



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA INDUSTRIAL

TEMA:

**“ PREVALENCIA DE SINTOMATOLOGÍAS POR EXPOSICIÓN A
RUIDO INDUSTRIAL EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE EQUIPOS
PETROLEROS ”**



AUTOR: Karla Shisela Fonseca Torres
DIRECTOR: Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.

Ibarra – Ecuador
2026

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003874888		
APELLIDOS Y NOMBRES:	KARLA SHISELA FONSECA TORRES		
DIRECCIÓN:	COTACACHI - QUIROGA		
EMAIL:	ksfonsecat@utn.edu.ec		
TELF. FIJO:	SN	TELF. MÓVIL:	0997012973

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PREVALENCIA DE SINTOMATOLOGÍAS POR EXPOSICIÓN A RUIDO INDUSTRIAL EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE EQUIPOS PETROLEROS
AUTOR(ES):	KARLA SHISELA FONSECA TORRES
FECHA:	2026/01/12
CARRERA/PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA INDUSTRIAL
DIRECTOR:	ING. KAREN ALEJANDRA BENAVIDES FLORES, MSC.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Karla Shisela Fonseca Torres, con cédula de identidad Nro. 1003874888, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 12 días del mes de enero de 2026.

EL AUTOR:

Firma

Nombre Karla Shisela Fonseca Torres

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 12 días del mes de enero de 2026.

EL AUTOR:

Firma

Nombre Karla Shisela Fonseca Torres

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 12 de enero de 2026.

Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.

C.C: 1003597513

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “ Prevalencia de Sintomatologías por Exposición a Ruido Industrial en la Planta de Producción de Equipos Petroleros ” elaborado por Karla Shisela Fonseca Torres, previo a la obtención del título del Ingeniera Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.

C.C: 1003597513

Ing. Guillermo Neusa Arenas, MSc.

C.C: 1722323035

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar el presente trabajo primeramente a Dios por siempre ser mi guía, por ponerme en los lugares y con las personas correctas, por darme la fortaleza, sabiduría y fé para perseguir cada una de mis metas.

A mis padres José Fonseca y Rosa Torres a quienes amo con todo mi corazón, por su amor e incondicional apoyo en cada etapa de mi vida; su esfuerzo y sacrificio constantes, así como también sus enseñanzas me brindaron la oportunidad de crecer para formarme como persona y ahora como profesional. Son mi razón de ser y mi mayor admiración. Les debo lo que soy y lo que he alcanzado.

A mis hermanos Christopher Fonseca, Josué Fonseca y Bryan Fonseca que son mi alegría en la vida, por su infinito cariño, por siempre animarme y sacarme una sonrisa aún en los momentos más difíciles, son mi mayor soporte y aunque soy la mayor de los cuatro sigo aprendiendo mucho de ustedes.

Finalmente, a todos esos maravillosos seres que forman parte importante en mi vida y la de mi familia como lo son nuestras mascotas, por darnos tantas experiencias hermosas día a día, los/as adoro.

Karla Shisela Fonseca Torres

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios, por ser mi guía en cada paso, por permitirme llegar hasta este momento con la bendición de culminar mi etapa académica.

A mi familia, que son mi mayor fortaleza e inspiración. A mis padres, por su entrega inagotable, por cada sacrificio silencioso que han hecho y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis hermanos, por estar a mi lado con su cariño y alegría, recordándome siempre que nunca camino sola.

A mi mejor amiga Yari, por regalarme una amistad sincera, por escucharme siempre, sostenerme en momentos difíciles y recordarme con su confianza que soy más fuerte de lo que creo.

Agradezco a mi tutora Ing. Karen Benavides por su guía, que ha sido clave para el desarrollo de este trabajo, de igual manera agradezco a mi asesor Ing. Guillermo Neusa por sus palabras positivas y orientación constante.

Finalmente, al Complejo Industrial, permitirme la oportunidad de llevar a cabo mi investigación, contribuyendo de manera esencial a este logro.

Karla Shisela Fonseca Torres

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
ÍNDICE DE FIGURAS	13
ÍNDICE DE TABLAS	13
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I	
1.1 Planteamiento del Problema	19
1.2 Objetivos	21
1.2.1 Objetivo General	21
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3 Alcance y delimitación	21
1.4 Justificación	22
CAPÍTULO II	
2.1 Antecedentes	25
2.2 Bases Teóricas	31
2.2.1 Ruido Industrial	31
2.2.2 Ruido Ocupacional	31
2.2.3 Factores que Influyen en el Nivel de Ruido Industrial	31
2.2.4 Efectos del ruido	32
2.3 Marco Legal	32

2.3.1	Decreto Ejecutivo 255 del Ecuador.....	32
2.3.2	Resolución 513 (IESS)	33
2.3.3	ISO 45001:2018	34
2.3.4	NTC 3522	35
CAPÍTULO III		
3.1	Enfoque de la Investigación	36
3.1.1	Cuantitativo	36
3.1.2	Cualitativo	37
3.2	Tipos de Investigación	37
3.2.1	Método Deductivo.....	38
3.2.2	Método Analítico.....	38
3.3	Herramientas, Técnicas e Instrumentos para la Recopilación de Datos	38
3.3.1	Estudio de Campo	39
3.3.2	Observación Directa	39
3.3.3	Entrevistas	39
3.3.4	Instrumentos de Medición de Ruido	39
3.3.5	Reseña Histórica y Organizacional de la empresa	42
3.3.6	Descripción del Área de Estudio.....	43
3.3.7	Situación Actual del Área	44
3.3.8	Hipótesis del Estudio	58
3.4	Diagnóstico Inicial - Resultados	59

3.4.1	Factor Riesgo por Mediciones e Intervención:	59
3.4.2	Mediciones para el Área de Corte con Plasma	60
3.4.3	Mediciones para el Área de Armado.	60
3.4.4	Mediciones para el Área de Sandblasting	61
3.4.5	Mediciones para el Área de Pintura	62
3.4.6	Ubicación de áreas medidas en la Planta	64
3.5	Resultados Técnicos de la Investigación	64
3.6	Análisis de Resultados	68
3.7	Resumen de Resultados – Encuesta	69
3.8	Resumen Resultados – Mediciones	75
3.9	Resumen Resultados – Cálculos	76
3.10	Patologías Ocupacionales	77
 CAPÍTULO IV		
4.1	Introducción	79
4.2	Objetivos	79
4.2.1	Objetivo General	79
4.2.2	Objetivos Específicos	80
4.3	Alcance	80
4.4	Fase 1: Plan Inmediato – Área de Sandblasting	80
4.4.1	Medidas Técnicas	81
4.4.2	Pausas Activas.	83
4.4.3	Cambios de Turno.	87
4.4.4	Aislamiento Acústico	88
4.5	Fase 2: Plan General – Áreas Corte, Armado y Pintura	91

4.5.1	Acciones Generales	91
4.5.2	Vigilancia Epidemiológica	92
4.5.3	Educación y Cultura Preventiva	94
4.6	Indicadores de Gestión y Resultados	95
4.7	Estimación de Costos y Retorno de la Inversión	96
4.7.1	Costos Estimados – Fase 1: Medidas Inmediatas para Sandblasting	97
4.7.2	Costos estimados – Fase 2: Acciones Generales para Otras Áreas	98
4.7.3	Análisis de Retorno de Inversión (ROI) y Costo-Beneficio	98
	CONCLUSIONES	101
	RECOMENDACIONES	103
	BIBLIOGRAFÍA	105
	ANEXOS	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ecuación. Nivel de Presión Sonora	27
Figura 2	Ecuación. Dosis de Ruido	27
Figura 3	Ecuación. Tiempo de Exposición Sin Protección Auditiva.	27
Figura 4	Ecuación. Nivel de Ruido Atenuado-Ponderado A de la Osha.	28
Figura 5	Ecuación. Nivel sonoro en decibeles.	28
Figura 6	Características técnicas del Sonómetro Integrador 390	41
Figura 7	Ubicación de la Empresa	43
Figura 8	Ecuación. Cálculo de muestra.	45
Figura 9	Resultados promedio de edades	47
Figura 10	Resultados promedio por genero	48
Figura 11	Resultados promedio años laborados	49
Figura 12	Jornada laboral	50
Figura 13	Tiempo de exposición diaria a ruido	51
Figura 14	Frecuencia uso de EPP	52
Figura 15	Audiometrías en el último año	53
Figura 16	Ha trabajado previamente expuesto a ruido	54
Figura 17	Realiza actividades extra-laborales con ruido	55
Figura 18	Escucha claramente en una conversación normal	56
Figura 19	En una conversación normal pide que se le repita lo dicho	57
Figura 20	Frecuencia con la que sube el volumen a sus aparatos electrónicos	58
Figura 21	Parámetros área de corte con plasma	60
Figura 22	Parámetros área de armado	61
Figura 23	Parámetros área de Sandblasting	62
Figura 24	Parámetros área de pintura	63
Figura 25	Mediciones. Planta de Equipos Petroleros	64
Figura 26	Tapones auditivos y Protector auricular para casco HPE (NRR 27 DB)	82
Figura 27	Señalización sonora preventiva	82
Figura 28	Sonómetro	82
Figura 29	Guía 1 - Estiramiento	85
Figura 30	Guía 2 - Espalda	85
Figura 31	Guía 3 - Cuello	86
Figura 32	Guía 4 - Brazos	86
Figura 33	Guía 5 - Vista	86
Figura 34	Guía 6 - Piernas	87
Figura 35	Barrera acústica referencial	90
Figura 36	ANEXO 1 - Registro de mediciones	112
Figura 37	ANEXO 2 - Evidencia de mediciones (fotografías)	113
Figura 38	ANEXO 3 - Evidencia de mediciones (fotografías)	114
Figura 39	ANEXO 4 - Guía compacta de pausas activas	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Niveles Máximos de Ruido Permisibles	30
Tabla II	Características técnicas del Sonómetro Integrador 390	40
Tabla III	Parámetros para cálculo de muestra	45
Tabla IV	Edad de los trabajadores	47
Tabla V	Géneros de Trabajadores	47
Tabla VI	Años que lleva laborando	48
Tabla VII	Jornada laboral	49
Tabla VIII	Tiempo de exposición diaria a ruido	50
Tabla IX	Frecuencia de uso de EPP	51
Tabla X	Audiometrías en el último año	52
Tabla XI	Exposición previa a ruido laboral	53
Tabla XII	Actividades extra-laborales con exposición a ruido	54
Tabla XIII	Capacidad auditiva en conversaciones normales	55
Tabla XIV	Frecuencia de solicitud de repetición en conversaciones	56
Tabla XV	Frecuencia de aumento de volumen en dispositivos electrónicos	57
Tabla XVI	Parámetros acústicos en área de corte con plasma	60
Tabla XVII	Parámetros acústicos en área de armado	61
Tabla XVIII	Parámetros acústicos en área de Sandblasting	62
Tabla XIX	Parámetros acústicos en área de pintura	63
Tabla XX	Nivel de Presión Sonora en la planta	65
Tabla XXI	Resultados Planta de Equipos Petroleros	68
Tabla XXII	Resumen de resultados de la encuesta	69
Tabla XXIII	Resultados obtenidos por género	70
Tabla XXIV	Antigüedad laboral de los trabajadores	70
Tabla XXV	Duración de la jornada laboral	71
Tabla XXVI	Tiempo de exposición diaria al ruido	71
Tabla XXVII	Frecuencia de uso de EPP auditivo	72
Tabla XXVIII	Audiometría ocupacional reciente	72
Tabla XXIX	Antecedente laboral con exposición a ruido	73
Tabla XXX	Exposición a ruido en actividades extra-laborales	73
Tabla XXXI	Percepción auditiva en conversación normal	74
Tabla XXXII	Dificultad para comprender conversaciones	74
Tabla XXXIII	Hábito de subir el volumen a aparatos electrónicos	75
Tabla XXXIV	Resumen de resultados de las mediciones	75
Tabla XXXV	Resumen de resultados de los cálculos	76
Tabla XXXVI	Medidas Técnicas	81
Tabla XXXVII	Actividades recomendadas en pausas activas	83
Tabla XXXVIII	Propuesta de pausas activas por nivel de exposición	84
Tabla XXXIX	Cambio o rotación de turnos en la jornada laboral	88
Tabla XL	Proceso de implementación de barrera acústica	89

Tabla XLI	Cronograma de implementación para barrera acústica	90
Tabla XLII	Barrera acústica sugerida	91
Tabla XLIII	Acciones generales	92
Tabla XLIV	Vigilancia epidemiológica	93
Tabla XLV	Cronograma vigilancia epidemiológica	94
Tabla XLVI	Cultura preventiva	95
Tabla XLVII	Gestión de indicadores	96
Tabla XLVIII	Costo estimado Fase 1	97
Tabla XLIX	Costo estimado Fase 2	98
Tabla L	Proyección económica anual	99

RESUMEN

Esta investigación analiza los efectos que tiene la exposición continua al ruido industrial en la salud auditiva de los trabajadores de una planta dedicada a la producción de equipos petroleros. En entornos laborales como este, el ruido generado por actividades como el corte con plasma, el Sandblasting, el armado y la pintura puede superar con facilidad los límites permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana e internacional. Las mediciones acústicas se realizaron a un grupo representativo de 38 operarios, quienes a su vez respondieron a una encuesta, revelando así que una parte significativa del personal se encuentra expuesta diariamente a niveles que superan los 85 dB de presión sonora, por otra parte, se identificaron zonas críticas como el área de Sandblasting en la cual los picos alcanzan hasta 98 dB. Es de suma importancia señalar que estos valores exceden los niveles dispuestos en el Decreto Ejecutivo 255 del Ecuador, esto constituye un riesgo ocupacional serio para la salud auditiva de los trabajadores. Los datos obtenidos refuerzan aún más esta preocupación dado que un 60 % de los colaboradores no ha completado una audiometría reciente, y, consecuentemente, cerca del 40 % reporta manifestar ya ciertas dificultades auditivas. Además, la existencia de operarios con antecedentes de exposición prolongada a ruido incrementa notablemente la vulnerabilidad a desarrollar hipoacusia o pérdida auditiva inducida por ruido. En vista de esta situación, se propone un plan preventivo general, acompañado de un plan inmediato para las áreas donde la exposición es crítica, para lo cual es necesaria la implementación de medidas administrativas (pausas activas, señalización clara y adecuada), controles de ingeniería (instalación de barreras acústicas) y concientización sobre el uso necesario de EPP en estas zonas. Todo esto orientado a salvaguardar la salud auditiva de los operarios y fomentar una cultura preventiva en el entorno laboral.

Palabras clave: Ruido, Salud Auditiva, Hipoacusia, Riesgos Ocupacionales, Prevención, Mediciones.

