



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

TEMA:

**RUIDO LABORAL Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE
TRASTORNOS AUDITIVOS EN EL PERSONAL OPERATIVO DE UNA
EMPRESA AUTOMOTRIZ 2025.**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Magíster en
Higiene y Salud Ocupacional**

AUTOR/A: Ing. Jonny Xavier Caballero Yacelga

DIRECTOR: MSc. Pablo Marcelo Puente Carrera

ASESOR: MSc. Cristian Josafet Arias Ortiz

IBARRA - ECUADOR

2026

DEDICATORIA

A Dios, por sostenerme cuando las fuerzas faltaron por iluminar mi camino en la incertidumbre y por darme la vida, la salud y la oportunidad de alcanzar este sueño.

A mis abuelitos Luis y María mis ángeles en el cielo y aunque ya no estén físicamente conmigo los siento presentes en cada logro, en cada decisión y en cada paso que doy, este triunfo también les pertenece porque su amor dejó una huella eterna en mi corazón.

Erika, mi compañera de vida, mi refugio y mi fuerza silenciosa, gracias por sostenerme en mis días más difíciles por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por ser ese amor incondicional que no se rinde, que acompaña, que impulsa y que construye. Sin ti este camino habría sido mucho más pesado, contigo cada sacrificio tuvo sentido.

Isabella, mi hija amada, mi luz y mi mayor inspiración, llegaste a mi vida para enseñarme el amor más puro que existe. Cada esfuerzo, cada desvelo y cada meta alcanzada lleva tu nombre, eres la razón por la que nunca me detuve, la esperanza que me levanta y el motivo más grande para seguir creciendo.

A mi madre Narcisa mi ejemplo de lucha y entrega infinita, gracias por cada sacrificio silencioso, por tu amor incondicional y por ser el pilar que sostiene nuestra familia, todo lo que soy es el reflejo de tu esfuerzo incansable.

A mi segunda madre Marisol, por haber sido abrigo, guía y cuidado en gran parte de mi vida, gracias por tu presencia constante, por tu cariño sincero y por haber formado parte fundamental de quien soy hoy.

A mi hermana Sheyla, por su amor genuino, por su compañía y por recordarme siempre que la familia es un lazo que nunca se rompe, te quiero profundamente y siempre contarás conmigo.

A mis tíos y tías, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y por estar presentes en los momentos en que más se necesita a la familia.

A mi padrastro Enrique, por haber sido una figura paterna en mi vida, la vida nos ha puesto pruebas, pero también la posibilidad de aprender, de cambiar y de seguir adelante, reconozco su presencia en mi historia y el camino compartido.

A mis hermanos Angelo e Israel, por su apoyo incondicional, por su cercanía y por ser parte fundamental de este recorrido incluso en silencio, pero siempre presentes.

A todos ustedes, les dedico este logro no solo como un título académico, sino como un pedazo de mi vida, de mi esfuerzo y de mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme la vida, salud y fortaleza necesarias para culminar satisfactoriamente este proceso de formación académica.

A mi familia, por su apoyo permanente durante el desarrollo de esta investigación, a mi esposa Erika y a mi hija Isabella por ser mi principal motivación, a mi madre Narcisa por su esfuerzo, apoyo y formación constante, a mi segunda madre Marisol por su acompañamiento en etapas significativas de mi vida, a mi hermana Sheyla y a mis hermanos Angelo e Israel por su respaldo incondicional. De igual manera, a mis tíos y tías por su apoyo y palabras de aliento, mi padrastro Enrique por su acompañamiento y apoyo en diferentes momentos de mi vida.

A los docentes de la maestría por la formación académica impartida, su profesionalismo y orientación durante el proceso de aprendizaje los cuales han contribuido de manera significativa a mi desarrollo profesional.

De manera especial a mi director y asesor de tesis por su guía constante, su apoyo técnico y académico, así como por sus valiosas observaciones y sugerencias que permitieron la adecuada culminación de este trabajo de investigación.

A todas las personas que colaboraron directa o indirectamente en la realización de este trabajo, mi agradecimiento sincero.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	CABALLERO YACELGA JONNY XAVIER

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	RUIDO LABORAL Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE TRASTORNOS AUDITIVOS EN EL PERSONAL OPERATIVO DE UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ 2025.
AUTOR:	ING. CABALLERO YACELGA JONNY XAVIER
FECHA:	21/05/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	MAGÍSTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL
DIRECTOR:	MSc. Pablo Marcelo Puente Carrera
ASESOR:	MSc. Cristian Josafet Arias Ortiz

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de mayo de 2026

EL AUTOR:



Firma: _____

Nombre: **JONNY XAVIER CABALLERO YACELGA**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
FACULTAD DE POSGRADO



Ibarra, 12 de mayo de 2026



Dr. Jorge Gordón
Decano (e)
Facultad de Posgrado

ASUNTO: Conformidad con el documento final

Señor(a) Decano(a):

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo final de Grado: “RUIDO LABORAL Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE TRASTORNOS AUDITIVOS EN EL PERSONAL OPERATIVO DE UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ 2025.” del maestrante Caballero Yacelga Jonny Xavier (VI Cohorte), de la Maestría de HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL, certificamos que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas.

Atentamente,

	Apellidos y Nombres	Firma
Director/a	MSc. Pablo Marcelo Puente Carrera	 Validar únicamente en FirmaBC. Firmado electrónicamente por: PABLO MARCELO PUENTE CARRERA
Asesor/a	MSc. Cristian Josafet Arias Ortiz	 Validar únicamente en FirmaBC. Firmado electrónicamente por: CRISTIAN JOSAFET ARIAS ORTIZ

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	11
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I.....	15
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1 Contextualización del problema	15
1.2 Identificación de la problemática.....	16
1.3 Relación con la literatura y el estado del arte	18
1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central	20
1.5 Objetivos	20
1.5.1 Objetivo general	20
1.5.2 Objetivos específicos.....	20
1.5.3 Justificación de la investigación.....	21
CAPÍTULO II	23
2. MARCO REFERENCIAL	23
2.1 Marco teórico.....	23
2.2 Fundamentación del problema.....	25

2.3	Conceptualización de la problemática	27
2.3.1	Ruido	27
2.3.2	Ruido Laboral.....	28
2.3.3	Clasificación del ruido	28
2.3.4	Parámetros físicos: intensidad (dB), frecuencia, duración de exposición.....	31
2.3.5	Definición y clasificación de la sintomatología auditiva	32
2.3.6	Sonido.....	33
2.3.7	Frecuencia	34
2.3.8	Bandas de octava.....	35
2.3.9	Bandas de tercios de octava	36
3.1.1	Redes de Ecuación.....	37
3.1.2	Niveles de atenuación estandarizados de la escala A.....	39
3.1.3	Infrasonido y Ultrasonido.....	40
3.1.4	Decibeles	41
3.1.5	Dosis de Ruido	41
3.1.6	Longitud de onda (λ).....	41
3.1.7	Presión acústica.....	42
3.1.8	Instrumentos de medición	43
3.1.9	Etapas de la medición del ruido	45
3.1.9.1	Análisis de trabajo.....	45
3.1.9.2	Selección de la estrategia de medición	46
3.1.9.3	Medición	53
3.1.9.4	Tratamiento de errores e incertidumbre	53
3.2	Efectos del ruido en la salud auditiva	54
3.3	Teorías que respaldan el estudio	55

3.4	Investigaciones previas y su relación con el problema	56
3.5	Marco legal	58
CAPÍTULO III	61
3.	MARCO METODOLÓGICO	61
3.1	Enfoque investigación	61
3.2	Tipo de investigación.....	61
3.3	Diseño de investigación.....	61
3.4	Descripción del área de estudio	62
3.4.1	Población y muestra	62
3.4.2	Criterios de inclusión	62
3.4.3	Criterios de exclusión.....	63
3.5	Procedimiento	63
3.5.1	Selección de las Estrategias de Medición para Ruido.....	63
3.5.2	Estrategias de Medición	63
3.5.3	Medición Basada en la Tarea	64
3.5.3.1	Duración de las tareas	64
3.5.3.2	Medición del Lp,A,eqT,m para las Tareas.....	66
3.5.3.3	Cálculo de la Contribución de cada Tarea al Nivel Diario de Exposición al ruido 67	
3.5.3.4	Determinación del Nivel Diario de Exposición al Ruido	68
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	70
3.7	Técnicas de análisis de datos	71
3.8	Consideraciones éticas.....	72
CAPITULO IV	73
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73

4.1	Resultados.....	73
4.1.1	Descripción de la Empresa Automotriz.....	73
4.1.2	Descripción del Producto.....	73
4.1.3	Estructura Organizacional	74
4.1.4	Descripción Gráfica del Proceso de Ensamble.....	75
4.1.5	Medición de Ruido en Áreas Operativas de la Empresa Automotriz.....	75
4.1.5.1	Medición Basada en la Tarea.....	76
4.1.5.2	Duración de las tareas.....	77
4.1.5.3	Cálculo de las Media Aritmética de las Duración de la Tarea	78
4.1.5.4	Cálculo del $L_{p,A,eqT,m}$ para cada una de las Tareas	79
4.1.5.5	Determinación del Nivel Diario de Exposición al Ruido	82
4.1.6	Cálculo del NRR.....	84
4.1.7	Cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12).....	85
4.1.8	Caracterización de la población evaluada (Audiometrías)	88
4.2	Análisis integrado.....	92
4.3	Discusión	93
4.3.1	Discusión de resultados y análisis crítico.....	93
4.3.2	Fortalezas y limitaciones	96
CAPÍTULO V		98
5.	PROPUESTA	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		101
	Conclusiones	101
	Recomendaciones.....	102
REFERENCIAS		103
ANEXOS.....		111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Valores de ponderación A por frecuencia.....</i>	40
Tabla 2	<i>Especificaciones para la duración mínima total de medición a aplicar a un grupo de exposición homogéneo de tamaño nG.....</i>	51
Tabla 3	<i>Tareas Desarrolladas por el personal operativo en toda la Jornada Laboral.....</i>	76
Tabla 4	<i>Tareas Desarrolladas en toda la Jornada Laboral y su Duración.....</i>	77
Tabla 5	<i>Cálculo de la Media Aritmética de las Tareas en la Jornada Laboral.....</i>	79
Tabla 6	<i>Datos Obtenidos por el Sonómetro en las tres Mediciones Realizadas.....</i>	80
Tabla 7	<i>Cálculo del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Ponderado A, para cada una de las Tareas.</i>	81
Tabla 8	<i>Relación entre el nivel de presión sonora y el tiempo máximo de exposición laboral ..</i>	83
Tabla 10	<i>Resultados promedio obtenidos para cada una de las preguntas del cuestionario SSQ-12 aplicadas a los trabajadores</i>	86
Tabla 11	<i>Criterios de interpretación de la escala de puntuación del cuestionario SSQ-12.....</i>	86
Tabla 12	<i>Promedios obtenidos por dimensión (comprensión del habla, percepción espacial y cualidades del sonido).....</i>	87
Tabla 13	<i>Características de los trabajadores evaluados</i>	89
Tabla 14	<i>Resultados audiométricos (dB HL)</i>	90
Tabla 15	<i>Distribución del diagnóstico audiométrico del personal evaluado</i>	90
Tabla 16	<i>Promedios de umbrales auditivos por frecuencia (dB HL).....</i>	91
Tabla 17	<i>Análisis integrado de exposición al ruido y estado auditivo</i>	92
Tabla 18	<i>Propuesta de medidas de control específicas para el área de ensamblaje</i>	99
Tabla 19	<i>Resumen consolidado de medidas de control</i>	100

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Media Aritmética de la Duración de la Tarea</i>	78
Ecuación 2 <i>Cálculo de la Media Aritmética de la Duración de la Tarea</i>	78
Ecuación 3 <i>Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Ponderado A</i>	80
Ecuación 4 <i>Cálculo del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Ponderado A</i>	81
Ecuación 5 <i>Nivel Diario de Exposición al Ruido</i>	82
Ecuación 6 <i>Cálculo del Nivel Diario de Exposición al Ruido</i>	82
Ecuación 7 <i>Cálculo del NRR (Nivel de Ruido en la Escala A)</i>	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ruido Estable</i>	29
Figura 2 <i>Ruido Periódico</i>	29
Figura 3 <i>Ruido Aleatorio</i>	30
Figura 4 <i>Ruido de Impacto</i>	31
Figura 5 <i>Frecuencia de un Sonido</i>	35
Figura 6 <i>Espectro de Bandas de Octavas</i>	36
Figura 7 <i>Espectro por Tercio de Octavas</i>	37
Figura 8 <i>Redes de Ecuación en frecuencia A, B Y C</i>	38
Figura 9 <i>Infrasonido y Ultrasonido</i>	40
Figura 10 <i>Sonómetro</i>	44
Figura 11 <i>Dosímetro</i>	44
Figura 12 <i>Etapas de la medición del ruido</i>	45
Figura 13 <i>Media Aritmética de la Duración de las Tareas</i>	65
Figura 14 <i>Duración Efectiva de la Jornada Laboral</i>	66
Figura 15 <i>Nivel Diario de Exposición al Ruido Ponderado A</i>	67
Figura 16 <i>Cálculo del nivel diario de exposición al ruido ponderado A, a partir del $L_{p,A,eqT,m}$</i>	68
Figura 17 <i>Nivel Diario de Exposición al Ruido Ponderado A, a partir de la Contribución al Ruido de cada una de las Tareas</i>	68
Figura 18 <i>Organigrama Empresarial</i>	74
Figura 19 <i>Proceso de Ensamble</i>	75

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

**RUIDO LABORAL Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE
TRASTORNOS AUDITIVOS EN EL PERSONAL OPERATIVO DE UNA
EMPRESA AUTOMOTRIZ 2025.**

Autor: Ing. Caballero Yacelga Jonny Xavier

Director: MCs. Pablo Marcelo Puento Carrera

Año: 2026

RESUMEN

La presente investigación aborda el problema de la exposición ocupacional al ruido en el área de ensamblaje de una empresa donde los niveles de presión sonora pueden generar afectaciones en la salud auditiva de los trabajadores, el objetivo general fue evaluar los niveles de exposición al ruido y sus efectos auditivos, así como proponer un plan de control para su mitigación. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, aplicando la NTE INEN-ISO 9612 para la medición del nivel de exposición diaria equivalente, complementada con la realización de audiometrías y la aplicación del cuestionario Speech Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12) para evaluar la percepción auditiva, adicionalmente se identificaron las principales fuentes generadoras de ruido en el proceso productivo, como resultado se determinó un nivel de exposición de 91,23 dB(A), valor que supera el límite permisible para una jornada laboral de 8 horas, identificándose como fuentes críticas los compresores, herramientas neumáticas y el montacargas, asimismo se evidenciaron alteraciones en la percepción auditiva de los trabajadores especialmente en la discriminación del habla y la localización espacial del sonido. Se concluye que existe una relación directa entre la exposición al ruido y la afectación auditiva y que la implementación de un plan de control basado en medidas de ingeniería como encapsulamiento acústico, silenciadores, barreras acústicas y la determinación del protector auditivo adecuado que en nuestro caso es la orejera Howard Leight Verishield VS120, constituye una estrategia viable para reducir los niveles de exposición y prevenir la hipoacusia inducida por ruido.

Palabras clave: ruido ocupacional, exposición sonora, hipoacusia, NTE INEN-ISO 9612, control de ruido

ABSTRACT

This research addresses the problem of occupational noise exposure in the assembly area of a company, where sound pressure levels may affect workers' hearing health. The general objective was to evaluate noise exposure levels and their auditory effects, as well as to propose a control plan for their mitigation. The methodology was developed under a quantitative approach, applying the NTE INEN-ISO 9612 standard to measure the daily equivalent noise exposure level, complemented by audiometric testing and the application of the Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12) questionnaire to assess auditory perception; additionally, the main noise-generating sources within the production process were identified. The results determined an exposure level of 91.23 dB(A), exceeding the permissible limit for an 8-hour workday, identifying compressors, pneumatic tools, and forklifts as critical noise sources; likewise, alterations in workers' auditory perception were evidenced, especially in speech discrimination and spatial sound localization. It is concluded that there is a direct relationship between noise exposure and hearing impairment, and that the implementation of a control plan based on engineering measures such as acoustic enclosures, silencers, acoustic barriers, and the selection of appropriate hearing protection, specifically the Howard Leight VeriShield VS120 earmuff, constitutes a viable strategy to reduce exposure levels and prevent noise-induced hearing loss.

Keywords: occupational noise, sound exposure, hearing loss, NTE INEN-ISO 9612, noise control

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Contextualización del problema

La exposición al ruido constituye uno de los factores de riesgo físico más frecuentes dentro de los entornos industriales y representa una problemática relevante para la salud ocupacional debido a sus efectos sobre el bienestar y la capacidad funcional de los trabajadores, en actividades relacionadas con la operación de maquinaria, procesos de manufactura y líneas de ensamblaje la presencia continua de elevados niveles de presión sonora puede ocasionar alteraciones fisiológicas, auditivas y psicológicas que afectan de manera directa el desempeño laboral y la calidad de vida del personal expuesto. De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud, millones de personas a nivel mundial presentan algún grado de pérdida auditiva asociada a diferentes factores de exposición, entre ellos el ruido ocupacional, situación que evidencia la magnitud de este problema de salud pública (Núñez , 2020).

En el ámbito industrial, la gestión del ruido ocupacional se ha convertido en un componente fundamental de los sistemas de seguridad y salud en el trabajo, debido a que permite prevenir enfermedades profesionales y garantizar condiciones laborales seguras, dentro del sector automotriz las fuentes generadoras de ruido se originan principalmente en el funcionamiento de maquinaria industrial, herramientas neumáticas, motores, procesos de ensamblaje, sistemas de ventilación y equipos de transporte interno, los cuales pueden generar niveles de presión sonora superiores a los límites recomendados para una jornada laboral, a partir del reconocimiento del ruido como contaminante ambiental y ocupacional, distintos organismos internacionales y normativas técnicas han desarrollado lineamientos orientados a la evaluación, control y prevención de la exposición sonora en los lugares de trabajo (Defranc & Ponce , 2023).

En Ecuador, el desarrollo de la industria automotriz ha tenido un impacto importante en la economía y en la generación de empleo especialmente en las ciudades con crecimiento industrial y comercial, la expansión de las actividades de ensamblaje, comercialización y mantenimiento vehicular incrementó la demanda de mano de obra técnica y operativa incorporando trabajadores

expuestos de manera permanente a diversos factores de riesgo presentes en los procesos productivos, entre estos riesgos el ruido laboral adquiere especial relevancia debido a la utilización constante de equipos mecánicos y neumáticos que forman parte de las operaciones propias del sector. Asimismo, el crecimiento de esta actividad industrial ha generado la necesidad de fortalecer las medidas de prevención orientadas a proteger la salud de los trabajadores y garantizar ambientes laborales adecuados (Fajardo , 2025).

A pesar de la existencia de normativa relacionada con seguridad y salud ocupacional, en el contexto nacional todavía existe limitada información técnica y epidemiológica sobre las afectaciones auditivas asociadas a la exposición ocupacional al ruido particularmente en sectores industriales como el automotriz, esta situación dificulta la identificación temprana de alteraciones auditivas y limita la implementación de programas preventivos basados en evidencia técnica. En consecuencia, la evaluación de los niveles de ruido y el análisis de sus posibles efectos sobre la salud auditiva del personal representan una necesidad importante dentro de la gestión preventiva, no solo para el cumplimiento legal, sino también para contribuir a la reducción de enfermedades profesionales y al mejoramiento de las condiciones de trabajo en el entorno industrial (Burgos , 2025).

1.2 Identificación de la problemática

El ruido ocupacional representa uno de los riesgos físicos con mayor presencia dentro de las actividades operativas del sector automotriz debido al uso permanente de maquinaria industrial, herramientas neumáticas, equipos de impacto y motores utilizados durante los procesos de producción y ensamblaje. La exposición continua a elevados niveles de presión sonora puede generar efectos negativos sobre la salud de los trabajadores especialmente en el sistema auditivo convirtiéndose en un factor de riesgo que requiere control y vigilancia dentro de la gestión de seguridad y salud ocupacional.

Desde el punto de vista fisiológico el sistema auditivo humano posee una capacidad limitada para tolerar estímulos sonoros intensos, la audición se desarrolla dentro de un rango aproximado comprendido entre 20 Hz y 20 000 Hz, mientras que la sensibilidad auditiva alcanza su mayor capacidad en frecuencias relacionadas con la comunicación verbal. En consecuencia, la

exposición prolongada a niveles elevados de ruido en dichos rangos puede provocar alteraciones progresivas en las estructuras internas del oído particularmente en las células ciliadas responsables de la percepción sonora incrementando el riesgo de deterioro auditivo permanente (Guyton & Hall, 2021).

Diversos organismos internacionales han establecido criterios técnicos para prevenir los efectos adversos del ruido sobre la salud, la Organización Mundial de la Salud indica que exposiciones continuas iguales o superiores a 85 dB(A) durante la jornada laboral incrementan considerablemente la probabilidad de desarrollar hipoacusia inducida por ruido. Asimismo, niveles superiores a 115 dB(A) representan condiciones de alta peligrosidad especialmente cuando no existen medidas de control adecuadas, mientras que exposiciones cercanas a 120 dB(A) pueden ocasionar lesiones auditivas inmediatas asociadas al trauma acústico (Organización Mundial de la Salud, 2015).

En Ecuador, la normativa vigente relacionada con seguridad y salud en el trabajo establece límites máximos permisibles de exposición al ruido ocupacional y determina la obligación de implementar medidas preventivas orientadas a proteger la salud de los trabajadores, el Anexo 3 del Decreto Ejecutivo 255 establece un límite equivalente de 85 dB(A) para jornadas laborales de ocho horas, además de señalar que exposiciones superiores requieren la aplicación de controles de ingeniería, medidas administrativas y equipos de protección auditiva adecuados (Decreto Ejecutivo 255, 2024).

Sin embargo, en muchos entornos industriales las evaluaciones de ruido no se realizan de manera periódica ni se desarrollan programas integrales de vigilancia auditiva que permitan identificar tempranamente posibles afectaciones en los trabajadores, esta situación favorece la permanencia de exposiciones superiores a los límites recomendados y aumenta la probabilidad de desarrollar trastornos auditivos relacionados con el trabajo, generando consecuencias tanto para la salud del personal como para la productividad y gestión organizacional de las empresas (López & Molina., 2023).

En la empresa objeto de estudio no existe información técnica sistematizada que permita determinar con precisión los niveles reales de exposición al ruido ni establecer su posible relación con alteraciones auditivas en el personal operativo. Del mismo modo, se desconoce si las condiciones acústicas actuales cumplen con los parámetros establecidos en la normativa nacional y cuál es el grado de afectación auditiva presente en los trabajadores expuestos, esta ausencia de evidencia limita la toma de decisiones preventivas y dificulta la implementación de estrategias eficaces de control, razón por la cual resulta necesario desarrollar una investigación orientada a evaluar el riesgo auditivo existente en el área operativa de la empresa.

1.3 Relación con la literatura y el estado del arte

Las investigaciones desarrolladas en el campo de la salud ocupacional evidencian que el ruido laboral constituye uno de los factores de riesgo con mayor impacto sobre la salud auditiva de los trabajadores, especialmente en entornos industriales donde existe exposición continua a elevados niveles de presión sonora, diversos autores coinciden en que los efectos del ruido suelen pasar desapercibidos durante largos periodos de tiempo debido a que el deterioro auditivo se presenta de manera progresiva y, en muchos casos, sin manifestaciones inmediatas perceptibles para el trabajador.

