número 957, especifica que cualquier incumplimiento por parte del empleador respecto a las normativas de seguridad y salud laboral conlleva responsabilidades definidas por la legislación de cada país miembro, dependiendo del grado de incumplimiento y las correspondientes sanciones aplicables.

La Ley de Seguridad Social (2011), establece en el Título VII, Art. 155 que el Seguro General de Riesgos del trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluida la rehabilitación física, mental y la reinserción laboral.

En el Decreto Ejecutivo 2393 (2016) el establece en su Artículo 11 num. 2, que “Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas; adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.”

En el Acuerdo Ministerial 1404 correspondiente al Reglamento de los Servicios Médicos de las Empresas (1979) especifica en el Capítulo II, Artículo 5, Literal g, que está prohibida la exposición a niveles de ruido continuo e intenso que superen los límites máximos permitidos.

Según el Código del Trabajo (2020) con la finalidad de mantener actualizada la legislación laboral, mediante el registro No. 167 del 16 de diciembre de 2005, se expidió la Codificación del 8 Código del Trabajo. En cuyo Título IV de los riesgos del trabajo, en su capítulo uno se describen aspectos como la determinación de los riesgos y la responsabilidad del empleador, accidentes de trabajo, enfermedades profesionales, las indemnizaciones; prevención de los riesgos laborales, medidas de seguridad e higiene, puestos de auxilio, y disminución de la capacidad para el trabajo.

De acuerdo al Título IV del párrafo 1ro, hace referencia a las indemnizaciones en caso de accidentes como: asistencia en caso de accidentes, cálculo de indemnizaciones para el trabajador no afiliado al IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social), muerte por accidente de trabajo, indemnización por incapacidad permanente, indemnización por incapacidad temporal, accidentes en trabajo ocasional (Código del Trabajo, 2020).

Seguido del párrafo 2do, en el que se describen las indemnizaciones por enfermedades profesionales en la que se hace referencia al Art. 363 del código de trabajo en la que existe la clasificación de enfermedades infecciosas y parasitarias (Código del Trabajo, 2020).

El Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (2011) establece la protección al afiliado y empleado, mediante los programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, accidentes del trabajo y enfermedades profesionales u ocupacionales.

En su capítulo XI menciona acerca de la Prevención de Riesgos del Trabajo, en su Art. 53 sobre Principios de acción preventiva se fundamenta en aspectos como el control de riesgos en su origen, en el medio o finalmente en el receptor; identificación de peligros, medición, evaluación y control de los riesgos en los ambientes laborales; información, formación, capacitación y adiestramiento a los trabajadores en el desarrollo seguro de sus actividades, asignación de las tareas en función de las capacidades de los trabajadores entre otras (Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2016).

Conjuntamente en su Art. 55 nos describe los mecanismos de obligatoriedad que las empresas deben cumplir en tema de Prevención de Riesgos del Trabajo, tales como (Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2016):

- Identificación de peligros y factores de riesgos,
- Medición de factores de riesgos,
- Evaluación de factores de riesgos,
- Control operativo integral,
- Vigilancia ambiental laboral y de la salud,
- Evaluaciones periódicas

1.2 Marco conceptual

1.2.1 Identificación de riesgos

La identificación de riesgos es una etapa fundamental en la práctica del trabajo industrial, e indispensable para una planificación adecuada de la evaluación de riesgos y de las estrategias de control, así como para el establecimiento de prioridades de acción las cuales benefician a los trabajadores. Un diseño adecuado de las medidas de control requiere, asimismo, la caracterización física de las fuentes contaminantes y de las vías de propagación de los agentes contaminantes (Caiza, 2015).

La identificación de riesgos permite determinar lo siguiente (Caiza, 2015):

- Los agentes que pueden estar presentes y en qué circunstancias.
- La naturaleza y la posible magnitud de los efectos nocivos para la salud y el bienestar.

La identificación de agentes peligrosos, sus fuentes y las condiciones de exposición requiere un conocimiento exhaustivo y un estudio detenido de los procesos y operaciones de trabajo, las materias primas y las sustancias químicas utilizadas o generadas, los productos finales y los posibles subproductos, así como la eventual formación accidental de sustancias químicas, descomposición de materiales, quema de combustibles o presencia de impurezas. La determinación de la naturaleza y la magnitud potencial de los efectos biológicos que estos

agentes pueden causar si se produce una exposición excesiva a ellos exige el acceso a información toxicológica (Caiza, 2015).

Los agentes que plantean riesgos para la salud en el medio ambiente de trabajo pueden agruparse en las siguientes categorías: contaminantes atmosféricos; sustancias químicas no suspendidas en el aire; agentes físicos, como el calor y el ruido; agentes biológicos; factores ergonómicos, como unas posturas de trabajo o procedimientos de elevación de pesos inadecuados, y factores de estrés psicosocial (Caiza, 2015).

1.2.2 Ruido

Según García (2022), el ruido es un sonido no deseado cuyas consecuencias son una molestia para el público, con riesgo para su salud física mental, mientras que el sonido como la sensación producida en el órgano del oído por las vibraciones de los cuerpos, transmitidas a través del medio como el aire. Bruel y Kjaer (2016), mencionan que el ruido es un sonido molesto y desagradable, que puede consistir de un tono puro simple, pero en la mayoría de los casos contiene muchos tonos a diferentes frecuencias e intensidades.

La perturbación generada por un sonido no solamente depende de su nivel, la frecuencia también afecta la perturbación; a mayores frecuencias las molestias son más pronunciadas que a bajas frecuencias. Al mismo nivel sonoro, los tonos puros perturban más que un sonido complejo cargado de muchos tonos (Kjaer, 2016).

La variedad de ruidos que una persona normal puede percibir es infinita. Las principales variables que definen físicamente a un ruido son: sus componentes espectrales, su dinámica temporal, sus amplitudes, sus fases relativas y su duración. La combinación de estas variables físicas en todos sus rangos de acción, hacen del sonido un fenómeno físico complejo (Kjaer, 2016).

Harris (2016), menciona que es un sonido desagradable y molesto, con niveles excesivamente altos que son potencialmente nocivos para la audición. Existen varios mecanismos de exposición a un ambiente ruidoso, esto puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva y dependerá de ello la profundidad y la rapidez con la que

se desarrolle la pérdida auditiva, aunque en cualquiera de estos casos, es lamentablemente irreversible.

1.2.3 Ruido ocasionado por la actividad industrial

Se puede dividir en dos categorías (Fathur et al., 2024):

- Ruidos producidos por el ambiente externo que afecta a la población que habita en el entorno de las industrias.
- Ruidos producidos al interior de la instalación industrial, que afecta al ambiente externo es función de varios parámetros: distancia de las zonas habitacionales a la implantación industrial, tamaño de la industria, mediadas de protección contra el ruido, tráfico en la zona, incidencia de otras fuentes de ruido industriales.

1.2.4 Descriptores del ruido ambiental

Nivel de presión sonora (L_p). La relación entre la máxima y la mínima presión sonora que el oído puede percibir, es de 1'000000 de veces (20 Pascal/2 x 10⁻⁶ Pascal) es por ello que resulta conveniente emplear la escala logarítmica pues permite no manejar números muy pequeños o excesivamente grandes (Chilcón, 2018).

Nivel de presión sonora

$$L_p = 10 \log(P_o)$$

Donde la presión de referencia (P_o) es 20 μ Pa, P_{rms} es la presión sonora. (Harris, 1996).

Nivel de presión sonora continuo equivalente ($L_{eq,T}$). Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el cuadrado de la presión sonora cuadrática media durante un intervalo de tiempo determinado y la presión sonora de referencia, donde la presión sonora se obtiene con una ponderación en frecuencia normalizada (Harris, 2016).

El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A es

$$L_{aeq,T_i} = 10 \text{ LOG} \left[\frac{1}{T} \int_T P_a^2(t) / P_o^2 dt \right]$$

Dónde:

$P_A(t)$ es la presión sonora instantánea ponderada A, a lo largo del tiempo variable t.

PO es la presión sonora referencial (igual a $20 \mu\text{Pa}$) (Harris, 2016).

1.2.5 Métodos y técnicas de medición del ruido

Los sonómetros.- Son aparatos para la medida del nivel de presión sonora ponderado en frecuencia y en tiempo. La mayoría de estos equipos son de tamaño pequeño, poco peso y funcionan a pilas (Bolaños, 2018).