ABSTRACT

This research analyzes the effects of continuous exposure to industrial noise on the hearing health of workers at a plant dedicated to the production of oil equipment. In work environments such as this, the noise generated by activities such as plasma cutting, sandblasting, assembly, and painting can easily exceed the permissible limits established by Ecuadorian and international regulations. Acoustic measurements were taken from a representative group of 38 workers, who also responded to a survey, revealing that a significant portion of the staff is exposed daily to levels exceeding 85 dB of sound pressure. Furthermore, critical areas were identified, such as the sandblasting area, where peaks reach up to 98 dB. It is extremely important to note that these values exceed the levels set out in Ecuador's Executive Decree 255, which constitutes a serious occupational risk to workers' hearing health. The data obtained further reinforces this concern, given that 60 % of employees have not completed a recent audiometry test and, consequently, nearly 40 % report already experiencing certain hearing difficulties. In addition, the existence of operators with a history of prolonged exposure to noise significantly increases their vulnerability to developing hearing loss or noise-induced hearing loss. In view of this situation, a general preventive plan is proposed, accompanied by an immediate plan for areas where exposure is critical, for which it is necessary to implement administrative measures (active breaks, clear and adequate signage), engineering controls (installation of acoustic barriers), and awareness of the necessary use of PPE in these areas. All of this is aimed at safeguarding the hearing health of operators and promoting a culture of prevention in the workplace.

Keywords: Noise, Hearing Health, Hearing Loss, Occupational Hazards, Prevention, Measurements.

Lista de Siglas

NPS: Nivel de Presión Sonora

dB: Decibelio

EPA: Equipo de Protección Auditiva

VPL: Valores Permisibles de Ruido

VLT: Valores Límite de Tolerancia

SPA: Sin Protección Auditiva

NRR: Nivel de Reducción de Ruido

NRA: Nivel de Ruido Atenuado

ISO: International Organization for Standardization

NTC: Norma Técnica Colombiana

dBA: Decibelio ponderado A

GR: Grado de Riesgo

LAeqd: Nivel de Presión Sonora Equivalente Diario Ponderado en A

LM: Límites Máximos

CCICEV: Centro de Control e Investigación en Evaluación del Ruido

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La prevalencia sintomatológica se refiere a la proporción de personas que presentan con frecuencia ciertos síntomas o cuadros clínicos desencadenados debido a una condición de salud o factor específico. En artículo condiciones de ruido industrial y su episodio en afecciones auditivas en los trabajadores de una empresa de carrocías menciona que: La Organización Mundial de la Salud (OMS): define que; “310 millones de personas se ven perjudicadas por la contaminación ambiental acústica en; 20 % de los trabajadores deben elevar el tono de voz para de esta manera ser escuchados por sus compañeros durante al menos la mitad de los ciclos de tiempo que labora, 8 % de trabajadores europeos toleran problemas auditivos afines al trabajo”[1].

1.1 Planteamiento del Problema

En el contexto industrial, la prolongada exposición a factores de riesgo como el ruido es motivo de preocupación en toda área ocupacional, ahora bien, a escala global la exposición al ruido ocupacional es responsable del 16 % o de los casos de pérdida auditiva en adultos [2] En lo que refiere América Latina, constituye un desafío real, debido a la carencia de vigilancia en lo que refiere al ámbito laboral, posteriormente esto tiende a agudizar la incidencia de las enfermedades profesionales ocasionadas por el ruido [3].

En Ecuador existe una creciente incógnita ligada a la salud de las personas que operan en los distintos sectores productivos como construcción, minería, manufactura, la producción y servicios petroleros, entre otros [4].

Cabe mencionar que en Ecuador se aprobó el Decreto Ejecutivo 255 con el objetivo de establecer las debidas regulaciones para mitigar riesgos, entre ellos, el ruido y las enfermedades

desencadenadas por el mismo [5].

El ruido industrial, en todo tipo de actividades y procesos productivos, representa un alto riesgo a la salud, pues se ha visto en muchas organizaciones la urgencia de manejar programas de vigilancia epidemiológica auditiva por la exposición al ruido y sus efectos a la salud [6].

Las pérdidas resultantes de los tratamientos médicos por cuadro clínico ocupacional por ruido, ha generado en mucho de los casos el ausentismo, en la salud y servicios empresariales, estos resultan en costos ocultos relacionados con pérdida de tiempo y afectando directamente la producción de toda organización [7]. Existen varios estudios con respecto a los efectos por la exposición al ruido en general, sin las debidas medidas preventivas para la protección auditiva en la población tanto minera como industrial [8].

En un estudio realizado por el CCEEU (United States Center for Disease Control), se realizó un análisis para los trabajadores expuestos a ruido industrial ocupacional en alto riesgo, en donde se detectó la prevalencia patológica de pérdida auditiva en sectores industrias, encontrándose que el sector minero tuvo una alta prevalencia de trabajadores con daño auditivo (18 %), seguido de la construcción (16 %) y la producción manufactura (15 %) [9]. Sin embargo, en varios casos las normativas no se aplican completamente.

El complejo industrial en la base Coca ubicada en Francisco de Orellana es una empresa dedicada el sector petrolero, minero, energético e industrial cuyo objetivo es brindar soluciones integrales en diferentes sectores, al estar enfocada en el sector petrolero se encuentra expuesta a diferentes riesgos como el ruido, por otro lado, en la planta de producción de equipos petroleros, las actividades diarias incluyen corte con plasma, sandblasting, armado de componentes y pintura industrial. Estas tareas requieren el uso constante de maquinaria pesada, lo que genera niveles de presión sonora-NPS por ruido industrial superiores a los 97 dB, superando los límites permitidos por la normativa ecuatoriana, exponerse al ruido por tiempos prolongados hace que los trabajadores sean propensos a desarrollar pérdida temporal y total de audición, un desgaste del oído interno, desarrollo de acúfenos, bajo rendimiento laboral e incluso problemas cardiovasculares.

La solución para reducir el impacto del ruido es establecer una estrategia integral, se requiere una combinación bien coordinada de medidas técnicas, organizativas y una fuerte concientización.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la prevalencia de sintomatologías relacionadas por exposición al ruido industrial en una planta de producción de equipos petroleros, mediante un análisis y mediciones para el control ocupacional en la salud de los operadores.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar fuentes bibliográficas y metodologías de la investigación que permitan establecer un marco teórico por exposición al ruido.
- Cuantificar datos obtenidos en las mediciones realizadas que conlleven a resultados sobre el Nivel de Presión Sonora (NPS) a la que están sometidos los operadores con el uso de instrumentos de medición y métodos de análisis.
- Establecer un Plan Preventivo

1.3 Alcance y delimitación

El estudio abarca la evaluación del impacto del ruido industrial en la salud de los operarios y personal técnico en la planta de producción de equipos petroleros de un complejo industrial. Se analizarán los niveles de ruido en diversas áreas de la planta. La investigación se delimita

en la identificación de patrones de riesgo y la propuesta de medidas preventivas basadas en los resultados obtenidos.

1.4 Justificación

Existen investigaciones previas con análisis, argumentos y objetivos, que permiten la identificación de fuentes generadoras por ruido industrial en los diferentes procesos productivos, este factor de riesgo laboral en áreas y puestos de trabajo afecta la calidad de vida de los trabajadores y la productividad en una planta de producción [10].

En los estudios se aplicaron normas internacionales como la ISO 1996-1: 2005 [11] y NTC 3522 [12], definiendo cantidades básicas que desarrollen una descripción del ruido en ambientes comunitarios e industriales con procedimientos esenciales para la evaluación por la exposición al ruido [13].

Esto nos permite determinar el grado de riesgo-GR en función por la consecuencia expresada con gravedad del daño, frecuencia y exposición a factor riesgo, esta probabilidad de riesgo, se materializa y genera en un accidente laboral por ruido.

Una vez identificado los puestos o áreas laborales de mayor exposición por equipos, maquinas o herramientas eléctricas, se procede con mediciones utilizando para ello instrumento de medición de ruido como dosímetro y sonómetro, permitiendo resultados. Por lo tanto, se compararán valores máximos permisibles (VPL) establecidos en el marco legal del Ecuador.

En los puestos o áreas de trabajo que superen resultados límites máximos (LM) por el nivel de presión sonora (NPS) se clasificarán, de tal forma que permita la ejecución de acciones inmediatas [14].

Al desarrollar una propuesta para el control de ruido en las áreas de estudio, que incluyan acciones para ejecución en la fuente generadora de ruido, mientras que, en el medio de transmisión, se determinan limitaciones con barreras para la protección al receptor. La exposición diaria a

ruido industrial en el lugar de trabajo puede ocasionar como resultado afectaciones tanto auditivas en diversos niveles de dB [15].

La finalidad de la investigación actual es determinar, cuantificar y calcular la incidencia de la afectación auditiva en los operadores de la empresa en estudio, expuestos a ruido industrial en la planta de producción de equipos petroleros del complejo industrial, en la base Coca ubicada en Francisco de Orellana.

Al realizar el diagnóstico inicial de cohorte retrospectivo de carácter observacional en el que se analizan por medio de metodologías, análisis técnico, conclusiones y resultados de las mediciones por exposición, con porcentajes de pérdida auditiva según resolución 513 reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo/SGRT[16] para 38 operarios expuesto a ruido en el año 2024.

En los resultados de inicio demostraron un predominio en características demográficas como [17]:

- Género masculino con 82,8 %,
- Grupo de edad que oscila entre los 20 a 50 años,
- Más de 5 años en el área o puesto de trabajo,
- Pequeño porcentaje 6,3 %, operadores con afectación auditiva leve de ingreso.
- Audiometrías actuales un 8,5 % de operadores
- Auditiva con cuadro clínico ocupacional según la clasificación de klockhoff modificado.

Por lo tanto, la investigación radica en la afectación a la salud auditiva del personal operativo de la planta equipos petroleros por su exposición a NPS, pues el propósito del proyecto es proponer medidas de control como cumplimiento de la normativa vigente (Decreto Ejecutivo 255-2024), con respecto a la exposición laboral por ruido industrial.

En el CCICEV , se llegó a determinar la existencia sobreexposición laboral a ruido industrial disergonómico, ya que luego de efectuar una evaluación por riesgo físico, el NPS diario puede obtener a equivalente ponderado en A (LAeqd) en el área equipos petroleros de operaciones técnica, excede los 85 dBA y en el área administrativa se localiza en 70 dBA.

Entre otros aspectos a considerar durante la investigación, se establecen propuestas como medidas de control, de acuerdo con la jerarquía o priorización al control por ruido conforme a la norma ISO 45001: 2018; permitiendo crear en la fuente de inicio controles con registros de aislamiento del área por medio de barreras o paneles de absorción acústica, así como un revestimiento acústico en el área y oficinas.

De esta forma, las medidas tanto administrativas y operativas, se plantean pausas pasivas o activas en lugares libres de presión sonora o ruido, apagar fuentes de ruido al no utilizar e informar a los operadores si se va a ejecutar una actividad ruidosa; al mismo tiempo, se recomienda cumplir un plan general de Seguridad y Salud Ocupacional-SSO donde prevalezca la vigilancia epidemiológica en la salud por exposición al ruido, la formación e información debe ser igual con la debida señalización respectiva, y para el receptor del área operativa técnica, se plantea el uso adecuado de Equipo de Protección Auditiva-EPA.

De esta forma, se concluye aspectos de correlación entre la exposición laboral por ruido industrial y las afectaciones patológicas auditivas; pues a mayor tiempo por exposición mayor afectación en la población estudiada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan las bases teóricas de interés para llevar a cabo el tema de investigación, también se presenta una revisión bibliográfica de estudios realizados para el análisis del ruido y su impacto en la salud de los trabajadores.

2.1 Antecedentes

El ruido ocupacional al que están expuestos los trabajadores se considera un problema de salud pública significativo. La literatura documenta que la exposición al ruido por encima de un nivel crítico razonable puede producir una pérdida auditiva neurosensorial irreversible. Las regulaciones existentes sobre el ruido en los lugares de trabajo no protegen completamente a los trabajadores del riesgo de hipoacusia, sino que permiten mantener un equilibrio entre la conservación auditiva y el desarrollo económico [18].

Un estudio desarrollado para el análisis de patologías auditivas utiliza una prueba de habla en ruido, para conocer los resultados se aplicó el método de la prueba PAHRE en sujetos con pérdida auditiva, estos muestran un aumento de las puntuaciones del Umbral de Recepción del habla (Speech Reception Threshold-SRT) conforme se incrementa la edad y el nivel de pérdida auditiva. A pesar de que el aumento en los valores SRT es gradual, comienza a partir de los 70 años, cuando se produce de forma más acusada [19].

El complejo industrial presenta desafíos al momento de garantizar la salud de sus operadores, esto debido a los efectos colaterales de los avances tecnológicos en la industria petrolera y los procesos afines a ella. Estos avances impulsan un crecimiento acelerado; sin embargo, también se deducen en el aumento de los riesgos, como la exposición al ruido industrial, esto afecta

patológicamente a los operadores de la planta de producción de equipos petroleros.

Las afecciones de origen laboral son capaces de generar un cuadro clínico llamado hipoacusia o daño del oído interno que tienden a agravarse en ciclos de trabajo exigentes y en condiciones laborales disergonómicas.

El ruido industrial disergonómico origina la pérdida progresiva de la capacidad auditiva, creando un cuadro clínico ocupacional cada vez mayor en el número de operadores o personas que al corto, mediano o largo plazo van padeciendo afectaciones.

Se conoce, además, “que el ruido industrial disergonómico es un problema desde hace aproximadamente 2000 años” [20].

El ruido laboral de origen industrial es subestimado, dado que, en varios estudios estos se presentan luego de largos períodos por exposición, sus alertas son progresivas y cuando ya han sido descritas, pueden haberse transformado en enfermedades profesionales degenerativa donde los daños son irreparables [21].

El ruido está compuesto por una serie de sonidos u ondas sonoras agrupadas que no están organizadas entre sí; cuando estas resonancias interactúan a un nivel más alto, se vuelven incomprensibles y pueden conllevar sensaciones desagradables al oído; de la misma manera, interfieren con las actividades laborales en los operadores de la planta de producción.

Al mismo tiempo, el intervalo por presión sonora o umbral auditiva en un operador/a con oídos sanos, alcanza a percibir y tolerar entre 20×10^{-6} Pa y 200 Pa, si el valor fuera superior en este último, el operador se localizaría en un umbral doloroso con cuadro clínico que le provocaría lesiones irreversibles; pues debido al oído que responde de forma logarítmica con relación de estímulo aplicado, las medidas acústicas representan una expresión logarítmica, de tal forma que, pueden alcanzar a ser manejables y fáciles de interpretar, tal como en el caso por el Nivel de Presión Sonora (NPS) [22]:

Figura 1.

Ecuación. Nivel de Presión Sonora

$$\text{NPS} = 10 \cdot \log_{10} \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots \right)$$

El NPS se expresa en decibeles y es igual a 10 multiplicado por logaritmo de 10, que a su vez multiplica 10 elevado al valor del ruido con el sonómetro en los distintos puntos tomados en un área sobre 10, esto último se suma n veces dependiendo de los puntos tomados.