En este contexto, (Rodríguez M. , 2023) sostiene que dentro del ámbito industrial el ruido frecuentemente es asumido como una condición inherente al trabajo lo que ha favorecido la normalización de la exposición sonora en numerosos entornos laborales, la autora señala que a diferencia de otros riesgos ocupacionales cuyos efectos son visibles de forma inmediata el daño auditivo tiende a desarrollarse gradualmente, razón por la cual suele ser minimizado tanto por las organizaciones como por el propio personal expuesto. Asimismo, destaca que la pérdida auditiva puede generar consecuencias sociales y laborales que afectan la percepción del desempeño y la interacción de los trabajadores en su entorno cotidiano.

De igual manera, (Rodríguez M. , 2023) manifiesta que los efectos del ruido sobre la salud no dependen únicamente de la presencia del agente físico en el ambiente laboral sino también de variables técnicas como la intensidad sonora y la composición frecuencial del ruido. En este sentido, exposiciones prolongadas a elevados niveles de presión sonora incrementan el riesgo de

deterioro auditivo progresivo mientras que determinadas frecuencias pueden ocasionar efectos extra-auditivos relacionados con estrés, fatiga, alteraciones del sueño y dificultades de concentración, debido a que estas afectaciones se desarrollan de manera gradual su identificación temprana suele resultar compleja en ausencia de controles preventivos y vigilancia periódica.

Por otra parte, Simbaña et al., (2021) indican que la exposición continua al ruido ocupacional sin medidas adecuadas de protección auditiva puede producir afectaciones significativas en la capacidad auditiva de los trabajadores tanto a corto como a largo plazo, los autores señalan que el nivel de afectación depende de factores como la intensidad del ruido, el tiempo de exposición y las características de las actividades desarrolladas dentro de cada puesto de trabajo.

En la misma línea, Simbaña et al., (2021) establecen que el impacto del ruido ocupacional no se limita únicamente al sistema auditivo sino que también puede generar alteraciones fisiológicas y psicológicas que afectan el desempeño laboral, entre los principales efectos asociados a la exposición prolongada al ruido se encuentran cefaleas, irritabilidad, estrés fisiológico y disminución de la capacidad de concentración, incluso en situaciones donde el trabajador no percibe molestias inmediatas relacionadas con el nivel sonoro presente en el ambiente.

Por su parte, (Genesis, 2022) menciona que la exposición continua a diferentes niveles de ruido acelera el deterioro progresivo de la audición, aunque en muchas ocasiones las afectaciones no son identificadas hasta que el trabajador presenta dificultades de comunicación o los exámenes médicos ocupacionales evidencian alteraciones auditivas, la autora destaca que la pérdida auditiva inducida por ruido suele manifestarse inicialmente en frecuencias específicas relacionadas con la percepción del habla afectando la interacción y el desempeño cotidiano del personal expuesto.

Asimismo, (Genesis, 2022) señala que las consecuencias del ruido laboral están relacionadas tanto con la intensidad sonora expresada en decibeles ponderados A [dB(A)] como con la frecuencia del sonido, las exposiciones prolongadas iguales o superiores a 85 dB(A) incrementan significativamente el riesgo de desarrollar hipoacusia inducida por ruido, especialmente cuando no existen medidas preventivas adecuadas. Además, determinadas frecuencias de sonido pueden generar efectos extra-auditivos asociados con fatiga, estrés e

irritabilidad, incluso antes de que el daño auditivo pueda ser identificado clínicamente. Estos antecedentes permiten evidenciar que la exposición al ruido constituye una problemática relevante dentro del ámbito ocupacional y justifican la necesidad de desarrollar investigaciones orientadas a evaluar sus efectos sobre la salud auditiva de los trabajadores.

1.4 Planteamiento de la tesis o argumento central

Con base en lo expuesto por (Nuñez , 2019) sobre la relación entre la exposición prolongada a ruido industrial y la aparición de alteraciones auditivas como traumas acústicos incipientes, traumas acústicos leves e hipoacusia neurosensorial irreversible se plantea que la exposición ocupacional a niveles elevados de ruido en el área de ensamblaje de la empresa automotriz objeto de estudio se asocia con la presencia de trastornos auditivos en el personal operativo evaluado.

En este sentido la investigación se centra en dicha población laboral con el propósito de analizar y verificar técnicamente esta relación mediante la medición de los niveles de exposición sonora y la evaluación del estado de salud auditiva a fin de determinar el grado de afectación existente y sustentar la implementación de medidas de prevención y control.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar la relación entre el ruido laboral y la incidencia de trastornos auditivos en el personal operativo de una empresa automotriz, mediante la medición de los niveles de ruido en los diferentes puestos de trabajo, con el fin de identificar los riesgos auditivos y proponer medidas preventivas que contribuyan a mejorar la salud auditiva del personal.

1.5.2 Objetivos específicos

- Desarrollar el marco teórico sobre el ruido laboral y su incidencia en la salud ocupacional, a partir de la consulta y análisis de literatura especializada, estudios científicos y normativas legales, que sirvan como base para el sustento del proyecto de investigación.

- Medir los niveles de ruido en el área operativa de una empresa automotriz mediante instrumentos de medición especializados, y analizar los datos obtenidos para identificar las condiciones acústicas del entorno laboral.
- Determinar la incidencia del ruido laboral en la salud ocupacional del personal expuesto para evaluar los niveles de afectación a la salud.
- Proponer recomendaciones y medidas preventivas basadas en los resultados de las mediciones de ruido y la incidencia en la salud ocupacional del personal expuesto, con el objetivo de reducir la exposición al ruido y prevenir futuros trastornos auditivos en los trabajadores.

1.5.3 Justificación de la investigación

La presente investigación surge de la necesidad de analizar la exposición al ruido ocupacional como uno de los principales riesgos físicos presentes en el sector automotriz, considerando sus efectos sobre la salud auditiva de los trabajadores y la importancia de implementar medidas preventivas que contribuyan al mejoramiento de las condiciones laborales. El estudio adquiere relevancia debido a que la exposición continua a elevados niveles de presión sonora puede generar alteraciones auditivas progresivas que afectan no solo el bienestar integral del trabajador, sino también su desempeño dentro de las actividades operativas.

Desde el enfoque social y de salud ocupacional esta investigación se justifica porque contribuye a la protección de la salud de los trabajadores expuestos a ruido en ambientes industriales, la generación de información técnica relacionada con los niveles de exposición sonora y sus posibles efectos auditivos permitirá identificar condiciones de riesgo que pueden afectar la calidad de vida del personal operativo. Además, el estudio aporta al fortalecimiento de acciones preventivas orientadas a disminuir la aparición de enfermedades profesionales asociadas al ruido laboral, promoviendo entornos de trabajo más seguros y saludables.

En el contexto legal ecuatoriano la investigación también posee relevancia debido a que la normativa nacional establece la obligación de los empleadores de identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales presentes en los lugares de trabajo, incluyendo aquellos relacionados con agentes físicos como el ruido. En este sentido, el estudio proporciona evidencia técnica que puede

servir de apoyo para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la legislación de seguridad y salud ocupacional vigente, particularmente en lo relacionado con la vigilancia de la salud auditiva, la evaluación periódica de ruido y la aplicación de medidas preventivas destinadas a proteger al personal expuesto (Decreto Ejecutivo 255, 2024).

Desde la perspectiva económica y organizacional la investigación resulta importante porque las alteraciones auditivas derivadas de la exposición ocupacional al ruido pueden generar consecuencias que afectan directamente a la empresa, tales como disminución del rendimiento laboral, incremento del ausentismo, gastos médicos, rotación de personal y posibles responsabilidades administrativas. Por esta razón, la implementación de estrategias de control y prevención del ruido debe ser considerada como una inversión orientada a preservar la salud del trabajador y mejorar la productividad de la organización. En consecuencia, los resultados obtenidos permitirán sustentar técnicamente la necesidad de adoptar medidas de control que contribuyan a reducir riesgos y fortalecer la sostenibilidad operativa de la empresa.

Asimismo, la investigación aporta al fortalecimiento de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo especialmente en relación con estándares internacionales orientados a la mejora continua de las condiciones laborales, como la ISO 45001:2018. La información obtenida podrá ser utilizada para optimizar las prácticas preventivas, fortalecer la cultura de seguridad ocupacional y demostrar el compromiso institucional con la protección de la salud de los trabajadores y el cumplimiento de estándares técnicos reconocidos a nivel nacional e internacional.

Finalmente, desde el punto de vista académico y científico el estudio contribuye al desarrollo de información relacionada con la exposición al ruido ocupacional y sus efectos en la salud auditiva dentro del sector automotriz, los resultados obtenidos servirán como referencia para futuras investigaciones vinculadas con higiene industrial, prevención de riesgos laborales y vigilancia de la salud ocupacional, además de proporcionar bases técnicas para la formulación de estrategias orientadas al control del ruido y la prevención de trastornos auditivos en ambientes industriales.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco teórico

El presente marco teórico reúne los fundamentos conceptuales, técnicos y científicos relacionados con las variables principales de la investigación: el ruido laboral y los trastornos auditivos en el personal operativo, su propósito es proporcionar sustento teórico al estudio mediante el análisis de literatura especializada, normativa técnica e investigaciones previas vinculadas con la exposición ocupacional al ruido y sus efectos sobre la salud auditiva de los trabajadores.

La relación entre ruido ocupacional y afectaciones auditivas ha sido ampliamente estudiada dentro del campo de la higiene industrial y la salud ocupacional debido a que numerosos entornos productivos presentan condiciones que favorecen la exposición continua a elevados niveles de presión sonora. En este contexto, el sector automotriz constituye una de las actividades industriales con mayor presencia de fuentes generadoras de ruido producto del funcionamiento simultáneo de maquinaria pesada, herramientas neumáticas, sistemas automatizados, compresores y procesos de ensamblaje que forman parte de la operación diaria.

Las características operativas propias de la industria automotriz hacen que determinadas áreas de producción presenten niveles de ruido que pueden superar los límites recomendados para una jornada laboral. Procesos como mecanizado, soldadura, estampado y ensamblaje generan emisiones sonoras constantes que en ausencia de medidas preventivas adecuadas representan un riesgo para la salud auditiva del personal expuesto. Por esta razón, organismos y normativas internacionales relacionadas con seguridad y salud ocupacional establecen criterios técnicos orientados a la evaluación y control del ruido en los ambientes de trabajo, entre ellos la ISO 9612:2009 y las directrices desarrolladas por el NIOSH para la prevención de pérdidas auditivas asociadas a la exposición ocupacional al ruido.

Dentro del ámbito de la higiene ocupacional se reconoce que exposiciones superiores a 85 dB durante jornadas prolongadas incrementan considerablemente la probabilidad de desarrollar alteraciones auditivas relacionadas con el trabajo, diversos estudios realizados en entornos

industriales evidencian que en ciertas actividades operativas los niveles de presión sonora pueden alcanzar valores superiores a 95 dB e incluso sobrepasar los 100 dB, especialmente en áreas donde existe funcionamiento continuo de equipos mecánicos y herramientas de impacto. En consecuencia, el ruido es considerado un agente físico que requiere monitoreo permanente, evaluación técnica y aplicación de medidas de control destinadas a reducir el riesgo de afectación auditiva en los trabajadores (Decreto Ejecutivo 255, 2024).

Entre las principales consecuencias derivadas de la exposición prolongada al ruido laboral se encuentra la pérdida auditiva inducida por ruido considerada una afección progresiva e irreversible que generalmente afecta inicialmente las frecuencias altas de la audición. Además del deterioro auditivo, la exposición continua al ruido puede generar efectos adicionales relacionados con fatiga, estrés, disminución de la concentración y reducción del rendimiento laboral, factores que incrementan la probabilidad de errores operativos y accidentes dentro del ambiente de trabajo (Moreira & Morejón, 2022).

Debido a la importancia de esta problemática en el ámbito industrial, resulta necesario analizar investigaciones y antecedentes científicos que permitan comprender el comportamiento del ruido ocupacional y sus efectos sobre la salud auditiva, la revisión de estudios previos aporta información relevante sobre metodologías de medición, criterios de evaluación, resultados obtenidos en contextos similares y estrategias de intervención aplicadas para el control del riesgo por ruido en diferentes sectores productivos.

En función de lo expuesto el presente marco teórico incorpora investigaciones académicas y fundamentos técnicos relacionados con la exposición al ruido laboral y los trastornos auditivos asociados con el propósito de fortalecer el sustento conceptual de la investigación y proporcionar bases teóricas que permitan interpretar los resultados obtenidos y formular propuestas orientadas a la prevención y control del riesgo auditivo en la empresa objeto de estudio.

2.2 Fundamentación del problema

La exposición continua a elevados niveles de ruido dentro de los procesos operativos de la industria automotriz representa una problemática relevante en el ámbito de la seguridad y salud ocupacional debido a que puede generar afectaciones progresivas sobre la salud auditiva y el bienestar integral de los trabajadores. Actividades desarrolladas en áreas de ensamblaje, mecanizado y operación de maquinaria industrial producen emisiones sonoras constantes que cuando superan los límites recomendados y no son controladas adecuadamente incrementan el riesgo de desarrollar trastornos auditivos y otros efectos adversos asociados al desempeño laboral.

Además de las alteraciones auditivas diversos estudios señalan que la exposición prolongada al ruido puede generar consecuencias fisiológicas y psicológicas relacionadas con estrés, fatiga, disminución de la concentración y reducción de la capacidad de respuesta durante la jornada de trabajo, estas condiciones pueden influir negativamente en la productividad y aumentar la probabilidad de incidentes y accidentes laborales especialmente en ambientes industriales donde las actividades requieren precisión, comunicación efectiva y atención permanente. En este contexto, resulta necesario evaluar técnicamente los niveles de presión sonora presentes en los puestos de trabajo y analizar su posible relación con afectaciones auditivas en el personal operativo, con la finalidad de sustentar medidas preventivas orientadas al control del riesgo ocupacional.

Diversas investigaciones desarrolladas en diferentes sectores productivos han evidenciado la relación existente entre la exposición ocupacional al ruido y la aparición de alteraciones auditivas. (Gabriela & Darwin, 2022) en un estudio realizado en personal administrativo y operativo perteneciente al sector de la construcción en las ciudades de Ambato, Quito y Guayaquil, determinaron que la exposición a ruido laboral influye directamente en la aparición de hipoacusia inducida por ruido, los autores analizaron audiometrías obtenidas mediante programas de vigilancia de la salud y concluyeron que exposiciones superiores a 85 dB incrementan significativamente la probabilidad de deterioro auditivo incluso en trabajadores que utilizan equipos de protección personal.

De manera similar, (Espinoza , 2024) desarrolló una investigación orientada a evaluar la influencia del ruido laboral sobre la percepción de salud en trabajadores de áreas productivas pertenecientes a los sectores de construcción, textil y ebanistería. El estudio empleó un diseño metodológico no experimental, transversal y correlacional, considerando una muestra de 108 trabajadores, para la evaluación del ruido se aplicó la metodología establecida en la ISO 9612 mediante mediciones por tareas y en diferentes horarios de trabajo mientras que la autopercepción de salud fue analizada a través del cuestionario GHQ-30. Los resultados obtenidos evidenciaron que la exposición al ruido laboral se relaciona significativamente con alteraciones de tipo psicológico en la población expuesta explicando una proporción importante de los padecimientos asociados al bienestar emocional y mental de los trabajadores.

Por otra parte, (Diego, 2021), mediante una revisión sistemática enfocada en trabajadores expuestos a ruido industrial, analizó información correspondiente a 58 821 personas evaluadas mediante audiometría tonal aérea, los resultados evidenciaron que 19 234 trabajadores presentaban algún grado de afectación auditiva asociada a la exposición ocupacional al ruido representando aproximadamente el 32,75 % de la población estudiada. Asimismo, el autor identificó que la mayor proporción de investigaciones relacionadas con exposición a ruido industrial se desarrolló en Estados Unidos, seguido de Colombia y Perú, mientras que en Ecuador la información disponible sobre esta problemática aún es limitada, situación que evidencia la necesidad de fortalecer investigaciones nacionales relacionadas con salud auditiva y exposición ocupacional al ruido.

Los antecedentes científicos revisados permiten evidenciar que la exposición al ruido laboral constituye un problema recurrente en distintos sectores industriales y que sus efectos sobre la salud auditiva pueden manifestarse de manera progresiva cuando no existen medidas adecuadas de prevención y control. En consecuencia, resulta pertinente desarrollar investigaciones orientadas a evaluar las condiciones reales de exposición sonora en entornos laborales específicos con el propósito de generar información técnica que contribuya a la protección de la salud de los trabajadores y al fortalecimiento de los programas de vigilancia ocupacional.

2.3 Conceptualización de la problemática

2.3.1 Ruido

El ruido constituye una forma de contaminación física presente en diferentes actividades humanas y productivas, cuya relevancia se incrementó considerablemente a partir del desarrollo industrial y urbano experimentado desde el siglo XIX. La expansión de las ciudades, el crecimiento de los sistemas de transporte y la incorporación masiva de maquinaria en los procesos productivos provocaron un aumento significativo de las emisiones sonoras en distintos entornos generando efectos negativos sobre la salud y el bienestar de la población. Como consecuencia, el ruido comenzó a ser reconocido como un problema ambiental y ocupacional asociado a múltiples alteraciones fisiológicas, psicológicas y sociales (Flores et al., 2025).

En la actualidad la exposición al ruido representa una problemática de alcance mundial especialmente en países en vías de desarrollo donde las condiciones de control y vigilancia ocupacional suelen ser limitadas, en América Latina la magnitud del problema relacionado con la exposición sonora ha resultado difícil de determinar debido a factores como el incumplimiento de la normativa vigente, la insuficiente implementación de programas de conservación auditiva y la limitada evaluación técnica en determinados sectores laborales, esta situación ha favorecido el incremento de alteraciones auditivas asociadas al ruido particularmente la hipoacusia inducida por exposición ocupacional considerada actualmente una de las principales causas de discapacidad auditiva en la población adulta (Fajardo , 2025).

Diversos estudios señalan que el ruido no solo afecta a las personas expuestas directamente, sino que también genera impactos sobre el entorno y las condiciones de vida de la población, en áreas urbanas e industriales la contaminación acústica puede producir efectos fisiológicos y psicológicos que incluyen estrés, alteraciones del sueño, irritabilidad y dificultades de concentración. En muchos casos, las consecuencias derivadas de la exposición prolongada al ruido son identificadas únicamente cuando el daño ya presenta un carácter irreversible especialmente en lo relacionado con las afectaciones auditivas permanentes (Astudillo et al., 2023).

2.3.2 Ruido Laboral

Dentro del ámbito ocupacional el ruido es considerado uno de los agentes físicos de mayor presencia en los ambientes de trabajo debido a que numerosos procesos industriales requieren el funcionamiento continuo de maquinaria, herramientas y equipos capaces de generar elevados niveles de presión sonora. Como consecuencia, una gran cantidad de trabajadores permanece expuesta diariamente a condiciones acústicas que pueden representar un riesgo para su salud auditiva y su bienestar general (Briones et al., 2023).

(Falagán, 2020) expresa que en el campo de la higiene industrial el ruido suele definirse como un sonido no deseado o molesto que dependiendo de su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición puede provocar efectos adversos sobre las personas expuestas, la exposición prolongada a elevados niveles de ruido en el ambiente laboral puede ocasionar múltiples consecuencias fisiológicas y psicológicas, entre las que se incluyen estrés, fatiga, irritabilidad, cefaleas, dificultades de comunicación y disminución de la concentración durante el trabajo.

Asimismo, cuando las exposiciones superan los límites permisibles establecidos en la normativa ocupacional y no existen medidas preventivas adecuadas, el ruido laboral puede generar alteraciones auditivas progresivas como la hipoacusia inducida por ruido, trauma acústico y en casos severos pérdida parcial o total de la capacidad auditiva, debido a la frecuencia con la que estas afectaciones se presentan en distintos sectores productivos el ruido ocupacional es considerado uno de los principales factores relacionados con enfermedades profesionales y discapacidad laboral a nivel mundial (Flores et al., 2025).

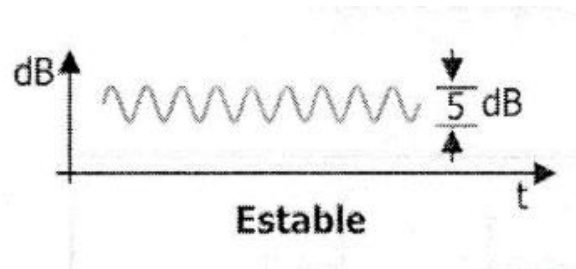
2.3.3 Clasificación del ruido

El ruido puede clasificarse de acuerdo con el comportamiento de los niveles de presión sonora a lo largo del tiempo, característica que permite identificar su variabilidad y determinar el tipo de exposición presente en el ambiente laboral, esta clasificación resulta importante dentro de la higiene industrial debido a que facilita la evaluación del riesgo ocupacional y la selección de métodos adecuados para la medición y control del ruido. Según él (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2020), el ruido se clasifica en estable, periódico, aleatorio y de impacto o impulso.

Ruido estable: El ruido estable se caracteriza porque sus niveles de presión acústica permanecen prácticamente constantes durante el periodo de medición, se considera que existe esta condición cuando la diferencia entre los valores máximos y mínimos de presión sonora ponderada A [LpA] es inferior a 5 dB. Este tipo de ruido suele presentarse en procesos industriales donde la maquinaria funciona de manera continua y uniforme generando emisiones sonoras con escasa variación temporal.

Figura 1

Ruido Estable

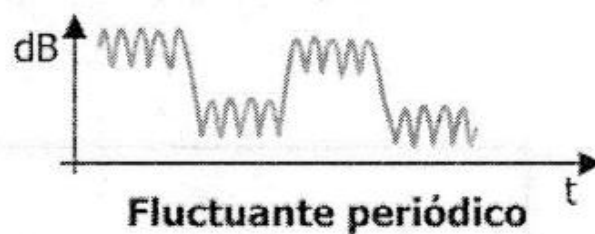


Nota: Tomada de (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2020).

Ruido periódico: El ruido periódico corresponde a aquel cuya variación sonora presenta un comportamiento repetitivo o cíclico a lo largo del tiempo. En este caso, la diferencia entre los valores máximos y mínimos de presión acústica ponderada A es igual o superior a 5 dB, manteniendo una secuencia regular en sus fluctuaciones, este tipo de ruido es frecuente en equipos o procesos industriales que operan mediante ciclos repetitivos.

Figura 2

Ruido Periódico

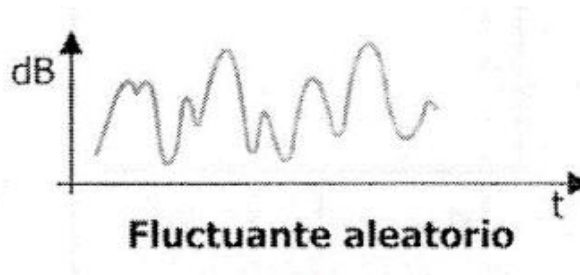


Nota: Tomada de (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2020).

Ruido aleatorio: El ruido aleatorio se caracteriza por presentar variaciones irregulares e impredecibles en los niveles de presión sonora durante el tiempo de exposición, aunque la diferencia entre los valores máximos y mínimos también es igual o superior a 5 dB, las fluctuaciones no siguen un patrón definido ni una secuencia constante. este tipo de ruido suele encontrarse en ambientes industriales donde intervienen múltiples fuentes sonoras simultáneas o actividades operativas variables.

Figura 3

Ruido Aleatorio

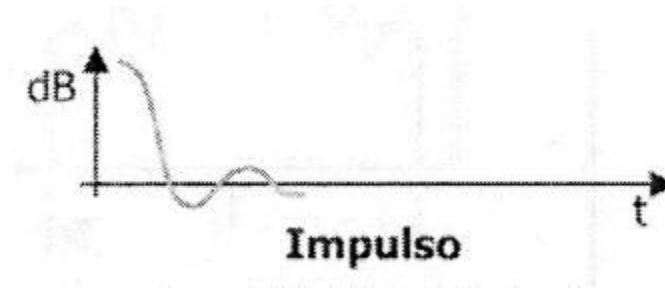


Nota: Tomada de (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2020).