Procedimiento de medida

Según Bolaño (2018) el procedimiento de medida es el siguiente:

- Determinar qué cantidades hay que medir.
- Seleccionar los instrumentos. Resulta útil hacer un diagrama de bloques de todos los instrumentos y equipamientos de ensayo.
- Determinar el número mínimo de posiciones del micrófono y su localización.
- Comprobar la sensibilidad del sistema de medida, realizando todas las calibraciones necesarias
- Medir el nivel de ruido acústico.
- Medir los valores sonoros de la fuente, anotando todos los valores de los parámetros relevantes seleccionados en los instrumentos.
- Aplicar todas las correcciones necesarias en las medidas observadas.
- Hacer un registro de los datos relevantes

1.2.6 Tipos de ruido

A continuación, se describen los distintos tipos de ruidos, junto con sus principales características (Garavito, 2020):

- Ruido continuo: Se manifiesta cuando el nivel de presión sonora se mantiene casi constante durante el periodo de observación, como a lo largo de una jornada laboral. Un ejemplo de esto sería el sonido producido por un motor eléctrico.
- La amplitud de la señal, aunque no sea fija, siempre mantiene valores que nunca llegan a ser cero o muy cercanos a cero. En otras palabras, la señal no tiene un valor constante, pero su valor medio sí lo es.
- Ruido intermitente: Caracterizado por caídas

abruptas hasta el nivel ambiental de manera intermitente, volviendo a alcanzar el nivel superior. Este nivel superior debe mantenerse durante más de un segundo, antes de producirse una nueva caída. Un ejemplo sería el sonido de un taladro en funcionamiento.

- Ruido de impacto: Se define por una subida repentina de ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos, con una duración total de menos de 500 milisegundos. Ejemplos incluyen el arranque de compresores, el impacto de carros, o el cierre y apertura de puertas.

1.2.7 Características del ruido

El ruido presenta grandes diferencias, con respecto a otros contaminantes, las cuales se presentan a continuación (Deswal, 2023):

- Es el contaminante más barato.
- Es fácil de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- No se traslada a través de los sistemas naturales.
- Se percibe solo por un sentido: el Oído, lo cual hace subestimar su efecto; (esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor, tacto y sabor).
- Se trata de una contaminación localizada, por lo tanto afecta a un entorno limitado a la proximidad de la fuente sonora.
- Los efectos perjudiciales, en general, no aparecen hasta pasado un tiempo largo, es decir, sus efectos no son inmediatos.
- A diferencia de otros contaminantes es frecuente considerar el ruido como un mal inevitable y como el resultado del desarrollo y del progreso.

1.2.8 Dosis de ruido

La dosis de ruido es la relación entre el tiempo real de exposición y el tiempo permitido para una jornada laboral (Lowry et al., 2022). Cuando la exposición diaria al ruido se compone de dos o más períodos de exposición a distintos niveles, se debe tomar en consideración el efecto global, en lugar del efecto individual de cada período (Garavito, 2020).

Para calcular una dosis D promedio para toda la jornada laboral, se utiliza la siguiente ecuación:

$$D = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} + \dots + \frac{Cn}{Tn}$$

Donde:

D: Es dosis promedio.

C: Es el tiempo real de exposición para cada nivel de presión sonora (NPS). T: Es el tiempo máximo de exposición permitido a cada nivel de presión sonora (NPS).

Las exposiciones inferiores a 90 dB(A) no se tendrán en cuenta en los cálculos anteriormente citados (Garavito, 2020).

Dosis > 1: El trabajador se encuentra sobre-expuesto a ruido. El empresario deberá tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límite de exposición, determinar las razones de la sobre exposición, corregir las medidas de prevención y protección, a fin de evitar que vuelva a producirse una reincidencia. Dosis = 1: El trabajador se encuentra en el umbral (Lee et al., 2023).

Dosis < 1: El trabajador no se encuentra sobre-expuesto a ruido, siendo necesario aplicar un seguimiento permanente y los correctivos correspondientes, cuando la dosis esté por encima de aquella que indica el nivel de acción (0.5) (Garavito, 2020). Mapfre (2013), “manifiesta que el sonido tiene tres cualidades, que son: intensidad, tono y timbre” (p. 428).

- Intensidad: Según sea la vibración de un foco sonoro así será la amplitud, la intensidad es proporcional al cuadrado de dicha amplitud y podemos así clasificar los sonidos en fuertes o débiles (Tyas, 2023).

- **Tono:** Es una cualidad mediante la cual distinguimos los sonidos en graves o agudos, de forma que; la sensación sonora aguda procede de sonidos producidos por focos sonoros que vibran a frecuencias elevadas. La sensación sonora grave procede de sonidos producidos por focos sonoros que vibran a frecuencias bajas (Mapfre, 2013).
- **Timbre:** Cualidad mediante la cual podemos distinguir dos sonidos de igual intensidad e idéntico tono que han sido emitidos por focos sonoros diferentes.

1.2.9 Tipos de Ruido

El ruido se define como el sonido o grupo de sonidos de gran intensidad que puede ocasionar dolencias o interferencias en la comunicación por ello que Mapfre (2013) “establece una división que, en principio, nos parece sencilla y que engloba la mayor parte de los casos que se presentan en la realidad industrial” (p. 443). A continuación se describen cada uno de los distintos tipos de ruido, según establece Mapfre (2013):

- **Ruido Estable:** De banda ancha y nivel prácticamente constante que presenta fluctuaciones (± 5 dB) durante el periodo de observación
- **Ruido Intermitente fijo:** En el que se producen caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior fijo. El nivel superior debe mantenerse durante más de un segundo ante de producirse una nueva caída de nivel ambiental.
- **Ruido Intermitente variable:** Está constituido por una sucesión de distintos niveles de ruidos estables.
- **Ruido fluctuante:** Durante la observación, este ruido varía continuamente sin apreciarse estabilidad
- **Ruido de impulso/impacto:** Se caracteriza por una elevación brusca de ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos y una duración total de menos de 500 milisegundos, el tiempo transcurrido entre crestas ha de ser igual o superior a un segundo.

1.2.10 Decibel (dB)

Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora (Quito, 2018).

1.2.10.1. Nivel de escucha de máximo confort . Según Toribio et al. (2018), en Ecuador se aplica el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo Decreto Ejecutivo 2393, en el cual establece en su artículo 55, que, para el caso de ruido, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla.

Tabla 1

Exposiciones permisibles (Legislación Aplicable)

Nivel sonoro /dB (Alento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Nota. Tomado de "Ruido Ambiental, Seguridad y Salud industrial, tecnología y desarrollo" por A. Toribio et al., 2019

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) no deberá ser mayor a 1 caso contrario se considera una sobre exposición y el tiempo de exposición permitido según la dosis obtenida se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación (Toribio et al., 2018).

$$T_n = \frac{C_n}{D}$$

Dónde:

C = Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico.

T = Tiempo total permitido a ese nivel.

D= Dosis de ruido

La dosis de ruido diaria otorga directamente el equipo de medición, ocupando el dato mayor en los días medidos para el cálculo del tiempo total permitido.

1.2.11 Instrumentos de medición

- **Sonómetro.** - Es un aparato normalizado que permite la medición del nivel de presión acústica, expresando dicha medida en decibelios. Para que el sonómetro ofrezca mediciones de confianza, debe calibrarse periódicamente común aparato denominado calibrador (Frías, 2018).
- **Dosímetros.** - Un dosímetro es un aparato de medida que está destinado a medir dosis de ruido recibida por un trabajador durante parte o toda su jornada de trabajo. Lleva incorporado un sistema lector en el que se expresa la dosis acumulada en el tiempo que ha estado funcionando (Frías, 2018).

1.2.12 Atenuación por equipos de protección

Los equipos de protección auditivo son dispositivos que se coloca el trabajador expuesto al ruido con el propósito de reducir su percepción. Existen diversos procedimientos para calcular el nivel de presión acústica ponderado A otorgado con el uso de un protector auditivo (Sánchez, 2018):

- Método de bandas de octava (exacto)
- Método HML, donde H= atenuación a alta frecuencia, M= atenuación a media frecuencia y L= atenuación a baja frecuencia
- Método SNR, el cual es el índice de reducción único.

1.2.13 Estrategias de medición del Ruido

Existen tres estrategias de medición para determinar la exposición al ruido: medición basada en la tarea, medición basada en la función, medición basada en la jornada completa, la elección de una de ellas dependerá del análisis realizado a las condiciones de los puestos de trabajo de la empresa en cuestión (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

[INSTH], 2022). A continuación, se presenta una guía para la selección de la estrategia de medición según el patrón de trabajo.