La sensibilidad del oído humano es logarítmica no lineal:

Para la D (Dosis) que es un valor que se encuentra con la siguiente fórmula, su valor no debe pasar del 1, porque se debería tomar medidas preventivas de carácter urgente.

Figura 2.

Ecuación. Dosis de Ruido

$$D = \frac{C}{T}$$

Donde:

C: tiempo total de exposición a un nivel sonoro.

T: tiempo total permitido a ese nivel

Figura 3.

Ecuación. Tiempo de Exposición Sin Protección Auditiva.

$$T = \frac{16}{2^{\left(\frac{dBmax - 80}{5}\right)}}$$

Donde:

dBmáx: Es el valor máximo de decibeles al que el operador se encuentra expuesto en su área de trabajo.

Figura 4.

Ecuación. Nivel de Ruido Atenuado-Ponderado A de la Osha.

$$NRA = NPS - \frac{NRR - 7 \text{ dBA}}{2}$$

Donde:

NRA= Nivel de Ruido Atenuado

NPS= Nivel de Presión Sonora

NRR= Nivel de Reducción de Ruido

Figura 5.

Ecuación. Nivel sonoro en decibeles.

$$L_p = 20 \times \log_{10} \left(\frac{P_0}{P_{\text{ref}}} \right)$$

Donde:

Lp: es el nivel de presión sonora [dB].

Pef: es la presión eficaz que caracteriza a la onda [Pa].

Po: es la presión de referencia [Pa].

De acuerdo con la NTP 270 “Evaluación de la exposición al ruido. Determinación niveles representativos”, se deben considerar cuatro tipos de ruido: estable, periódico, aleatorio e impacto.

El ruido estable permite considerar la constante, a la diferencia entre el valor máximo y mínimo en el NPS ponderada en A que debe ser inferior a 5 dB, para el ruido tanto periódico que está en diferencia debe ser igual o superior a 5 dB y, debe poseer una cadencia cíclica.

De igual forma al caso anterior, el ruido aleatorio, la diferencia puede ser superior o igual a 5 dB, pero el NPS ponderada en A que permite variar de forma aleatoria con el tiempo.

En el en el caso del ruido de impacto este no tiene similitud con ningún caso anterior, ya que su NPS decrece exponencialmente por su función en los ciclos de tiempos de trabajo siendo la duración menor a un segundo [23].

El ruido no libera los mismos efectos en todos los operarios, por lo tanto, las pérdidas auditivas causadas por el ruido industrial disergonómico dependen variar factores como:

- Intensidad por ruido
- Rango por frecuencias
- Exposición por ciclos-diaria
- Exposición prolongada
- Tipos de ruido
- Susceptibilidad por cada trabajador
- Género
- Edad
- Afecciones previas del oído
- Eficiencia por métodos de protección auditiva adoptados
- Tipos aficiones o hobbies que desempeñan los operadores, entre otros

Múltiples son los operadores que han presentado efectos que se atribuyen a la exposición al ruido industrial, pero el más específico, es el efecto fisiológico que deriva por el uso de equipos e instrumentación, generando un resultado por la exposición que determina un deterioro auditivo, mientras que, los efectos clínicos psicológicos dependen de una respuesta subjetiva del individuo, permitiendo un análisis estadístico para estudio como patologías de:

- Alteraciones del sueño
- Molestia
- Irritación
- Interferencia en la comunicación

Para obtener un entorno laboral saludable en el CCICEV, es necesario considerar ciertas medidas de prevención y control, para disminuir el nivel de ruido que perciben sus trabajadores. Las medidas de control propuestas, permitirán reducir la exposición al ruido laboral a niveles aceptables, pues el propósito del estudio, es velar por la salud auditiva de los operarios, dando cumplimiento la normativa ocupacional vigente como el Decreto Ejecutivo 255 del Ecuador, en el que permite cumplir la jornada laboral de 8 horas, el NPS-A no debe ser superior a 85 dBA, y en las áreas o puestos de trabajo que soliciten actividad intelectual, se debe determinar la concentración o cálculo que no debe exceder los 70 dBA.

Tabla I.

Niveles Máximos de Ruido Permisibles

Clasificación de Zona por Uso del Suelo	Rango Sonoro Permitido [dB(A)]
06:00 a 20:00	Rango Sonoro Permitido [dB(A)]
20:00 a 06:00
Áreas hospitalarias y de educación	45	35
Zonas de uso residencial	50	40
Sectores residenciales con uso mixto	55	45
Áreas destinadas al comercio	60	50
Sectores comerciales mixtos	65	55
Espacios de actividad industrial	70	65

Fuente: Adaptado de NTC 3522:200, Norma Técnica Colombiana sobre niveles de presión sonora, 2000

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Ruido Industrial

El ruido industrial se define como el conjunto de sonidos no deseados generados en entornos de producción debido al funcionamiento de maquinaria, herramientas y procesos operativos. En la industria petrolera, este tipo de ruido es común en áreas donde se utilizan equipos pesados y sistemas de alta presión. La exposición prolongada a niveles elevados de ruido industrial puede afectar la salud de los trabajadores y la comunidad circundante, causando molestias, trastornos del sueño y disminución de la calidad de vida [24].

2.2.2 Ruido Ocupacional

El ruido ocupacional es aquel al que están expuestos los trabajadores durante el desempeño de sus labores. En la industria del petróleo y gas, las operaciones de perforación, extracción y procesamiento suelen generar niveles significativos de ruido, lo que convierte al ruido ocupacional en un riesgo laboral importante. La exposición constante a este tipo de ruido puede derivar en hipoacusia inducida por ruido (HIR) y otros problemas de salud [25].

2.2.3 Factores que Influyen en el Nivel de Ruido Industrial

En entornos industriales, existen varios factores que determinan no solo la fuerza del ruido, sino también su alcance o impacto. Algunos de los más importantes son [26]:

- Fuente-Origen de ruido: Las fuentes comunes de emisión sonora elevada son equipos de gran tamaño como la maquinaria industrial, las redes de tuberías expuestas a alta presión, los compresores y los generadores.
- Diseño de la planta y distribución de la infraestructura: La forma en la cual están dispuestos los equipos e implementos internamente puede influir en el modo en el que se transmiten

las ondas sonoras, este puede atenuarse o ampliarse en base al diseño del espacio en el que se presenta.

- Condiciones de trabajo diarias: Máquinas en funcionamiento con altas velocidades que generan grandes atenuaciones y mantenimientos deficientes representan la ausencia de medidas de control.

2.2.4 Efectos del ruido

La permanencia en ambientes ruidosos dentro de plantas de fabricación de equipos petroleros puede ocasionar distintos efectos [26]:

- Deterioro de la audición: La exposición a altos niveles de sonido con frecuencia provoca hipoacusia, un problema habitual en trabajadores sometidos a estas condiciones.
- Tensión y fatiga: Son factores que influyen grandemente en el rendimiento laboral, su presencia es capaz de desencadenar otras afecciones que repercuten en la seguridad y conllevan accidentes laborales por falta de concentración.
- Problemas cardiocirculatorios: Una exposición prolongada puede desencadenar en un aumento de la presión arterial del trabajador lo que conlleva a un riesgo mayor de presentar enfermedades cardíacas.

2.3 Marco Legal

2.3.1 Decreto Ejecutivo 255 del Ecuador

Este decreto regula la exposición laboral al ruido industrial en Ecuador. Según lo señalado, establece que los niveles de presión sonora (NPS) no deben exceder los 85 dBA durante una jornada laboral estándar de 8 horas. También sugiere límites más bajos (70 dBA) para áreas

donde se requieran actividades que demanden concentración, como en oficinas administrativas [27].

Aspectos clave [27]:

- Límite máximo permisible (LMP): Para una jornada de trabajo con 8 horas se establece que el nivel sonoro en dB no debe superar los 85 dB.
- Áreas especiales: Para zonas específicas donde es necesaria la concentración como el diseño y áreas de oficinas, se establece un nivel máximo de 75 dB, mismo que no debe excederse.
- Obligación del empleador: Aplicar medidas de control tanto en el origen del ruido, como en el entorno donde se transmite y en el trabajador que lo recibe.
- Medidas preventivas: Es indispensable el uso de protectores auditivos (EPA), junto con el mantenimiento periódico de la maquinaria y la implementación de barreras acústicas en zonas con elevados niveles de ruido.

2.3.2 Resolución 513 (IESS)

Este Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo establece los criterios para la evaluación y clasificación de las enfermedades vinculadas con la exposición al ruido en entornos industriales. Contempla lineamientos para medir el grado de pérdida auditiva y clasificarla de acuerdo con los niveles de exposición, siendo un instrumento clave en el diagnóstico de los trastornos auditivos en trabajadores expuestos [28].

Aspectos clave [28]:

- Nivel de deterioro de enfermedades auditivas: Existen diferentes clasificaciones para medir el avance del deterioro auditivo los cuales van desde pérdidas leves, moderadas hasta las más severas de acuerdo con el nivel de exposición.

- Evaluación médica obligatoria: Los empleadores están en la obligación de efectuar controles periódicos, como audiometrías, con el fin de identificar de manera temprana posibles afectaciones auditivas en los trabajadores.
- Procedimiento para compensación: Aplica a trabajadores que han sido afectados por la exposición a ruido y con ello desencadenado enfermedades auditivas, cuenta con cierta cobertura posterior a su evaluación.

2.3.3 ISO 45001:2018

La norma ISO 45001 es un estándar internacional de gestión de seguridad y salud ocupacional. Propone estrategias para identificar riesgos y prevenir daños a la salud, incluyendo los asociados al ruido. Se enfoca en establecer controles en la fuente, medio y receptor [29].

Aspectos clave [29]:

1. Jerarquía de controles:

- Eliminación del ruido en la fuente.
- Evaluación de maquinaria ruidosa con posibilidad de sustitución con maquinaria alternativa que produzca niveles inferiores de ruido.
- Control de ingeniería para instalación de barreras acústicas.
- Controles administrativos con tiempos de descanso de actividades para áreas críticas.
- Tapones y audífonos reforzados como medida de protección personal.

2. Supervisión continua: Medir periódicamente los niveles de ruido en la planta para su posterior análisis e impacto en la salud de los trabajadores.

2.3.4 NTC 3522

Norma técnica colombiana que adopta la ISO 1996-1, enfocada en la descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Utilizada para asegurar que los métodos de evaluación del ruido sean consistentes y se encuentren acorde al nivel internacional, facilitando la comparación de datos y la implementación de medidas de control [30].

Aspectos clave [30]:

- Contiene guías y parámetros para medir el ruido en los diferentes espacios de trabajo que permiten posteriormente realizar un análisis.
- Estipula las configuraciones necesarias para los equipos de medición como sonómetros y dosímetros.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo describe el enfoque, los métodos y las técnicas empleadas para llevar a cabo la investigación sobre la prevalencia de sintomatologías por exposición a ruido industrial en la planta de producción de equipos petroleros.

Presenta enfoques y técnicas utilizadas para recolectar, analizar e interpretar datos en un estudio; métodos cuantitativos, como mediciones del nivel de ruido para valorar la prevalencia de síntomas, y métodos cualitativos, como entrevistas para comprender las experiencias de los trabajadores [31].

3.1 Enfoque de la Investigación

Basado en aspectos epidemiológicos para analizar la prevalencia de síntomas, en salud ocupacional para evaluar los impactos físicos y psicológicos, en prevención y control para investigar medidas de mitigación, en aspectos socioeconómicos para examinar las implicaciones económicas y sociales, y en el marco legislativo y normativo para revisar el cumplimiento de regulaciones sobre ruido industrial [31].

3.1.1 Cuantitativo

Se realiza la recolección de datos numéricos sobre los niveles de exposición al ruido en la planta de producción de equipos petroleros. Al utilizar instrumentos como sonómetros y dosímetros, se podrán identificar con exactitud los niveles de presión sonora en cada área de la planta. Esto permitirá cuantificar la magnitud del ruido en decibeles (dB) y analizar cómo estos

niveles se relacionan con las normas de seguridad ocupacional establecidas.

Los datos numéricos de las mediciones de ruido se obtuvieron mediante el uso de un instrumento especializado como el sonómetro. Estas mediciones ayudan a determinar cuál es el Nivel de Presión Sonora (NPS) y la dosis diaria de ruido (D) a la que están expuestos los operarios, de esta manera se continúa evaluando su cumplimiento con normativas internacionales como la NTC 3522. Es necesario aplicar fórmulas que permitan calcular el intervalo máximo de tiempo en el cual los operadores pueden tener una exposición sin protección auditiva y así identificar las zonas críticas de peligro.

3.1.2 Cualitativo

Se llevaron a cabo pequeñas entrevistas y conversatorios directamente con los operadores y supervisores de la planta, esto permitió conocer de primer plano cuál es su percepción acerca del ruido y conocer los impactos que este provoca en su jornada laboral.

Las entrevistas fueron creadas de modo semiestructurado, tratando temas vinculados con las condiciones laborales, los métodos para reducir el ruido y las percepciones acerca de la efectividad de las medidas preventivas que se han implementado.

3.2 Tipos de Investigación

Estrategias y técnicas que se van a emplear para abordar la temática de estudio. La elección para la forma de investigación va a determinar cómo se van a analizar los datos y cuán válidos y aplicables van a ser los resultados.

3.2.1 Método Deductivo

Se realiza mediante la investigación de teorías y regulaciones existentes sobre el ruido industrial, como también el peligro que representan los niveles más allá de los 85 dB, que pueden generar estrés y trastornos auditivos. Se establece, a partir de estos principios generales, que los empleados de la planta de equipos petroleros que están expuestos a niveles elevados de ruido también estarán en peligro de padecer tales efectos. Las mediciones de ruido posibilitan la verificación o refutación de esta hipótesis, al ajustar los fundamentos teóricos a las condiciones y resultados particulares de la planta.

Partiendo de hipótesis como “los trabajadores de áreas con un NPS superior a 85 dB tienen mayor probabilidad de desarrollar hipoacusia”, se confirmaron estas relaciones mediante los datos recolectados, validando las normativas existentes sobre límites máximos de exposición.

3.2.2 Método Analítico

Este método se aplicará al analizar las diferentes fuentes de ruido (por ejemplo, el corte con plasma o el sandblasting), los niveles específicos de presión sonora que generan en cada área de trabajo y los efectos en la salud de los operarios. También se examinan las características individuales de los trabajadores, como su tiempo de exposición y los tipos de síntomas experimentados, para identificar cómo cada uno de estos factores afecta el riesgo general. Los datos recolectados serán analizados mediante gráficas para comparar con valores límite establecidos, el análisis permitirá validar hipótesis sobre el impacto que tiene la exposición prolongada a ruido en la salud de los trabajadores.