Ruido de impacto o impulso: El ruido de impacto o impulso se produce por emisiones sonoras de corta duración y elevada intensidad, caracterizadas por una disminución rápida de la presión acústica en un periodo inferior a un segundo. Generalmente está asociado a golpes, explosiones, impactos metálicos o funcionamiento de herramientas de percusión, debido a sus características este tipo de ruido puede generar efectos perjudiciales inmediatos sobre el sistema auditivo cuando la exposición ocurre sin medidas adecuadas de protección (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2020).

Figura 4

Ruido de Impacto



Nota: Tomada de (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2020).

2.3.4 Parámetros físicos: intensidad (dB), frecuencia, duración de exposición

Intensidad (dB): La intensidad sonora corresponde al nivel de energía que posee un sonido y se expresa mediante la unidad denominada decibelio (dB), esta unidad permite cuantificar el nivel de presión sonora percibido por el oído humano y constituye uno de los principales parámetros utilizados en la evaluación de ruido ocupacional, en el ámbito audiológico y de higiene industrial los decibelios permiten establecer los límites de exposición sonora y determinar el grado de afectación auditiva que puede presentar una persona expuesta a elevados niveles de ruido, la medición de la intensidad resulta fundamental para identificar condiciones de riesgo y establecer medidas preventivas orientadas a la protección de la salud auditiva (Genesis, 2022).

Frecuencia: La frecuencia del sonido se relaciona con el número de ciclos o vibraciones que una onda sonora realiza en un segundo y se mide en hercios (Hz). Este parámetro determina la percepción del tono de un sonido de manera que las frecuencias elevadas son identificadas como sonidos agudos, mientras que las frecuencias bajas corresponden a sonidos graves. La frecuencia constituye un aspecto importante en el análisis del ruido debido a que determinadas bandas frecuenciales pueden generar mayor sensibilidad o afectación sobre el sistema auditivo humano (Genesis, 2022).

Duración de exposición: La duración de exposición hace referencia al tiempo durante el cual una persona permanece expuesta a un determinado nivel de presión sonora, en términos de salud ocupacional el riesgo auditivo no depende únicamente de la intensidad del ruido sino también del tiempo de exposición acumulado durante la jornada laboral. Generalmente, una exposición

continua de 85 dB durante ocho horas es considerada el límite máximo recomendado para evitar daños auditivos; sin embargo, conforme aumenta la intensidad del sonido el tiempo de exposición permisible disminuye considerablemente. Por esta razón la evaluación conjunta entre intensidad y tiempo de exposición resulta indispensable para determinar el nivel de riesgo asociado al ruido laboral (Bustamante, 2024).

2.3.5 Definición y clasificación de la sintomatología auditiva

Hipoacusia

La hipoacusia inducida por ruido es una alteración de la capacidad auditiva asociada a la exposición continua y prolongada a elevados niveles de presión sonora en el ambiente laboral, esta afección se caracteriza por una disminución progresiva de la sensibilidad auditiva especialmente en determinadas frecuencias relacionadas con la percepción del habla. Generalmente, el riesgo aumenta cuando las exposiciones superan los 85 dB(A) durante jornadas laborales prolongadas. Debido a su carácter irreversible y progresivo la hipoacusia inducida por ruido es considerada una de las enfermedades profesionales más frecuentes a nivel mundial y representa una problemática importante dentro de la salud ocupacional (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Trauma acústico

El trauma acústico corresponde a una lesión auditiva aguda ocasionada por la exposición repentina a sonidos de muy alta intensidad, generalmente superiores a 120 o 140 dB. Este tipo de afectación suele producirse por explosiones, impactos sonoros o ruidos impulsivos capaces de generar daño inmediato en las estructuras del oído interno particularmente en las células ciliadas de la cóclea, a diferencia de la hipoacusia inducida por ruido de evolución progresiva el trauma acústico aparece de forma instantánea y puede provocar pérdida auditiva temporal o permanente dependiendo de la magnitud y duración de la exposición (National Institute for Occupational Safety and Health, 1998).

Tinnitus

El tinnitus también denominado acúfeno consiste en la percepción de sonidos como zumbidos, pitidos o silbidos sin que exista una fuente sonora externa que los produzca, este síntoma suele estar relacionado con alteraciones del sistema auditivo, pérdida auditiva neurosensorial o exposición prolongada al ruido, su intensidad y persistencia pueden variar entre individuos y

generar consecuencias asociadas con dificultades de concentración, alteraciones del sueño y afectación del bienestar psicológico. En el ámbito ocupacional el tinnitus es considerado una manifestación temprana de posible daño auditivo inducido por ruido razón por la cual su identificación resulta importante dentro de los programas de vigilancia de la salud auditiva (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Otalgia

La otalgia se define como la presencia de dolor localizado en el oído, desde el punto de vista clínico puede clasificarse como primaria cuando el origen del dolor se encuentra directamente en las estructuras auditivas, o secundaria cuando proviene de otras regiones anatómicas cercanas. Entre sus posibles causas se incluyen infecciones, procesos inflamatorios, traumatismos y exposición a agentes físicos como el ruido intenso, dentro del contexto ocupacional la otalgia puede constituir una manifestación inicial de alteraciones relacionadas con exposición sonora, por lo que su evaluación clínica resulta importante para la detección temprana de posibles afectaciones auditivas (American Academy of Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 2020).

2.3.6 Sonido

El sonido es una onda mecánica producida por la vibración de un cuerpo y transmitida a través de un medio físico como el aire, el agua o los sólidos. Cuando estas vibraciones alcanzan el oído humano son interpretadas como una sensación auditiva, la intensidad sonora se expresa comúnmente en decibelios ponderados A [dB(A)], unidad utilizada para representar la respuesta del oído humano frente a diferentes niveles de presión sonora, el rango auditivo normal del ser humano se extiende aproximadamente desde 0 dB(A), considerado umbral de audición hasta valores cercanos a 120 dB(A), nivel a partir del cual el sonido puede generar dolor y daño auditivo (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Desde el enfoque de salud ocupacional la medición del sonido permite evaluar el nivel de exposición al ruido y determinar los posibles efectos sobre la salud auditiva de las personas. Exposiciones prolongadas a elevados niveles de presión sonora especialmente superiores a 85 dB(A), se asocian con un incremento del riesgo de desarrollar alteraciones auditivas relacionadas con el trabajo. Por esta razón, el monitoreo y control de los niveles sonoros constituyen medidas

fundamentales dentro de los programas de prevención y vigilancia ocupacional (Organización Mundial de la Salud, 2021).

2.3.7 Frecuencia

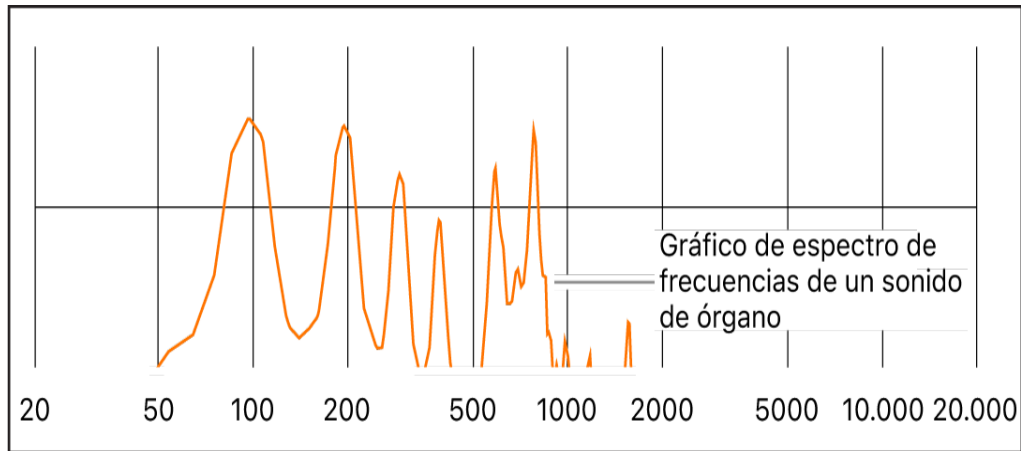
Es el número de variaciones de presión de la onda sonora en un segundo, se mide en hercios (Hz) o ciclos por segundo, la frecuencia principal de un sonido es lo que determina su tono característico, por ejemplo, el estruendo de un trueno lejano tiene una frecuencia baja mientras que un silbido tiene una frecuencia alta (Burgos , 2025).

En términos acústicos, algunos sonidos pueden estar conformados por una única frecuencia denominándose sonidos puros; sin embargo, la mayoría de sonidos y ruidos presentes en el entorno corresponden a combinaciones de múltiples frecuencias. En estos casos, el tono predominante depende de la frecuencia principal acompañada por armónicos que contribuyen a definir el timbre característico del sonido (Falagán, 2020).

El oído humano posee un rango auditivo aproximado comprendido entre 20 Hz y 20 000 Hz, conocido como espectro audible, las frecuencias bajas son percibidas como sonidos graves mientras que las altas se identifican como sonidos agudos o penetrantes, este rango puede modificarse con la edad o debido a la exposición prolongada a factores de riesgo como el ruido ocupacional, siendo común que las frecuencias altas sean las primeras en afectarse en casos de pérdida auditiva inducida por ruido. Por ello, el análisis de la frecuencia resulta fundamental en los estudios acústicos y de salud ocupacional, ya que permite identificar qué bandas sonoras representan mayor riesgo para la salud auditiva de las personas expuestas (Organización Mundial de la Salud, 2021).

Figura 5

Frecuencia de un Sonido



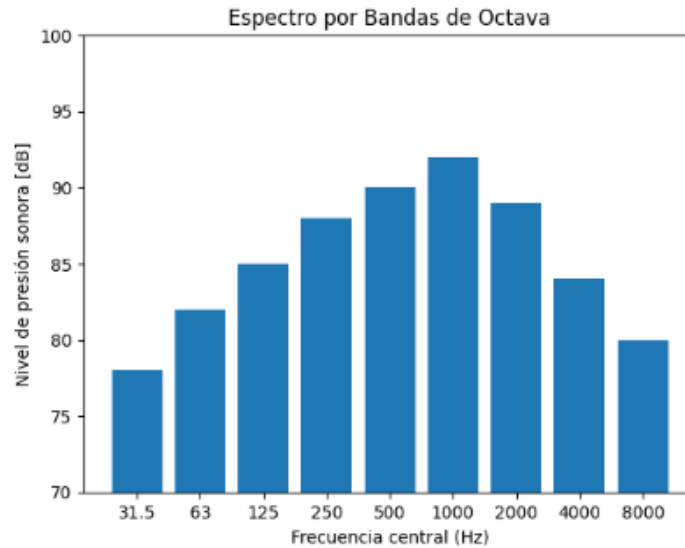
Nota: Tomada de (Falagán, 2020)

2.3.8 Bandas de octava

Las bandas de octava corresponden a intervalos normalizados de frecuencia utilizados en el análisis acústico para agrupar la energía sonora dentro de rangos específicos donde cada frecuencia central duplica a la anterior, este método permite estudiar la distribución espectral del ruido y determinar cuáles son las frecuencias predominantes presentes en un ambiente determinado, aspecto fundamental para la identificación de fuentes emisoras y la selección de medidas de control acústico adecuadas. En el ámbito de la higiene industrial y salud ocupacional el análisis por bandas de octava es ampliamente empleado en evaluaciones de ruido laboral debido a que facilita la comparación de los niveles sonoros con criterios técnicos y límites permisibles establecidos en normativas nacionales e internacionales, además de contribuir a la correcta selección de protectores auditivos y estrategias de control del riesgo ocupacional. La estandarización de estas bandas se encuentra regulada por normas técnicas internacionales aplicadas en diversos países para la gestión y evaluación de la exposición al ruido en los lugares de trabajo (International Electrotechnical Commission, IEC, 2014).

Figura 6

Espectro de Bandas de Octavas



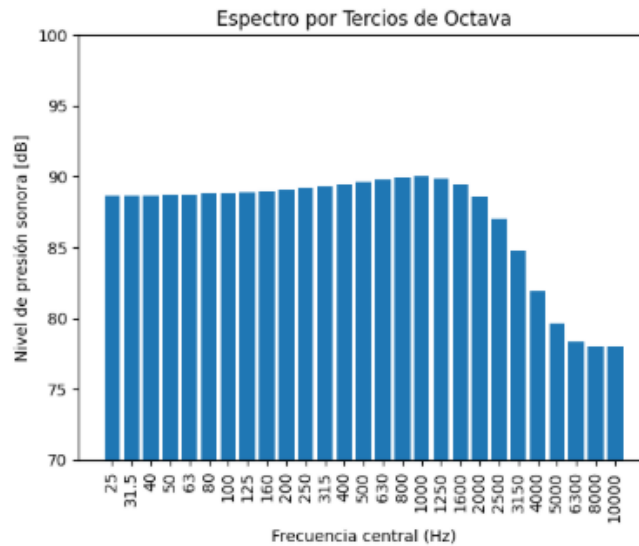
Nota: Tomada de (Falagán, 2020)

2.3.9 Bandas de tercios de octava

Las bandas de tercios de octava constituyen una subdivisión más específica del análisis por bandas de octava, mediante la división de cada intervalo principal en tres rangos de frecuencia más pequeños permitiendo obtener una evaluación espectral más detallada del ruido, este tipo de análisis facilita la identificación de componentes tonales dominantes y frecuencias específicas que pueden tener mayor influencia sobre la percepción sonora y la salud auditiva de las personas expuestas. En estudios de higiene industrial y prevención de riesgos laborales las bandas de tercios de octava son utilizadas en evaluaciones avanzadas de ruido industrial, diseño de controles de ingeniería, análisis de aislamiento acústico y verificación de la eficacia de barreras sonoras, su aplicación técnica se encuentra respaldada por normas internacionales que establecen criterios uniformes para la medición y análisis acústico en ambientes ocupacionales (International Electrotechnical Commission, IEC, 2014).

Figura 7

Espectro por Tercio de Octavas



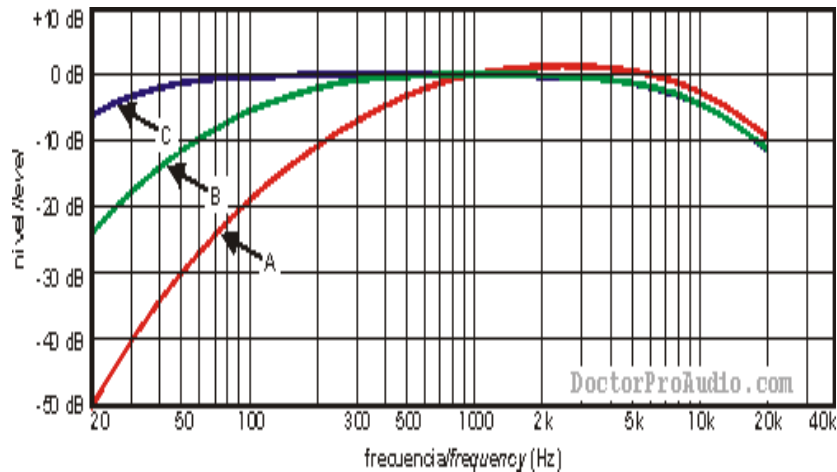
3 Nota: Tomada de (Falagán, 2020)

3.1.1 Redes de Ecuación

Las redes de ecualización o ponderaciones de frecuencia corresponden a filtros normalizados incorporados en los sonómetros con la finalidad de adaptar la respuesta del instrumento a la sensibilidad del oído humano frente a distintas frecuencias y niveles de presión sonora, estas ponderaciones permiten realizar mediciones acústicas más representativas del efecto real del ruido sobre las personas facilitando evaluaciones comparables y estandarizadas en estudios de higiene industrial, salud ocupacional y control ambiental. Las redes más utilizadas son las ponderaciones A, B y C, cada una diseñada para representar diferentes comportamientos de percepción auditiva según la intensidad sonora evaluada (International Electrotechnical Commission, 2013).

Figura 8

Redes de Ecuilización en frecuencia A, B Y C



Nota: Adaptado de Ponderaciones de frecuencia ABC, por Doctor Pro Audio (s. f.), Doctor Pro Audio - <https://www.doctorproaudio.com/content.php?145-ponderaciones-weightings-frecuencia-ABC>

Red de ecualización A - dB(A)

La ponderación A [dB(A)] representa la respuesta del oído humano frente a niveles moderados de presión sonora, atenuando principalmente las frecuencias muy bajas y muy altas, y otorgando mayor importancia al rango comprendido aproximadamente entre 1 y 4 kHz, donde la sensibilidad auditiva humana es más elevada. Debido a que esta ponderación refleja de forma más aproximada la percepción auditiva en condiciones normales de exposición constituye el criterio más utilizado en evaluaciones de ruido ambiental y ocupacional, así como en la mayoría de límites permisibles establecidos por normativas internacionales relacionadas con seguridad y salud en el trabajo (International Organization for Standardization, 2017).

Red de ecualización B - dB(B)

La ponderación B [dB(B)] fue diseñada para representar la respuesta auditiva humana frente a niveles intermedios de presión sonora presentando una menor atenuación de las frecuencias bajas en comparación con la ponderación A. Sin embargo, debido a su limitada aplicación práctica y a la mayor aceptación internacional de las redes A y C, actualmente su uso es poco frecuente dentro de las evaluaciones acústicas modernas y ha sido desplazado en la mayoría de normativas y

procedimientos técnicos relacionados con medición de ruido ocupacional (International Electrotechnical Commission, 2013).

Red de ecualización C - dB(C)

La ponderación C [dB(C)] posee una respuesta prácticamente uniforme en un amplio rango de frecuencias, presentando escasa atenuación en las bajas frecuencias por lo que resulta adecuada para la evaluación de sonidos de alta intensidad, ruidos impulsivos y mediciones de niveles máximos de presión sonora. Esta red es utilizada principalmente en la evaluación de picos de ruido, análisis de impacto acústico y verificación de exposiciones relacionadas con fuentes sonoras de elevada energía, complementando las mediciones realizadas mediante ponderación A en estudios de higiene ocupacional y control acústico (International Organization for Standardization, 2017).

3.1.2 Niveles de atenuación estandarizados de la escala A

Los niveles de atenuación estandarizados de la escala A corresponden a una ponderación acústica utilizada para representar la sensibilidad del oído humano frente a distintas frecuencias sonoras, esta escala expresa los niveles de presión sonora en decibelios ponderados A [dB(A)] y se caracteriza por reducir la influencia de frecuencias extremadamente bajas y altas otorgando mayor relevancia a aquellas comprendidas dentro del rango donde el sistema auditivo humano presenta mayor sensibilidad, debido a esta característica la ponderación A es la más utilizada en estudios de ruido ocupacional, higiene industrial y salud laboral permitiendo evaluar de manera más precisa el riesgo asociado a la exposición prolongada al ruido. Asimismo, constituye un criterio fundamental para la comparación con límites máximos permisibles establecidos en la normativa de seguridad y salud ocupacional y para la selección adecuada de equipos de protección auditiva, su aplicación se encuentra reconocida en diversas normas internacionales relacionadas con evaluación acústica y protección de la salud auditiva de los trabajadores (International Organization for Standardization (ISO), 2013).

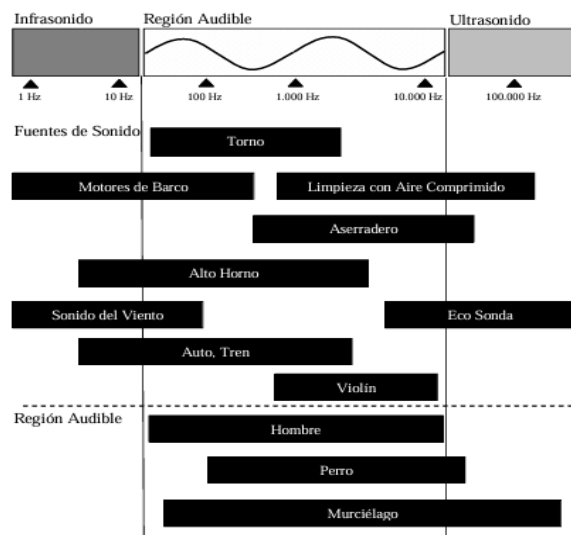
Tabla 1*Valores de ponderación A por frecuencia*

Valores de ponderación A por frecuencia									
fc	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
"A"	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1

Nota: Elaboración propia con base en el libro “HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO CON APLICACIÓN A LA INDUSTRIA TEXTIL” (Puente, 2001)

3.1.3 Infrasonido y Ultrasonido

Los infrasonidos corresponden a sonidos cuyas frecuencias son inferiores a 20 Hz, mientras que los ultrasonidos poseen frecuencias superiores a 20 000 Hz, ambos tipos de sonido se encuentran fuera del rango audible del oído humano por tanto no pueden ser percibidos de forma consciente por las personas. Sin embargo, dependiendo de su intensidad y tiempo de exposición estas frecuencias pueden generar efectos fisiológicos y alteraciones en el bienestar de los individuos expuestos (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2021).

Figura 9*Infrasonido y Ultrasonido*

Nota: Tomada de (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2021)

3.1.4 Decibeles

El decibelio [dB] es una unidad logarítmica utilizada para expresar niveles de presión sonora y cuantificar la intensidad del sonido percibido por el oído humano, aunque el sonido produce variaciones de presión en el aire que pueden medirse físicamente en pascales [Pa], el amplio rango de sensibilidad auditiva humana hace impráctico el uso de escalas lineales, debido a que el oído puede detectar presiones sonoras comprendidas entre aproximadamente 20 μ Pa y 100 Pa. Por esta razón, se emplea una escala logarítmica que permite representar de manera más adecuada las variaciones de presión acústica y facilitar la evaluación de los niveles de ruido presentes en diferentes ambientes, el uso del decibelio constituye el método estándar utilizado en acústica, higiene industrial y salud ocupacional para evaluar exposiciones sonoras y determinar posibles riesgos auditivos (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2021).

3.1.5 Dosis de Ruido

La dosis de ruido hace referencia a la cantidad total de energía sonora recibida por una persona durante un periodo determinado de exposición laboral, este concepto considera simultáneamente el nivel de presión sonora y el tiempo de exposición al ruido debido a que el potencial de daño auditivo depende de ambos factores de manera conjunta. En consecuencia, exposiciones prolongadas a niveles moderados de ruido pueden representar un riesgo equivalente al generado por exposiciones cortas a niveles sonoros elevados (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2021).

3.1.6 Longitud de onda (λ)

La longitud de onda corresponde a la distancia existente entre dos puntos consecutivos que presentan el mismo estado dentro de una onda sonora como crestas o valles, este parámetro se relaciona directamente con la velocidad de propagación del sonido y su frecuencia permitiendo determinar el comportamiento de las ondas acústicas en diferentes medios, la longitud de onda puede calcularse mediante la siguiente expresión matemática:

Longitud de onda $\lambda = \text{velocidad del sonido} / \text{frecuencia}$

Donde:

- λ : longitud de onda.
- v : velocidad de propagación del sonido.
- f : frecuencia de la onda sonora.

Los sonidos de baja frecuencia presentan longitudes de onda más extensas lo que les permite rodear obstáculos con mayor facilidad y dificulta su aislamiento acústico dentro de los ambientes de trabajo (Falagán, 2020).

3.1.7 Presión acústica

La presión acústica corresponde a la variación de la presión atmosférica generada por la propagación de una onda sonora a través de un medio, y se expresa en unidades de presión [N/m^2 o Pa]. Este fenómeno representa la energía acústica producida por las vibraciones sonoras percibidas por el oído humano. El rango de presión sonora audible para una persona joven con audición normal se encuentra aproximadamente entre 2×10^{-5} a 2×10^{-5} N/m^2 , considerado como el umbral auditivo, y valores cercanos a 20 N/m^2 . Debido a la gran amplitud existente entre estos niveles, las mediciones acústicas se representan mediante escalas logarítmicas utilizando el decibelio [dB] como unidad de referencia (Falagán, 2020).