Tabla 2

Selección de la estrategia de medición según el patrón de trabajo

Patrón de trabajo		Basado en la Tarea	Basado en el puesto de trabajo (función)	Basado en la jornada completa
Puesto fijo	Tarea sencilla o única operación.	Recomendada		
Puesto fijo	Tarea compleja o varias operaciones	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Puesto móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas.	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Puesto móvil	Trabajo definido con muchas tareas o con un patrón de trabajo complejo.	Aplicable	Aplicable	Recomendada
Puesto móvil	Patrón de trabajo impredecible.		Aplicable	Recomendada
Puesto fijo o móvil	Tarea compuesta de muchas Operaciones cuya duración es impredecible.		Recomendada	Aplicable
Puesto fijo o móvil	Sin tareas asignadas, trabajo con unos objetivos a conseguir		Recomendada	Aplicable

Nota. Adaptado de “Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente” por INSHT, 2022

1.2.14 Estrategia basada en la jornada completa

La estrategia de evaluar la jornada completa de trabajo es beneficiosa, ya que abarca tanto los momentos de exposición alta al ruido como los periodos de menor nivel, incluso los

considerados "silenciosos". Esta aproximación es útil cuando resulta difícil o poco práctico describir o segmentar el patrón de trabajo, similar a lo que sucede con la estrategia centrada en el puesto de trabajo. Es especialmente recomendada cuando la exposición al ruido es desconocida o variable, o cuando es difícil preverla debido a la complejidad del entorno laboral (INSHT, 2022).

Este enfoque se emplea también cuando se busca cubrir todas las posibles contribuciones a la exposición al ruido con total certeza. Al evaluar la jornada completa, se garantiza una comprensión exhaustiva de la exposición al ruido durante todo el período de trabajo, lo que permite una evaluación más precisa de los riesgos para la salud auditiva de los trabajadores y facilita la implementación de medidas de control adecuadas (INSHT, 2022).

Los instrumentos más comúnmente empleados en esta estrategia son los dosímetros, así mismo es recomendable la realización de entrevistas con los trabajadores y los supervisores e incluso la realización de mediciones puntuales para verificar los niveles de exposición al ruido registrados por los dosímetros, todo ello con el objetivo de confirmar, en la medida de lo posible, la validez de las mediciones (INSHT, 2022).

Para la obtención de la dosis de ruido deben realizarse tres mediciones en tres jornadas de trabajo representativas de la exposición al ruido. Aunque siempre que sea posible, debe cubrirse la jornada completa de trabajo, hay ocasiones en las que esto no es posible. En esos casos, se medirá la mayor parte de la jornada que sea factible, asegurándose de cubrir todos los períodos de exposición significativa (Denisov, 2018).

Si los resultados de las tres jornadas medidas difieren en 3dB o más, esto claro está considerando el L_{Aeq} , deberán medirse, al menos, dos jornadas más (INSHT, 2022).

Dónde:

L_{Aeq} , = Nivel acústico equivalente arrojado por el dosímetro y registrado en decibeles.

1.2.15 Efectos del ruido en la salud

Existe una relación directa entre el ruido y el oído, que su función es de la recepción de los sonidos, por tal motivo es racional pensar que el oído sufra algún tipo de daño por la exposición constante al ruido, la principal afección que puede sufrir el oído es la pérdida de

la audición, que puede ser permanente. Además, por la exposición a ruido pueden producirse efectos no auditivos que afecten al ser humano, Garcia (2022), manifiesta que los posibles efectos que puede tener el ruido en la salud pueden ser psicológicos (irritabilidad, agresividad, alteraciones del sueño, etc.) y fisiológicos (sordera, aumento del ritmo cardiaco, presión sanguínea, trastornos digestivos, etc.).

- **Pérdida temporal de audición**

Al cabo de breve tiempo en un lugar de trabajo ruidoso a veces se nota que no se puede oír muy bien y que le zumban los oídos. Se denomina *desplazamiento temporal del umbral* a esta afección. El zumbido y la sensación de sordera desaparecen normalmente al cabo de poco tiempo de estar alejado del ruido (Toribio et al., 2018).

- **Pérdida permanente de audición**

Con el paso del tiempo, después de haber estado expuesto a un ruido excesivo durante demasiado tiempo, los oídos no se recuperan y la pérdida de audición pasa a ser permanente. La pérdida permanente de audición no tiene cura. Este tipo de lesión del sentido del oído puede deberse a una exposición prolongada a ruido elevado o, en algunos casos, a exposiciones breves a ruidos elevadísimos (Toribio et al., 2018).

- **Otros efectos**

Además de la pérdida de audición, la exposición al ruido en el lugar de trabajo puede provocar otros problemas, entre ellos problemas de salud crónicos (Lee et al., 2023):

- El ruido aumenta la tensión, lo cual puede dar lugar a distintos problemas de salud, entre ellos trastornos cardíacos, estomacales y nerviosos. Se sospecha que el ruido es una de las causas de las enfermedades cardíacas y las úlceras de estómago.
- Las personas expuestas al ruido pueden quejarse de nerviosismo, estrés, insomnio y fatiga (se sienten cansados todo el tiempo).
- Una exposición excesiva al ruido puede disminuir además la productividad y ocasionar porcentajes elevados de absentismo.

- La persona se vuelve irritable (mal genio).
- Erosión de las arterias coronarias

1.2.16 Factores que influyen en la exposición al ruido

El riesgo fundamental que genera la exposición prolongada a altos niveles de presión sonora es la disminución del umbral de la audición. Existen cinco factores de primer orden que determinan el riesgo de pérdida auditiva (Macedo et al., 2023):

- Intensidad.
- Tipo de ruido.
- Tiempo de exposición al ruido.
- Edad.
- Susceptibilidad Individual.

A continuación, se explican de manera breve cada uno de estos factores:

- Intensidad: Su importancia es primordial. Aunque no pueda establecerse una relación exacta entre el nivel de presión sonora y daño auditivo, si es evidente que cuanto mayor es el nivel de presión sonora, mayor es el daño auditivo (Lee et al., 2023).
- Tipo de ruido : Influye en cuanto a su carácter de estable, intermitente, fluctuante o de impacto. Es generalmente aceptado que el ruido continuo se tolera mejor que el discontinuo (Lee et al., 2023). Se considera habitualmente que un ruido que se distribuya en gran parte en frecuencias superiores a 500 Hz presenta una mayor nocividad que otros cuyas frecuencias dominantes son las bajas (Toribio et al., 2018).
- Tiempo de exposición : Se consideran desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición - que es lo que normalmente es entendido por tiempo de exposición y por otra parte, la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un nivel de ruido determinado (Toribio et al., 2018).
- Edad: Hay que tener en cuenta que el nivel de audición se va deteriorando con la edad, independiente de estar expuesto o no al factor de riesgo (Toribio et al., 2018).

- Susceptibilidad individual: Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales (Toribio et al., 2018).

1.2.17 Valoración o evaluación de los riesgos físicos

Para prevenir los efectos perjudiciales del ruido para los trabajadores, es preciso elegir con cuidado los instrumentos, métodos de medición y procedimientos que permitan evaluar el ruido al que se ven expuestos. Es importante evaluar correctamente los diferentes tipos de ruido, distinguir los ambientes ruidosos con diferentes espectros de frecuencias, y considerar asimismo las diversas situaciones laborales (Denisov, 2018).

1.2.18 Procedimiento de medida del ruido

Para realizar las medidas acústicas de una fuente de ruido particular, se debe seguir los siguientes pasos básicos (Arezes et al., 2021):

- Medición directa del ruido: Este método implica el uso de equipos de medición de sonido, como sonómetros o dosímetros, para registrar los niveles de ruido en el lugar de trabajo durante un período de tiempo determinado. Estas mediciones se realizan de acuerdo con normativas y estándares específicos para garantizar su precisión y fiabilidad.
- Muestreo personalizado: En este enfoque, se colocan dosímetros personales en los trabajadores expuestos al ruido durante su jornada laboral para registrar los niveles de exposición personal. Esto proporciona una evaluación más precisa de la exposición individual al ruido en comparación con las mediciones de ruido ambiental.
- Análisis de riesgos: Este enfoque implica evaluar no solo los niveles de ruido presentes en el lugar de trabajo, sino también los posibles riesgos para la salud auditiva de los trabajadores. Se tienen en cuenta factores como la duración de la exposición al ruido, los niveles de presión sonora, y las características del entorno laboral para determinar el riesgo asociado y tomar medidas preventivas adecuadas.

Mapfre (2013). “Expresa que existe una amplia gama de aparatos de medición de sonido y/o ruido. De los datos de medición que se desean obtener, así como del tipo de ruido que se pretende medir, depende la elección del equipo de medición adecuado”.

Entre los instrumentos de medida del ruido cabe citar los sonómetros, los dosímetros y los equipos auxiliares. El instrumento básico es el sonómetro, un instrumento electrónico que consta de un micrófono, un amplificador, varios filtros, un circuito de elevación al cuadrado, un promediado exponencial y un medidor calibrado en decibelios (dB) (Lowry et al., 2022). Los sonómetros se clasifican por su precisión, desde el más preciso (tipo 0) hasta el más impreciso (tipo 3) (Denisov, 2018). Los cuales presentan las siguientes características (Denisov, 2018):

- El tipo 0 suele utilizarse en laboratorios,
- El tipo 1 se emplea para realizar otras mediciones de precisión del nivel sonoro,
- El tipo 2 es el medidor de uso general, y
- El tipo 3, el medidor de inspección, no está recomendado para uso industrial.