3.3 Herramientas, Técnicas e Instrumentos para la Recopilación de Datos

Posibilitan la recolección de información cualitativa y cuantitativa, brindando un fundamento firme para la interpretación y el análisis de los resultados [32].

3.3.1 Estudio de Campo

Se emplearán sonómetros para medir la presión sonora en decibeles (dB) en cada zona de la planta (pintura, armado, corte y sandblasting). Estas mediciones serán esenciales para establecer si las áreas de trabajo están dentro de los límites fijados en las regulaciones sobre salud ocupacional. Esto permitió estudiar cómo varía el ruido durante el día y crear un perfil pormenorizado de exposición.

3.3.2 Observación Directa

Observar y medir los niveles de ruido en el área de trabajo sin intervenir en el proceso normal de producción. Es adecuado para caracterizar el problema y analizar las condiciones en el contexto real de la planta. Los resultados de las mediciones de ruido podrán compararse con los límites legales establecidos en Ecuador, particularmente en el marco del Decreto Ejecutivo 255-2024 y otras normas internacionales, como la norma NTC 3522 [5] [12].

3.3.3 Entrevistas

Permitirán conocer la percepción de los trabajadores sobre el impacto del ruido en su salud y calidad de vida. Las entrevistas semiestructuradas se enfocaron en recopilar información sobre síntomas como pérdida auditiva, insomnio y molestias derivadas del ruido, corroborando los hallazgos de las observaciones y mediciones.

3.3.4 Instrumentos de Medición de Ruido

Para registrar los niveles de ruido en dB en la planta equipos petroleros, los sonómetros permitirán capturar los niveles de ruido en puntos específicos, mientras que los dosímetros podrán medir la exposición acumulada del trabajador durante su jornada. Esto garantizó mediciones representativas y ajustadas a las normativas internacionales.

Sonómetro Integrador 390

Tabla II.

Características técnicas del Sonómetro Integrador 390

Característica	Detalle
Modelo	Sonómetro Integrador 390
Normas	IEC 61672 Clase 1 o Clase 2 (según versión)
Rango de medición	30 dB a 130 dB
Ponderaciones de frecuencia	A, C, Z (opciones seleccionables)
Ponderaciones de tiempo	Fast (125 ms), Slow (1 s), Impulse (35 ms)
Funciones integradoras	Leq, SEL, Lmax, Lmin, Lpeak, entre otros
Pantalla	LCD retroiluminada
Memoria	Almacenamiento interno para datos
Interfaces	USB / RS-232 para transferencia de datos
Micrófono	Condensador de prepolarización
Alimentación	Baterías recargables o adaptador de corriente
Aplicaciones típicas	Evaluaciones de ruido ambiental, industrial, de tráfico, etc.
Accesorios comunes	Calibrador acústico, protector contra viento, trípode
Peso	Aproximadamente 500 g
Dimensiones	Aproximadamente 280 mm × 80 mm × 40 mm

Fuente: Ficha técnica del fabricante

Figura 6.

Características técnicas del Sonómetro Integrador 390



Fuente: <https://www.directindustry.es/prod/center-technology/product-40685-1661524.html>

IEC 61672-1

La IEC 61672-1 es una norma, la cual especifica los requisitos que debe cumplir un sonómetro para ser considerado confiable en mediciones profesionales. Define qué tan preciso, cómo debe comportarse, y qué características debe tener un sonómetro [33].

Aspectos Importantes de la Norma [33]:

- **Garantiza mediciones confiables:** Si el sonómetro cumple IEC 61672-1, se puede confiar en que sus mediciones son técnicamente válidas.
- **Campo de investigación:** Esta norma entra en vigencia para estudios y análisis de ruido de origen industrial, laboral, hasta ambiental, para estudios legales se exige equipos que estén acordes a esta norma.
- **Análisis de comparabilidad:** Ofrece una variedad de equipos los cuales son comparables entre sí para realizar estudios de mediciones en diferentes lugares y zonas horarias.

3.3.5 Reseña Histórica y Organizacional de la empresa

La Empresa de Servicios Petroleros es una empresa ecuatoriana fundada con el objetivo de ofrecer soluciones tecnológicas integrales al sector petrolero, energético, minero e industrial. Tras el pasar de los años, la empresa se ha establecido como un eje de innovación en el sector petrolero, siendo reconocida a nivel internacional por su tecnología y desarrollo, obteniendo así varias certificaciones.

Con sede principal en Quito, Ecuador, y operaciones en diversos países de América Latina, La Empresa de Servicios Petroleros se caracteriza por su enfoque en la investigación, diseño, manufactura y operación de equipos especializados, brindando productos y servicios con altos estándares de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente [34].

Misión

Brindar soluciones tecnológicas integrales y personalizadas al sector petrolero, energético, minero e industrial, a través del desarrollo, fabricación y operación de equipos y servicios especializados, garantizando altos estándares de calidad, seguridad, eficiencia e innovación, con un fuerte compromiso hacia el desarrollo sostenible y la responsabilidad social [34].

Visión

Ser una empresa líder a nivel internacional en la provisión de soluciones técnicas avanzadas para la industria energética y extractiva, reconocida por su excelencia operativa, innovación continua, capacidad de respuesta, y su aporte al progreso industrial y tecnológico de América Latina y el mundo [34].

Valores

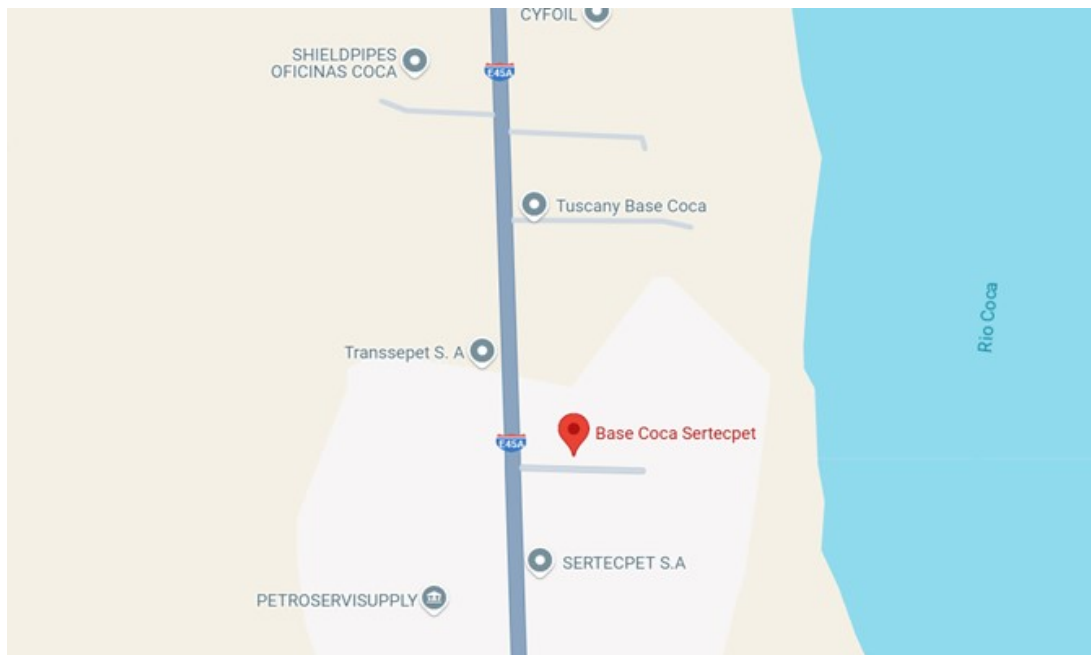
- Compromiso
- Responsabilidad

- Respeto
- Integridad.

Ubicación Geográfica

La base industrial se encuentra ubicada en la ciudad de Francisco de Orellana.

Figura 7.
Ubicación de la Empresa



Fuente: Google Maps

3.3.6 Descripción del Área de Estudio

La planta de Equipos Petroleros es un área especializada en procesos industriales relacionados con la fabricación y ensamblaje de componentes mecánicos y estructuras metálicas. Esta área se destaca por la realización de actividades de alto impacto sonoro.

Se centra en la manufactura de estructuras y piezas metálicas mediante distintos procesos industriales.

Dada la presente introducción, sus actividades principales se centran en:

- Corte con Plasma: Consta de un método funcional para el corte de metales para el cual se hace uso de un chorro de plasma temperaturas elevadas.
- Armado: Posterior al corte, este proceso cuenta con la unión o ensamble de piezas para las cuales al finalizar se hace realiza la tarea de fijación.
- Sandblasting: Este proceso de lleva a cabo mediante el impacto de partículas enormemente abrasivas con superficies para su correcta preparación y limpieza.
- Pintura: Es el proceso final en el cual se da un recubrimiento a las partes ensambladas.

3.3.7 Situación Actual del Área

En el tiempo presente, la planta de equipos petroleros tiene un grave problema en lo que respecta a la exposición de ruido diaria a la que se someten sus trabajadores, siendo esto una amenaza latente para la salud de los mismos. Con el objetivo de mitigar la exposición a ruido la empresa debe aplicar de manera urgente medidas que permitan su control y la prevención de enfermedades laborales, todo debe realizarse con el respectivo cumplimiento de las normativas vigentes como el Decreto Ejecutivo 255 del Ecuador.

Número de Trabajadores

En el área de estudio, se determinó una población de 120 operarios, a continuación, se presenta en detalle el cálculo de la muestra para definir la población de estudio a la cual se aplicará la encuesta.

Tabla III.

Parámetros para cálculo de muestra

Símbolo	Definición	Valor
n	n = Tamaño de la muestra.	
N	N = Tamaño de la población	120
Z	Z = Nivel de confianza. (95 % = 1.96)	1,96
P	P = Probabilidad con las que se presenta el fenómeno	0,5
e	e = Nivel de error (15 % para población finita hasta 1000)	0,15

Elaboración propia

Fuente: *Metodología de la investigación* (6.^a ed.).

Figura 8.

Ecuación. Cálculo de muestra.

$$n = \frac{Z^2 \times p(1 - p)}{e^2}$$

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,5(1 - 0,5)}{0,15^2}$$

$$n = 37,51$$

Tamaño de muestra: 38 trabajadores

La encuesta finalmente será aplicada a un total de 38 trabajadores en la planta de equipos petroleros.

Resultados Entrevista Sociodemográfica por Ruido

Una vez definida la muestra se realizó una encuesta de 12 preguntas a la población de estudio para de esta manera obtener un diagnóstico inicial, las preguntas se detallan a continuación:

- Pregunta 1: Edad
- Pregunta 2: Genero
- Pregunta 3: Años que lleva laborando
- Pregunta 4: Jornada laboral
- Pregunta 5: Tiempo de exposición diaria a ruido
- Pregunta 6: Utiliza EPP “contra el ruido”
- Pregunta 7: Se ha realizado una audiometría en el último año
- Pregunta 8: Previamente ha trabajado expuesto a ruido
- Pregunta 9: Realiza actividades extra-laborales con ruido
- Pregunta 10: Escucha claramente cuando se encuentra en una conversación normal
- Pregunta 11: Durante una conversación normal pide que se le repita lo dicho
- Pregunta 12: Ha notado que con frecuencia sube el volumen a sus aparatos electrónicos

Los datos obtenidos permiten identificar las patologías presentes en los trabajadores, de igual manera se evidencia el cumplimiento de la normativa en la temática de seguridad y salud.

En las siguientes tablas se detallan los datos informativos y resultados que se tuvieron en cuenta al momento de realizar la encuesta:

Pregunta 1: Edad

Tabla IV.

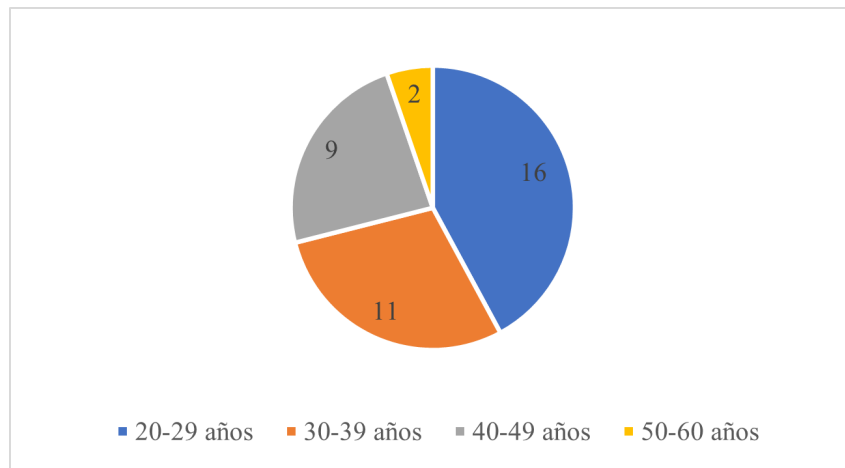
Edad de los trabajadores

Rango de edad	Cantidad
20-29 años	16
30-39 años	11
40-49 años	9
50-60 años	2

Fuente: Autora

Figura 9.

Resultados promedio de edades



Fuente: Autora

El 71% de trabajadores tienen entre 20y 39 años. Esto refleja una población predominantemente joven.

Pregunta 2: Género

Tabla V.

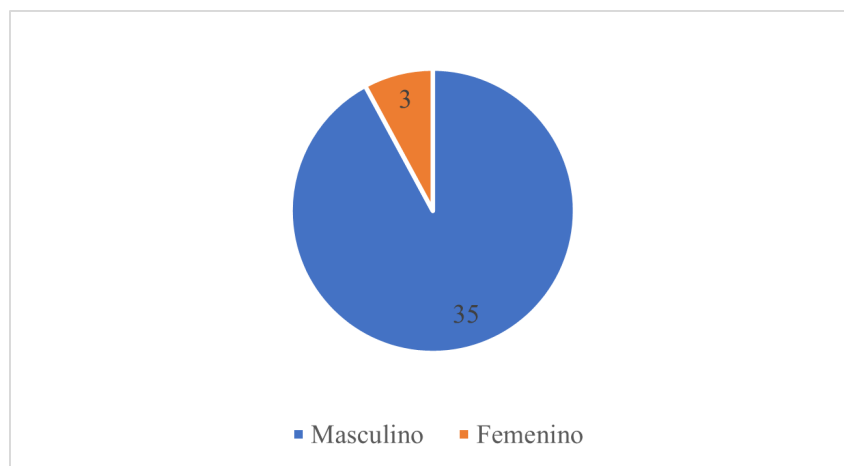
Géneros de Trabajadores

Género	Cantidad
Masculino	35
Femenino	3

Fuente: Autora

Figura 10.

Resultados promedio por genero



Fuente: Autora

El 92 % de los encuestados son hombres. Representando una mayoría.

Pregunta 3: Años que lleva laborando

Tabla VI.