Para la evaluación de la presión acústica se utiliza como referencia la mínima presión audible percibida por un oído humano sano a una frecuencia de 1000 Hz, establecida mediante la siguiente expresión:

$$P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$$

A partir de esta referencia, el nivel de presión acústica se calcula mediante la ecuación:

$$L_P = 10 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 \text{ dB}$$

Donde:

- L_P : nivel de presión acústica expresado en decibelios [dB].
- P : presión acústica medida.
- P_0 : presión acústica de referencia.

El uso de escalas logarítmicas también permite determinar otros parámetros relacionados con el comportamiento del sonido, tales como el nivel de potencia acústica y el nivel de intensidad sonora, los cuales son ampliamente utilizados en estudios de acústica e higiene ocupacional para la evaluación del ruido laboral (Falagán, 2020).

3.1.8 Instrumentos de medición

Sonómetros

El sonómetro es un instrumento utilizado para medir niveles de presión sonora en ambientes laborales y ambientales permitiendo evaluar la intensidad del ruido presente en un determinado lugar, su aplicación es especialmente adecuada en situaciones donde el ruido presenta características relativamente estables posibilitando la obtención del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A [LAeq]. Estos equipos deben cumplir especificaciones técnicas establecidas en normas internacionales relacionadas con precisión y calibración, siendo común el uso de ponderación frecuencial A y respuesta lenta “SLOW” en evaluaciones de higiene industrial. Durante la medición, el micrófono debe ubicarse próximo al oído del trabajador para obtener resultados representativos de la exposición real al ruido (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2021).

Figura 10

Sonómetro



Nota: Tomada de (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2021)

Dosímetro

El dosímetro es un equipo diseñado para evaluar la dosis de ruido recibida por un trabajador durante su jornada laboral especialmente en actividades que implican desplazamientos constantes entre diferentes ambientes acústicos, este instrumento registra de forma continua la exposición sonora acumulada a lo largo del tiempo permitiendo determinar el nivel real de riesgo ocupacional asociado al ruido. Debido a su capacidad para medir exposiciones variables y dinámicas el dosímetro es ampliamente utilizado en estudios de higiene ocupacional y programas de vigilancia auditiva en ambientes industriales (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2020).

Figura 11

Dosímetro



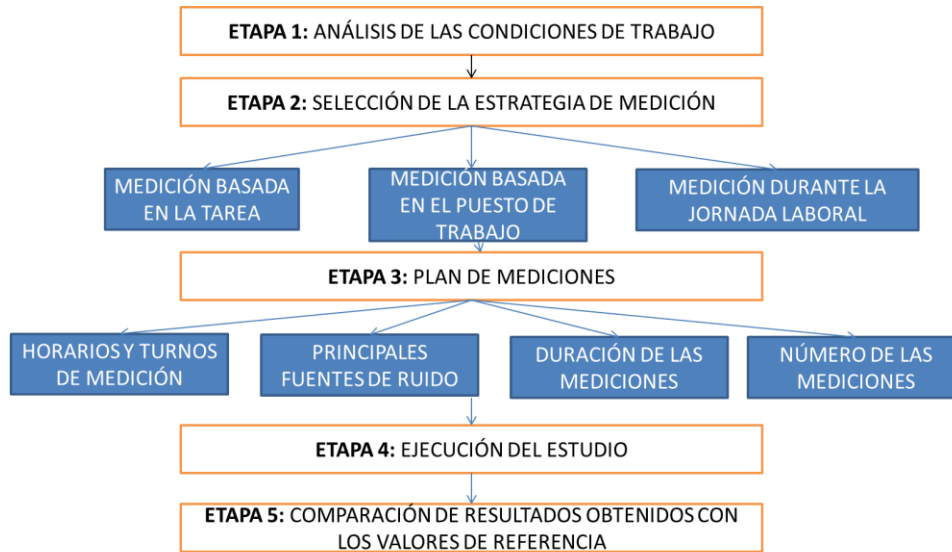
Nota: Tomada de (Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2021)

3.1.9 Etapas de la medición del ruido

La siguiente figura presenta de manera resumida cada una de las etapas necesarias para llevar a cabo la medición del ruido:

Figura 12

Etapas de la medición del ruido



Nota: Tomada de (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019)

3.1.9.1 Análisis de trabajo

Durante la etapa de análisis de trabajo es necesario recopilar y organizar información relacionada con las condiciones laborales, las actividades desarrolladas y las características de los trabajadores expuestos al ruido con el propósito de obtener una evaluación representativa de la exposición ocupacional, este proceso permite identificar las condiciones reales de trabajo, reconocer las fuentes generadoras de ruido y establecer criterios técnicos para el diseño del plan de medición. Asimismo, el análisis previo facilita la determinación de grupos homogéneos de exposición y la selección de la metodología más adecuada para evaluar el riesgo acústico presente en los puestos de trabajo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Durante esta etapa se deben considerar los siguientes aspectos:

- Descripción de las actividades desarrolladas por la empresa y de las funciones desempeñadas por los trabajadores.
- Identificación de grupos homogéneos de exposición al ruido.
- Determinación de una o varias jornadas nominales representativas para cada trabajador o grupo evaluado.
- Identificación de las tareas que conforman las actividades laborales.
- Reconocimiento de posibles eventos de ruido presentes durante la jornada.
- Selección de la estrategia de medición más adecuada.
- Elaboración del plan de medición correspondiente (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

3.1.9.2 Selección de la estrategia de medición

La selección de la estrategia de medición depende de diversos factores relacionados con las características del ambiente laboral y los objetivos de la evaluación acústica, entre los principales criterios que deben considerarse se encuentran la complejidad de las actividades desarrolladas, el número de trabajadores expuestos, la duración efectiva de la jornada laboral y el tiempo disponible para realizar las mediciones. En función de estas condiciones la metodología de evaluación puede orientarse hacia mediciones basadas en tareas específicas, funciones laborales o jornadas completas de trabajo permitiendo obtener resultados representativos de la exposición ocupacional al ruido (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Las estrategias de medición que pueden emplearse son las siguientes:

- Medición basada en la tarea.
- Medición basada en la función.
- Medición durante una jornada completa de trabajo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Medición basada en la tarea

La medición basada en la tarea consiste en analizar las diferentes actividades desarrolladas por el trabajador durante la jornada laboral, dividiendo el trabajo en tareas específicas para efectuar mediciones independientes del nivel de presión sonora asociado a cada una de ellas. Esta metodología permite identificar qué actividades generan mayores niveles de exposición al ruido y facilita el análisis detallado de las fuentes sonoras presentes en el entorno laboral (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

División de la jornada nominal en tareas: para aplicar correctamente esta estrategia la jornada laboral nominal debe dividirse en tareas representativas que permitan determinar adecuadamente el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A ($L_{p,A,eqT}$) y el nivel de presión sonora pico ponderado C ($L_{p,Cpico}$), la identificación precisa de las tareas y de las fuentes de ruido asociadas resulta fundamental para reconocer aquellas actividades que generan los niveles más elevados de exposición sonora dentro de la jornada laboral (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Duración de las tareas: La determinación de la duración de las tareas (T_m) constituye un aspecto fundamental dentro de la evaluación de la exposición ocupacional al ruido debido a que permite establecer el tiempo efectivo durante el cual el trabajador permanece expuesto a determinados niveles de presión sonora, para obtener esta información pueden emplearse diferentes métodos, entre ellos entrevistas con los trabajadores, observación directa de las actividades, mediciones realizadas durante la jornada laboral y recopilación de registros relacionados con los tiempos de ejecución de cada tarea. La correcta estimación de la duración de las actividades resulta necesaria para calcular adecuadamente la exposición diaria equivalente al ruido y garantizar la representatividad de los resultados obtenidos (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Cuando se dispone de varias observaciones (J) correspondientes a la duración de una misma tarea (T_{mj}), el valor promedio aritmético de la duración de la tarea puede determinarse mediante la siguiente ecuación:

$$\bar{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j}$$

La suma de las duraciones individuales de las tareas T_m , que componen la jornada nominal, debe corresponder a la duración efectiva de la jornada laboral. La duración efectiva de la jornada laboral T_e , se calcula mediante la ecuación:

$$T_e = \sum_{m=1}^M \bar{T}_m$$

Donde:

- \bar{T}_m es la duración aritmética media de la tarea m
- m es el número de la tarea
- M es el número total de tareas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Medición de $L_{p,A,eqT,m}$ (nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado) de las tareas:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1xL_{p,A,eqT,mi}} \right] dB$$

Donde:

- $L_{p,A,eqT,m}$: nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado durante una tarea de duración T_m
- i : es el número de una muestra de la tarea m
- I : es el número total de muestras de la tarea m (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Este cálculo es opcional y se puede realizar si se requiere un valor un valor para la contribución relativa de cada tarea al nivel de exposición al ruido diario.

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left(\frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) dB$$

Donde:

- $L_{p,A,eqT,m}$: es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m.
- \bar{T}_m : es la media aritmética de la duración de la tarea m,
- T_0 : es duración de referencia, $T_0=8h$. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019)

Determinación del nivel de exposición al ruido diario

Permite el cálculo del nivel de exposición al ruido pondero A. Se calcula el nivel de exposición al ruido ponderado A, $L_{EX,8h}$.

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \right] dB$$

Donde:

- $L_{p,A,eqT,m}$: nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m
- \bar{T}_m : es la duración aritmética media de la tarea m
- T_0 : es la duración de referencia, $T_0=8h$
- m: es el número de la tarea
- M: es el número total de tareas m que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019)

Cálculo del nivel de exposición al ruido ponderado A

A partir de la contribución al ruido de cada una de las tareas, permite el cálculo del nivel de exposición al ruido ponderado, se puede utilizar si la contribución relativa de cada tarea m se ha calculado.

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{EX,8h,m}} \right] dB$$

Donde:

- $L_{EX,8h}$: es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m que contribuye al nivel de exposición al ruido diario.
- m: es el numero de la tarea
- M es el número total de tareas que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Medición basada en la función

La medición basada en la función consiste en obtener muestras aleatorias de los niveles de presión sonora durante el desarrollo de funciones laborales específicas con el propósito de evaluar la exposición al ruido de trabajadores que desempeñan actividades similares dentro de un mismo entorno ocupacional, esta metodología permite estimar la exposición sonora de grupos homogéneos de trabajadores mediante la recopilación de mediciones distribuidas a lo largo de la jornada laboral favoreciendo una evaluación representativa de las condiciones reales de trabajo. Su aplicación resulta especialmente útil cuando las actividades presentan variabilidad operativa o cuando varios trabajadores ejecutan funciones equivalentes dentro del proceso productivo.

Para la aplicación de esta estrategia de medición deben considerarse los siguientes aspectos:

- Identificar las funciones desarrolladas por los trabajadores y establecer grupos homogéneos de exposición al ruido.
- Determinar la duración mínima acumulada de medición requerida para el número de trabajadores evaluados.
- Seleccionar la duración de cada muestra y definir el número de mediciones necesarias, recomendándose un mínimo de cinco muestras.
- Planificar la toma de muestras de manera aleatoria y distribuida entre los diferentes trabajadores y momentos de la jornada laboral, con el fin de obtener resultados representativos de la exposición ocupacional al ruido (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Tabla 2

Especificaciones para la duración mínima total de medición a aplicar a un grupo de exposición homogéneo de tamaño n_G

Número de trabajadores en el grupo de exposición homogéneo n_G	Duración mínima acumulativa de medición a repartir entre el grupo de exposición homogéneo
$n_G \leq 5$	5h
$5 < n_G \leq 15$	$5h + (n_G - 5) \times 0,5h$
$15 < n_G \leq 40$	$10h + (n_G - 15) \times 0,25h$
$n_G > 40$	17h o fraccionar el grupo

Nota: Elaborada en base al (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019)

Para determinar los niveles de exposición al ruido diario para trabajadores de un grupo de exposición homogéneo se calcula el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado para la duración laboral mediante:

$$L_{P,AeqT_e} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{P,A,eqT,n}} \right] dB$$

Donde

- $L_{P,A,eqT,n}$: es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A de la muestra n;
- n: es el número de la muestra de la función
- N: es el número total de muestras de la función (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019)

Cálculo del nivel de exposición al ruido diario ponderado A, de los trabajadores en un grupo de exposición homogéneo.

$$L_{EX,8h} = L_{P,A,eqT_e} + 10 \lg \left[\frac{T_e}{T_0} \right] dB$$

Donde

- L_{P,A,eqT_e} : es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la duración efectiva de la jornada laboral;
- T_e : es la duración efectiva de la jornada laboral;
- T_0 : es la duración de referencia, $T_0=8h$ (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Medición de una jornada completa

La medición de una jornada completa consiste en registrar de manera continua los niveles de presión sonora durante toda la jornada laboral o durante un periodo suficientemente representativo que abarque las principales actividades y condiciones de exposición al ruido presentes en el puesto de trabajo, esta estrategia permite obtener una evaluación integral de la exposición diaria del trabajador considerando las variaciones sonoras que pueden producirse a lo largo del día debido a cambios en las tareas, procesos o condiciones operativas. Para garantizar la representatividad de los resultados las mediciones deben cubrir los periodos más significativos de exposición y complementarse con observaciones directas de las actividades desarrolladas por los trabajadores evaluados.

Durante la aplicación de esta metodología se deben considerar los siguientes aspectos:

- Observar las actividades realizadas por los trabajadores durante el periodo de medición.
- Realizar entrevistas con supervisores y trabajadores para obtener información relacionada con las tareas ejecutadas y las condiciones de exposición al ruido.
- Efectuar mediciones puntuales de verificación utilizando exposímetros sonoros personales para validar los niveles registrados.
- Evaluar la exposición de los trabajadores seleccionados mediante mediciones complementarias basadas en tareas específicas cuando sea necesario (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

Mediciones

Se deben realizar tres mediciones de una jornada completa para representar la exposición al ruido de los trabajadores.

Determinación del nivel de exposición al ruido diario

$$L_{P,A,eqT_e} + 10 \lg \left[\frac{T_e}{T_0} \right] \text{ dB}$$

- L_{P,A,eqT_e} : es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A
- T_e : es la duración efectiva de la jornada laboral
- T_0 : es la duración de referencia $T_0=8\text{h}$ (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019)

3.1.9.3 Medición

Las mediciones deben seguir la estrategia elegida.

3.1.9.4 Tratamiento de errores e incertidumbre

En las evaluaciones de exposición ocupacional al ruido es importante considerar la presencia de errores e incertidumbres que pueden influir en la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos, estas incertidumbres pueden originarse tanto por limitaciones asociadas a los instrumentos de medición como por las variaciones naturales presentes en las condiciones reales de trabajo, el adecuado tratamiento de estos factores permite mejorar la representatividad de las mediciones y garantizar una interpretación técnica más precisa de los niveles de exposición sonora evaluados. Por esta razón, durante el proceso de medición deben identificarse y controlarse las posibles fuentes de error que puedan alterar los resultados del estudio acústico.

Entre las principales fuentes de incertidumbre se encuentran las siguientes:

- Variaciones en las actividades diarias de trabajo, condiciones de funcionamiento de los equipos e incertidumbres asociadas al proceso de muestreo.
- Limitaciones relacionadas con los instrumentos de medición y los procedimientos de calibración utilizados.
- Posición inadecuada del micrófono durante la medición.
- Interferencias externas o falsas contribuciones generadas por factores como viento, corrientes de aire o impactos del micrófono contra la ropa del trabajador.
- Errores derivados de un análisis deficiente de las actividades y condiciones de trabajo evaluadas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2019).

3.2 Efectos del ruido en la salud auditiva

Efectos fisiológicos y psicológicos

La exposición prolongada a elevados niveles de ruido puede generar diversos efectos fisiológicos y psicológicos sobre los trabajadores, entre las afectaciones fisiológicas más frecuentes se encuentra la pérdida auditiva la cual puede manifestarse como sordera de transmisión o sordera de percepción dependiendo de las estructuras auditivas comprometidas. Además del daño auditivo, el ruido puede provocar alteraciones en diferentes sistemas del organismo debido a la exposición continua a estímulos sonoros intensos (Vásquez, 2017).

Desde el punto de vista psicológico el ruido laboral puede afectar el bienestar mental y emocional de las personas expuestas, entre las consecuencias más comunes se encuentran el estrés, ansiedad, irritabilidad, dificultades de concentración, trastornos del sueño y en ciertos casos síntomas asociados con depresión, estos efectos suelen incrementarse cuando la exposición ocurre durante periodos prolongados y en ambientes con elevados niveles de presión sonora (Jiménez, 2022).

Pérdida auditiva inducida por ruido (PAIR)

La pérdida auditiva inducida por ruido es una alteración progresiva de la capacidad auditiva causada por la exposición continua a niveles elevados de ruido en el entorno laboral, esta afectación puede manifestarse de forma temporal o permanente y comprometer uno o ambos oídos dependiendo de la intensidad, frecuencia y duración de la exposición. Generalmente, el deterioro auditivo se desarrolla de manera gradual por lo que sus síntomas suelen pasar desapercibidos hasta que las dificultades de comunicación y comprensión del habla se vuelven evidentes en las actividades cotidianas y laborales. Además, la exposición prolongada a sonidos intensos puede provocar daños irreversibles en las células sensoriales del oído interno originando una pérdida auditiva permanente e irreversible (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2024)

Efectos extra-auditivos del ruido laboral

Además de las alteraciones auditivas, el ruido laboral puede producir efectos extra-auditivos que afectan tanto la salud física como el bienestar psicológico de los trabajadores, entre las principales consecuencias se encuentran trastornos del sueño, fatiga, estrés, irritabilidad y disminución de la capacidad de concentración factores que pueden repercutir negativamente en el

rendimiento laboral y aumentar el riesgo de accidentes de trabajo. Asimismo, la exposición prolongada a elevados niveles de ruido puede generar modificaciones temporales en el sistema cardiovascular y neurovegetativo alterando la frecuencia cardíaca y la respuesta vascular del organismo (Cañete, 2023).

El ruido también constituye un importante factor de estrés ocupacional debido a que puede interferir en la comunicación, dificultar la concentración y generar sensaciones de incomodidad o frustración en los trabajadores, la exposición continua a ambientes ruidosos favorece la aparición de agotamiento físico y mental especialmente en jornadas extensas o trabajos por turnos afectando el descanso y disminuyendo el desempeño general del trabajador (Cahueñas, 2023).

De igual manera, la exposición constante a ruidos intensos puede ocasionar alteraciones temporales o permanentes en el umbral auditivo afectando la adecuada transmisión de sonidos hacia el cerebro y modificando el funcionamiento normal de estructuras internas como la cóclea. Debido a estas consecuencias el ruido es considerado uno de los principales riesgos físicos presentes en el ambiente laboral con capacidad de afectar tanto la salud auditiva como el estado emocional y fisiológico de las personas expuestas (Briones et al., 2023).

3.3 Teorías que respaldan el estudio

La teoría del conocimiento sonoro analiza la forma en que las personas perciben, interpretan y comprenden los sonidos presentes en su entorno. Esta perspectiva considera que la percepción auditiva no depende únicamente de los estímulos físicos recibidos por el oído sino también de procesos cognitivos relacionados con la experiencia, la memoria, la cultura y el aprendizaje. En este sentido, elementos como el lenguaje, la música y las emociones influyen en la manera en que los individuos interpretan los sonidos y construyen su percepción de la realidad acústica que los rodea (Pflucker, 2024).

Desde el enfoque de la fisiología auditiva diferentes investigaciones sostienen que la exposición prolongada a elevados niveles de presión sonora puede generar fatiga y deterioro progresivo de las estructuras auditivas especialmente de las células ciliadas presentes en el oído interno, cuando estas células son sometidas continuamente a altos niveles de ruido sin periodos adecuados de recuperación, el daño puede volverse irreversible y derivar en alteraciones permanentes de la capacidad auditiva, esta teoría ha servido de base para numerosos estudios

relacionados con salud ocupacional y pérdida auditiva inducida por ruido permitiendo establecer la relación entre intensidad sonora, tiempo de exposición y afectación auditiva (Vásquez, 2017).

Por otra parte, la teoría de los determinantes sociales de la salud plantea que los riesgos laborales no deben analizarse de manera aislada sino en relación con las condiciones estructurales y organizacionales del entorno de trabajo. Desde esta perspectiva, factores como la falta de capacitación sobre riesgos auditivos, la ausencia de programas de vigilancia de la salud y el acceso limitado a equipos de protección auditiva reflejan desigualdades en las condiciones laborales que pueden incrementar la vulnerabilidad de los trabajadores frente a enfermedades ocupacionales relacionadas con el ruido (Molina, 2023).

(Yáñez, 2017) sostiene que las condiciones presentes en el ambiente laboral, el uso de maquinaria y la exposición a agentes físicos peligrosos se encuentran directamente relacionados con la aparición de enfermedades y alteraciones funcionales en los trabajadores, este enfoque establece que el empleador tiene la responsabilidad de implementar medidas preventivas orientadas a proteger la integridad física y la salud de los empleados promoviendo condiciones de trabajo seguras y adaptadas a las exigencias actuales de los entornos industriales.

3.4 Investigaciones previas y su relación con el problema

Diversas investigaciones desarrolladas en el ámbito de la salud ocupacional han evidenciado que el ruido laboral constituye uno de los principales factores de riesgo presentes en ambientes industriales y de servicios, en un estudio realizado en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil, se evaluaron los niveles de ruido en áreas como cocina, lavandería, calderos y esterilización, concluyéndose que la exposición continua a elevados niveles de presión sonora puede generar afectaciones auditivas, físicas y psicológicas en los trabajadores, además de influir negativamente en su productividad laboral (Briones et al., 2023).

De manera similar, (Muñoz, 2023) analizó la exposición al ruido en operarios del Ala de Transportes N.º 11, identificando que a pesar del uso frecuente de equipos de protección auditiva existían casos de hipoacusia leve y moderada especialmente en áreas de mantenimiento y pruebas donde los niveles sonoros eran más elevados, el estudio concluyó que la protección auditiva individual debe complementarse con medidas preventivas institucionales orientadas al control integral del riesgo.

En el estudio realizado por (Bustamante, 2024) se analizó la influencia del ruido industrial en la aparición de hipoacusia laboral en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda. Para ello, se midió el nivel de presión sonora presente en el ambiente de trabajo y, a partir de la dosis de exposición, se evaluó el nivel de riesgo asociado a este contaminante. De forma complementaria, se aplicaron audiometrías y evaluaciones médicas a los trabajadores con el fin de identificar posibles casos de pérdida auditiva ocupacional. Los resultados evidenciaron la presencia de un número relevante de casos compatibles con hipoacusia laboral, registrándose ocho casos de afectación bilateral (8,5%) y quince casos de afectación unilateral (15,9%). Además, el análisis de la variable edad mostró que el 67% de los trabajadores corresponde a personal de edad avanzada, es decir, mayores de 30 años.

Por su parte, (Cahueñas, 2023) investigó las afecciones auditivas y los niveles de exposición al ruido en conductores de transporte pesado pertenecientes al Sindicato de Choferes Profesionales del Carchi, los hallazgos demostraron que un porcentaje considerable de trabajadores presentaba alteraciones auditivas relacionadas con la exposición prolongada al ruido generado durante sus actividades laborales.

En el ámbito del sector público, (Jiménez, 2022) desarrolló una investigación orientada a identificar la presencia de hipoacusia neurosensorial laboral en trabajadores del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Napo. A través del análisis de audiometrías y evaluaciones ocupacionales, se determinó que una parte significativa de los trabajadores presentaba alteraciones auditivas asociadas a la exposición ocupacional al ruido.