Los sonómetros también incluyen dispositivos de ponderación de frecuencias, que son filtros que permiten el paso de la mayoría de las frecuencias pero que discriminan otras. El filtro más utilizado es la red de ponderación A, desarrollada para simular la curva de respuesta del oído humano a niveles de escucha moderados (Denisov, 2018).

Los sonómetros ofrecen asimismo diversas respuestas de medición: la respuesta “lenta”, con una constante de tiempo de 1 segundo; la respuesta “rápida” con una constante de tiempo de 0,125 segundos; y la respuesta “impulsivo” que tiene una respuesta de 35 ms para la parte creciente de la señal y una constante de tiempo de 1.500 ms para la parte decreciente de la señal (Denisov, 2018).

Entre los más utilizados se tiene (Deswal, 2023):

- Sonómetro Instrumento que responde ante el sonido de una forma aproximada a como lo hace el oído humano y que da medidas objetivas y reproducibles.

Mide de forma directa el nivel de presión sonora de un fenómeno acústico directamente en decibeles dB.

- Dosímetro El dosímetro es un monitor de exposición que acumula el ruido constantemente, usando un micrófono y circuitos similares a los medidores de presión sonora. La señal es acumulada en un condensador una vez que ha sido transformada en energía eléctrica.

1.2.19 La industria metalúrgica

La industria metalúrgica se dedica a una variedad de actividades enfocadas en la transformación y el tratamiento de metales, produciendo una gran cantidad de productos que se emplean en diversas áreas según lo indica (Admin, 2023).

En esta industria se fabrican componentes de hierro y acero, láminas de aluminio, piezas para vehículos y barcos, tuberías, entre otros. Por ello, el desarrollo y la estabilidad de la industria metalúrgica son cruciales para la economía de un país. Esta industria integra actividades del sector primario, como la extracción de materias primas mediante la minería, y del sector secundario, como los procesos de transformación de estos materiales (Admin, 2023).

En este contexto, la industria metalúrgica depende considerablemente de la adquisición de materias primas, específicamente los metales, que se someten a diversos procesos metalúrgicos según sus propiedades químicas y las menas que contienen. Las menas son minerales de los que se puede extraer metal. (Medina, 2023).

Debido a su versatilidad y abundancia, el hierro tiene diversas aplicaciones en todas las actividades desarrolladas por el hombre, ya que los productos que se pueden fabricar son utilizados en la industria de la agricultura, el comercio, la minería, el transporte, etc. La utilización de este material contribuyó al surgimiento del rubro metal mecánico; tomando en cuenta que este tipo de manufactura es importante dentro de todo programa de desarrollo económico, constituyéndose como una de las industrias básicas más importantes de los países industrializados. Su grado de madurez es a menudo un exponente del desarrollo industrial de una nación (Dobrzanski et al., 2020).

Como equipo de trabajo se considera que la importancia de este sector radica en que es un apoyo para otras áreas a fin, ya que proporciona productos que pueden ser utilizados para facilitar el desempeño laboral a otros sectores de la economía nacional, y desde el punto de vista lucrativo acelera el progreso del estado, debido a que tiene las características de fabricar bienes de consumo intermedios tales como equipos y repuestos para maquinarias que son utilizados por empresas de condiciones similares (Cortez, 2018).

Gracias a la metalurgia se puede fabricar, ensamblar y transformar el metal para diversas aplicaciones, entre ellas la creación de recubrimientos y terminados metálicos, el corte y plegado de chapa, forjados, troquelados, alambres, tornillos, herrería, cerraduras e incluso utensilios de cocina metálicos (Yuridia, 2023).

Todo el trabajo alrededor de la industria metalúrgica también se puede encontrar en la construcción de estructuras metálicas, ya sea columnas, vigas y techos que se emplean en inmuebles de gran tamaño, por ejemplo, en las naves industriales (Yuridia, 2023).

Es decir que la metalurgia es indispensable para producir máquinas y equipos, entre los que enlista los siguientes (Yuridia, 2023):

- Calderas, tanques y envases metálicos.
- Maquinaria para actividades agropecuarias, construcción e industria extractiva.
- Equipos para la industria metalmeccánica.
- Motores de combustión interna, turbinas y transmisores.

Así mismo existen más aplicaciones que tiene esta industria son los remolques, vagones y carrocerías de los vehículos, las tuberías para perforaciones de profundidad, el tendido de redes sanitarias, los sistemas de aire acondicionado y calefacción, las instalaciones térmicas, como las cañerías de vapor y los quemadores industriales (Cooke et al., 2020).

1.2.19.1 Riesgos laborales en la industria metalúrgica. En el sector metalúrgico encontramos prácticamente la mayoría de los riesgos existentes, esto se genera por la gran diversidad de actividades que se desarrollan dentro del sector (reparación de vehículos,

montaje de estructuras, carpinterías metálicas, utilización de maquinaria pesada, instalaciones de obra, manipulación de cargas pesadas, etc...) (Cortez, 2018).

Los riesgos más comunes que se encuentran en este sector son (Cortez, 2018):

Atrapamientos por o entre máquinas

- Cortes, choques y golpes por objetos móviles e inmóviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Exposición al ruido.
- Inhalación y contacto con sustancias tóxicas o corrosivas.
- Exposición a vibraciones.
- Exposición a altas temperaturas
- Riesgo psicosocial.

Además, la metalurgia es la disciplina que utiliza la ciencia, la tecnología y el arte para extraer metales y minerales industriales a partir de las minas. Este proceso se realiza de manera eficiente, económica y respetuosa con el medio ambiente, con el objetivo de adaptar estos recursos para promover el desarrollo y el bienestar de la sociedad (Cortez, 2018).

Por esta razón, hay riesgos derivados del uso de máquinas y herramientas en operaciones como el laminado, forjado, soldado y mecanizado, que requieren medidas correctivas adecuadas.

Laminado: Este proceso implica la reducción de lingotes metálicos provenientes de la fundición en barras o láminas con formas específicas. Se modifica tanto la forma externa del metal como su estructura interna y puede llevarse a cabo a altas o bajas temperaturas. (Asiprex, 2023).

Los riesgos relacionados con esta etapa son (Asiprex, 2023):

- Atrapamientos entre los rodillos de las máquinas de laminación.
- Lesiones por manipulación de materiales peligrosos y durante operaciones de corte.

- Quemaduras y lesiones graves, como en los ojos, durante las operaciones de soldadura.
- Accidentes por caídas y resbalones.
- Exposición a temperaturas extremas debido a la radiación de calor.
- Ruidos generados por la maquinaria de laminación.
- Inhalación de vapores y gases nocivos durante las operaciones de laminado

Forjado: El proceso de forja es una técnica de conformación en caliente utilizada en metales y aleaciones, sometida a altas presiones. Se puede llevar a cabo de manera continua, utilizando prensas, o de manera intermitente, empleando martillos (Cortez, 2018).

Los trabajos de forjado se estructuran en tres fases distintas: calentamiento, deformación y enfriamiento. Los riesgos asociados a esta fase incluyen: (Asiprex, 2023):

- Exposición a niveles elevados de ruido.
- Generación de partículas durante las operaciones de forjado, tanto manual como mecánico.
- Riesgo de atrapamiento en máquinas prensadoras.
- Impactos y sobreesfuerzos derivados principalmente de la manipulación de piezas.
- Lesiones por quemaduras debido al manejo de piezas en hornos de forja.
- Estrés térmico causado por la radiación de calor.
- Inhalación de polvo metálico, nieblas de aceite y gases de combustión presentes en el ambiente

1.2.20 Soldadura

La soldadura es el proceso en el que se realiza la unión de dos materiales, generalmente metales o termoplásticos. Por lo general, se obtienen a través de una fusión, en la cual, los elementos son soldados derritiendo ambos y agregando un material de relleno

derretido (metal o plástico) (Asiprex, 2023). Entre los diferentes tipos de soldadura, se encuentran los siguientes: soldadura oxiacetilénica y eléctrica (Cortez, 2018).

1.2.20.1 Riesgos relacionados con la soldadura. Los riesgos relacionados con la soldadura oxiacetilénica y corte con gas son (Asiprex, 2023):

- Explosión por presencia de gas inflamable (acetileno).
- Incendio.
- Quemaduras por exposición a radiaciones intensas o salpicaduras de partículas de metal incandescentes.
- Inhalación de humos procedentes de la soldadura.
- Ruido

Los riesgos relacionados con la soldadura eléctrica son (Admin, 2023):

- Quemaduras en piel y ojos por exposición a la radiación del arco eléctrico (radiación ultravioleta).
- Contactos eléctricos e incendios.
- Inhalación de humos y gases tóxicos procedentes de la soldadura.

Capítulo dos

Metodología

2.1 Ubicación

La empresa CR metal fue fundada en el año 2012 en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Desde su creación, se ha destacado como un referente en la industria metalúrgica, especializándose en la producción de componentes metálicos para la construcción, piezas de maquinaria industrial, estructuras y una variedad de productos personalizados según las especificaciones de los clientes.