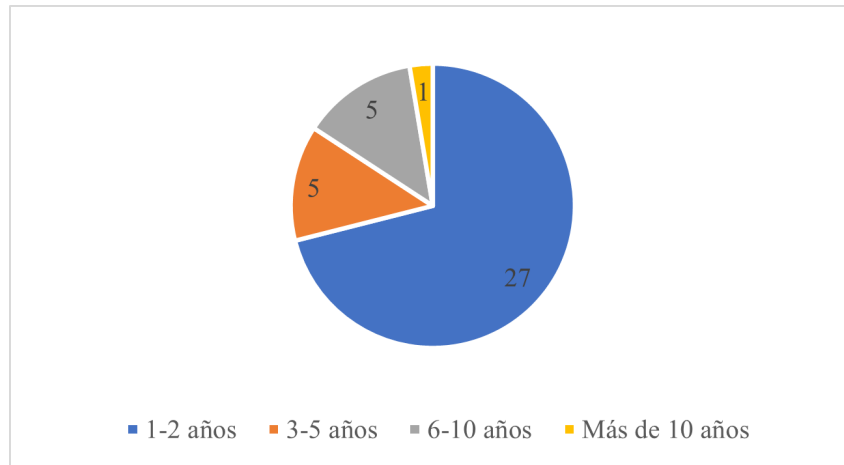
Años que lleva laborando

Tiempo de servicio	Cantidad
1-2 años	27
3-5 años	5
6-10 años	5
Más de 10 años	1

Fuente: Autora

Figura 11.

Resultados promedio años laborados



Fuente: Autora

El 71 % de los trabajadores tiene entre 1 y 2 años en la empresa, mientras que un 28

Pregunta 4: Jornada Laboral

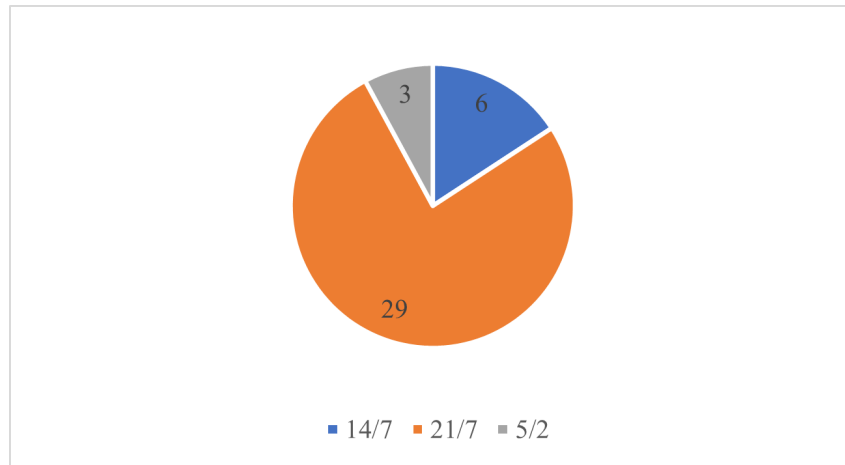
Tabla VII.

Jornada laboral

Esquema de trabajo	Cantidad
14/7	6
21/7	29
5/2	3

Fuente: Autora

Figura 12.
Jornada laboral



Fuente: Autora

El 76 % trabaja en turnos 21/7, lo que representa jornadas largas.

Pregunta 5: Tiempo de exposición diaria a ruido

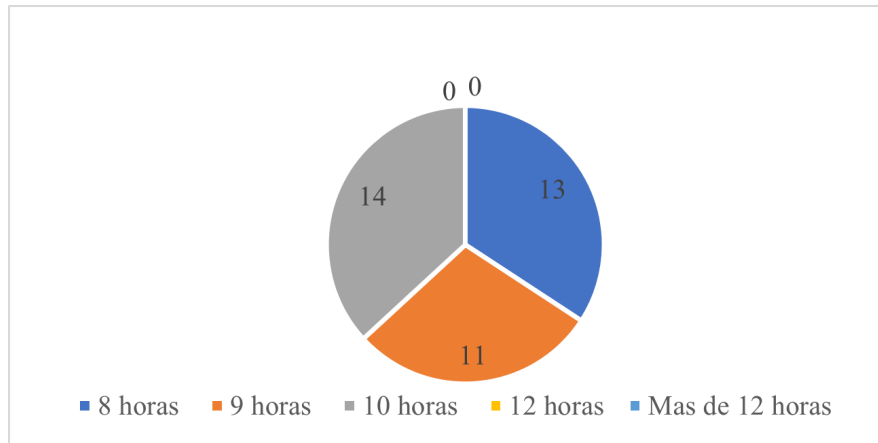
Tabla VIII.
Tiempo de exposición diaria a ruido

Tiempo de exposición	Cantidad
8 horas	13
9 horas	11
10 horas	14
12 horas	0
Más de 12 horas	0

Fuente: Autora

Figura 13.

Tiempo de exposición diaria a ruido



Fuente: Autora

Todos los encuestados están expuestos al ruido entre 8 y 10 horas diarias, sin casos reportados de menos de 8 h.

Pregunta 6: Utiliza EPP “contra ruido”

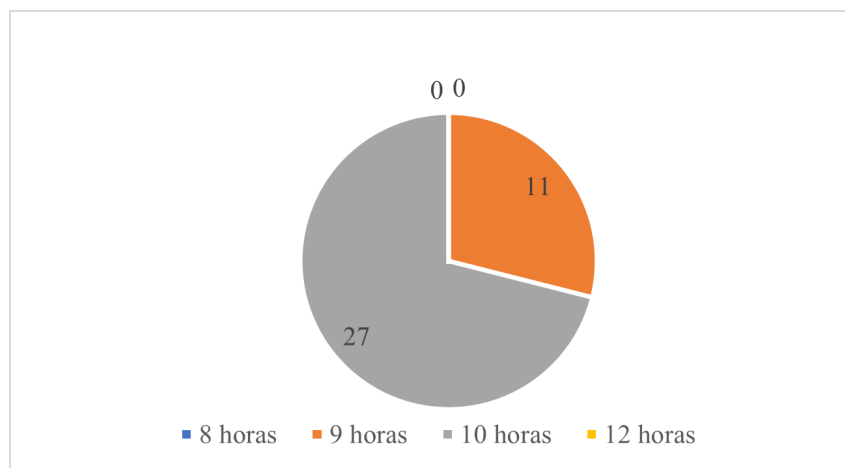
Tabla IX.

Frecuencia de uso de EPP

Frecuencia de uso	Cantidad
Siempre	0
Casi siempre	11
La mayor parte del tiempo	27
Solo unas pocas veces	0

Fuente: Autora

Figura 14.
Frecuencia uso de EPP



Fuente: Autora

El 71 % reporta usar protección auditiva la mayor parte del tiempo, y un 29 % casi siempre. Ningún trabajador indicó usarla “siempre”.

Pregunta 7: Se ha realizado una audiometría en el último año

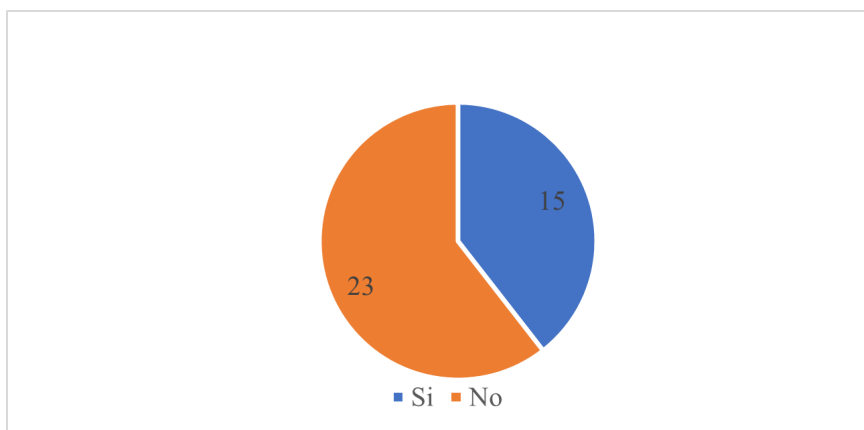
Tabla X.
Audiometrías en el último año

Se ha realizado una audiometría en el último año	
Respuesta	Cantidad
Sí	15
No	23

Fuente: Autora

Figura 15.

Audiometrías en el último año



Fuente: Autora

El 61 % no se realizó una audiometría en el último año.

Pregunta 8: Previamente ha trabajado expuesto a ruido

Tabla XI.

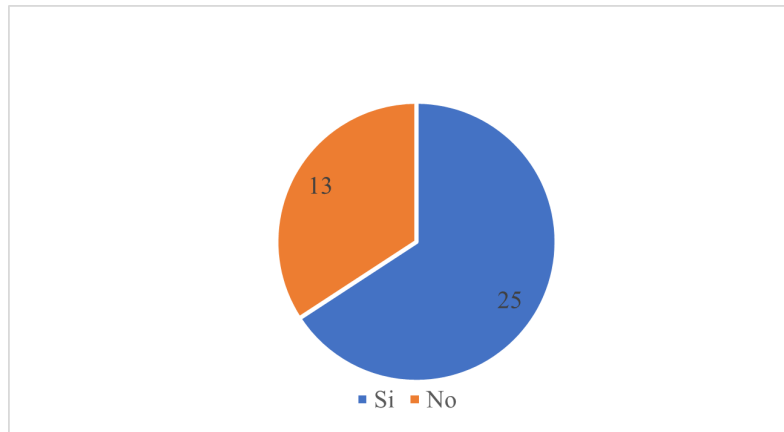
Exposición previa a ruido laboral

Previamente ha trabajado expuesto a ruido	
Respuesta	Cantidad
Sí	25
No	13

Fuente: Autora

Figura 16.

Ha trabajado previamente expuesto a ruido



Fuente: Autora

El 66 % ya había estado expuesto a ruido en empleos anteriores.

Pregunta 9: Realiza actividades extra-laborales con ruido

Tabla XII.

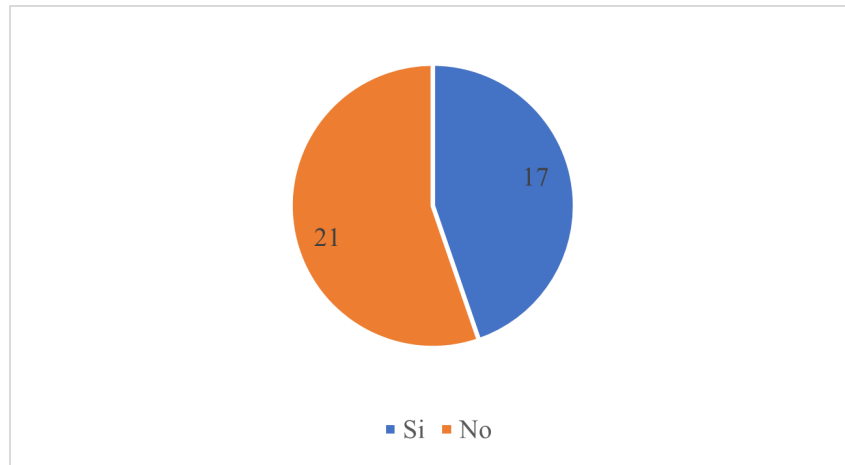
Actividades extra-laborales con exposición a ruido

Realiza actividades extra-laborales con ruido	
Respuesta	Cantidad
Sí	17
No	21

Fuente: Autora

Figura 17.

Realiza actividades extra-laborales con ruido



Fuente: Autora

Un 45 % realiza actividades ruidosas fuera del trabajo.

Pregunta 10: Escucha claramente cuando se encuentra en una conversación normal

Tabla XIII.

Capacidad auditiva en conversaciones normales

Escucha claramente en una conversación normal	
Respuesta	Cantidad
Sí	23
Sí, pero con dificultad	15
No	0

Fuente: Autora

Figura 18.

Escucha claramente en una conversación normal



Fuente: Autora

El 61 % escucha claramente, pero un 39 % reporta dificultad para hacerlo.

Pregunta 11: Durante una conversación normal pide que se le repita lo dicho

Tabla XIV.

Frecuencia de solicitud de repetición en conversaciones

En una conversación normal pide que se le repita lo dicho	
Frecuencia	Cantidad
Sí	6
No	10
Algunas veces	4
Solo unas pocas veces	18

Fuente: Autora

Figura 19.

En una conversación normal pide que se le repita lo dicho



Fuente: Autora

El 47% reporta hacerlo solo algunas veces, mientras que un 16% afirma que lo hace con frecuencia.

Pregunta 12: Ha notado que con frecuencia el sube el volumen a sus aparatos electrónicos

Tabla XV.

Frecuencia de aumento de volumen en dispositivos electrónicos

Con frecuencia debe subir el volumen en sus aparatos electrónicos para escuchar adecuadamente	
Frecuencia	Cantidad
Sí	8
No	20
Algunas veces	10

Fuente: Autora

Figura 20.

Frecuencia con la que sube el volumen a sus aparatos electrónicos



Fuente: Autora

El 21 % lo hace siempre y el 26 % algunas veces.

3.3.8 Hipótesis del Estudio

La exposición al ruido industrial en la estación de trabajo puede ocasionar a corto, mediano o largo plazo, un resultado de afectación auditiva a la salud del trabajador, pues los NPS generan hipoacusia de acuerdo con los ciclos de exposición [35].

El propósito de investigación técnica es identificar la exposición y afectación auditiva en los operadores de La Empresa de Servicios Petroleros.; para ello se realizó un estudio retrospectivo de carácter observacional, analizando resultados de mediciones y el porcentaje de operarios expuestos, en los resultados se demuestran características demográficas como; género masculino, grupo etario por edad, y tiempos o ciclos por exposición laboral a ruido ergonómico ambiental, área de trabajo. Esto concluye que hay una similitud entre la exposición laboral a ruido ergonómico industrial que afectan la parte auditiva; pues a mayor tiempo de exposición, es la mayor la afectación por ciclos de trabajo.

3.4 Diagnóstico Inicial - Resultados

3.4.1 Factor Riesgo por Mediciones e Intervención:

Para las mediciones realizadas en cada área de la planta, se analizaron datos conforme a estimaciones del nivel de presión sonora equivalentes a los dB, y las respectivas comparaciones en base al Decreto Ejecutivo 255-2024 el cual se encuentra vigente como normativa nacional y normativas internacionales para los sectores industriales.