De igual manera, (Molina, 2023) identificó la existencia de trabajadores con hipoacusia neurosensorial y trauma acústico en el GAD de Napo, especialmente en aquellos con más de diez años de antigüedad laboral y exposiciones diarias al ruido comprendidas entre cinco y ocho horas. El estudio resaltó además que muchos de los trabajadores afectados no presentaban síntomas evidentes, dificultando la detección temprana del problema.

En el sector de la construcción, (Noroña & Laica, 2022) analizaron la relación entre exposición laboral al ruido e hipoacusia inducida por ruido en personal administrativo y operativo de una empresa constructora con sedes en Ambato, Quito y Guayaquil. Los resultados evidenciaron

una mayor frecuencia de hipoacusia en el grupo expuesto a niveles superiores a 85 dB durante jornadas prolongadas, incluso en trabajadores que utilizaban equipos de protección auditiva.

Asimismo, (Vásquez, 2017) investigó la percepción de trabajadores expuestos a ruido respecto al uso de protectores auditivos y la pérdida de audición, aunque los participantes reconocían los riesgos asociados a la exposición sonora, el estudio determinó la necesidad de fortalecer los programas de capacitación relacionados con el uso, mantenimiento y reemplazo adecuado de los equipos de protección auditiva.

En otra investigación desarrollada en la empresa Alcristal de Guayaquil, (Veliz & Torres, 2025) analizaron los factores asociados a los trastornos auditivos en trabajadores del sector de la construcción, los resultados permitieron establecer que la intensidad, frecuencia y variabilidad del ruido son factores determinantes en la aparición de alteraciones auditivas, destacándose que las fluctuaciones constantes de los niveles sonoros generan mayores efectos sobre la salud auditiva.

Finalmente, (Yáñez, 2017) estudió la influencia de los programas de mantenimiento en la generación de ruido ocupacional en tractores pertenecientes al GAD Provincial de Napo, la investigación evidenció que la correcta ejecución de actividades de mantenimiento contribuye significativamente a la reducción de los niveles de presión sonora presentes en los equipos utilizados por los trabajadores.

3.5 Marco legal

La presente investigación se sustenta en diferentes disposiciones legales y normativas relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo las cuales establecen obligaciones orientadas a la prevención de riesgos laborales y a la protección de la salud de los trabajadores expuestos a agentes físicos como el ruido ocupacional.

Constitución de la República del Ecuador (2008)

La Constitución de la República del Ecuador reconoce la salud como un derecho fundamental y establece la obligación del Estado de garantizar condiciones adecuadas que permitan el bienestar integral de la población, en el artículo 32 se señala que la salud se relaciona directamente con otros derechos esenciales como el trabajo, la seguridad social y los ambientes saludables, elementos necesarios para garantizar el buen vivir. De igual manera, el artículo 326, numeral 5, establece que toda persona tiene derecho a desarrollar sus actividades laborales en un

ambiente seguro y adecuado que garantice su salud, integridad, seguridad e higiene ocupacional (Asamblea Constituyente de Montecristi, 2008).

Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo – Decisión 584 (2005)

La Decisión 584 de la Comunidad Andina establece lineamientos orientados a la gestión preventiva de los riesgos laborales en los países miembros, en el artículo 11 se determina la obligación de implementar medidas destinadas a disminuir los riesgos presentes en el ambiente de trabajo mediante sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional. Asimismo, el artículo 26 dispone que los empleadores deben considerar dentro de sus evaluaciones preventivas los riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales que puedan afectar la salud de los trabajadores, con el propósito de establecer acciones de control adecuadas (Comunidad Andina, 2005).

Resolución 957 Reglamento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2005)

La Resolución 957 establece que los servicios de salud ocupacional deben mantener un enfoque preventivo y multidisciplinario orientado a proteger la salud física y mental de los trabajadores, el artículo 4 señala que estos servicios deben asesorar tanto a empleadores como a trabajadores en la implementación de condiciones laborales seguras, saludables y compatibles con el bienestar integral del personal (Comunidad Andina, 2005).

Código de Trabajo (Actualizado 2025)

El Código del Trabajo establece la obligación de los empleadores de garantizar condiciones laborales que no representen riesgos para la vida o la salud de los trabajadores, en el artículo 410 se determina además que los trabajadores deben cumplir con las medidas de prevención, seguridad e higiene establecidas dentro de la organización considerando dichas disposiciones como parte esencial de la gestión preventiva en el entorno laboral (Asamblea Nacional del Ecuador, 2005)

Ley de Seguridad Social (2021)

La Ley de Seguridad Social dispone que el Seguro General de Riesgos del Trabajo debe desarrollar programas de prevención destinados a controlar los riesgos derivados de las actividades laborales, el artículo 155 establece que este sistema protege tanto a trabajadores como a empleadores mediante acciones preventivas, procesos de rehabilitación y mecanismos de

reparación frente a accidentes de trabajo y enfermedades profesionales u ocupacionales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2022)

Decreto Ejecutivo 255 – Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (2024) y su anexo 3.

El Decreto Ejecutivo 255 y su Anexo 3 regulan diversos aspectos relacionados con la gestión de riesgos laborales en el Ecuador, el artículo 15 establece que los empleadores deben identificar peligros, evaluar riesgos e implementar medidas de control para proteger la salud de los trabajadores. Asimismo, el artículo 16 reconoce el derecho de los trabajadores a desarrollar sus actividades en ambientes seguros y adecuados para preservar su integridad física y mental, por su parte el artículo 29 determina que el profesional médico ocupacional debe participar en la identificación y evaluación de riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales presentes en el lugar de trabajo proponiendo medidas preventivas orientadas a evitar daños a la salud de los trabajadores (Decreto Ejecutivo 255, 2024).

Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, Resolución del IESS 513, (2016).

La Resolución 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social establece disposiciones relacionadas con las enfermedades profesionales y ocupacionales, el artículo 6 define estas enfermedades como afecciones derivadas directamente de la exposición a factores de riesgo presentes en el trabajo, mientras que el artículo 9 reconoce como factores de riesgo ocupacional a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales. Además, se establece que las enfermedades ocupacionales deben guardar relación directa entre la actividad laboral desarrollada y la afectación presentada por el trabajador (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2016).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque investigación

Este proyecto se realizó con un enfoque cuantitativo ya que se trabajó con datos que pueden medirse para obtener resultados aplicables a la población estudiada, se utilizó un diseño no experimental en el que no se modificaron las variables, sino que se observó la situación tal como ocurre en la realidad. De esta forma, se buscó que la información recolectada represente fielmente el contexto real, permitiendo analizar los fenómenos dentro de su entorno habitual (Hernández et al., 2014).

3.2 Tipo de investigación

En coherencia con el enfoque cuantitativo y el diseño no experimental establecidos la presente investigación corresponde a un estudio de corte transversal y alcance descriptivo-correlacional; es de corte transversal debido a que la recolección de datos se efectuó en un único momento sin seguimiento temporal de las variables y de alcance descriptivo-correlacional ya que se caracterizó la presencia de síntomas auditivos en la población evaluada y se analizó su relación con los niveles de exposición al ruido, este tipo de estudio permitió describir las condiciones existentes y explorar la posible asociación entre el ruido laboral y la salud auditiva de los trabajadores (Hernández et al., 2014).

3.3 Diseño de investigación

El estudio se desarrolló bajo un diseño no experimental, retrospectivo y de corte transversal ya que se utilizaron datos existentes sin manipulación de variables incluyendo resultados de audiometrías ocupacionales y registros de mediciones de ruido previamente obtenidos en el área de estudio, este diseño permitió analizar la relación entre la exposición al ruido y la presencia de síntomas auditivos en la población evaluada a partir de información correspondiente a un mismo periodo de análisis.

Desde el punto de vista operativo la investigación integró tres fuentes de información:

- a) Las mediciones de niveles de presión sonora para caracterizar la exposición al ruido.
- b) La aplicación del cuestionario SSQ-12 para identificar la presencia de

sintomatología auditiva percibida por los trabajadores.

- c) La revisión de audiometrías para evaluar el estado objetivo de la función auditiva.

La secuencia metodológica consistió en la recopilación y organización de los registros de ruido seguida de la aplicación del cuestionario a la población de estudio y posteriormente, el análisis conjunto con los resultados audiométricos lo que permitió establecer posibles asociaciones entre la exposición ocupacional al ruido y las alteraciones auditivas identificadas.

3.4 Descripción del área de estudio

3.4.1 Población y muestra

La población total de la empresa estuvo conformada por 30 trabajadores distribuidos en áreas administrativas y operativas, en concordancia con el objetivo del estudio la población de análisis se delimitó al personal operativo expuesto a ruido en la línea de ensamblaje, en este sentido se incluyó la totalidad de los trabajadores pertenecientes a las 8 estaciones de ensamblaje con 2 trabajadores por estación conformando un total de 16 sujetos de estudio.

La selección se fundamentó en el criterio de grupos homogéneos de exposición, conforme a lo establecido por el (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), al considerarse que dichos puestos presentan condiciones similares en términos de nivel y tiempo de exposición al ruido. Por ende, no se aplicó un procedimiento de muestreo sino un censo del grupo ocupacional expuesto al constituir el segmento más representativo y crítico para el análisis del riesgo por ruido laboral.

3.4.2 Criterios de inclusión

Fue incluido en el estudio todo el personal de la empresa automotriz. Además, se consideraron los siguientes criterios adicionales:

- Tener una antigüedad mínima de seis meses en la empresa, para asegurar una exposición significativa al ambiente laboral.
- Cumplir una jornada laboral de al menos 8 horas diarias, lo cual garantiza una exposición continua al ruido.

- Contar con disposición voluntaria para participar en el estudio, mediante el consentimiento informado.

3.4.3 Criterios de exclusión

Se excluyeron del estudio aquellos trabajadores que no cumplían con las condiciones necesarias para asegurar la validez de los resultados. Los criterios fueron los siguientes:

- Personal que se encontraba período de prueba o con menos de seis meses de permanencia en la empresa.
- Personal que se encontraba con licencias médicas, vacaciones o ausencias prolongadas durante el tiempo de recolección de datos.
- Personal que no otorgue su consentimiento informado para participar en la investigación.

3.5 Procedimiento

3.5.1 Selección de las Estrategias de Medición para Ruido

La selección de una estrategia apropiada para realizar mediciones depende de múltiples aspectos que deben ser considerados previamente, entre ellos se incluyen el objetivo específico de la evaluación, el grado de complejidad del entorno laboral, la cantidad de trabajadores involucrados en el proceso, la duración real de la jornada de trabajo, así como el tiempo disponible tanto para la ejecución de las mediciones como para su posterior análisis. Asimismo, también influye el nivel de detalle que se requiere obtener en la información recopilada (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

3.5.2 Estrategias de Medición

El (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) establece tres enfoques principales para evaluar la exposición al ruido en el entorno laboral, los cuales permiten seleccionar el método más adecuado según las condiciones del puesto de trabajo. Estas estrategias son las siguientes:

- a. **Medición basada en la tarea:** consiste en identificar las actividades realizadas durante la jornada laboral y dividir las en tareas representativas; posteriormente, se efectúan mediciones independientes del nivel de presión sonora para cada una de ellas.
- b. **Medición basada en el trabajo:** se realizan mediciones de manera aleatoria del nivel de presión sonora mientras se ejecutan diferentes actividades o trabajos con características específicas.
- c. **Medición de jornada completa:** implica la medición continua del nivel de presión sonora durante toda la jornada laboral, con el fin de obtener una evaluación integral de la exposición al ruido.

3.5.3 Medición Basada en la Tarea

Para los trabajadores o grupos de exposición homogénea al ruido que se encuentran bajo evaluación, es necesario descomponer la jornada laboral en distintas tareas, cada una de estas actividades debe definirse de manera que el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para el tiempo de la tarea ($L_{p,A,eqT}$) sea, con alta probabilidad, reproducible. Asimismo, se debe asegurar que en el análisis se incluyan todas las contribuciones significativas de ruido presentes en el proceso, la información detallada sobre la duración de cada tarea resulta especialmente relevante en aquellas actividades asociadas a fuentes de ruido de alta intensidad. De igual forma, para una adecuada determinación del $L_{p,A,eqT}$ y del nivel de presión de pico ponderado C ($L_{p,C,pico}$), es fundamental identificar tanto las fuentes de ruido como las tareas en las que se registran los niveles de pico más elevados (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

3.5.3.1 Duración de las tareas

Se debe determinar el T_m correspondiente a la duración de las tareas, lo cual puede realizarse mediante los siguientes procedimientos:

- a. Entrevistas realizadas a los trabajadores y al supervisor directo.
- b. Observación directa y registro del tiempo durante la ejecución de las mediciones de ruido en el puesto de trabajo.
- c. Recolección de información relacionada con el funcionamiento de las fuentes habituales de ruido, tales como procesos operativos, maquinaria utilizada, actividades desarrolladas en el área de trabajo y condiciones del entorno laboral.

De manera opcional, la duración de una tarea puede tratarse como una variable, considerando posibles variaciones en su ejecución. Para ello, se puede observar la misma tarea en varias ocasiones (por ejemplo, tres veces) y registrar los tiempos obtenidos. También es posible consultar a diferentes trabajadores y supervisores para establecer un rango razonable de duración (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

Cuando se dispone de J observaciones de la duración de una tarea T_{mj} , la media aritmética de la duración de la tarea (\bar{T}_m) se calcula mediante la siguiente expresión (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

Si están disponibles las observaciones J de la duración de la tarea T_{mj} , la media aritmética \bar{T}_m de la duración de la tarea, se calcula mediante la siguiente figura:

Figura 13

Media Aritmética de la Duración de las Tareas

$$\bar{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j}$$

Nota: Tomada del (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

La suma de las duraciones individuales, T_m , de tareas que componen la jornada laboral, se tiene que corresponder a la duración efectiva de la jornada laboral. La duración efectiva, T_e , de la jornada laboral viene dada por la ecuación siguiente:

Figura 14

Duración Efectiva de la Jornada Laboral

$$T_e = \sum_{m=1}^M \bar{T}_m$$

Nota: Tomada del (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

Donde:

\bar{T}_m : Es la media aritmética de la duración de la tarea m

m : Es el número de tarea

M : Es el número total de tareas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

3.5.3.2 Medición del $L_{p,A,eqT,m}$ para las Tareas

Para cada tarea, el valor representativo del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante la tarea ($L_{p,A,eqT,m}$), correspondiente a la exposición al ruido del trabajador, debe determinarse conforme a lo establecido en el capítulo 12 de la (Norma Técnica & NTP-ISO 9612, 2010). Estas mediciones deben realizarse considerando las variaciones del nivel de ruido que pueden presentarse en cada actividad, tanto en el tiempo como en el espacio, así como en función de las diferentes condiciones de trabajo existentes.

La duración de cada medición debe ser suficiente para representar de manera adecuada el nivel de presión sonora continuo equivalente correspondiente a la tarea evaluada, en el caso de que la duración de la tarea sea menor a cinco minutos, el tiempo de medición debe coincidir con la duración total de dicha actividad, para tareas con una duración mayor se establece que cada medición debe tener una duración mínima de cinco minutos. No obstante, este tiempo puede ser reducido cuando el nivel de ruido se mantiene constante o presenta un patrón repetitivo, o cuando el ruido generado por la tarea representa una contribución menor dentro de la exposición total al ruido ocupacional (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

Si el ruido durante la tarea presenta un comportamiento cíclico, cada medición debe abarcar al menos tres ciclos completos y claramente identificados; en caso de que la duración de estos tres ciclos sea menor a cinco minutos, la medición deberá extenderse como mínimo a cinco minutos.

Además, es necesario que cada registro corresponda siempre a un número entero de ciclos completos. Por otro lado, cuando el ruido fluctúa de manera aleatoria durante la ejecución de la tarea, la duración de cada medición debe ser suficientemente prolongada para asegurar que el valor medio del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante la tarea ($L_{p,A,eqT,m}$) sea representativo de la totalidad de la actividad evaluada (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

3.5.3.3 Cálculo de la Contribución de cada Tarea al Nivel Diario de Exposición al ruido

El cálculo descrito en este apartado es de carácter opcional y puede aplicarse cuando se requiera determinar la contribución relativa de cada tarea al nivel diario de exposición al ruido; en caso contrario, se debe continuar conforme a lo establecido en el apartado 9.5 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-ISO 9612.

La contribución de la tarea m al nivel diario de exposición al ruido ponderado A ($L_{EX,8h,m}$) puede calcularse mediante el siguiente procedimiento:

Figura 15

Nivel Diario de Exposición al Ruido Ponderado A

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left[\frac{\bar{T}_m}{T_0} \right] \text{ dB}$$

Nota: Tomada del (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}$: Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, para la tarea m según indica la anterior ecuación.

\bar{T}_m : Es la media aritmética de la duración de la tarea m

T_0 : Es la duración de referencia, $T_0 = 8\text{h}$ (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

3.5.3.4 Determinación del Nivel Diario de Exposición al Ruido

La ecuación representada en la ilustración 9 permite el cálculo del nivel diario de exposición al ruido ponderado A, a partir del $L_{p,A,eqT,m}$ y la duración de cada una de las tareas.

Figura 16

Cálculo del nivel diario de exposición al ruido ponderado A, a partir del $L_{p,A,eqT,m}$

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \right) \text{dB}$$

Nota: Tomada del (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}$: Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, para la tarea m según indica la anterior ecuación.

\bar{T}_m : Es la media aritmética de la duración de la tarea m

T_0 : Es la duración de referencia

m : Es el número de la tarea

M : Es el número total de tareas m que contribuyen al nivel diario de exposición al ruido

La ecuación representada en la figura 17 permite el cálculo del nivel diario de exposición al ruido ponderado A, a partir de la contribución al ruido de cada una de las tareas, se puede utilizar si la contribución relativa de cada tarea m se ha calculado de acuerdo con el apartado 9.4 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-ISO 9612.

Figura 17

Nivel Diario de Exposición al Ruido Ponderado A, a partir de la Contribución al Ruido de cada una de las Tareas

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{EX,8h,m}} \right) \text{dB}$$

Nota: Tomada del (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

Donde:

$L_{EX,8h,m}$: Es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m, que contribuyen al nivel diario de exposición al ruido

m: Es el número de la tarea

M: Es el número total de tareas que contribuyen al nivel diario de exposición al ruido (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

Para la evaluación de la percepción auditiva de los trabajadores se utilizó el cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12), el cual permite valorar diferentes dimensiones de la audición en entornos cotidianos y laborales, la aplicación del instrumento se realizó de manera individual a todos los trabajadores del área de ensamblaje, antes de su aplicación se expuso a los participantes el objetivo del cuestionario y se brindaron las instrucciones necesarias para su correcta comprensión garantizando que las respuestas reflejen su percepción auditiva real en el entorno de trabajo.

El cuestionario estaba conformado por 12 preguntas agrupadas en tres dimensiones: comprensión del habla, percepción espacial y cualidades del sonido, cada ítem fue valorado mediante una escala numérica que iba desde 0 - 10 en la cual los trabajadores asignaron una puntuación en función de su experiencia auditiva en diferentes situaciones, posteriormente los datos obtenidos fueron organizados en tablas de fácil análisis permitiendo calcular promedios individuales y grupales, así como valores por cada dimensión evaluada.

Finalmente, los resultados fueron analizados con el propósito de identificar posibles dificultades auditivas percibidas por los trabajadores y establecer su relación con los niveles de exposición al ruido determinados en el área de estudio.

Adicionalmente se efectuó el análisis de los resultados de audiometrías tonales realizadas previamente al personal operativo de la empresa automotriz al inicio del año 2026 como parte de la vigilancia de la salud auditiva, dichos resultados fueron evaluados conjuntamente con los registros audiológicos básicos disponibles permitiendo identificar posibles alteraciones en la función auditiva y establecer su posible relación con los niveles de exposición al ruido ocupacional.

La integración de las mediciones acústicas, los resultados del cuestionario SSQ y el análisis de la información proveniente de las audiometrías realizadas por la empresa permitió obtener una visión integral del estado de salud auditiva de los trabajadores, así como de la prevalencia de sintomatología asociada al ruido laboral y con base a estos hallazgos se elaboró un plan de intervención orientado a la reducción de la exposición sonora y a la prevención de daños auditivos el cual contempla la implementación de medidas de control del ruido y acciones destinadas a promover un entorno laboral más seguro.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección fue la observación directa con medición instrumental ya que se empleó un sonómetro con capacidad para registrar el nivel equivalente de presión sonora (L_{eq}), pico y valores máximos configurado para el ponderado (A), que simula la sensibilidad del oído humano.

Las mediciones se realizaron en diferentes momentos de la jornada laboral (inicio, media jornada y final), para garantizar representatividad cada medición se prolongó al menos durante 15 minutos y se tomaron como mínimo cinco muestras por tipo de tarea o estación. Posteriormente, se calculó la exposición diaria normalizada de ruido (LEX_{8h}) y se comparó con los límites permisibles establecidos, estos datos permitieron identificar áreas críticas donde se superaban los niveles seguros de exposición al ruido.

Para la evaluación de la prevalencia de sintomatología auditiva se utilizó el cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ) 12, el cual permite valorar intervenciones y la calidad del servicio en el entorno laboral, este instrumento proporciona información individual sobre habilidades auditivas que no siempre se reflejan en el audiograma teniendo como finalidad la valoración de la discapacidad auditiva en situaciones cotidianas. Asimismo, presenta una elevada consistencia interna, evidenciada por un alfa de Cronbach de 0,95 y una correlación de Guttman de 0,93, lo que respalda su fiabilidad. El cuestionario original está conformado por 49 ítems distribuidos en tres dimensiones: 1) habla (como comprensión del habla en ambientes ruidosos), 2) espacial (como la localización de sonidos) y 3) cualidades de la audición (como la claridad y el esfuerzo auditivo) (Cañete, 2023).

Los datos obtenidos fueron contrastados con los límites permisibles establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), lo que permitió identificar aquellas áreas críticas en las que se superan dichos valores de referencia. Esta comparación facilitó la determinación de zonas con niveles de exposición que podrían representar un riesgo significativo para la salud auditiva de los trabajadores (Organización Internacional del Trabajo, 1977).

Para sustentar la propuesta de intervención se integraron y sistematizaron los resultados obtenidos a partir de la medición de niveles de ruido conforme a la norma NTE INEN-ISO 9612, la aplicación del cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12) y las evaluaciones audiométricas, este análisis conjunto permitió establecer una relación coherente entre la exposición sonora, la percepción auditiva de los trabajadores y los efectos en su capacidad auditiva facilitando la identificación de patrones de riesgo y de los grupos con mayor vulnerabilidad en el área de ensamblaje.

3.7 Técnicas de análisis de datos

Para el tratamiento de la información obtenida en el presente estudio se empleó un enfoque de análisis descriptivo, que permitió organizar, procesar e interpretar los datos provenientes de las mediciones de ruido, la aplicación del cuestionario de percepción auditiva y los resultados de las audiometrías ocupacionales.

En el caso de las mediciones de ruido, realizadas conforme al (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) mediante el método basado en tareas se calcularon los niveles de exposición diaria equivalente (LEX,8h) a partir de los tiempos y niveles registrados en cada actividad con el fin de determinar la exposición individual de los trabajadores y compararla con los valores de referencia establecidos en la normativa vigente.

Respecto al cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12), se procesaron las respuestas mediante el cálculo de promedios individuales y grupales, así como por dimensiones (comprensión del habla, percepción espacial y cualidades auditivas), lo que permitió identificar posibles dificultades auditivas desde la percepción subjetiva de los trabajadores.

Por otra parte, los resultados de las audiometrías realizadas en el año 2026 fueron analizados en función de los umbrales auditivos registrados en las frecuencias evaluadas permitiendo clasificar el estado auditivo de los trabajadores e identificar posibles casos de hipoacusia relacionada con la exposición al ruido.