Esta compuesta por 16 trabajadores, con edades comprendidas entre los 24 años a 42 años y en el área operativa el 100% son de género masculino. La superficie de construcción es de 900m² de los cuales 150m² es estacionamiento y baños, 40 m² es de oficinas y 710 m² de taller y la bodega.

2.2 Tipo de estudio

El estudio se enmarca en una metodología descriptiva, ya que se caracterizaron las diversas áreas laborales de la empresa, así como los equipos utilizados en cada una de ellas. Además, es cuantitativa, dado que se utilizaron instrumentos de medición para detectar los niveles de ruido generados en la empresa, el cual permitió recopilar datos numéricos que fueron analizados posteriormente para determinar el nivel de exposición del trabajador al ruido en diferentes áreas de la empresa.

Además, el estudio se considera analítico, puesto que no solo se describió la situación laboral en términos de niveles de ruido, sino que también se identificaron áreas de mayor exposición y se evaluaron los posibles riesgos asociados.

2.3 Materiales y equipos

- Formulario de llenado de mediciones (Anexo 1)
- Cámara fotográfica
- Sonómetro SM-130DB
- Presentaciones visuales

- Protectores auditivos de muestra
- Folletos informativos
- Registro de asistencia

Para la medición de la exposición del riesgo de ruido, se utilizó el SM-130DB (Figura 1), el cual fue calibrado antes y después del tiempo de muestreo para asegurar la cuantificación de los registros. El sonómetro fue programado para capturar datos cada 60 segundos, utilizando el filtro A ponderado en tiempo rápido intermedio.

Figura 1

Equipo de medición de ruido SM-130DB



Nota. Tomado de "SM-130DB Sound Level Meter" por Latnex,, 2024

El cual posee las siguientes características (Latnex, 2024):

- Medidor de nivel de sonido Tipo 2: Este dispositivo digital certificado de calibración es una herramienta confiable para medir la sonoridad, el sonido y los niveles de ruido de diversas fuentes ambientales y mecánicas.
- Rango de medición de nivel de sonido: Opera en un rango de 35dB a 130dB (decibelios), cumpliendo con el estándar EN 61672 tipo 2, y cumple con el estándar aplicado de IEC 61672-1 clase 2, IEC 651 tipo 2 y ANSI 14 tipo 2

- Usos versátiles: Este medidor de nivel de sonido es ideal para aplicaciones que incluyen la medición del ruido ambiental y de máquinas en una variedad de entornos, como almacenes, fábricas, edificios de oficinas, restaurantes, escuelas, aulas, bibliotecas, hospitales, galerías de arte y estadios.
- Precisión y fiabilidad: Equipado con un micrófono de condensador electret de 1/2 pulgada, ofrece una precisión de $\pm 1,8\text{dB}$ (referencia 94dB a 1 kHz) y una resolución de 0,1 dB.

2.4 Procedimiento

2.4.1 Identificar las fuentes de ruido y los momentos de mayor exposición en la empresa CR Metal, en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba

El procedimiento para identificar las fuentes de ruido y los momentos de mayor exposición en la empresa CR Metal en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Planificación de la Inspección: Se elaboró un plan detallado que incluyó el alcance de la inspección, los equipos necesarios y el personal asignado para llevar a cabo la tarea.
- Inspección visual: Se realizó una inspección visual de todas las áreas de la empresa, centrándose en los puestos de trabajo donde se considera que podría haber mayores fuentes de ruido. Esto incluyó áreas de producción, maquinaria, zonas de almacenamiento y también se identificaron los horarios de alimentación y los cambios de jornada que pudieran influir en los niveles de exposición al ruido. Se observó el uso de equipos de protección personal (EPP).
- Identificación de equipos generadores de ruido: considerando tanto su potencia acústica como su ubicación en relación con los puestos de trabajo, se destacaron aquellos equipos que generaban un ruido constante o picos de intensidad durante ciertos momentos del día.

- Levantamiento de datos relevantes: Durante la inspección, se levantaron datos relevantes sobre los niveles de ruido en los diferentes puestos de trabajo y áreas de la empresa. Se registraron los horarios de mayor actividad.
- Análisis de los datos observados: Los datos obtenidos durante la inspección fueron analizados para identificar las principales fuentes de ruido, los momentos de mayor exposición y las áreas de la empresa que requerían medidas de control específicas. Se evaluaron los riesgos para la salud auditiva de los trabajadores y se determinaron las acciones preventivas necesarias.

2.4.2 Realizar mediciones de ruido en el ambiente de trabajo en la empresa CR Metal, en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba

Para la recopilación de los niveles de ruido en la empresa CR Metal, se siguieron las pautas establecidas por la norma UNE-EN ISO 1996-1:2009 y el anexo 5 del TULSMA. Se utilizó un sonómetro integrador tipo 1 de la marca SM-130DB, previamente calibrado antes y después del periodo de muestreo.

El sonómetro se configuró para tomar datos en intervalos de 60 segundos, utilizando el filtro de ponderación A en modalidad rápida. El equipo se ubicó estratégicamente en tres áreas de producción, las cuales según la inspección previa presentan los mayores niveles de ruido.

Tabla 3

Áreas de producción con mayores niveles de ruido laboral

Área de trabajo	Equipos	Número de trabajadores	Horario de mayor exposición
Área de trabajo 2	Máquina de corte, Compresor, Torno CNC, Torno convencional, Roladora de tubos, Roladora de planchas	7	8-11 am
Área de trabajo 3	Máquina de soldar, amoladora, tronzadora, equipo de oxicorte	4	9-12 am
Área de trabajo 7	Taladro, percutor de impacto	3	10-11 am

Nota. Paucar, I, 2024

Los parámetros acústicos registrados incluyeron el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq), el valor máximo de ruido (LAFmax), el valor mínimo (LAFmin), el percentil 10 (ruido de pico) y el percentil 90 (ruido de fondo).

Específicamente, se estableció un período de muestreo de 9:00 a 12:00 a.m., ya que durante estas horas se identificó la mayor exposición al ruido en la fabricación de productos industriales, por un periodo de 7 días. Durante este tiempo, se registraron los niveles de ruido en diferentes puntos de la fábrica para identificar las áreas de mayor riesgo y así proponer medidas preventivas adecuadas (Figura 2).

Figura 2

Sonómetro ubicado en el área de trabajo



Nota. Paucar, I, 2024

2.4.3 Sensibilizar a los trabajadores, mediante charlas preventivas sobre los efectos nocivos del factor de riesgo ruido y la importancia del uso de EPP

Una vez determinado el nivel de riesgo de ruido ocupacional y considerando el efecto dañino en la salud; se sensibilizó a los trabajadores mediante charlas, las cuales fueron

diseñadas como experiencias de aprendizaje activo, y en la cual se destaca los efectos nocivos del ruido en la salud de los empleados.

Durante estas charlas se enfatizó el uso de los EPP (equipos protección personal) y especialmente protectores auditivos para mitigar riesgos. Además, se facilitó el intercambio de experiencias de los trabajadores para crear un ambiente de comunicación y receptividad a estos mensajes.

Estas actividades se realizaron según una planificación previa, involucrando al 100% de los trabajadores, y generando registros de asistencia así como de satisfacción con respecto a la información aportada en la actividad.

2.5 Recopilación y análisis de datos

Los datos se recopilaron y descargaron utilizando el software Noise Studio versión 9.33 del sonómetro Delta OHM, el cual facilita un análisis integral de los parámetros acústicos medidos durante el estudio de ruido. Posteriormente, los datos se procesaron en Microsoft Excel para la creación de bases de datos, realización de análisis estadístico y la generación de gráficos que representan los resultados obtenidos.

Capítulo tres

Resultados

3.1 Identificar las fuentes de ruido y los momentos de mayor exposición en la empresa

A lo largo de una semana, se efectuaron 12,000 mediciones de ruido en las dos áreas evaluadas (Área de trabajo 2, 3 y 7), totalizando 24,000 minutos de monitoreo combinado entre ambas salas. Los datos recogidos se organizaron en bloques de una hora, alcanzando un total de 400 horas de registro, junto con los índices acústicos pertinentes para facilitar un análisis exhaustivo.