A continuación, se realiza un análisis sobre los horarios escogidos para realizar las mediciones en la planta:

- **Toma de la primera medición (Aproximadamente 6:50 a. m.):** Se escogió una hora que esté acorde al inicio de las actividades de la empresa, esto corresponde a la preparación y encendido de la maquinaria de trabajo con su respectiva calibración, en este horario el nivel sonoro es bajo y se lo toma como referencia para la comparación con otras mediciones realizadas en diferentes puntos.
- **Toma de la segunda medición (Aproximadamente 9:30 a.m.):** En este horario la jornada se encuentra ya en su fase regular con maquinas y equipos previamente calibrados dando inicio a las actividades normales donde el nivel de ruido por ende es superior ya que combina fases de inicio y operación.
- **Toma de la tercera medición (Aproximadamente 11:30 a. m.):** Este horario es importante ya que todas las actividades de la planta son normales y las maquinas se encuentran operando a su máximo rendimiento, es el horario donde se registran los picos de ruido, sienta este el habitual hasta el final de la jornada.

3.4.2 Mediciones para el Área de Corte con Plasma

En la tabla 16 y figura 21 se muestran los resultados de las mediciones obtenidas con el sonómetro, en esta área se realizaron tres mediciones en distintos horarios, diferenciando los valores máximos y mínimos en cada toma.

Tabla XVI.

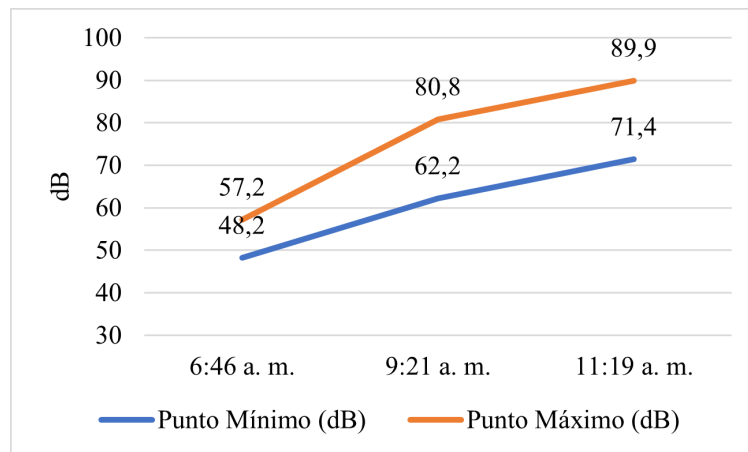
Parámetros acústicos en área de corte con plasma

Toma Corte con Plasma		
Hora	Mínimo (dB)	Máximo (dB)
6:46 a. m.	48,2	57,2
9:21 a. m.	62,2	80,8
11:19 a. m.	71,4	89,9

Fuente: Autora

Figura 21.

Parámetros área de corte con plasma



Fuente: Autora

3.4.3 Mediciones para el Área de Armado

En la tabla 17 y figura 22 se muestran los resultados de las mediciones obtenidas con el sonómetro, en esta área se realizaron tres mediciones en distintos horarios, diferenciando los valores máximos y mínimos en cada toma.

Tabla XVII.

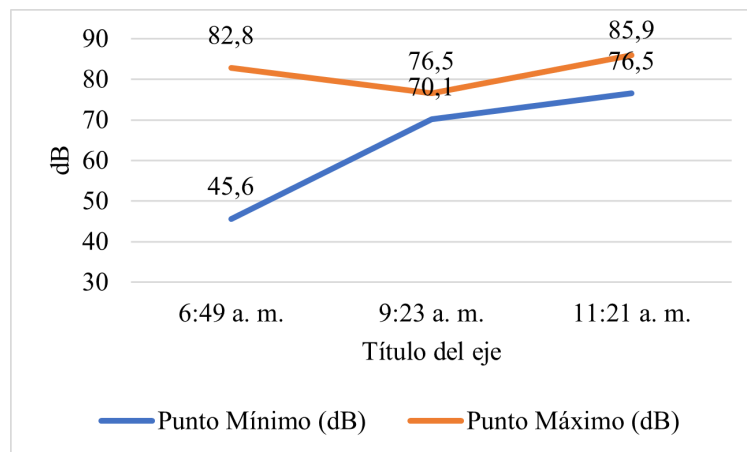
Parámetros acústicos en área de armado

Toma Armado		
Hora	Mínimo (dB)	Máximo (dB)
6:49 a. m.	45,6	82,8
9:23 a. m.	70,1	76,5
11:21 a. m.	76,5	85,9

Fuente: Autora

Figura 22.

Parámetros área de armado



Fuente: Autora

3.4.4 Mediciones para el Área de Sandblasting

En la tabla 18 y figura 23 se muestran los resultados de las mediciones obtenidas con el sonómetro, en esta área se realizaron tres mediciones en distintos horarios, diferenciando los valores máximos y mínimos en cada toma.

Tabla XVIII.

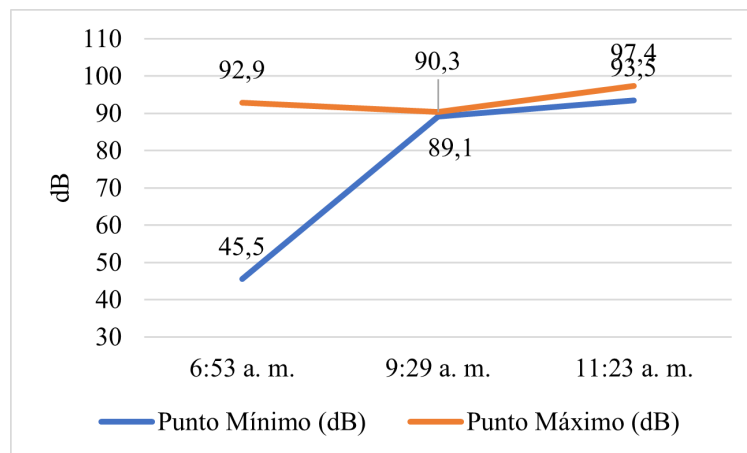
Parámetros acústicos en área de Sandblasting

Toma Sandblasting		
Hora	Mínimo (dB)	Máximo (dB)
6:53 a. m.	45,5	92,9
9:29 a. m.	89,1	90,3
11:23 a. m.	93,5	97,4

Fuente: Autora

Figura 23.

Parámetros área de Sandblasting



Fuente: Autora

3.4.5 Mediciones para el Área de Pintura

En la tabla 19 y figura 24 se muestran los resultados de las mediciones obtenidas con el sonómetro, en esta área se realizaron tres mediciones en distintos horarios, diferenciando los valores máximos y mínimos en cada toma.

Tabla XIX.

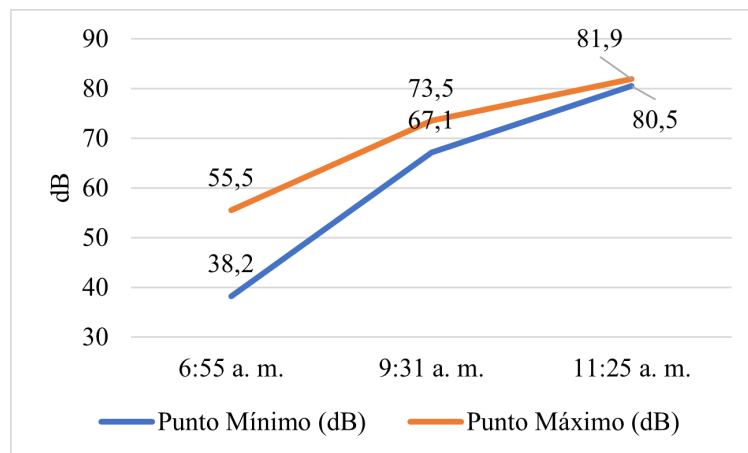
Parámetros acústicos en área de pintura

Toma Pintura		
Hora	Mínimo (dB)	Máximo (dB)
6:55 a. m.	38,2	55,5
9:31 a. m.	67,1	73,5
11:25 a. m.	80,5	81,9

Fuente: Autora

Figura 24.

Parámetros área de pintura

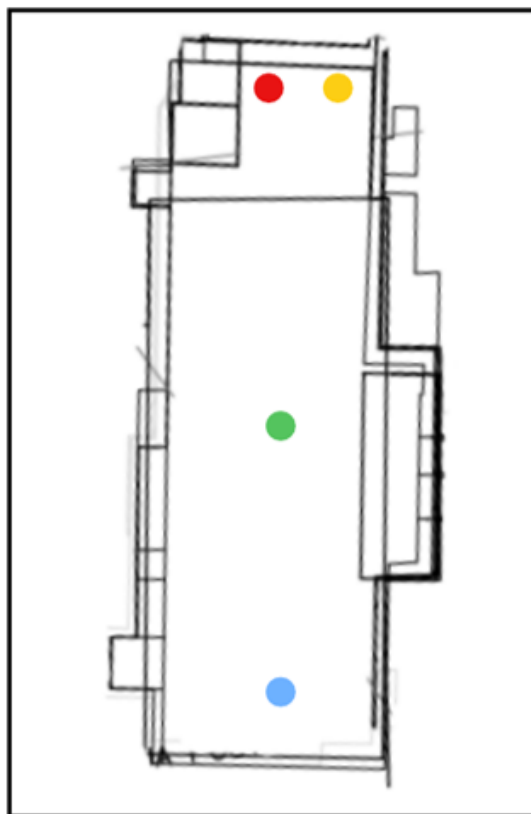


Fuente: Autora

3.4.6 Ubicación de áreas medidas en la Planta

Figura 25.

Mediciones. Planta de Equipos Petroleros



Fuente: Complejo Industrial. Base Coca

3.5 Resultados Técnicos de la Investigación

En la siguiente tabla se proyectan los resultados de las tres mediciones realizadas a diferentes horas del día, en cada caso se tomaron los valores mas altos para los niveles máximos y mínimos de cada área.

Tabla XX.

Nivel de Presión Sonora en la planta

Punto de Medición	Color	Máximo (dB)	Mínimo (dB)
Punto 1 (Corte con plasma)	Amarelo	89.9	71.4
Punto 2 (Armado)	Verde	85.9	76.5
Punto 3 (SANDBLASTING)	Rojo	97.4	93.5
Punto 4 (Cabina de Pintura)	Azul	81.9	80.5

Fuente: Autora

En la planta se registraron distintos niveles de presión sonora en cuatro puntos de medición representados cada uno con un color diferente:

En el Punto 1 (Corte con plasma, color amarillo) los niveles oscilaron entre 71.4 dB y 89.9 dB, mientras que en el Punto 2 (Armado, color verde) se observaron valores entre 76.5 dB y 85.9 dB.

Los niveles fueron significativamente más altos en el Punto 3 (Sandblasting, color rojo), con un mínimo de 93.5 dB y un máximo de 97.4 dB, lo que equivale al riesgo sonoro más elevado al interior de la planta.

En el Punto 4 (Cabina de Pintura, color azul) se registraron niveles de ruido mas bajos y estables que se encuentran entre los 80.5 dB y 81.9 dB.

Se identificó que el proceso de Sandblasting genera el mayor nivel de exposición al ruido, por lo que se deben reforzar las medidas de protección auditiva en esa área, mientras que los otros puntos presentan niveles más moderados pero que también deben ser monitoreados regularmente.

A continuación, se presentan los resultados en base a cálculos con fórmulas:

Nivel de Presión Sonora-NPS:

$$\text{NPS} = 10 \cdot \log_{10} \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots \right)$$

$$\text{NPS} = 10 \cdot \log_{10} \left(10^{\frac{89,9}{10}} + 10^{\frac{85,9}{10}} + 10^{\frac{97,4}{10}} + 10^{\frac{81,9}{10}} \right)$$

$$\text{NPS} = 98,46$$

Sin protección auditiva-SPA:

$$T = \frac{16}{2^{\left(\frac{dBmax-80}{5}\right)}}$$

$$T = \frac{16}{2^{\left(\frac{98,46-80}{5}\right)}}$$

$$T = 1,237 \text{ Horas.}$$

$$T = 74 \text{ min } 13 \text{ seg}$$

Dosis de exposición:

$$D = \frac{C}{T}$$

$$D = \frac{6 \text{ h}}{0,883 \text{ h}}$$

$$D = 4,85 > 1$$

Al determinar la dosis en la Planta de Equipos Petroleros con el mayor VLT de >1, la exposición del trabajador representa un factor por el que se encuentra expuesto a ruido. Por lo tanto, al definir cada una de las frecuencias o tiempos de trabajo, el NR supera el NPS por cada actividad a realizar o conforme a la tarea a ejecutar durante la jornada laboral. La compañía tiene que tomar medidas de inmediato para disminuir la exposición por debajo de los VLE, en base a medidas de prevención a la salud, a fin de evitar que reincidan con cuadro clínico ocupacional auditivo.

Con protección auditiva. (Tapones auditivos reutilizables Serie 1270) Ponderado A de la OSHA:

$$NRA = NPS - \frac{NRR-7dBA}{2}$$

$$NRA = 98.46dB - \frac{24dBA - 7dBA}{2}$$

$$NRA = 98,46dB - 8,5dB$$

$$NRA = 89,96dB$$

3.6 Análisis de Resultados

Tabla XXI.
Resultados Planta de Equipos Petroleros

Análisis	
Área	Planta de Equipos Petroleros
NPS (Nivel de Presión Sonora)	98.46 dB
Tiempo Máximo de Exposición	74 min 13 seg
Dosis	4.85 >1
NRA (Nivel de Ruido Atenuado)	89.96 dB
Impacto que causa el ruido	<p>El impacto causado por el ruido industrial en la planta de equipos petroleros se encuentra en niveles que superan los VLT, presentando un NPS de 98.46 dB, en comparación a los lineamientos establecidos por el Decreto Ejecutivo 255-2024 y la norma NTC 3522:2005; la cual permite un VLT de 75.00 dB como máximo permitido. Se recomienda la implementación de medidas de control de ruido, debido a que los tapones utilizados no son suficientes para proteger la audición. Es recomendable utilizar protectores auditivos que brinden una protección de 27 dB, procurando su uso constante durante el desarrollo de las actividades y estancia dentro del área de trabajo. El punto más crítico es el área de Sandblasting, donde se recomienda llevar protección auditiva en todo momento ya que genera un ruido asociado para los otros puestos de trabajo de la planta de equipos petroleros, lo que requiere mayor observación desde ese punto para los demás puestos de trabajo.</p>

Fuente: Autora

En el siguiente resumen se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos, como encuestas y mediciones de ruido en las distintas áreas de la planta. Se realiza un análisis comparativo con los límites establecidos por la normativa vigente, con el objetivo de identificar la relación entre la exposición al ruido industrial y la aparición de sintomatologías auditivas en los trabajadores evaluados.

3.7 Resumen de Resultados – Encuesta

▪ Pregunta 1: Edad

Tabla XXII.

Resumen de resultados de la encuesta

Pregunta 1: Edad	
20–30 años	25 %
31–40 años	35 %
41–50 años	30 %
>50 años	10 %

Fuente: Autora

La edad es un factor determinante en la pérdida auditiva. Los trabajadores mayores de 50 años representan un 10% de los encuestados, lo cual puede significar una mayor vulnerabilidad ante la exposición al ruido acumulada con los años, incrementando el riesgo de desarrollar patologías auditivas [36].