Finalmente, se realizó un análisis comparativo entre los niveles de exposición al ruido, los resultados del cuestionario y los hallazgos audiométricos con el propósito de identificar tendencias y posibles relaciones entre la exposición ocupacional y las alteraciones en la capacidad auditiva del personal evaluado.

3.8 Consideraciones éticas

La investigación se ajustó a los principios éticos y se solicitó el consentimiento informado a todos los participantes garantizando su derecho a participar voluntariamente y a retirarse en cualquier momento sin consecuencias, se protegió la confidencialidad de los datos personales y los resultados fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y de mejora de la salud laboral.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestra los resultados obtenidos a partir de la evaluación de la exposición al ruido laboral en el personal operativo de la empresa automotriz aplicando la metodología establecida en la norma NTE INEN-ISO 9612. Asimismo, se presenta el análisis de los datos recolectados, la selección de estrategias de evaluación, el proceso de medición, el tratamiento de errores e incertidumbre, y finalmente la discusión de los resultados en relación con la normativa vigente y la salud auditiva de los trabajadores.

4.1 Resultados

4.1.1 Descripción de la Empresa Automotriz

La empresa es ecuatoriana ubicada en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura que forma parte del sector industrial automotriz, fue constituida en el año 2007 y se dedica principalmente a actividades relacionadas con la fabricación, ensamblaje, importación y comercialización de motocicletas, así como de partes, repuestos y accesorios automotrices. Sus operaciones se enfocan en satisfacer la demanda del mercado nacional mediante la oferta de productos y servicios orientados al transporte y movilidad.

Además, la empresa cuenta con procesos operativos que incluyen el ensamblaje de motocicletas, mantenimiento mecánico y distribución de productos lo que implica la utilización de maquinaria, herramientas y equipos propios del sector automotriz, estas características la convierten en un entorno representativo para el análisis de riesgos laborales particularmente aquellos asociados a la exposición a ruido en actividades operativas.

4.1.2 Descripción del Producto

El principal producto de la empresa corresponde a motocicletas ensambladas y comercializadas a nivel nacional las cuales están diseñadas para ofrecer rendimiento, durabilidad y eficiencia en distintos tipos de uso tanto urbano como rural, estas motocicletas se complementan

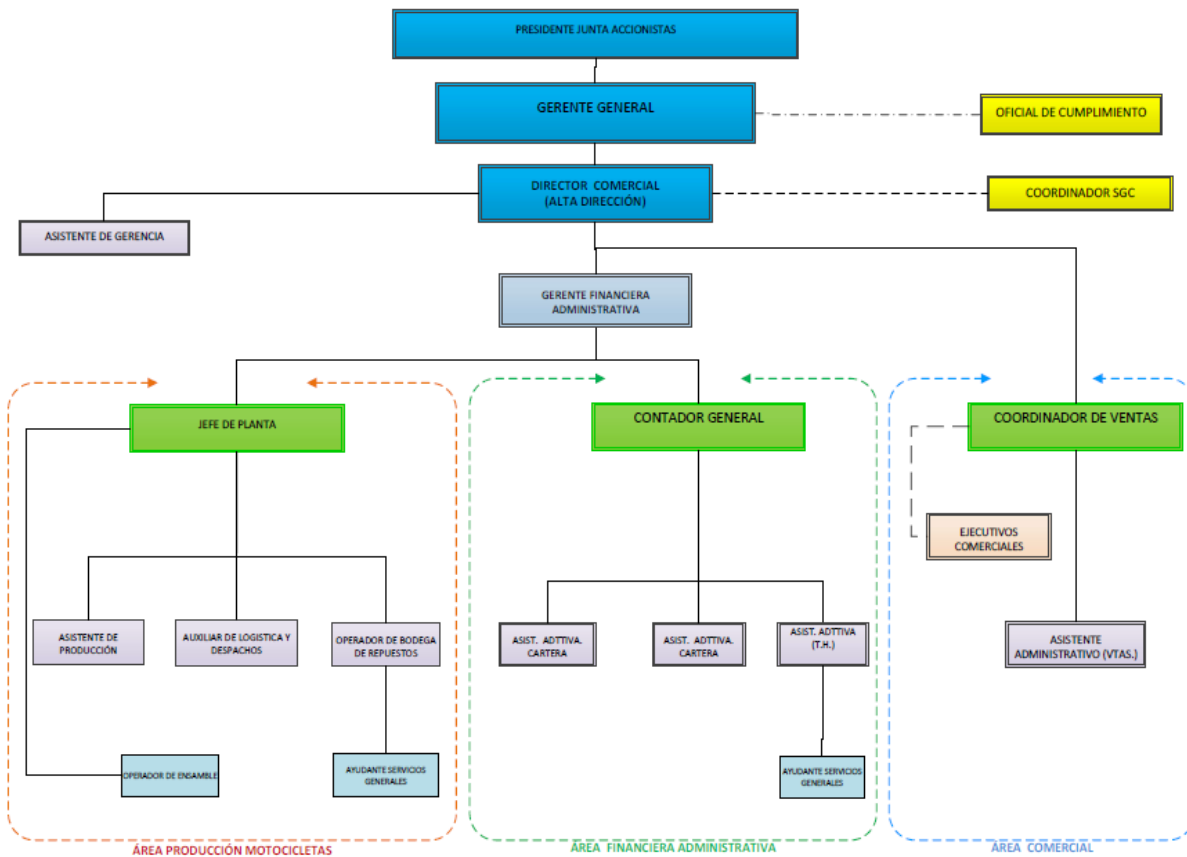
con una amplia gama de repuestos y accesorios lo que permite garantizar el mantenimiento y funcionamiento adecuado de los vehículos.

El proceso productivo involucra diversas etapas tales como el ensamblaje de componentes, pruebas de funcionamiento y control de calidad, actividades que requieren el uso de herramientas mecánicas y equipos que generan niveles significativos de ruido. Por esta razón, el análisis del producto y su proceso de fabricación resulta fundamental dentro del estudio ya que permite identificar las fuentes de emisión sonora y su posible impacto en la salud auditiva del personal operativo.

4.1.3 Estructura Organizacional

Figura 18

Organigrama Empresarial

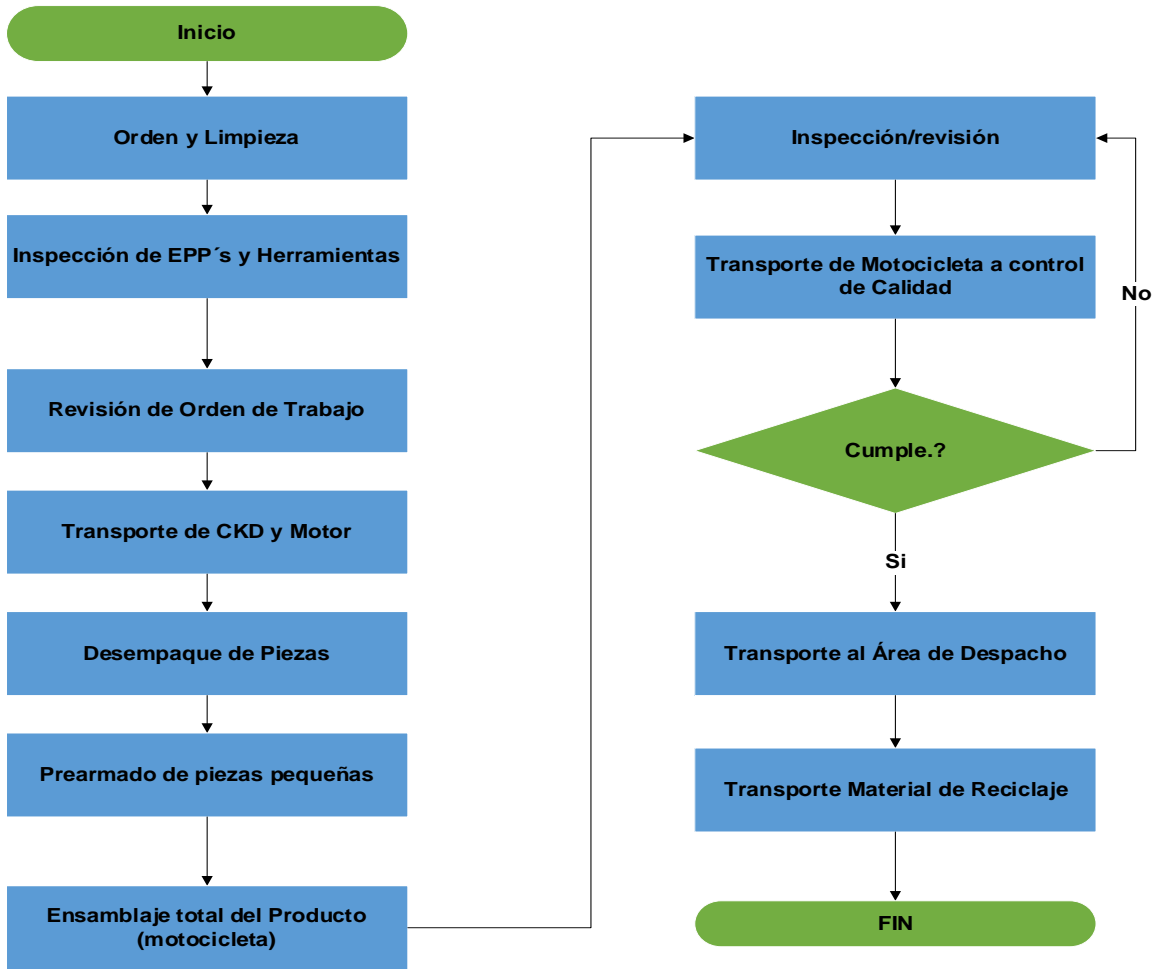


Nota: Organigrama facilitado por la Empresa Automotriz

4.1.4 Descripción Gráfica del Proceso de Ensamble

Figura 19

Proceso de Ensamble



Nota: Elaboración propia con base en información proporcionada por la Empresa Automotriz.

4.1.5 Medición de Ruido en Áreas Operativas de la Empresa Automotriz

Para la adecuada evaluación de los niveles de ruido presentes en las áreas operativas de la empresa se realizó inicialmente una visita técnica con el fin de recopilar información relevante del proceso productivo, durante esta fase se identificaron los equipos y herramientas utilizadas, las principales fuentes generadoras de ruido, las condiciones de trabajo y el número de trabajadores expuestos en cada puesto.

El estudio de ruido se realizó exclusivamente en el área de ensamblaje de la empresa automotriz en la cual se llevan a cabo diversas actividades que implican el uso continuo de maquinaria y herramientas generadoras de ruido. la evaluación efectuada permitió caracterizar los niveles de exposición sonora presentes en dicho entorno laboral, así como analizar su posible incidencia en la salud auditiva del personal operativo que desarrolla sus actividades en esta área.

4.1.5.1 Medición Basada en la Tarea

Mediante la aplicación de técnicas de observación directa y entrevistas al personal operativo, se logró identificar las tareas que se desarrollan en los diferentes puestos de trabajo, así como los tiempos asociados a cada actividad durante la jornada laboral. Esta información permitió caracterizar las condiciones reales de exposición al ruido en cada tarea específica dentro del área de ensamblaje las cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3

Tareas Desarrolladas por el personal operativo en toda la Jornada Laboral

Tareas Desarrolladas por el personal operativo en toda la Jornada Laboral	
1	Orden y Limpieza
2	Inspección de EPP's y herramientas
3	Revisión de orden de Trabajo
4	Transporte de CKD y motor
5	Desempaque y organización de Piezas
6	Prearmado
7	Ensamblaje (motocicleta)
8	Inspección/revisión
9	Transporte de Motocicleta a control de Calidad
10	Transporte al Área de Despacho
11	Transporte Material de Reciclaje
12	Descanso (Lunch)
13	Descanso (Almuerzo)

Nota: Elaboración propia con base en información proporcionada por la Empresa Automotriz.

4.1.5.2 Duración de las tareas

Siguiendo los pasos del (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), se tomó 3 observaciones para establecer el tiempo de duración de cada tarea, las cuales se representan de la siguiente manera:

Tabla 4

Tareas Desarrolladas en toda la Jornada Laboral y su Duración

Tareas Desarrolladas en toda la Jornada Laboral y su Duración				
N°	Tareas	Duración de las Tareas en Minutos		
		Observación 1	Observación 2	Observación 3
1	Orden y Limpieza	20	20	20
2	Inspección de EPP's y herramientas	3	3	3
3	Revisión de orden de Trabajo	3	3	3
4	Transporte de CKD y motor	15	15	15
5	Desempaque y organización de Piezas	75	78	78
6	Prearmado	90	99	96
7	Ensamblaje (motocicleta)	105	93	99
8	Inspección/revisión	6	6	6
9	Transporte de Motocicleta a control de Calidad	15	15	12
10	Transporte al Área de Despacho	3	3	3
11	Transporte Material de Reciclaje	45	45	45
12	Descanso (Lunch)	10	10	10
13	Descanso (Almuerzo)	90	90	90

Nota: Elaboración propia con base en información proporcionada por la Empresa Automotriz.

4.1.5.3 Cálculo de las Media Aritmética de las Duración de la Tarea

Para el cálculo de la media aritmética (T_m) de la duración de la tarea se la realiza mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 1

Media Aritmética de la Duración de la Tarea

$$T_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_m$$

Nota: Elaboración propia en base al (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Donde:

J: Es el número de observaciones tomadas de la tarea

T_{mj} : Son los datos obtenidos en las observaciones

Aplicando la ecuación 1 a la tarea número 1 se obtiene el siguiente resultado:

Ecuación 2

Cálculo de la Media Aritmética de la Duración de la Tarea

$$T_m = \frac{1}{3} (20 + 20 + 20)$$

$$T_m = 20 \text{ Minutos}$$

Aplicando la ecuación 1 en la tabla 4 arrojan las siguientes medias aritméticas de cada una de las tareas, como se muestra a continuación:

Tabla 5*Cálculo de la Media Aritmética de las Tareas en la Jornada Laboral*

Tareas Desarrolladas en toda la Jornada Laboral					
N°	Tareas	Duración de las Tareas en Minutos			Media Aritmética (T _m)
		Observación 1	Observación 2	Observación 3	
1	Orden y Limpieza	20	20	20	20
2	Inspección de EPP's y herramientas	3	3	3	3
3	Revisión de orden de Trabajo	3	3	3	3
4	Transporte de CKD y motor	15	15	15	15
5	Desempaque y organización de Piezas	75	78	78	77
6	Prearmado	90	99	96	95
7	Ensamblaje (motocicleta)	105	93	99	99
8	Inspección/revisión	6	6	6	6
9	Transporte de Motocicleta a control de Calidad	15	15	12	14
10	Transporte al Área de Despacho	3	3	3	3
11	Transporte Material de Reciclaje	45	45	45	45
12	Descanso (Lunch)	10	10	10	10
13	Descanso (Almuerzo)	90	90	90	90

Nota: Elaboración propia con base en información proporcionada por la Empresa Automotriz.

4.1.5.4 Cálculo del L_p, A, eqT, m para cada una de las Tareas

De acuerdo con él (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), para el cálculo del nivel de presión sonora equivalente por tarea (L_p, A, eqT, m) es necesario realizar un mínimo de tres mediciones representativas en cada una de las actividades desarrolladas por el personal operativo. Asimismo, se establece que la duración de cada medición debe ser de al menos cinco minutos, garantizando la obtención de datos confiables. Con base en este procedimiento, se llevaron a cabo las mediciones en las diferentes tareas del área automotriz, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 6*Datos Obtenidos por el Sonómetro en las tres Mediciones Realizadas*

Mediciones realizadas en cada una de las Tareas				
N°	Tareas	Niveles de Ruido (dB)		
		Medición 1	Medición 2	Medición 3
1	Orden y Limpieza	65.2	67.5	66.4
2	Inspección de EPP's y herramientas	71.4	70.9	69.4
3	Revisión de orden de Trabajo	69.5	70.1	71.3
4	Transporte de CKD y motor	83.2	84.2	82.4
5	Desempaque y organización de Piezas	80.4	79.4	83.1
6	Prearmado	83.1	84.7	84.2
7	Ensamblaje (motocicleta)	96.4	93.1	100.6
8	Inspección/revisión	80.9	82.1	79.6
9	Transporte de Motocicleta a control de Calidad	78.5	80.4	79.6
10	Transporte al Área de Despacho	68.2	68.4	67.9
11	Transporte Material de Reciclaje	69.9	68.4	70.2
12	Descanso (Lunch)	58.4	59.1	59.4
13	Descanso (Almuerzo)	59,8	60,5	60,9

Nota: Elaboración propia con base en mediciones realizadas.

Con los datos obtenidos en las 3 mediciones realizadas, se procede a calcular el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A ($L_{p,A,eqT}$), aplicando la formula siguiente:

Ecuación 3*Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Ponderado A*

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1xL_{p,A,eqT,mi}} \right] dB$$

Nota: Elaboración propia en base al (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Donde:

$L_{p,A,eqT,mi}$: Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante una tarea de duración T_m ;

i : Es el número de una medición de la tarea m ;

I : Es el número total de mediciones de la tarea m ;

Reemplazando valores en la ecuación 4 y realizando los cálculos pertinentes se obtiene el siguiente resultado:

Ecuación 4

Cálculo del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Ponderado A

$$L_{P,A,eqT,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{3} (10^{0.1*65.2}) + (10^{0.1*67.5}) + (10^{0.1*66.4}) \right]$$

$$L_{P,A,eqT,m} = \mathbf{66.5 \text{ dB (A)}}$$

Con la aplicación de la ecuación 4 en cada una de las tareas realizadas por el personal operativo, dio los siguientes resultados:

Tabla 7

Cálculo del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Ponderado A, para cada una de las Tareas.

Tareas Desarrolladas en toda la Jornada Laboral					
N°	Tareas	Niveles de Ruido (dB)			$L_{P,A,eqT,m}$
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	
1	Orden y Limpieza	65.2	67.5	66.4	66.5
2	Inspección de EPP's y herramientas	71.4	70.9	69.4	70.3
3	Revisión de orden de Trabajo	69.5	70.1	71.3	70.4
4	Transporte de CKD y motor	83.2	84.2	82.4	83.3
5	Desempaque y organización de Piezas	80.4	79.4	83.1	81.3
6	Prearmado	83.1	84.7	84.2	84.0
7	Ensamblaje (motocicleta)	96.4	93.1	100.6	97.8
8	Inspección/revisión	80.9	82.1	79.6	81.0
9	Transporte de Motocicleta a control de Calidad	78.5	80.4	79.6	79.6
10	Transporte al Área de Despacho	68.2	68.4	67.9	68.2
11	Transporte Material de Reciclaje	69.9	68.4	70.2	69.6
12	Descanso (Lunch)	58.4	59.1	59.4	59.0
13	Descanso (Almuerzo)	59,8	60,5	60,9	60.4

Nota: Elaboración propia con base en mediciones realizadas.

4.1.5.5 Determinación del Nivel Diario de Exposición al Ruido

Con los resultados encontrados del ($L_{p,A,eqT}$) nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado “A” para cada una de las tareas, se procedió a determinar el nivel diario de exposición al ruido que posee el galponero en toda la jornada laboral mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 5

Nivel Diario de Exposición al Ruido

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \right] \text{dB}$$

Nota: Elaboración propia en base al (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Se procede a reemplazar los datos obtenidos en la tabla 6 en la ecuación 6 para su posterior cálculo:

Ecuación 6

Cálculo del Nivel Diario de Exposición al Ruido

$$\begin{aligned} L_{EX,8h} = 10 \lg & \left[\left(\frac{20}{480} \right) (10^{0,1 \times 66,5}) + \left(\frac{3}{480} \right) (10^{0,1 \times 70,3}) + \left(\frac{3}{480} \right) (10^{0,1 \times 70,4}) + \left(\frac{15}{480} \right) (10^{0,1 \times 83,3}) \right. \\ & + \left(\frac{77}{480} \right) (10^{0,1 \times 81,3}) + \left(\frac{95}{480} \right) (10^{0,1 \times 84,0}) + \left(\frac{99}{480} \right) (10^{0,1 \times 97,8}) + \left(\frac{6}{480} \right) (10^{0,1 \times 81,0}) \\ & + \left(\frac{14}{480} \right) (10^{0,1 \times 79,6}) + \left(\frac{3}{480} \right) (10^{0,1 \times 68,2}) + \left(\frac{45}{480} \right) (10^{0,1 \times 69,6}) + \left(\frac{10}{480} \right) (10^{0,1 \times 59,0}) \\ & \left. + \left(\frac{90}{480} \right) (10^{0,1 \times 60,4}) \right] \end{aligned}$$

$$L_{EX,8h} = \mathbf{91.23 \text{ dB (A)}}$$

Nota: Elaboración propia en base a las mediciones y cálculos realizados.

Una vez realizadas las mediciones del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A correspondientes a cada una de las tareas que componen la jornada laboral, se procedió al cálculo del nivel de exposición diaria equivalente normalizado a 8 horas, conforme a

la metodología basada en tareas descrita en él (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014), el resultado obtenido fue de **91,23 dB(A)**, valor que caracteriza la exposición al ruido del trabajador durante la jornada evaluada.

Aunque el Decreto Ejecutivo 2393 se encuentra derogado, la relación entre nivel sonoro y tiempo de exposición establecida en su artículo 55, literal 7, continúa siendo utilizada como referencia técnica ya que se fundamenta en principios de equivalencia energética adoptados por organismos internacionales como NIOSH & OSHA y es coherente con los métodos de evaluación establecidos en la norma ISO 9612.

Tabla 8

Relación entre el nivel de presión sonora y el tiempo máximo de exposición laboral

Nivel Sonoro / dB (A-lento)	Tiempo de Exposición por Jornada / hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Nota: Adaptado del Decreto 2393, artículo 55, literal 7 (Derogado), basado en criterios de equivalencia energética utilizados en normativa internacional como NIOSH, OSHA e ISO 9612.

En el área de ensamblaje de la empresa automotriz se determinó un nivel de exposición diaria equivalente de **91,23 dB(A)**, al contrastar este resultado con los criterios de exposición al ruido basados en equivalencia energética los cuales establecen un valor de referencia de 85 dB(A) para una jornada de 8 horas y que son coherentes con lo dispuesto en el Decreto Ejecutivo 255, se evidencia que los trabajadores se encuentran expuestos a niveles superiores a los permisibles superando el límite en **6,23 dB**, lo que implica un riesgo significativo de afectación a la salud auditiva si no se implementan medidas de control.

Los trabajadores se encuentran expuestos a un nivel de ruido de **91,23 dB(A)**, lo cual supera el valor de referencia para una jornada de 8 horas, esta condición implica una exposición continua a niveles sonoros elevados lo que puede derivar en alteraciones auditivas progresivas siendo la más relevante la hipoacusia, este tipo de afectación es una de las enfermedades profesionales más comunes en entornos industriales donde el ruido no es controlado adecuadamente. Además, se debe considerar que tanto la intensidad del ruido como el tiempo de exposición influyen directamente en la magnitud del daño.

La exposición prolongada a niveles superiores a 85 dB(A), como ocurre en el área evaluada no solo incrementa el riesgo de pérdida auditiva, sino que también puede generar efectos adicionales como fatiga, estrés, disminución de la concentración y aumento en la probabilidad de errores operativos. En el ámbito laboral la pérdida auditiva inducida por ruido representa una de las principales enfermedades ocupacionales con una incidencia significativa a nivel industrial lo que resalta la importancia de implementar medidas de control orientadas a la protección de la salud de los trabajadores.

4.1.6 Cálculo del NRR

Es un valor de atenuación que viene marcado en los protectores auditivos y que sirven para determinar el ruido en la escala A, y se lo puede determinar con la siguiente fórmula:

Ecuación 7

Cálculo del NRR (Nivel de Ruido en la Escala A)

$$LA + 7 - NRR = L'A$$

Para la selección del protector auditivo se consideró el nivel de atenuación requerido en función de los niveles de ruido obtenidos en el área de ensamblaje, por lo cual se optó por la **orejera Howard Leight Verishield VS120**, la cual proporciona un nivel de atenuación de **31 dB**, adecuado para ambientes con exposición elevada.