En la Tabla 4 se muestra el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq,1h en decibelios A, dBA) medido en el área 2 durante una semana, presentando datos específicos para cada hora entre las 8 a.m. y las 12 p.m. a lo largo de siete días. Los valores individualizados por hora muestran variaciones diarias en la intensidad del ruido, con una línea de "Promedio" y "Desviación estándar" que resumen el comportamiento del sonido durante la semana:

Tabla 4

Nivel sonoro continuo equivalente obtenido para el área 2

Área 2	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Registro	LAeq,1h	LAeq,1h	LAeq,1h	LAeq,1h	LAeq,1h	LAeq,1h	LAeq,1h
	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]
8 a 9 am	74,20	82,40	81,20	77,20	74,50	86,50	84,50
9 a 10 am	72,80	75,20	73,50	80,80	78,40	80,40	79,20
10 a 11 am	78,30	79,80	77,40	71,30	73,10	83,20	81,80
11 a 12 am	71,50	70,10	72,10	85,50	84,50	75,50	72,30
Promedio	74,20	76,88	76,05	78,70	77,63	81,40	79,45
Desviación estándar	2,95	5,41	4,10	5,99	5,10	4,66	5,23

Nota. Paucar, I, 2024

En el área de trabajo 2, que incluye equipos como máquinas de corte, compresores, tornos CNC y convencionales, así como roladoras de tubos y planchas, las mediciones de

ruido muestran una clara variabilidad en diferentes días, especialmente concentradas en el horario de mayor exposición de 8:00 a.m. a 11:00 a.m. Este patrón se justifica teniendo en cuenta que estos equipos pesados suelen funcionar a plena capacidad durante estas horas, lo que es típico en un entorno de producción donde el inicio de la jornada laboral implica poner en marcha toda la maquinaria.

Los niveles más altos de ruido registrados durante el sexto día están asociados a una carga de trabajo más intensa o al uso simultáneo de varios equipos que no se da en otros días. Esto se refleja en el promedio más alto y una desviación estándar elevada en ese día específico, indicando fluctuaciones significativas en los niveles de ruido, debido a operaciones variables como mantenimiento de máquinas o cambios en la configuración de la producción que alteran temporalmente el ambiente acústico habitual.

Además, la variabilidad diaria en los niveles de ruido también está influenciada por factores como el mantenimiento de los equipos, que resulta en un funcionamiento más suave algunos días y más ruidoso en otros, dependiendo del estado de las máquinas y de las intervenciones realizadas. El hecho de que el día con la menor variabilidad (el primero) y el día con la mayor (el cuarto) muestren diferencias tan marcadas sugiere que el régimen de operación y mantenimiento tiene un impacto considerable en la exposición al ruido.

Los resultados obtenidos en las áreas de la empresa, revela altos niveles de ruido, que afecta a un número significativo de empleados, como se muestra en la Tabla 5:

Tabla 5

Identificar las fuentes de ruido y los momentos de mayor exposición en la empresa

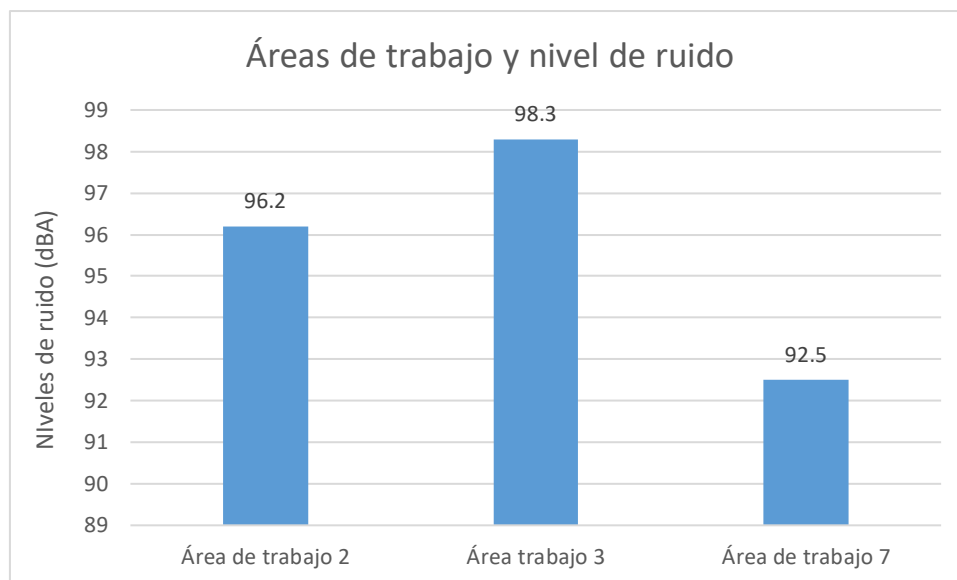
Área de trabajo	Equipos	Número de trabajadores	Nivel de Ruido (dB)
Área de trabajo 2	Máquina de corte Compresor Torno CNC Torno convencional Roladora de tubos Roladora de planchas	7	96,2
Área de trabajo 3	Máquina de soldar, amoladora, tronzadora, equipo de oxicorte	4	98,3
Área de trabajo 7	Taladro, percutor de impacto	3	92,5

Nota. Paucar, I, 2024

Los resultados obtenidos en las áreas de la empresa, revela altos niveles de ruido, que afecta a un número significativo de empleados, como se muestra en la figura 3:

Figura 3

Áreas de trabajo y nivel de ruido



Nota. Paucar, I, 2024

Las áreas que presentan mayor nivel de ruido son el área de trabajo 2, 3 y 7, cada una caracterizada por el uso intensivo de maquinaria pesada y equipos especializados en los procesos de producción.

Se ha verificado que los niveles de ruido en las áreas evaluadas exceden las pautas recomendadas por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) que establece un estándar de 30 dBA para el periodo diurno y 40 dBA para el periodo nocturno. Asimismo, se ha observado un incumplimiento de las recomendaciones del TULSMA, cuyo anexo 5 estipula un límite de 55 dBA para el periodo diurno.

Análisis por áreas

- Área de trabajo 2: laboran 7 trabajadores que están expuestos a un nivel de ruido promedio de 96,2 dB, debido al uso de máquina de corte, compresor, tornos (CNC y

convencional) y roladoras (de tubos y de planchas) y la medida de protección utilizada son tapones auditivos.

Figura 4

Área de trabajo 2



Nota. Paucar, I, 2024

- Área de trabajo 3: En esta área, el nivel de ruido alcanza los 98.3 dB, el más alto registrado, afectando a cuatro trabajadores. Las actividades principales incluyen soldadura, amolado, tronzado y oxicorte, todas conocidas por sus elevados niveles de ruido. Estos procesos son generalmente discontinuos pero generan picos de ruido muy altos que pueden ser especialmente perjudiciales durante exposiciones prolongadas.

Figura 5*Área de trabajo 3*

Nota. Paucar, I, 2024

- Área de trabajo 7: Con tres trabajadores expuestos, esta área presenta un nivel de ruido de 92.5 dB. Los equipos implicados incluyen taladros y percutores de impacto, usados típicamente en tareas de ensamblaje o mantenimiento. Aunque el número de trabajadores afectados es menor, el riesgo sigue siendo significativo debido a la naturaleza del ruido impactante producido por estos instrumentos.

Figura 6*Área de trabajo 7*

Nota. Paucar, I, 2024

3.2 Determinación de la atenuación de acuerdo con el EPP

Para determinar la atenuación se siguió lo indicado en la NTP 638: Cálculo de la atenuación efectiva de los protectores auditivos, para lo cual, se utilizó el EPP que los trabajadores actualmente emplean, específicamente el modelo Fono CM 502 de la marca Steelpro. A continuación se presentan las características de este equipo:

Figura 7

Protector auditivo Fono CM 502, marca Steelpro



Nota. Tomado de “Catalogo de producto” por Icsa Steelpro Colombia, 2024

El modelo de protector auditivo CM 502 C de Steelpro está diseñado para ofrecer una combinación óptima de comodidad y rendimiento, con un nivel de protección acústica de 26 dB SNR. Fabricadas con ABS y policarbonatos, las copas del protector son altamente resistentes al impacto y a choques contra materiales sólidos, además cuentan con una banda acolchada que aumenta el confort. además, posee valores de atenuación de 27 dB en frecuencias altas, 23 dB en medias y 16 dB en bajas, según las normas ISO 4869, EN 352 y NCh 1331 (Icsa Steelpro Colombia, 2024). Con base en lo expuesto se determinó el nivel de atenuación para cada área, como se muestra a continuación:

La Tabla 6 presenta un análisis de la efectividad del protector auditivo modelo CM 502 C de Steelpro en tres diferentes áreas de trabajo, basándose en los niveles de ruido inicial y la atenuación proporcionada por el equipo. En el área de trabajo 2, se registró un nivel de ruido de 96,2 dB, y con la atenuación de 26 dB ofrecida por el protector, el nivel de exposición final se redujo a 70,2 dB, cumpliendo así con las normativas de seguridad.

En el área de trabajo 3, el nivel de ruido original era de 98,3 dB, y después de la aplicación del protector, el nivel de ruido se redujo a 72,3 dB. Finalmente, en el área de trabajo 7, se partió de un nivel de ruido de 92,5 dB, que fue disminuido a 66,5 dB tras la atenuación. Todos estos resultados demuestran que el uso del protector auditivo CM 502 C reduce efectivamente los niveles de ruido en diferentes entornos laborales a un rango seguro, asegurando el cumplimiento de las normativas de protección auditiva.