■ **Pregunta 2: Género**

Tabla XXIII.

Resultados obtenidos por género

Pregunta 2: Género operarios	
Masculino	82.8 %
Femenino	17.2 %

Fuente: Autora

El hecho de que el 82.8 % de los trabajadores encuestados sean hombres indica que la fuerza laboral de esta planta, expuesta al ruido, es mayormente masculina. Esto tiene la posibilidad de influir en la perspectiva preventiva, dado que investigaciones han demostrado que los hombres tienden a mostrar tasas más altas de hipoacusia ocupacional en ambientes industriales [37].

■ **Pregunta 3: Años que lleva laborando**

Tabla XXIV.

Antigüedad laboral de los trabajadores

Pregunta 3: Años que lleva laborando	
<1 año	10 %
1–5 años	50 %
>5 años	40 %

Fuente: Autora

El 90 % de los trabajadores tiene más de un año laborando, y un 40 % tiene más de 5 años de exposición continua. Esto representa un riesgo importante, ya que la exposición prolongada al ruido acumulativo está directamente relacionada con el desarrollo de pérdida auditiva progresiva [37].

■ **Pregunta 4:** Jornada laboral

Tabla XXV.

Duración de la jornada laboral

Pregunta 4: Jornada laboral	
8 horas	60 %
>8 horas	40 %

Fuente: Autora

El 40 % de los encuestados trabaja más de 8 horas diarias, lo que implica una sobreexposición al ruido más allá de los límites recomendados por normativas internacionales. Esto incrementa considerablemente la probabilidad de lesiones auditivas por fatiga acústica [38].

■ **Pregunta 5:** Tiempo de exposición diaria a ruido

Tabla XXVI.

Tiempo de exposición diaria al ruido

Pregunta 5: Tiempo de exposición diaria a ruido	
<4 horas	20 %
4–8 horas	50 %
>8 horas	30 %

Fuente: Autora

El 80 % de los trabajadores está expuesto al ruido por más de 4 horas al día, y un preocupante 30 % por más de 8 horas. Esta carga sonora diaria sobrepasa los niveles seguros establecidos, lo cual eleva el riesgo de daño coclear irreversible si no se implementan controles eficaces [37].

■ **Pregunta 6:** Utiliza EPP “contra el ruido”

Tabla XXVII.

Frecuencia de uso de EPP auditivo

Pregunta 6: Utiliza EPP “contra el ruido”	
Siempre	0 %
Casi siempre	29 %
La mayor parte del tiempo	71 %
Solo unas pocas veces	0 %

Fuente: Autora

Aunque el 71 % reporta usar protección auditiva la mayor parte del tiempo, ningún trabajador indicó utilizarla siempre. Esta falta de cumplimiento total en el uso de EPP deja una ventana de vulnerabilidad significativa, en especial considerando los niveles de exposición prolongada [39].

■ **Pregunta 7:** Se ha realizado una audiometría en el último año

Tabla XXVIII.

Audiometría ocupacional reciente

Pregunta 7: ¿Se ha realizado una audiometría en el último año?	
Sí	39.5 %
No	60.5 %

Fuente: Autora

Un 60.5 % de trabajadores no ha sido sometido a pruebas audiométricas en el último año. Esto evidencia una deficiencia en la vigilancia médica ocupacional, lo cual impide detectar de forma temprana posibles daños auditivos relacionados con el trabajo [37].

- **Pregunta 8:** Previamente ha trabajado expuesto a ruido

Tabla XXIX.

Antecedente laboral con exposición a ruido

Pregunta 8: ¿Ha trabajado previamente expuesto a ruido?	
Sí	65.8 %
No	34.2 %

Fuente: Autora

El 65.8 % de los trabajadores tiene antecedentes laborales con exposición a ruido, lo que aumenta el riesgo acumulado de deterioro auditivo. La combinación de exposiciones pasadas y actuales puede acelerar la aparición de síntomas auditivos [40].

- **Pregunta 9:** Realiza actividades extra-laborales con ruido

Tabla XXX.

Exposición a ruido en actividades extra-laborales

Pregunta 9: ¿Realiza actividades extra-laborales con ruido?	
Sí	44.7 %
No	55.3 %

Fuente: Autora

Casi la mitad (44.7 %) realiza actividades ruidosas fuera del trabajo. Esta exposición adicional fuera del entorno laboral se convierte en un factor de riesgo complementario que debe ser considerado dentro del análisis global del impacto sobre la salud auditiva [38].

- **Pregunta 10:** Escucha claramente cuando se encuentra en una conversación normal

Tabla XXXI.

Percepción auditiva en conversación normal

Pregunta 10: ¿Escucha claramente en una conversación normal?	
Sí	60.5 %
Sí, pero con dificultad	39.5 %
No	0 %

Fuente: Autora

Un 39.5 % de los trabajadores indica que escucha con dificultad. Este porcentaje es indicativo de posibles síntomas tempranos de pérdida auditiva, posiblemente relacionados con la exposición constante al ruido en el trabajo [40].

- **Pregunta 11:** Durante una conversación normal pide que se le repita lo dicho

Tabla XXXII.

Dificultad para comprender conversaciones

Pregunta 11: ¿Pide que se le repita lo dicho?	
Sí	15.8 %
No	26.3 %
Algunas veces	10.5 %
Solo unas pocas veces	47.4 %

Fuente: Autora

Aunque solo el 15.8 % lo hace frecuentemente, el 47.4 % declara hacerlo "solo unas pocas veces", lo que sigue siendo relevante. Este patrón puede reflejar la aparición de pérdida auditiva leve o moderada que afecta la comprensión del habla, especialmente en ambientes ruidosos [40].

- **Pregunta 12:** Ha notado que con frecuencia sube el volumen a sus aparatos electrónicos

Tabla XXXIII.

Hábito de subir el volumen a aparatos electrónicos

Pregunta 12: ¿Sube el volumen a sus aparatos electrónicos?	
Sí	21.1 %
No	52.6 %
Algunas veces	26.3 %

Fuente: Autora

El 21.1 % de los encuestados afirma que sí lo hace, y un 26.3 % lo hace "algunas veces". Este comportamiento puede ser un signo de hipoacusia, ya que las personas con disminución auditiva tienden a aumentar el volumen para compensar la pérdida de sensibilidad auditiva [38].

3.8 Resumen Resultados – Mediciones

Tabla XXXIV.

Resumen de resultados de las mediciones

Área	
Corte con plasma	89.9 dB
Armado	85.9 dB
Sandblasting	97.4 dB
Pintura	81.9 dB

Fuente: Autora

3.9 Resumen Resultados – Cálculos

Tabla XXXV.

Resumen de resultados de los cálculos

Parámetro	Resultado
Área más crítica	Sandblasting
Nivel de Presión Sonora (NPS)	98.46 dB
Tiempo máximo de exposición permitido (sin protección)	74 min 13 seg
Dosis de exposición (D)	4.85 (>1)
Reducción del protector auditivo (NRR)	24 dB
Nivel de Ruido Atenuado (NRA)	89.96 dB
Límite permitido según Decreto 255	85 dB
Exposición real sobre el límite permitido	Supera en 13.46 dB

Fuente: Autora

Los comprueba la hipótesis, mediante los siguientes resultados:

- **Nivel de presión sonora (NPS) promedio: 98.46 dB**, superando el límite legal de 85 dB.
- **Dosis de exposición:** Con un resultado de 4.85 mayor a (>1) se tiene un nivel de riesgo elevado.
- **Uso de equipos de protección auditiva:** El uso es no contante e inconsistente; de los 38 entrevistados ninguno afirmó usar “siempre” su EPP.
- **Audiometrías:** Se obtuvo un promedio del 39 % para los operarios que se han realizado una audiometría en el último año, siendo medos de la mitad.
- **Indicios de síntomas:** Algunos presentan una pequeña dificultad para escuchar y en el conversatorio afirmaron su necesidad para subir el volumen de sus aparatos o repetición de la conversación.

Revisión y comparación con base en la normativa:

- El **Decreto Ejecutivo 255 del Ecuador** Reafirma que una exposición prolongada a ruido que además supere los 85 dB no esta permitida para los trabajadores de ningún sector laboral.
- Como resultado de cálculos en base a mediciones se obtuvo un nivel de **NPS** de (98.46 dB) este dato excede el límite en más de 13 dB.
- Según la normativa de la OSHA, un trabajador puede estar expuesto a este nivel de ruido tan solo 74 min de la jornada laboral, sin embargo los operarios se encuentran expuestos hasta 8 horas superando en hasta 6 veces el límite permisible.

3.10 Patologías Ocupacionales

- Ha trabajado anteriormente expuesto a ruido: **65,8 %**
- Realiza actividades extra-laborales con ruido: **44,7 %**
- Escucha bien usted una conversación normal: **60,5 %**
- En una conversación usted pide repetir la frase con frecuencia: **15,8 %** sí, **10,5 %** algunas veces, **47,4 %** solo unas pocas veces
- Ha notado que sube el volumen de la radio o televisión con frecuencia: **21,1 %** sí, **26,3 %** algunas veces
- En general, se obtiene un promedio de **54,9 %** en los operadores que presentan patología ocupacional (estimado con base en dificultad auditiva reportada y uso de EPP inconsistente)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo se presenta una reseña de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, con ello dando lugar a la propuesta de un plan preventivo enfocado en reducir los niveles en la zona más crítica de Sandblasting de manera inmediata. Para las áreas de Armado, Corte y Pintura se establece un plan general.

En términos técnicos, las mediciones muestran un nivel promedio de presión sonora (SPL) de 98,46 dB, siendo este muy superior al límite legal de 85 dB. Esta sobreexposición no solamente pone en riesgo la audición, sino que puede causar también fatiga, estrés, trastornos del sueño, irritabilidad e incluso afecciones cardiovasculares

La protección auditiva es un pilar esencial para el mantenimiento de la salud y la protección de los empleados en una compañía petrolera. Es esencial no solamente poner en marcha acciones específicas, sino también crear un entorno de sensibilización que fomente activamente el empleo apropiado de equipos para proteger la audición. Esta perspectiva no solamente implica proteger la capacidad auditiva de los trabajadores, sino también desarrollar una cultura de la organización que está enraizada en el bienestar y la seguridad.

Basado en los resultados obtenidos tanto a nivel de encuesta como también mediciones se debe recalcar que los niveles de ruido se encuentran excediendo los Valores Límite de Tolerancia (VLT). Por lo tanto, es de suma importancia implementar un Plan Preventivo de carácter inmediato para las áreas críticas, de igual manera, un plan general para todas las demás áreas. La salud de los empleados de la planta es una prioridad para que estos puedan desempeñar sus actividades con normalidad en un ambiente seguro, se considera esencial la instalación de barreras acústicas, también destinar los recursos y tecnología pertinente que permitan precautelar la salud y mitigar el impacto del ruido.

PROPUESTA

4.1 Introducción

Como propuesta se presenta un plan preventivo para la reducción y control de ruido en la planta de equipos petroleros ubicada en el complejo industrial base coca, mediante este plan se podrá identificar, evaluar y minimizar los niveles de exposición a ruido a los que se encuentran expuestos los trabajadores, para garantizar su salud auditiva y promover al cuidado de esta.

Mediante el presente plan se proyecta reducir los niveles e impacto que tiene la exposición a ruido industrial en los trabajadores de la planta de producción de equipos petroleros, dando prioridad en la zona de Sandblasting, considerada la de mayor criticidad por registrar un alcance de hasta 97.4 dB.

Se alinea con la siguiente normativa vigente:

- **Decreto Ejecutivo 255 del Ecuador:** Establece un límite de 85 dB para una jornada laboral de 8 horas.
- **ISO 45001:2018:** Establece una guía de controles para la eliminación de ruido en la fuente y EPP respectivo estandarizado.
- **Resolución 513 (IESS):** Establece la vigilancia médica obligatoria como medida para precautelar la salud de los trabajadores.

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo General

Disminuir los niveles de ruido dentro de la zona industrial mientras los operadores se encuentran realizando sus actividades laborales mediante la propuesta de un plan preventivo y

diferentes medidas, con el propósito de asegurar un ambiente seguro y saludable que beneficie la calidad de vida de los trabajadores mientras se cumple con los estándares normativos establecidos.

4.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar y diagnosticar los niveles actuales de ruido en el área estudiada, realizando un análisis adecuado y concreto de los niveles de ruido presentes, para identificar áreas críticas y determinar la magnitud del problema, utilizando instrumentación adecuada (sonómetro) y siguiendo las normativas establecidas.
- Desarrollar estrategias concretas para reducir los niveles elevados de ruido identificados.
- Elaborar e implementar programas de concienciación y entrenamiento para los empleados con el objetivo de resaltar la importancia de la disminución del ruido, con lo que se propicia una cultura que valore dicha reducción en el entorno laboral.

4.3 Alcance

El presente plan preventivo tiene un alcance integral y progresivo, diseñado para ejecutarse en la planta de producción de equipos petroleros del complejo industrial. Cada área de la Planta de Equipos Petroleros mantiene niveles altos de ruido, sin embargo, el área de Sandblasting se considera la más crítica, para cual se debe plantear un plan inmediato.

4.4 Fase 1: Plan Inmediato – Área de Sandblasting

Este plan integral aborda el riesgo de exposición a ruido industrial en la planta, con especial atención al área crítica de Sandblasting (97.4 dB). Combina controles técnicos, administrativos y médicos para garantizar la seguridad auditiva de los trabajadores. Cabe recalcar que las medidas propuestas son de carácter inmediato para evitar un daño mucho más progresivo en los trabajadores de esta área.

4.4.1 Medidas Técnicas

También llamados controles de ingeniería son medidas inmediatas enfocadas directamente en la fuente de ruido o el medio en el que se encuentra el trabajador, con el fin de reducir el nivel de sonido que llega al oído. Se consideran la primera barrera de protección, dado que estas actúan en la raíz del problema [41].

Tabla XXXVI.
Medidas Técnicas

Actividad	Responsable	Recursos necesarios
Refuerzo del uso obligatorio de EPP con NRR ≥ 27 y tapones auditivos	Técnico SST	Tapones auditivos y protector HPE (Figura 26)
Señalización sonora preventiva	Mantenimiento	Señalización preventiva (Figura 27)
Medición continua de NPS	Técnico SST	Sonómetro (Figura 28)

Fuente: OSHA (2023), Carrera et al. (2021)

Observaciones: Al ser medidas enfocadas a reducir el riesgo de forma correctiva, se tiene prevista su inmediata aplicación en el mes de **septiembre del 2025**.

Recursos Se presenta de manera gráfica los recursos necesarios para la aplicación de las medidas técnicas.

Figura 26.

Tapones auditivos y Protector auricular para casco HPE (NRR 27 DB)



Figura 27.

Señalización sonora preventiva



Figura 28.