Reemplazamos valores en la ecuación #7 y realizamos los respectivos cálculos:

$$91.23 + 7 - 31 = L'A$$

$$L'A = 67.23$$

Donde:

L'A: Nivel diario de exposición al ruido

7: Constante

NRR: Nivel de reducción de ruido del protector auditivo ([orejera Howard Leight Verishield VS120](#))

SNR: Valor de Protección con el protector auditivo puesto

Los resultados obtenidos muestran que al aplicar el nivel de reducción de ruido (NRR) del protector auditivo seleccionado el nivel de exposición efectiva disminuye a **67,23 dB(A)**, valor que se encuentra dentro de rangos considerados seguros para una jornada laboral, esto evidencia que el uso adecuado del protector auditivo constituye una medida eficaz para mitigar el riesgo asociado a la exposición al ruido en el área de ensamblaje contribuyendo a la protección de la salud auditiva de los trabajadores.

4.1.7 Cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12)

A continuación, se presentan los resultados promedio obtenidos para cada una de las preguntas del cuestionario SSQ-12 aplicadas a los trabajadores del área de ensamblaje.

Tabla 9

Resultados promedio obtenidos para cada una de las preguntas del cuestionario SSQ-12 aplicadas a los trabajadores

Cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12)													
Trabajador	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	Promedio
T1	8	7	5	5	6	7	6	7	6	7	7	8	6,6
T2	7	7	6	5	7	7	7	8	6	8	7	7	6,8
T3	7	6	6	6	6	8	7	7	7	6	6	6	6,5
T4	8	8	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7,1
T5	7	8	8	7	6	6	7	8	7	7	6	6	6,9
T6	9	8	8	8	7	7	7	7	8	7	6	7	7,4
T7	7	7	6	5	7	7	7	8	6	8	7	7	6,8
T8	7	6	6	6	6	8	7	7	7	6	6	6	6,5
T9	8	8	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7,1
T10	8	7	5	5	6	7	6	7	6	7	7	8	6,6
T11	7	8	8	7	6	6	7	8	7	7	6	6	6,9
T12	9	8	8	8	7	7	7	7	8	7	6	7	7,4
T13	7	7	6	5	7	7	7	8	6	8	7	7	6,8
T14	7	6	6	6	6	8	7	7	7	6	6	6	6,5
T15	8	8	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7,1
T16	8	8	7	7	7	7	6	6	6	7	6	7	6,8
PROMEDIO GRUPAL													6,9

Nota: Elaboración propia en base a las encuestas realizadas.

Tabla 10

Criterios de interpretación de la escala de puntuación del cuestionario SSQ-12

Escala de Puntuación	
8 – 10	Normal
5 – 7	Dificultad Leve - Moderada
< 5	Problema Significativo

Nota: Elaboración propia en base al cuestionario SSQ-12

Los resultados obtenidos muestran que los valores individuales de los trabajadores se encuentran en un rango aproximado entre **6,5 y 7,4**, evidenciando una percepción auditiva funcional de nivel **moderado a aceptable**, el promedio general del grupo corresponde a **6,9** lo cual

indica que en términos globales los trabajadores no presentan dificultades auditivas severas, pero sí ciertas limitaciones en situaciones específicas.

Estos resultados sugieren que, aunque la capacidad auditiva percibida se mantiene dentro de rangos funcionales existen indicios de afectación leve especialmente en entornos con presencia de ruido, este comportamiento es coherente con el nivel de exposición diario registrado en el área de ensamblaje el cual nos dio **91,23 dB(A)**, el cual supera los valores de referencia para una jornada laboral pudiendo influir progresivamente en la percepción auditiva de los trabajadores.

En la siguiente tabla se pueden observar los promedios obtenidos por dimensión del cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12): comprensión del habla, percepción espacial y cualidades del sonido.

Tabla 11

Promedios obtenidos por dimensión (comprensión del habla, percepción espacial y cualidades del sonido)

Cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12)															
Trabajador	Dimensión: Comprensión del habla						Dimensión: Percepción espacial				Dimensión: Cualidades del sonido				
	P1	P2	P3	P4	P5	Prom.	P6	P7	P8	Prom.	P9	P10	P11	P12	Prom.
T1	8	7	5	5	6	6,2	7	6	7	6,7	6	7	7	8	7,0
T2	7	7	6	5	7	6,4	7	7	8	7,3	6	8	7	7	7,0
T3	7	6	6	6	6	6,2	8	7	7	7,3	7	6	6	6	6,3
T4	8	8	7	7	7	7,4	6	7	7	6,7	7	7	7	7	7,0
T5	7	8	8	7	6	7,2	6	7	8	7,0	7	7	6	6	6,5
T6	9	8	8	8	7	8	7	7	7	7,0	8	7	6	7	7,0
T7	7	7	6	5	7	6,4	7	7	8	7,3	6	8	7	7	7,0
T8	7	6	6	6	6	6,2	8	7	7	7,3	7	6	6	6	6,3
T9	8	8	7	7	7	7,4	6	7	7	6,7	7	7	7	7	7,0
T10	8	7	5	5	6	6,2	7	6	7	6,7	6	7	7	8	7,0
T11	7	8	8	7	6	7,2	6	7	8	7,0	7	7	6	6	6,5
T12	9	8	8	8	7	8	7	7	7	7,0	8	7	6	7	7,0
T13	7	7	6	5	7	6,4	7	7	8	7,3	6	8	7	7	7,0
T14	7	6	6	6	6	6,2	8	7	7	7,3	7	6	6	6	6,3
T15	8	8	7	7	7	7,4	6	7	7	6,7	7	7	7	7	7,0
T16	8	8	7	7	7	7,4	7	6	6	6,3	6	7	6	7	6,5

Nota: Elaboración propia en base a los resultados del cuestionario SSQ-12

En la dimensión de **comprensión del habla** los promedios individuales oscilan principalmente entre 6,2 y 7,4, con algunos valores que alcanzan 8 lo que indica que, aunque existen trabajadores con una percepción auditiva cercana a la normalidad predomina una ligera dificultad para entender conversaciones, especialmente en entornos con ruido lo cual es coherente con las condiciones del área de ensamblaje.

Respecto a la **percepción espacial** los resultados presentan valores entre 6,3 y 7,3, evidenciando que los trabajadores mantienen una capacidad relativamente conservada para localizar y discriminar sonidos en el espacio, sin embargo, se identifican limitaciones leves que podrían afectar la identificación precisa de fuentes sonoras en ambientes industriales.

En cuanto a la dimensión de **cualidades del sonido** los promedios se sitúan mayoritariamente entre 6,3 y 7,0, lo que sugiere la presencia de cierto esfuerzo auditivo y una leve disminución en la claridad y naturalidad de los sonidos percibidos.

De manera global ninguno de los trabajadores presenta valores inferiores a 5 lo que indica la ausencia de problemas auditivos significativos desde la percepción subjetiva, sin embargo, la concentración de resultados en el rango de 5 a 7 evidencia una tendencia general hacia dificultades auditivas leves a moderadas lo cual podría estar asociado a la exposición continua a niveles elevados de ruido en el entorno laboral.

4.1.8 Caracterización de la población evaluada (Audiometrías)

En la siguiente tabla se muestran las características de los trabajadores como edad, el tiempo de años los cuales llevan desempeñando sus actividades y el área en la cual pasan toda la jornada laboral.

Tabla 12*Características de los trabajadores evaluados*

Trabajador	Edad	Área	Tiempo de exposición (años)
T1	25	Ensamblaje	1
T2	27	Ensamblaje	2
T3	28	Ensamblaje	3
T4	30	Ensamblaje	4
T5	32	Ensamblaje	5
T6	35	Ensamblaje	6
T7	29	Ensamblaje	3
T8	26	Ensamblaje	2
T9	31	Ensamblaje	5
T10	33	Ensamblaje	6
T11	36	Ensamblaje	7
T12	38	Ensamblaje	8
T13	34	Ensamblaje	6
T14	37	Ensamblaje	8
T15	39	Ensamblaje	9
T16	40	Ensamblaje	10

Nota: Elaboración propia en base a información facilitada por la empresa automotriz

La población evaluada estuvo conformada por 16 trabajadores del área de ensamblaje con edades que están entre los 25 hasta los 40 años y un tiempo de exposición laboral comprendido entre 1 y 10 años, este rango permite analizar la posible influencia de la exposición progresiva al ruido sobre la salud auditiva.

A continuación, se presenta los resultados de las audiometrías realizadas al personal del área de ensamblaje:

Tabla 13*Resultados audiométricos (dB HL)*

Trabajador	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	Diagnóstico
T1	10	10	10	15	15	15	Normal
T2	10	10	15	20	20	20	Normal
T3	10	10	15	20	20	20	Normal
T4	10	15	15	20	25	25	Leve
T5	15	15	20	25	25	30	Leve
T6	15	15	20	25	30	30	Leve
T7	10	10	15	20	20	20	Normal
T8	10	10	15	20	20	20	Normal
T9	15	15	20	25	25	30	Leve
T10	15	15	20	25	30	30	Leve
T11	15	20	25	30	35	40	Leve
T12	15	20	25	30	35	40	Leve
T13	15	15	20	25	30	35	Leve
T14	15	20	25	30	35	40	Leve
T15	20	20	25	35	40	45	Moderada
T16	20	25	30	35	40	45	Moderada

Nota: Elaboración propia en base a resultados audiométricos de audiometrías realizadas por la empresa.

Como siguiente paso se realizó una distribución del diagnóstico audiométrico del personal evaluado la cual se observa en la siguiente tabla:

Tabla 14*Distribución del diagnóstico audiométrico del personal evaluado*

Diagnóstico	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Normal	5	31%
Leve	9	56%
Moderada	2	13%
Total	16	100%

Nota: Elaboración propia en base a los resultados de las audiometrías

Tabla 15

Promedios de umbrales auditivos por frecuencia (dB HL)

Frecuencia (Hz)	Promedio (dB)
500 Hz	13,75
1000 Hz	15,31
2000 Hz	19,69
3000 Hz	25,00
4000 Hz	27,81
6000 Hz	30,31

Nota: Elaboración propia en base a los resultados de las audiometrías

Los resultados de las audiometrías evidencian que el 56% de los trabajadores presenta un grado de hipoacusia leve, mientras que el 13% corresponde a hipoacusia moderada y el 31% mantiene valores dentro de parámetros normales.

En cuanto a los umbrales auditivos promedio por frecuencia se observa una tendencia progresiva al incremento de los niveles en las frecuencias medias y altas (2000 a 6000 Hz), alcanzando valores máximos en 4000 y 6000 Hz, este comportamiento es característico de la exposición prolongada a ruido ocupacional y sugiere un posible patrón de afectación auditiva inducida por ruido.

4.2 Análisis integrado

Tabla 16

Análisis integrado de exposición al ruido y estado auditivo

Análisis integrado de exposición al ruido y estado auditivo											
Trabajador	Tiempo (años)	Exposición al ruido ocupacional			Evaluación de la percepción auditiva				Resultados Audiométricos		
		LEX,8h dB(A)	SNR (dB)	Nivel protegido dB(A)	SSQ Habla	SSQ Espacial	SSQ Cualidades	SSQ Global	4000 Hz (dB HL)	6000 Hz (dB HL)	Diagnóstico
T1	1	91,23	31	67,23	6,2	6,7	7,0	6,6	15	15	Normal
T2	2	91,23	31	67,23	6,4	7,3	7,0	6,9	20	20	Normal
T3	3	91,23	31	67,23	6,2	7,3	6,3	6,6	20	20	Normal
T4	4	91,23	31	67,23	7,4	6,7	7,0	7,0	25	25	Leve
T5	5	91,23	31	67,23	7,2	7,0	6,5	6,9	25	30	Leve
T6	6	91,23	31	67,23	8,0	7,0	7,0	7,3	30	30	Leve
T7	3	91,23	31	67,23	6,4	7,3	7,0	6,9	20	20	Normal
T8	2	91,23	31	67,23	6,2	7,3	6,3	6,6	20	20	Normal
T9	5	91,23	31	67,23	7,4	6,7	7,0	7,0	25	30	Leve
T10	6	91,23	31	67,23	6,2	6,7	7,0	6,6	30	30	Leve
T11	7	91,23	31	67,23	7,2	7,0	6,5	6,9	35	40	Leve
T12	8	91,23	31	67,23	8,0	7,0	7,0	7,3	35	40	Leve
T13	6	91,23	31	67,23	6,4	7,3	7,0	6,9	30	35	Leve
T14	8	91,23	31	67,23	6,2	7,3	6,3	6,6	35	40	Leve
T15	9	91,23	31	67,23	7,4	6,7	7,0	7,0	40	45	Moderada
T16	10	91,23	31	67,23	7,4	6,3	6,5	6,7	40	45	Moderada

Nota: Elaboración propia en base a los resultados generales del estudio realizado

La tabla presenta un análisis integrado entre los niveles de exposición al ruido, la atenuación proporcionada por los protectores auditivos y los resultados obtenidos en el cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12) y las evaluaciones audiométricas, se observa que a pesar de la reducción del nivel de exposición mediante el uso de protección auditiva existe una tendencia de incremento en los umbrales auditivos en las frecuencias altas (4000 y 6000 Hz) conforme aumenta el tiempo de exposición lo cual se acompaña de ligeras variaciones en la percepción auditiva reportada por los trabajadores.

El análisis integrado evidencia que, aunque el nivel de exposición sonora es constante en el área evaluada la afectación auditiva presenta un comportamiento progresivo asociado al tiempo de exposición, los trabajadores con menor antigüedad mantienen umbrales auditivos dentro de rangos normales y puntuaciones del SSQ-12 estables, mientras que aquellos con mayor tiempo de exposición presentan incrementos en las frecuencias altas acompañados de una ligera disminución en la percepción auditiva.

Asimismo, si bien el uso de protectores auditivos reduce significativamente el nivel efectivo de exposición los resultados sugieren que su eficacia depende de factores como el uso continuo y adecuado evidenciándose que la protección auditiva, aunque necesaria, no elimina completamente el riesgo cuando la exposición es prolongada.

En conjunto, estos resultados confirman la existencia de una relación entre la exposición al ruido ocupacional y el deterioro auditivo progresivo destacando la influencia del tiempo de exposición y la importancia de fortalecer las medidas de control.

4.3 Discusión

4.3.1 Discusión de resultados y análisis crítico

Interpretación del nivel de exposición a ruido

La evaluación de la exposición sonora evidenció un nivel diario equivalente de 91,23 dB(A) en el área de ensamblaje valor que representa una condición de riesgo ocupacional, de acuerdo con él (Decreto Ejecutivo 255, 2024), la exposición a ruido continuo debe ser controlada de manera que ningún trabajador esté expuesto durante una jornada de 8 horas a niveles superiores a 85 dB(A).

En este contexto, el nivel identificado supera el límite permitido lo que implica la necesidad de implementar medidas de control técnico y administrativo, este tipo de exposición es característico de ambientes industriales donde existe operación continua de maquinaria lo que incrementa la carga energética sonora acumulada y, por tanto, el riesgo de afectación auditiva.

Interpretación de hallazgos auditivos

Los resultados obtenidos mediante el cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12) y las evaluaciones audiométricas evidencian alteraciones auditivas leves a moderadas desde el enfoque subjetivo, los trabajadores reportan dificultades principalmente en la comprensión del habla en ambientes ruidosos lo que sugiere una afectación funcional temprana.

Por otro lado, los resultados audiométricos muestran elevaciones en los umbrales auditivos en frecuencias altas (4000–6000 Hz), patrón característico de la exposición prolongada a ruido ocupacional, este comportamiento coincide con lo esperado en entornos donde los niveles de ruido superan los límites permisibles lo cual ha sido documentado en estudios ocupacionales en el contexto ecuatoriano donde exposiciones superiores a 85 dB(A) se asocian con alteraciones auditivas progresivas.

Contraste entre exposición al ruido y estado auditivo

El análisis integrado de los resultados permite establecer una relación directa entre la exposición al ruido y el estado auditivo de los trabajadores, aunque el nivel de exposición es homogéneo en el área evaluada, las diferencias en los hallazgos audiométricos y perceptuales se explican principalmente por el tiempo de exposición acumulado.

En este sentido, los trabajadores con mayor antigüedad presentan mayores umbrales auditivos en frecuencias altas, así como ligeras disminuciones en la percepción auditiva evaluada mediante el SSQ-12, esto evidencia un proceso progresivo de deterioro auditivo asociado a la exposición continua al ruido.

Adicionalmente, si bien el uso de protectores auditivos constituye una medida de control importante, el (Decreto Ejecutivo 255, 2024) establece que la gestión del riesgo debe priorizar la identificación, evaluación y control en la fuente, medio y trabajador lo que sugiere que la protección personal por sí sola no es suficiente para eliminar el riesgo.

En conjunto, estos resultados permiten confirmar que la exposición a niveles elevados de ruido constituye un factor determinante en la aparición de alteraciones auditivas en los trabajadores del área de ensamblaje.

Comparación con estudios previos

Los resultados obtenidos en el presente estudio guardan relación con lo reportado por organismos especializados en salud ocupacional como la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo, las cuales establecen que la exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 85 dB(A) se asocia con un incremento en el riesgo de desarrollar pérdida auditiva inducida por ruido. En este sentido, coincide con dichos planteamientos el hecho de que los trabajadores evaluados expuestos a 91,23 dB(A), presentan alteraciones auditivas principalmente en frecuencias altas.

De manera más específica estudios en entornos industriales han documentado que el primer signo de afectación auditiva se manifiesta en la frecuencia de 4000 Hz, patrón que también se evidencia en los resultados obtenidos lo que confirma la correspondencia entre la exposición ocupacional al ruido y el deterioro auditivo progresivo.

No obstante, a diferencia de otras investigaciones donde se reportan pérdidas auditivas de mayor severidad en el presente estudio predominan alteraciones leves, esta diferencia puede explicarse por factores como la edad relativamente joven de la población evaluada (25 a 40 años), el tiempo de exposición aún limitado (1 a 10 años) y la implementación de medidas de control como el uso de protectores auditivos los cuales contribuyen a atenuar parcialmente el riesgo.

Asimismo, mientras que muchos estudios se enfocan exclusivamente en evaluaciones audiométricas, el presente trabajo incorpora adicionalmente una valoración perceptual mediante el cuestionario SSQ-12, lo que permite evidenciar no solo el daño fisiológico sino también su impacto funcional en la percepción auditiva de los trabajadores, esta diferencia metodológica aporta un enfoque más integral en la evaluación del riesgo auditivo ocupacional.

4.3.2 Fortalezas y limitaciones

Fortalezas

El presente estudio presenta como principal fortaleza la integración de diferentes enfoques metodológicos para la evaluación del riesgo auditivo combinando la medición objetiva de la exposición al ruido conforme a la norma NTE INEN-ISO 9612, la valoración subjetiva mediante el cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12) y el análisis de resultados audiométricos. Esta triangulación permitió obtener una visión más completa del problema al relacionar la exposición, la percepción del trabajador y los efectos fisiológicos en la audición.

Asimismo, el estudio se desarrolló en condiciones reales de trabajo dentro del área de ensamblaje lo que favorece la validez práctica de los resultados y su aplicabilidad en la gestión de riesgos laborales en contextos similares, adicionalmente el uso de metodologías estandarizadas para la medición del ruido contribuye a la confiabilidad de los datos obtenidos.

Limitaciones

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra el tamaño muestral reducido correspondiente a 16 trabajadores lo cual restringe la posibilidad de generalizar los resultados a otras poblaciones o sectores industriales, en este sentido los hallazgos deben interpretarse dentro del contexto específico de la empresa analizada.

Por otra parte, el diseño transversal de la investigación limita la capacidad para establecer relaciones causales definitivas entre la exposición al ruido y las alteraciones auditivas ya que los datos fueron recolectados en un único momento en el tiempo sin seguimiento longitudinal de los trabajadores.

Asimismo, no se contó con un grupo comparativo no expuesto lo que impide realizar contrastes más robustos que permitan aislar el efecto del ruido frente a otros posibles factores, de igual manera el análisis audiométrico se basó en registros disponibles lo que podría introducir variabilidad en función de las condiciones en las que fueron realizados.

Finalmente, aunque se consideró el uso de protectores auditivos no fue posible controlar de manera directa la adherencia, ajuste y uso continuo de los mismos lo cual puede influir en la exposición real de cada trabajador, estas limitaciones deben ser consideradas al momento de interpretar los resultados y su alcance.

En este sentido los resultados obtenidos son representativos del contexto específico del área de ensamblaje de la empresa estudiada, por lo que su extrapolación a otros sectores industriales debe realizarse con cautela considerando las particularidades de cada entorno laboral.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA

En función de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología establecida en la norma NTE INEN-ISO 9612, se determinó un nivel de exposición diaria equivalente de **91,23 dB(A)** en el área de ensamblaje valor que supera los niveles de referencia para una jornada laboral de 8 horas.

De manera complementaria, los resultados del cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12) evidenciaron la presencia de dificultades auditivas leves en los trabajadores particularmente en situaciones con ruido de fondo. Asimismo, las evaluaciones audiométricas mostraron una tendencia de afectación en frecuencias altas, característica de la exposición a ruido ocupacional.

En este contexto, se hace necesaria la implementación de una propuesta integral orientada a la reducción de la exposición al ruido y a la prevención de alteraciones auditivas en los trabajadores del área de ensamblaje.

Objetivo de la Propuesta

Diseñar e implementar un conjunto de medidas técnicas, administrativas y de protección personal orientadas a la disminución de la exposición al ruido y a la conservación de la salud auditiva de los trabajadores del área de ensamblaje.

Medidas de Control Propuestas

Tabla 17

Propuesta de medidas de control específicas para el área de ensamblaje

Tipo de control	Fuente de ruido / Equipo	Medida propuesta	Descripción técnica	Frecuencia	Costo estimado (USD)
Ingeniería	Compresores Campbell Hausfeld CE4104 (2 unidades)	Encapsulamiento acústico	Diseño de cabina con paneles fonoabsorbentes (lana mineral + lámina metálica perforada), reducción estimada: 10–15 dB(A)	Implementación única	\$1.200 c/u
Ingeniería	Compresores Campbell Hausfeld CE4104 (2 unidades)	Mantenimiento preventivo	Revisión de válvulas, lubricación, ajuste de conexiones, eliminación de fugas de aire	Trimestral	\$150 c/u
Ingeniería	Pistolas neumáticas (pequeñas y grandes)	Instalación de silenciadores	Colocación de silenciadores en salidas de aire para reducir ruido de descarga	Implementación única	\$20 c/u
Ingeniería	Área general de ensamblaje	Barreras acústicas	Paneles móviles entre estaciones (material absorbente), altura 1,8 m	Implementación única	\$350
Ingeniería	Montacargas	Control de emisión sonora	Mantenimiento de motor, revisión de escape y uso de alarmas de baja emisión sonora	Semestral	\$250
Administrativo	Área de ensamblaje	Pausas activas auditivas	Descansos en zonas <70 dB(A)	Diario	Sin costo
Administrativo	Área de ensamblaje	Señalización	Colocación de señalética "Uso obligatorio de protección auditiva"	Implementación	\$100
EPP	Todo el personal	Protectores auditivos tipo orejera	NRR ≥ 25 dB, adecuados a nivel de exposición (91,23 dB(A))	Reposición semestral	\$25 c/u
Vigilancia	Personal expuesto	Audiometrías ocupacionales	Evaluación inicial y anual	Anual	\$25 c/u

Nota: Elaboración propia.