Tabla 6

Nivel de exposición por atenuación

Área de trabajo	Nivel de Ruido (dB)	Atenuación (dB)	Nivel de exposición final (dB)	Cumple con la normativa
Área de trabajo 2	96,2		70,2	Cumple
Área de trabajo 3	98,3	26	72,3	Cumple
Área de trabajo 7	92,5		66,5	Cumple

Nota. Paucar, I, 2024

Estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio de Bernal & Bohórquez (2023) en el cual se evalúa la exposición al ruido ocupacional en el taller de torneado metalúrgico de Tormet Ambiente y Desarrollo SAS en Bogotá, determinando los niveles de ruido a los que dos trabajadores están expuestos durante actividades como corte, torno, pulido, y uso de taladro. Los resultados mostraron que los niveles de ruido variaron entre 75,34 dB(A) y 88,56 dB(A), con una exposición media ponderada y normalizada para una jornada de 8 horas de 83,72 dB(A).

De igual manera, se tiene el estudio de Palacios (2019) en el cual se determinó el nivel de exposición al ruido en el área de Metalmecánica de Indurama, obteniendo como resultado que los niveles de ruido superan los 85 dB estipulados por el artículo 55 del decreto ejecutivo 2393 para una jornada laboral de 8 horas. Por lo que, se procedió a proponer las siguientes acciones preventivas: insonorización de las prensas y la capacitación del personal, especialmente en preparación para la construcción de la nueva planta de Indurama. Además, se determinó que el uso de protectores auditivos es menor durante el turno nocturno (de

17:00h a 6:00h), debido a la ausencia de los responsables de seguridad integral y gestión ambiental.

Conjuntamente, se tiene el estudio de Ortiz (2020) en el cual se evaluó los niveles de ruido en una empresa metalmecánica, obteniendo que el nivel de presión sonora equivalente ponderado en A (LAeq,8h) excedió los 81,7 dB en todos los puntos, superando los límites máximos permisibles de 85 dB establecidos por la norma INEN ISO 9612 para una jornada de 8 horas, aunque los operadores trabajan 11 horas. Los puntos más afectados, con niveles de 84,5 a 89 dB, se encontraban cerca de fuentes externas de ruido como el taller de mantenimiento y hornos, lo que indica que actividades externas contribuyen significativamente al exceso de ruido en el área.

Con base en esta información, en la tabla 7 se propuso el siguiente conjunto de medidas preventivas:

Tabla 7*Propuestas de medidas preventivas*

Área de trabajo	Medida preventiva	Descripción	Responsable	Plazo de implementación
Área de trabajo 2	Implementación de barreras acústicas	Instalación de paneles absorbentes de sonido alrededor de las máquinas más ruidosas para reducir la propagación del ruido.	Supervisor de Planta	3 meses
Área de trabajo 3	Rotación de Empleados	Implementar un sistema de rotación para limitar el tiempo de exposición de cada trabajador al ruido.	Gerente de Recursos Humanos	1 mes
Área de trabajo 7	Mantenimiento Preventivo Regular	Realizar mantenimientos regulares a los equipos para asegurar su óptimo funcionamiento y reducir la emisión de ruido.	Gerente general	Mensual
Todas las áreas	Capacitación sobre el Uso de EPP	Charlas mensuales sobre la correcta utilización y mantenimiento de los protectores auditivos.	Supervisor de Planta	Continuo
Todas las áreas	Monitoreo Continuo del Ruido	Utilizar sonómetros para realizar mediciones regulares y ajustar medidas según necesidad.	Supervisor de Planta	Trimestral

Nota. Paucar, I, 2024

3.3 Resultados de la sensibilización a los trabajadores

La propuesta de sensibilización de los trabajadores se realizó mediante estas actividades:

- Sensibilización sobre los efectos negativos del ruido en la salud de los trabajadores.
- Concientización de la importancia del uso de EPP para la protección contra el ruido.
- Capacitación sobre el correcto uso y mantenimiento de los EPP auditivos.

Desarrollo de la sensibilización

En el proyecto de sensibilización sobre los efectos del ruido en la salud y el uso adecuado de los Equipos de Protección Personal (EPP) auditivos, se llevaron a cabo varias actividades. En primer lugar, se organizaron charlas interactivas utilizando tecnología multimedia. Se emplearon presentaciones en PowerPoint y videos educativos que demostraron visualmente los conceptos clave sobre los efectos del ruido en la salud y la correcta aplicación de los EPP. Además, se fomentó la participación activa de la audiencia mediante preguntas dirigidas y discusiones grupales, asegurando así una mejor comprensión y compromiso por parte de los asistentes.

En segundo lugar, se realizaron demostraciones prácticas donde un instructor capacitado mostró paso a paso cómo colocarse correctamente los EPP auditivos. Diferentes tipos de protectores auditivos fueron presentados, y los trabajadores tuvieron la oportunidad de practicar su colocación bajo la supervisión del instructor, quien proporcionó retroalimentación inmediata para corregir cualquier error.

Adicionalmente, se desarrollaron talleres de habilidades con estaciones de trabajo donde los empleados practicaron la inspección y el mantenimiento de los EPP. Cada estación incluía herramientas y EPP reales para que los trabajadores pudieran interactuar con ellos. Se proporcionaron manuales y guías visuales detallando los pasos necesarios para una adecuada inspección y mantenimiento de cada tipo de EPP auditivo.

Asimismo, al final de cada charla o taller, se dedicó tiempo para sesiones de preguntas y respuestas. Un moderador facilitó estas sesiones para asegurar que todas las dudas y temas fueran abordados. Además, se colocó una caja de sugerencias en el lugar del entrenamiento

para que los trabajadores pudieran dejar preguntas de forma anónima si preferían no hacerlas en público.

Por último, se distribuyeron folletos y tarjetas informativas que los trabajadores pudieron llevar consigo. Además, se enviaron recursos digitales a sus correos electrónicos y a través de la intranet de la empresa, permitiendo que accedieran a la información en cualquier momento. El material incluía información específica sobre los riesgos del ruido en las áreas de trabajo, instrucciones de uso y mantenimiento de los EPP utilizados, y contactos de emergencia para consultas relacionadas con la salud auditiva.

Conclusiones

La investigación mostro que, aunque el uso de protectores auditivos ha sido efectivo en mantener los niveles de exposición al ruido por debajo de los 85 dB, recomendados por la normativa, existen momentos durante la jornada laboral donde los niveles de ruido superan este límite, lo cual indica el realizar ajustes operativos y mejorar las medidas de protección auditiva para garantizar una protección constante y eficaz para todos los trabajadores.

La evaluación realizada en CR Metal permitió identificar que el uso intensivo de las máquinas de corte, compresores, tornos, equipos de soldadura y oxicorte son las principales fuentes de ruido en las áreas de trabajo 2, 3 y 7, así mismo se determinó que las horas de mayor exposición a ruido es a las 8:00 am y 11:00 am.

Aunque el uso de protectores auditivos ha brindado la protección necesaria a los trabajadores frente a los altos niveles de ruido generados por la maquinaria pesada en las operaciones de producción, los picos de ruido que exceden los límites permisibles en ciertos períodos del día indican la necesidad de realizar ajustes operativos.

La propuesta de sensibilización sobre los riesgos del ruido y el uso adecuado de los equipos de protección personal (EPP) en CR Metal está diseñada para fomentar una cultura de seguridad y salud en el trabajo a través de un enfoque interactivo y práctico, que incluyó charlas, demostraciones y talleres, donde se obtuvo la comprensión de los riesgos; la habilidad, la motivación para manejar y cuidar adecuadamente los EPP auditivos.

Recomendaciones

Implementar un sistema de monitoreo continuo del ruido en las áreas de trabajo 2, 3 y 7, especialmente durante las horas de mayor actividad (8:00 am a 11:00 am), para identificar y documentar variaciones en los niveles de ruido. Además, se deben desarrollar estrategias de mitigación, como el aislamiento acústico de las máquinas más ruidosas y la reorganización de los horarios de trabajo para evitar la simultaneidad en el uso de equipos generadores de altos niveles de ruido. Esto ayudará a reducir la exposición de los trabajadores a este factor de riesgo físico.

Realizar evaluaciones periódicas de la eficacia de los protectores auditivos, asegurando su mantenimiento y reemplazo oportuno para mantener los niveles de ruido por debajo de los 85 dB.

Incorporar un sistema de retroalimentación en las actividades de sensibilización y capacitación para medir su efectividad y ajustarlas según las necesidades específicas de los trabajadores y la dinámica de trabajo de la empresa.

Mantener el compromiso de la alta dirección con el apoyo continuo a las actividades de seguridad y salud laboral para que la implementación, la evaluación regular de estas actividades sean parte integral de la cultura organizacional de CR Metal.

Referencias

- Admin. (25 de noviembre de 2023). *Industria metalúrgica*.
<https://metalcast.com.mx/2021/04/19/industria-metalurgica/>
- Arezes, P., Bernardo, C., & Mateus, O. (2021). Measurement strategies for occupational noise exposure assessment: A comparison study in different industrial environments. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(1), 172-177.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169814111001247>
- Asiprex. (28 de noviembre de 2023). *Riesgos y prevenciones en el sector de la metalurgia*.
<https://asiprex.com/riesgos-y-prevenciones-en-el-sector-de-la-metalurgia/>
- Bernal, J., & Bohórquez, S. (2023). *Estudio Ruido Ocupacional en el Área de Torneado de la Empresa Tormet Ambiente y Desarrollo S.A.S*. Universidad ECCI.
- Bolaños, O. y. (2018). *Medida y Control de Ruido*. Bogota: Santillana.
- Caiza, C. F. (2015). *Identificación, evaluación y propuesta del control del ruido como factor de riesgo en los trabajadores*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Chilcón, E. (2018). *Niveles de contaminación acústica producidos por la industria metal mecánica*. Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto.
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3147/1/AMBIENTAL%20-%20Erica%20Chilc%C3%B3n%20Aguilar.pdf>
- Código de Trabajo. (2020). *Registro Oficial Suplemento 167 de 16-dic.-2005*.
https://www.ces.gob.ec/lotaip/2020/Junio/Literal_a2/C%C3%B3digo%20del%20Trabajo.pdf
- Comunidad Andina. (2003). *Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*.
<https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/DocOf/DEC584.pdf>

- Cooke, S., Ahmadi, K., Willerth, S., & Herring, R. (2020). Metal additive manufacturing: Technology, metallurgy and modelling. *Journal of Manufacturing Processes*, 57, 978-1003. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1526612520304503>
- Cortez, J. (2018). Seguridad e Higiene del Trabajo - Tecnicas de Prevencion de Riesgos Laborales. Madrid: Tebar S. L.
- CORTEZ, J. (2018). Seguridad e Higiene del Trabajo - Tecnicas de Prevencion de Riesgos Laborales. Madrid: Tebar S. L.
- CREUS, A. (2019). Seguridad e Higiene en el Trabajo. Mexico: Alfaomega.
- Dávila, F. V. (2014). Ministro De Relaciones Laborales. En *Segundo Suplemento -- Registro Oficial N° 196* (pág. 2). Quito: Ministerio de Trabajo.
- Denisov, E. S. (2018). Medición del ruido y evaluación de la exposición. En la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Madrid: OIT-Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Deswal, S. (2023). A Comprehensive Review of Noise Measurement, Standards, Assessment, Geospatial Mapping and Public Health. *Ecological Questions*. https://www.researchgate.net/publication/369736531_A_Comprehensive_Review_of_Noise_Measurement_Standards_Assessment_Geospatial_Mapping_and_Public_Health
- Dobrzanski, L., Dobrzański, P., & Kraszewska, M. (2020). Manufacturing powders of metals, their alloys and ceramics and the importance of conventional and additive technologies for products manufacturing in Industry 4.0 stage. *Archives of Materials Science and Engineering*, 57(2), 13-41. doi:10.5604/01.3001.0014.1452
- Evas, I. P. (2023). *propuesta de medidas preventivas para gestionar el factor de riesgo ruido en la industria metalurgica*. Riobamba: Universidad Tecnica Particular de Loja.

- Fathur, M., Furqan, H., & Masyita, N. (2024). Study of Intensity and Stress Due to Noise in Employees in The Production Unit at PT. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(7). doi:10.24857/rgsa.v18n7-018
- Frías, C. A. (2018). Estudio de ruido y vibraciones en el área de producción. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
- Garavito, E. C. (2020). Protocolo de ruido. Bogota: Laboratorio de producción.
- Garcia, J. y. (2022). Estrategias de medición y. *valoración de la exposición a ruido*, 3, 12.
- Harris. (2016). anual de medidas acústicas y control de ruido. Mexico: Mc Graw Hill.
- Hidalgo, L. (22 de 09 de 2005). *Validez y confiabilidad en la investigación cualitativa*. www.ucv.ve/uploads/media/Hidalgo2005.pdf
- IESS. (2011). *Resolución No. C.D. 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo*. https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf
- INSHT. (2022). Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. España: Trillas.
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2016). *Decreto Ejecutivo 2393*. <https://www.epemapar.gob.ec/wp-content/uploads/lotaip/2016/agosto/literal2/ejecutivo2393.pdf>
- Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social. (2016). *Decreto Ejecutivo 2393*. <https://www.epemapar.gob.ec/wp-content/uploads/lotaip/2016/agosto/literal2/ejecutivo2393.pdf>
- Kjaer, B. &. (2016). Control de Ruido. Principios y procedimientos. USA: Best Sellers Bank.
- Latnex. (2024). *SM-130DB Sound Level Meter*. <https://www.latnex.com/products/sm-130db-sound-level-meter>

- Lee, Y., Lee, S., & Lee, W. (2023). Occupational and Environmental Noise Exposure and Extra-Auditory Effects on Humans: A Systematic Literature Review. *Geohealth*, 7(6).
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10248481/>
- Ley de Seguridad Social . (2011). *Registro Oficial Suplemento 465 de 30-nov-2001*.
https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_segu.pdf
- Lowry, D., Fritschi, L., & Mullins, B. (2022). Occupational noise exposure of utility workers using task based and full shift measurement comparisons. *Heliyon*, 8(6).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022010350>
- Macedo, A., Moreira, J., Garcia, N., Carvalho, D., & Stolses, P. (2023). Deficiencia auditiva en población mayor de 55 años y su relación con las enfermedades crónicas y la salud percibida. *Rev Esp Salud Publica*, 97.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10560523/>
- Mapfre, F. (3 de noviembre de 2013). *Manual de Higiene Industrial*.
edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/17988/62204_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
y
- Medina, F. (2023). *Factores que afectan la competitividad de las MIPYMES en la industria metalúrgica del municipio Envigado (Antioquia)*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/56958/famedina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio del Trabajo. (2003). *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores - Decreto 2393*.

- Moroe N, K.-S. K. (1 de noviembre de 2023). *The management of occupational noise-induced hearing loss in the mining sector in Africa*.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2022000100004#B3
- Ortiz, M. (2020). *Propuesta de un plan de prevención de riesgos físico – mecánicos en el área de conformado mecánico de una empresa del sector metal – mecánico de Cuenca*.
Universidad de Cuenca.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35970/6/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>
- Palacios, A. (2019). *Evaluación de la exposición al ruido en el área de metal mecánica de la empresa Indurama mediante norma NTE INEN-ISO9612:2009 (Primera edición 2014-01)*.
Universidad del Azuay.
- Quito, D. m. (2018). Límites permisibles de niveles de ruido ambiental. Quito: Registro Oficial No. 2.
- Reglamento de los Servicios Medicos de las Empresas. (1979). *Acuerdo Ministerial 1404*.
Registro Oficial 698 de 25-oct.-1978. <https://pymsservices.com/wp-content/uploads/2020/02/AM-1404-REGLAMENTO-DE-LOS-SERVICIOS-MEDICOS-DE-LAS-EMPRESAS-ACUERDO-MINISTERIAL-1404.pdf>
- SACINE. (16 de Noviembre de 2023). *Cómo solucionar problemas de ruido en instalaciones industriales*. <https://sacine.com/solucionar-problemas-ruido-instalaciones-industriales/>
- Sampieri. (23 de noviembre de 2022). *Investigación de campo*.
<https://investigaciondecampo.com/investigacion-sampieri/>

- Sampieri, R. H. (24 de julio de 2021). *Metodología de la Investigación*.
https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia
- Sánchez. (2018). Estudio de ruido, iluminación y vibraciones en la empresa Agroindustria. Amabato: Universidad Tecnica de Ambato.
- Sonómetros*. (s.f.).
- Tamayo, M. (2020). Tipos de Investigación .
rabajodegradoucm.weebly.com/uploads/1/9/0/9/19098589/tipos_de_investigacion.pdf.
- Toribio, D., Aranguren, A., & Ruiz, D. (2018). Ruido Ambiental, Seguridad y Salud industrial, tecnología y desarrollo.
- Tyas, A. (2023). Analysis of noise intensity in the railway facility maintenance work environment. *Syntax Transformation*, 4 (7). doi:10.46799/jst.v4i7.756
- Velásquez, N. R. (2017). Riesgos laborales en minería a gran escala en etapas de prospección -exploración de metales y minerales. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Yuridia, P. (26 de noviembre de 2023). *Industria Metalurgica*.
<https://www.plaremesa.net/industria-metalurgica/>
- Zhou J, S. Z. (1 de noviembre de 2023). *Occupational noise-induced hearing loss in China: a systematic review and meta-analysis*.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2022000100004#B3