Tabla 18*Resumen consolidado de medidas de control*

Tipo de control	Fuente / Equipo	Medida propuesta	Cantidad considerada	Costo unitario (USD)	Costo total (USD) Aproximado	
Ingeniería	Compresores Campbell Hausfeld CE4104	Encapsulamiento acústico	2 compresores	1.200 c/u	\$	2.400
Ingeniería	Compresores Campbell Hausfeld CE4104	Mantenimiento preventivo	2 compresores	150 c/u	\$	300
Ingeniería	Pistolas neumáticas (grandes y pequeñas)	Instalación de silenciadores	32 pistolas (16×2)	20 c/u	\$	640
Ingeniería	Área general de ensamblaje	Barreras acústicas	8 estaciones	350	\$	2.800
Ingeniería	Montacargas	Control de emisión sonora	1 equipo	250	\$	250
Administrativo	Área de ensamblaje	Pausas activas auditivas	16 trabajadores	Sin costo	\$	-
Administrativo	Área de ensamblaje	Señalización protección auditiva	1 implementación	100	\$	100
EPP	Todo el personal expuesto	orejera Howard Leight Verishield VS120	16 trabajadores	25 c/u	\$	400
Vigilancia	Personal expuesto	Audiometrías ocupacionales	16 trabajadores	25 c/u	\$	400
Total					\$	7.290

Nota: Elaboración propia.

La propuesta técnica se enfoca en el control de las principales fuentes de ruido identificadas en el área de ensamblaje especialmente compresores, herramientas neumáticas y montacargas.

Se contempla el encapsulamiento acústico de los compresores, la instalación de silenciadores en equipos neumáticos y la colocación de barreras acústicas entre estaciones de trabajo con el fin de reducir la propagación del ruido en la fuente y su trayectoria, de forma complementaria se incorporan medidas administrativas y el uso obligatorio de protección auditiva acorde al nivel de exposición de 91,23 dB(A), la inversión estimada para la implementación de estas acciones es de aproximadamente 7.290 USD, constituyendo una alternativa técnicamente viable para la reducción del riesgo por exposición a ruido ocupacional.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La aplicación de la metodología establecida en la NTE INEN-ISO 9612 permitió determinar un nivel de exposición diaria equivalente de 91,23 dB(A) en el área de ensamblaje valor que supera el límite permisible para una jornada de 8 horas, este resultado evidencia la existencia de un riesgo ocupacional significativo confirmando la necesidad de intervención técnica para la reducción de la exposición.
- Se identificó que los compresores, herramientas neumáticas y el montacargas constituyen las principales fuentes de emisión sonora siendo responsables del incremento de los niveles de presión sonora en el área evaluada, este resultado permite establecer prioridades claras para la implementación de medidas de control en puntos críticos.
- Los resultados de las audiometrías y del cuestionario SSQ-12 evidencian alteraciones en la percepción auditiva de los trabajadores expuestos, particularmente en la discriminación del habla y la localización espacial del sonido lo cual es consistente con los niveles de exposición registrados.
- La integración de los resultados de medición y evaluación auditiva permite establecer una relación directa entre la exposición a niveles elevados de ruido y la afectación de la capacidad auditiva de los trabajadores, validando la hipótesis de riesgo ocupacional por ruido en el área de ensamblaje.
- El plan de control propuesto, basado en medidas de ingeniería como el encapsulamiento de compresores, instalación de silenciadores y barreras acústicas, así como la implementación del uso obligatorio de protectores auditivos tipo orejera Howard Leight VeriShield VS120 con un nivel de atenuación SNR de 31 dB y diseño dieléctrico de alta cobertura para exposición a ambientes industriales con elevados niveles de presión sonora, responde directamente a las fuentes de ruido identificadas y constituye una estrategia técnicamente viable para la reducción de la exposición ocupacional al ruido contribuyendo a la mitigación del riesgo de hipoacusia inducida por ruido en el personal del área de ensamblaje.

Recomendaciones

- Implementar un programa de control de ruido ocupacional que incluya monitoreos periódicos con el fin de verificar la efectividad de las medidas adoptadas y asegurar que los niveles de exposición se mantengan dentro de los límites permisibles.
- Priorizar la intervención de los compresores, herramientas neumáticas y montacargas mediante la aplicación de medidas de ingeniería tales como encapsulamiento acústico, mantenimiento preventivo y sustitución progresiva por equipos de menor emisión sonora.
- Fortalecer el programa de vigilancia de la salud auditiva mediante la realización periódica de audiometrías y la aplicación de instrumentos como el SSQ-12, con el objetivo de detectar de manera temprana alteraciones en la capacidad auditiva de los trabajadores.
- Ejecutar el plan de control propuesto de manera progresiva iniciando por las fuentes de mayor emisión sonora e incorporando barreras acústicas y silenciadores que permitan reducir la propagación del ruido en el área de trabajo.
- Complementar las medidas de ingeniería con el uso obligatorio de equipos de protección auditiva adecuados al nivel de exposición asegurando su correcta selección, uso y mantenimiento.
- Desarrollar programas de capacitación dirigidos a los trabajadores sobre los riesgos asociados al ruido y el uso adecuado de medidas de control con el fin de fortalecer la cultura de prevención dentro de la empresa.

REFERENCIAS

- American Academy of Otolaryngology–Head and Neck Surgery. (2020). *Clinical practice guideline: Ear pain (otalgia)*. American Academy of Otolaryngology–Head and Neck Surgery Foundation.
- Arias, L., Segura, R., & Jorge, R. (2025). Nivel de Presión Sonora en el Taller de Motocicletas Moto Real en Agua de Dios, Cundinamarca. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 8(6). doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15468
- Asamblea Constituyente de Montecristi. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial Suplemento No. 449 de 20 de octubre de 2008.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2005). *Código del Trabajo del Ecuador*. Obtenido de <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/C%C3%B3digo-del-Trabajo.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2022). Ley de Seguridad Social - Última reforma segundo suplemento del Registro Oficial 36.
- Astudillo, W., Andrade, A., García, J., & Almenaba, Y. (2023). Un Análisis Científico del Ruido Ambiental y Laboral en Sectores Urbanos. Grupo Aca.
- Briones, A., Lozano, L., Cedeño, E., & Moreira, M. (2023). Ruido laboral y su relación con la pérdida auditiva en empleados en Empresa de Salud Pública. *Journal of Science and Research*, 131-139.
- Burgos, K. (2025). *Factor de riesgo físico por exposición al ruido y sus afectaciones patológicas en los operarios del área de ensamblaje de una empresa automotriz*. (Tesis de Maestría, Universidad Técnica del Norte), Ibarra, Ecuador.
- Bustamante, M. (2024). *Influencia del ruido laboral en el desarrollo de hipoacusia en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana CIA LTDA, periodo 2023*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. Obtenido de

<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16713/2/PG%201961%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Cahueñas, N. (2023). *Afecciones auditivas por ruido en conductores de transporte pesado del Sindicato de Choferes Ecuador del Carchi, 2022*. [Tesis de maestría, Universidad de los Andes].

Cañete, O. (2023). *Speech, Spatial, Qualities of Hearing Scale – versión de 12 preguntas: sugerencias y consideraciones de aplicación*. Obtenido de Comunicaciones científicas: <https://doi.org/10.51445/sja.auditio.vol7.2023.0094>

Código del Trabajo. (22 de Junio de 2020). *ces.gob.ec*. Obtenido de <https://www.ces.gob.ec/>

Comunidad Andina. (2005). *Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://sice.oas.org/Trade/Junac/decisiones/DEC584s.asp>

Comunidad Andina. (2005). *Reglamento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo - Resolución 957*. Obtenido de <https://andina.vlex.com/vid/resolucion-n-957-secretaria-1053512286>

Constitución de la Republica del Ecuador 2008. (25 de Enero de 2021). *Defensa.gob.ec*. Obtenido de <https://www.defensa.gob.ec/>: <https://www.defensa.gob.ec/>

CVN 148: Protección de los trabajadores. (22 de Mayo de 2024). *Trabajo.gob.ec*. Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec/>

Decreto Ejecutivo 255. (2024). *Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Ecuador .

DECRETO, E. (Noviembre de 1986). *REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de *REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE*: <https://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf>

Defranc, P., & Ponce , R. (2023). El ruido y su gestión preventiva en la industria automotriz. *Revista de Investigación, Formativa, Innovación y Aplicaciones*, 5(2), 64-75. doi:<https://doi.org/10.34070>

- Del Prado, J. (4 de Diciembre de 2022). *Blog de PRL*. Obtenido de Blog de PRL: <https://blogs.imf-formacion.com/>
- Díaz , C., Goycoolea , M., & Cardemil , F. (2016). Hipoacusia: trascendencia, incidencia y prevalencia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.11.003>
- Diego, F. (2021). Daño auditivo en trabajadores por exposición a ruido laboral. *Universidad y Sociedad*, 13(52), 117-122. Obtenido de <https://orcid.org/0000-0002-8759-6024>
- Echevarría , A., & Arencibia , M. (2020). El ruido como factor causante de hipoacusia en jóvenes y adolescentes. *Universidad Médica Pinareña* , 16(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638266622014>
- Editorial Etecé. (15 de Enero de 2023). *Editorial Etecé*. Obtenido de <https://concepto.de>
- Espinoza , W. (2024). *Evaluación del ruido laboral y su efecto en la salud en operadores del área de producción de una industria - 2023*. (Tesis de Maestría, Universidad Técnica del Norte), Ibarra, Ecuador.
- Expertos, I. (2021). *Informes Expertos* . Obtenido de EMR: <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-automotriz-en-ecuador>
- Fajardo , C. (2025). *Estudio de los factores de riesgos ergonómicos dentro del personal de la empresa Servicios Automotrices Prez en el periodo 2024*. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo) , Riobamba, Ecuador.
- Falagán, M. (2020). Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales. En M. Falagán, *Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales* (pág. 444). Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.
- Flores , Y., Vera , A., & Enciso , C. (2025). Análisis de la exposición a los niveles de presión sonora y su relación con los grados de pérdida auditiva en conductores de la asociación del terminal de transporte de la ciudad de Pamplona. *Eco Matemático*, 16(1), 45-56. doi:<https://orcid.org/0000-0002-0916-7099>

- Gabriela, L., & Darwin, N. (2022). Exposición a ruido de origen laboral. *Revista Xonecta*, 5(2), 1-10. Obtenido de <https://revistaitsl.itlibertad.edu.ec/>
- Ganime , J., Almeida , L., Robazzi , M., & Valenzuela , S. (19 de Junio de 2020). El ruido como riesgo laboral: una revisión de la literatura. *Enfermería Global*, 9(19), 1-15. doi:<https://doi.org/10.4321/S1695-61412010000200020>
- Genesis, A. (2022). Afectación auditiva en personal expuesto a ruido industrial en una empresa manufacturera. *Revista San Gregorio*, 1(51), 1-8.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona. (2024). Reglamento de Higiene y Seguridad del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona. Archidona. Obtenido de <http://descargas.trabajo.gob.ec/descarga/resources/descarga/tramite/RHS2024332130>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). *Tratado de fisiología médica*. Elsevier.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería (ISO 9612:2009, IDT)*. Quito: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014a). *NTE INEN-ISO 9612:2014. Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería (ISO 9612:2009, IDT)*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (Enero de 2019). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2016). Resolución C. D. 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Ecuador. Obtenido de https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (12 de Enero de 2020). *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España*. Madrid, España. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- International Electrotechnical Commission. (2013). *electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*.
- International Electrotechnical Commission, IEC. (2014). *Electroacoustics—Octave-band and fractional-octave-band filters—Part 1: Specifications*. International Electrotechnical Commission (IEC).
- International Organization for Standardization (ISO). (2013). *Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss*. International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization. (2017). *Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise*. ISO.
- ISO, I. O. (2018). *Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*.
- Jiménez, J. (2022). *Hipoacusia neurosensorial laboral por exposición al ruido en los trabajadores del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de la provincia de Napo*. [Tesis de pregrado, Universidad Regional Autónoma de los Andes], Ambato, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/15854/1/UA-MSO-EAC-002-2023.pdf>
- Lee, J. (2020). *¿Cuáles son los 4 tipos de ruido?* Cirrus Research plc.
- Ley Orgánica de la Salud. (24 de Enero de 2012). *Gob.ec*. Obtenido de <https://www.gob.ec/>
- López, P. G., & Molina., F. S. (2023). El ruido y su gestión preventiva en la industria automotriz. *Revista Estudios Interdisciplinarios (REI)*, 28-38.
- Molina, J. (2023). Hipoacusia neurosensorial laboral por exposición al ruido. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 3(2), 1-6. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.10049358>
- Moreira, D., & Morejón, E. (2022). Hipoacusia inducida por ruido ocupacional (revisión de la literatura). *RECIMUNDO*, 6(3), 276–283. doi:[https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(3\).junio.2022.276-283](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(3).junio.2022.276-283)

Muñoz, B. M. (3 de Marzo de 2023). *Universidad Uniandes*. Obtenido de <https://dspace.uniandes.edu.ec/>

National Institute for Occupational Safety and Health. (1998). *Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure (Revised criteria 1998)*. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.

Norma Técnica , P., & NTP-ISO 9612. (29 de Septiembre de 2010). ACÚSTICA. Determinación de la Exposición al Ruido Laboral. Método de Ingeniería. *ACÚSTICA. Determinación de la Exposición al Ruido Laboral. Método de Ingeniería*. Lima, Lima, Perú: INDECOPI.

Noroña, D., & Laica, G. (2022). Exposición al ruido y su repercusión en la sordera laboral en trabajadores de la construcción. *Revista Conecta Libertad ISSN 2661-6904*, 6(3). Obtenido de <https://revistaitsl.itslibertad.edu.ec/index.php/ITSL/article/view/309>

Núñez , A. (2019). *Daño auditivo en trabajadores expuestos a ruido industrial en una empresa manufacturera de Riobamba, Ecuador*. (Tesis de Maestría, Universidad Regional Autónoma de los Andes) , Ambato, Ecuador.

Núñez , A. (2020). Daño auditivo en trabajadores expuestos a ruido industrial en una empresa manufacturera de Riobamba, Ecuador. *Revista Médica y de Enfermería Ocronos*, a(2). Obtenido de <https://revistamedica.com/trabajadores-expuestos-ruido-industrial/>

Núñez Zuñiga, A. L. (5 de Julio de 2021). *Universidad Uniandes*. Obtenido de Universidad Uniandes: <https://dspace.uniandes.edu.ec/>

Organización Internacional del Trabajo. (1977). *C148 - Convenio sobre el medio ambiente de trabajo*. Obtenido de https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::p12100_instrument_id:312293

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2024). *Sordera y pérdida de la audición*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/deafness-and-hearing-loss-safe-listening>

Organización Mundial de la Salud. (2021). *World report on hearing*. Organización Mundial de la Salud.

Organización Mundial de la Salud. (2021). *World report on hearing*. Organización Mundial de la Salud.

Organización Mundial de la Salud, O. (2015). *Guías sobre el ruido ambiental y la salud auditiva*. OMS.

Organization, W. H. (2018). *Environmental noise guidelines for the European region*. WHO Regional Office for Europe.

Parra, A., Noboa, P., & Capoverde Carlos, T. M. (2023). Análisis de Ruido en Área de Entrenamiento de la Compañía Talleres PMIASA – Guayaquil. *ournal of Science and Research Revista Ciencia e Investigación*, 2(15). doi:10.26910/issn.2528-8083vol2iss7.2017pp15-22

Pavel, Omar, & Roger, P. (2023). EL RUIDO Y SU GESTIÓN PREVENTIVA EN LA INDUSTRIA. *Revista de Investigación, Formativa, Innovación y Aplicaciones*, 11.

Pflucker, O. (2024). *Efectos del ruido de los talleres mecánicos en la salud física de los colaboradores de Mannucci Diesel. Yanacocha Norte. Cajamarca 2023*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/7337>

Protección y Seguridad. (7 de Marzo de 2023). *Salud auditiva: efectos* . Obtenido de Salud auditiva: efectos : <https://ccs.org.co/>

Puente, M. (2001). *Higiene y Seguridad en el Trabajo con Aplicación a la Industria Textil*. Ibarra.

Ramos , C. (2020). Los alcances de una investigación. *Ciencia América*, 1-6. doi:<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>

Reyes , O. (Junio de 2020). *Universidad UTE*. Obtenido de <https://repositorio.ute.edu.ec/>

Rodríguez, D., & Gallardo, C. (2022). *Ruido: cuándo es un problema y cómo minimizar su impacto en la salud*. The Conversartion.

- Rodríguez, M. (2023). *Ruido en Global Bright Bars (CELSA GROUP)*. (Tesis de Maestría, Universidad de Cantabria), Cantabria.
- Salud, O. M. (2015). *Guías sobre el ruido y la salud auditiva*. Organización Mundial de la Salud.
- Simbaña, L., Campoverde, D., & Cabascango, C. (2021). Evaluación del ruido laboral producido por equipos industriales en un taller automotriz. *Revista Cuatrimestral "Conecta Libertad"*, 5(3), 13-27.
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (2021). *Guía práctica sobre el ruido en el ambiente laboral*. Gerencia de Prevención.
- Vásquez, G. (2017). *Percepción de la pérdida auditiva en trabajadores del sector de la construcción, ciudad Quito*. [Tesis de maestría, Universidad Internacional SEK], Quito, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2654>
- Veliz, G., & Torres, J. (2025). Factores de trastornos auditivos por la exposición al ruido en los trabajadores de la construcción de Guayaquil, Ecuador. *MQRInvestigar*, 9(1), e299. doi:<https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e299>
- Yáñez, H. (2017). *El mantenimiento y su influencia en la generación de ruido ocupacional en los tractores del GAD Provincial de Napo*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato], Ambato, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a04dc9a0-e307-44c7-b8c2-b1f3175ac417/content>

ANEXOS

ANEXO 1. CUESTIONARIO SPEECH, SPATIAL AND QUALITIES OF HEARING SCALE (SSQ-12) (ELABORACIÓN PROPIA)

Cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12)														
Nombre: <i>Trabajador 1</i>	Fecha: <i>28/03/2026</i>													
Escala											Total	Promedio		
DIMENSIÓN: HABLA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	
¿Qué tan bien puede entender una conversación con otra persona en un ambiente silencioso?									X					
¿Qué tan bien puede entender una conversación cuando existe ruido de fondo, como maquinaria o varias personas hablando?								X						
¿Qué tan bien puede seguir una conversación en grupo sin perder información importante?						X								
¿Qué tan bien puede identificar lo que dice una persona cuando varias personas hablan al mismo tiempo?						X								
¿Qué tan fácil le resulta cambiar su atención de una persona que habla a otra durante una conversación?								X						
DIMENSIÓN: ESPACIAL														
¿Puede identificar de dónde proviene un sonido sin necesidad de mirar?									X					
¿Qué tan bien puede determinar si un sonido proviene de cerca o de lejos?								X						
¿Qué tan bien puede reconocer si un sonido se acerca o se aleja?									X					
DIMENSIÓN: CUALIDADES AUDITIVAS														
Cuando escucha varios sonidos, ¿puede diferenciarlos claramente o se mezclan?								X						
¿Puede reconocer diferentes tipos de sonidos (instrumentos, herramientas, etc.)?									X					
¿Qué tan natural considera que percibe los sonidos en comparación con otras personas?									X					
¿Qué tanto esfuerzo necesita realizar para escuchar y comprender sonidos durante su jornada laboral?										X				

Puntaje promedio	Interpretación
8 - 10	Percepción auditiva normal
5 - 7	Dificultad auditiva leve a moderada
< 5	Problema auditivo significativo

Cuestionario Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ-12)														
Nombre: <i>Trabajador 2</i>	Fecha: <i>28/03/2026</i>													
Escala											Total	Promedio		
DIMENSIÓN: HABLA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	
¿Qué tan bien puede entender una conversación con otra persona en un ambiente silencioso?								X						
¿Qué tan bien puede entender una conversación cuando existe ruido de fondo, como maquinaria o varias personas hablando?								X						
¿Qué tan bien puede seguir una conversación en grupo sin perder información importante?							X							
¿Qué tan bien puede identificar lo que dice una persona cuando varias personas hablan al mismo tiempo?						X								
¿Qué tan fácil le resulta cambiar su atención de una persona que habla a otra durante una conversación?									X					
DIMENSIÓN: ESPACIAL														
¿Puede identificar de dónde proviene un sonido sin necesidad de mirar?									X					
¿Qué tan bien puede determinar si un sonido proviene de cerca o de lejos?									X					
¿Qué tan bien puede reconocer si un sonido se acerca o se aleja?										X				
DIMENSIÓN: CUALIDADES AUDITIVAS														
Cuando escucha varios sonidos, ¿puede diferenciarlos claramente o se mezclan?								X						
¿Puede reconocer diferentes tipos de sonidos (instrumentos, herramientas, etc.)?										X				
¿Qué tan natural considera que percibe los sonidos en comparación con otras personas?									X					
¿Qué tanto esfuerzo necesita realizar para escuchar y comprender sonidos durante su jornada laboral?										X				

Puntaje promedio	Interpretación
8 - 10	Percepción auditiva normal
5 - 7	Dificultad auditiva leve a moderada
< 5	Problema auditivo significativo

ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS ÁREA DE ENSAMBLAJE DE LA EMPRESA AUTOMOTRIZ



Nota: Fuente de Ruido (Compresores)



Nota: Estaciones de Trabajo

ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS ÁREA DE ENSAMBLAJE DE LA EMPRESA AUTOMOTRIZ



Nota: Ensamblaje total de la motocicleta



Nota: Preensamblaje de las piezas pequeñas de la motocicleta

ANEXO 4. MEDICIONES REALIZADAS CON EL SONÓMETRO



ANEXO 5. MEDICIONES REALIZADAS CON EL SONÓMETRO



ANEXO 6. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO

INN-FC-01 (0)



Cert. #:4038.01

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN / CALIBRATION CERTIFICATE

INNOVATECIS CIA LTDA

Certificado No. (Certificate #): 29158

General José María Guerrero N69-170 y Alfonso del Hierro

Fecha de Recepción (Reception Date): 2025-11-20

Quito, Ecuador

Fecha de Calibración (Calibration Date): 2025-11-25

(+593) 02 6040 607

Próxima Fecha de Calibración (Calibration Due): 2026-11

innovatec@innovatec.com.ec

Fecha de Emisión (Emission Date): 2025-11-27

Cliente (client): DAVID ISRAEL CHAMORRO GARZON – IBARRA, IMBABURA

Información del Instrumento (Instrument Information)

Equipo (Instrument):	Calibrador Sonóro	Int. de Medición: (Measurement Range)	94, 114 dB	Ubicación: (Location)	Laboratorio
Marca (Brand):	INGO				
Modelo (Model):	HETSLO31	Frecuencia (Frequency)	250, 1000 Hz	Lugar de Calibración: (Place of Calibration):	Lab. INNOVATEC
Serie (Serial #):	QOF100003				INNOVATEC's Lab.
Código (Code):	*****				

Datos de Calibración (Calibration Info)

Condiciones Ambientales (Environmental Conditions)

Procedimiento (Procedure): INN-PC-15

Temperatura (Temp): (19.8 °C a 19.8 °C)

Humedad (Humidity): (49 %HR a 49 %HR)

Trazabilidad (Traceability Info)

Patrón (Standard)	Marca (Brand)	Cert. #	Última Calibración (Last Cal.)	Período (Period)
Medidor Acústico	Reed	1002553878	2021-09-17	2 años

Resultados (Results)

Patrón (Standard) (dB)	UBP (UUT) (dB)	Error (Error) (dB)	Incertidumbre (Uncertainty)
94 @ 1 kHz	94 @ 1 kHz	0	± 1.7 dB
114 @ 1 kHz	114 @ 1 kHz	0	± 1.7 dB
94.5 @ 250 Hz	94.5 @ 250 Hz	-0.5	± 1.7 dB
114.1 @ 250 Hz	114.1 @ 250 Hz	-0.1	± 1.7 dB
-	-	-	-