Sonómetro



4.4.2 Pausas Activas

Las pausas activas ayudan a reducir la fatiga auditiva y general, mejoran la concentración y reducen el riesgo de enfermedades por exposición prolongada al ruido industrial [42]. En los siguientes puntos se realiza un detalle de estas:

Actividades Recomendadas para Pausas Activas

Se describen las actividades recomendadas para los operarios durante el tiempo asignado para pausas activas, con el fin de reducir el riesgo y fatiga producidos por la exposición continua a ruido.

Tabla XXXVII.

Actividades recomendadas en pausas activas

Tipo de Actividad	Descripción
Estiramiento de cuello y hombros	Para reducir la tensión acumulada por el uso de protectores auditivos
Respiración profunda y pausada	Disminuye la presión fisiológica asociada al estrés por ruido
Caminata breve (2-5 min) en zona silenciosa	Favorece el descanso auditivo y estimula la circulación
Movilidad de brazos y muñecas	Mejora el flujo sanguíneo y reduce la rigidez por tareas repetitivas

Fuente: Elaboración propia

Observaciones: Al ser medidas enfocadas a reducir el riesgo de forma correctiva, se tiene prevista su inmediata aplicación en el mes de **septiembre del 2025**.

Frecuencia de Pausas Activas por Área

Para mayor efectividad y control se establece un tiempo determinado de duración para realizar cada actividad recomendada, la duración varia de acuerdo con el grado de criticidad de cada área

[42].

Tabla XXXVIII.

Propuesta de pausas activas por nivel de exposición

Área / Grupo de trabajadores	Frecuencia y actividades recomendadas
Sandblasting (Nivel entre 93–97 dB)	Realizar pausas cada 90 minutos, cada una con una duración de 10 a 15 min en una zona silenciosa. Llevar a acabo ejercicios de respiración profunda, estiramiento de cuello y hombros.
Corte con Plasma (Nivel entre 71–90 dB)	Las pausas serán cada 2 horas, durante 10 min en área de descanso realizar estiramientos de brazos, relajación ocular y movilidad articular.
Armado (Nivel entre 76–86 dB)	Pausas cada 2 horas con una duración de 10 min en zona silenciosa. Realizar ejercicios de espalda y estiramientos.
Pintura (Nivel entre 80–82 dB)	Pausas cada 3 horas con una duración de 10 min en área libre de ruido. Realizar estiramientos generales y ejercicios de relajación.
Trabajadores con más de 5 años de antigüedad	Además de las pausas por área, realizar una pausa extra de 20 min a media jornada con actividades de descanso auditivo en silencio y estiramientos suaves.
Personal con presencia de síntomas auditivos	Aplicar pausas del área más una supervisión médica preventiva. Reforzar uso de EPP y pausas adicionales si se detectan molestias.

Fuente: Elaboración propia


Guía Gráfica para Pausas Activas Las pausas activas son una herramienta preventiva que permite interrumpir brevemente la jornada para realizar movimientos simples de estiramiento y

respiración. Estas actividades contribuyen a reducir el estrés físico y mental, mejorar la circulación, prevenir lesiones musculoesqueléticas y favorecer la salud auditiva al combinarse con estrategias de higiene postural y control del entorno [42].

Esta guía gráfica presenta ejercicios prácticos adaptados al entorno industrial, que pueden realizarse en pocos minutos y sin necesidad de equipos especiales:

Figura 29.

Guía 1 - Estiramiento



ESTIRAMIENTO

1. Lleve ambas manos hacia atrás, junte las palmas con los dedos hacia arriba e intente subir las manos lo más posible.
2. Lleva la mano derecha hacia atrás y ejerza presión hacia abajo con la mano izquierda.
3. Realice el mismo movimiento con la mano izquierda.
4. Entre cruce los dedos y extienda los brazos hacia arriba puede ponerse de puntillas para lograr un mayor estiramiento.

Figura 30.

Guía 2 - Espalda

ESPALDA

1. Doble la mano derecha hacia atrás e intente sujetar la mano izquierda.
2. Repita con el lado contrario.
3. Ubíquese de espaldas a un compañero y extienda sus brazos hasta juntar las palmas de las manos, sin llevarlas hacia atrás
4. Entrelace los brazos con los de su compañero e inclínese suavemente hacia adelante.
5. Ponga sus manos en el hombro de un compañero y flexione el tronco hacia adelante.
6. Realice un suave masaje en la espalda de un compañero, sin tocar su columna






Figura 31.
Guía 3 - Cuello



CUELLO

1. Incline el cuello hacia el lado izquierdo sin elevar el hombro, trate de tocarlo con su oreja.
2. Repita el movimiento hacia la derecha.
3. Flexione el cuello hacia adelante hasta que toque su pecho con el mentón.
4. Extiende el cuello hacia atrás hasta donde le sea posible.


Figura 32.
Guía 4 - Brazos



BRAZOS

1. Extienda los brazos hacia adelante con los dedos entrecruzados y flexiona un poco las rodillas.
2. Con los brazos hacia atrás, entre cruce los dedos de las manos, flexione el tronco y suba los brazos hasta donde le sea posible

Figura 33.
Guía 5 - Vista

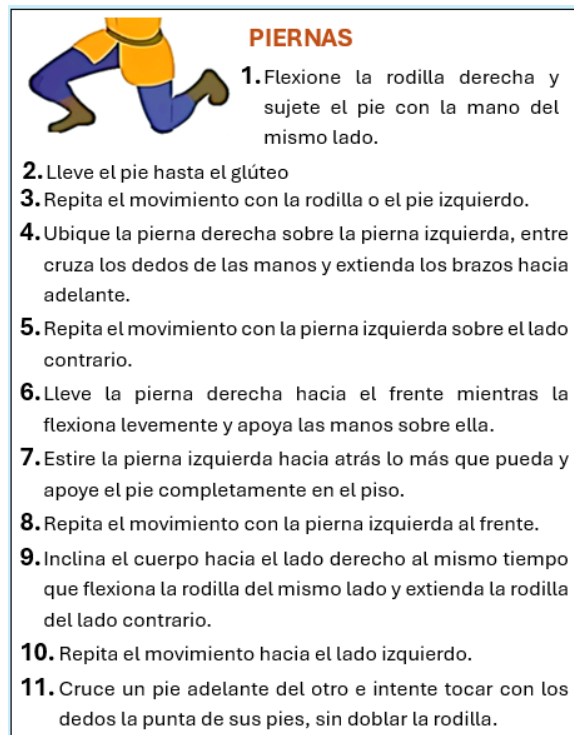


VISTA

1. Mire fijamente el dedo índice de su mano durante 5 segundos.
2. Mueva el dedo hacia el lado derecho mientras lo ve fijamente.
3. Repita este movimiento hacia la izquierda.

Figura 34.

Guía 6 - Piernas



4.4.3 Cambios de Turno

En la tabla 39 propone lineamientos para realizar cambios de turno efectivos, priorizando la seguridad, la trazabilidad de la información y el bienestar del personal. Un relevo adecuado fortalece la cultura preventiva, minimiza los riesgos asociados al trabajo en ambientes ruidosos o de alta exigencia y contribuye al buen clima laboral [41].

Tabla XXXIX.

Cambio o rotación de turnos en la jornada laboral

Tipo de Turno	Frecuencia sugerida de cambio y recomendación
14/7	Rotación por área de trabajo cada 4 días, asegurando 3 días de descanso al finalizar el ciclo. Se recomienda reducir la exposición durante los últimos 2 días de trabajo antes del descanso.
21/7	Rotación cada 7 días con 2 días de descanso. Es fundamental realizar una evaluación médica al personal cada 3 semanas de ciclo continuo.
5/2	Aplicación semanal de audiometría rápida (test básico) para monitoreo.

Fuente: Elaboración propia

Observaciones: Al ser medidas enfocadas a reducir el riesgo de forma correctiva, se tiene prevista su inmediata aplicación en el mes de **septiembre del 2025**.

4.4.4 Aislamiento Acústico

El aislamiento acústico es una solución que puede reducir el ruido en aproximadamente 25 dB, llevando los niveles a 72.4 dB, muy por debajo del límite permisible. La cabina debe incluir ventanas de observación para mantener la visibilidad del proceso, sin comprometer la calidad [43].

Se considera una medida eficaz para contrarrestar el riesgo crítico que presenta el área de Sandblasting, su aplicación no se considera inmediata, sin embargo, sigue siendo obligatoria y debe seguir un cierto proceso detallado en la tabla 40.

Proceso de Implementación por Etapas

Tabla XL.

Proceso de implementación de barrera acústica

Fase	Actividad específica	Duración estimada	Responsable
1. Diagnóstico técnico-acústico	Medición de frecuencias, fuentes de ruido y rutas de transmisión	1 semana	Consultor acústico
2. Diseño de la barrera acústica	Plano técnico, materiales requeridos, simulación de absorción	2 semanas	Ingeniero acústico
3. Presupuesto y análisis costo-beneficio	Cotización de materiales y estimación de reducción sonora esperada	1 semana	Área de proyectos
4. Aprobación administrativa	Firma de autorización por gerencia y SST (Seguridad y Salud en el Trabajo)	3 días	Gerencia + SST
5. Adquisición de materiales	Compra de paneles, estructura soporte, espuma acústica, sellantes	1 semana	Compras
6. Construcción de la barrera acústica	Instalación en sitio con interrupciones mínimas al proceso	2 semanas	Contratista externo
7. Evaluación post-instalación	Verificación de reducción sonora y adecuación del entorno	3 días	Técnico SST

Fuente: Elaboración propia. ISO 11690-1, 11690-2 y 11690-3

Figura 35.

Barrera acústica referencial



Cronograma de Implementación Estimado

El siguiente cronograma para la implementación de una barrera acústica presenta una planificación tentativa a partir del mes de octubre.

Tabla XLI.

Cronograma de implementación para barrera acústica

Semana	Actividades principales
Semana 1 (01–05 oct)	Diagnóstico técnico-acústico
Semana 2–3 (06–19 oct)	Diseño técnico y simulación de barrera
Semana 4 (20–26 oct)	Estimación de costos y presentación para aprobación
Semana 5 (27–31 oct)	Aprobación administrativa y gestión de compras
Semana 6–7 (01–15 nov)	Construcción e instalación en campo
Semana 8 (16–18 nov)	Medición post-instalación y entrega final

Fuente: Elaboración propia. ISO 11690-1, 11690-2 y 11690-3

Tipo de Barrera Acústica Sugerida

Tabla XLII.

Barrera acústica sugerida

Elemento	Descripción técnica
Paneles de lana de roca	Absorción acústica ≥ 35 dB, resistentes al calor y vibraciones
Estructura metálica modular	Soporte independiente que no interfiera con la estructura de planta
Espuma acústica de alta densidad	Para áreas internas o esquinas de resonancia
Vidrio acústico (opcional)	Si se requiere visibilidad operativa entre áreas
Sellado perimetral	Uso de caucho, silicona o neopreno para evitar fugas sonoras

Fuente: Elaboración propia. ISO 11690-1, 11690-2 y 11690-3

4.5 Fase 2: Plan General – Áreas Corte, Armado y Pintura

Se establece un plan preventivo para las áreas que presentan exposición a ruido de grado preventivo. El plan busca reducir la exposición continua y fomentar una cultura preventiva.

4.5.1 Acciones Generales

Al ser un plan general, las acciones están previstas aplicarse de manera coordinada, para ello aquí se propone un cronograma estimado, dado que su aplicación debe darse una vez realizadas las medidas correctivas en las áreas más críticas.

Tabla XLIII.

Acciones generales

Acción	Responsable	Cronograma estimado	Recursos estimados
Capacitaciones técnicas en prevención del ruido	Coordinador SST	10–15/09/2025	Material, sala, certificado
Evaluación de EPP actual	Médico Ocupacional	15/09/2025	Informe técnico
Señalización en toda la planta	SST + mantenimiento	20–25/09/2025	Letreros, cinta
Diseño de programa de pausas por turno	Supervisor general	25–30/09/2025	Cronograma por puesto
Medición de eficacia de medidas (seguimiento)	SST	01/10 y 30/10/2025	Nuevas mediciones

Fuente: Elaboración propia. NIOSH (2022)

4.5.2 Vigilancia Epidemiológica

La vigilancia epidemiológica tiene como objetivo detectar de forma temprana alteraciones auditivas causadas por la exposición crónica a niveles de ruido superiores a los 85 dB. Para ello, se proponen herramientas periódicas de monitoreo, clasificadas en evaluaciones cualitativas (encuestas de síntomas) y cuantitativas (biometría auditiva) [44].

Resumen de Herramientas de Vigilancia

Este resumen presenta las principales herramientas utilizadas para establecer un control efectivo sobre las condiciones de trabajo, fortalecer la prevención y cumplir con la normativa vigente en seguridad y salud ocupacional.

Tabla XLIV.

Vigilancia epidemiológica

Herramienta	Objetivo	Frecuencia	Responsable	Resultados esperados
Encuesta de síntomas auditivos	Detectar molestias auditivas iniciales como zumbido o dificultad de escucha	Cada 4 meses	Médico ocupacional	Identificación de sospechosos
Audiometría ocupacional	Medir umbrales auditivos y detectar pérdida progresiva	Ingreso, anual, post-exposición crítica	Personal de salud capacitado	Clasificación del estado auditivo individual

Fuente: Elaboración propia. INSST España (2022)

Cronograma Anual de Vigilancia Epidemiológica

Se propone el siguiente cronograma tentativo:

Tabla XLV.

Cronograma vigilancia epidemiológica

Mes	Actividad principal	Área objetivo	Observación
Enero	Audiometría de línea base (nuevo personal)	Toda la planta	Evaluación inicial
Marzo	Encuesta de síntomas auditivos N°1	Sandblasting y Corte	Revisión de síntomas subjetivos
Junio	Encuesta de síntomas auditivos N°2	Armado y Pintura	Revisión general en rotaciones
Julio	Audiometría de control semestral (casos críticos)	Sandblasting	Verificación progresiva
Septiembre	Encuesta de síntomas auditivos N°3	Toda la planta	Cobertura general
Diciembre	Audiometría anual comparativa	Toda la planta	Informe anual y decisiones

Fuente: Elaboración propia. INSST España (2022)

4.5.3 Educación y Cultura Preventiva

La Gerencia tiene la responsabilidad de propiciar el conocimiento y la participación de todos los niveles de la organización, promoviendo la cooperación de trabajadores y demás personal en la adopción de prácticas seguras y medidas de control mediante:

- Charlas mensuales: Efectos del ruido y uso de EPP.
- Simulacros: Respuesta ante exposiciones críticas [45].

Tabla XLVI.
Cultura preventiva

Tema	Objetivo	Responsable	Cronograma estimado	Duración
Uso adecuado de protectores auditivos	Evitar mal uso y mejorar protección	Médico Ocupacional	11/09/2025	1 hora
Normativas legales (Decreto 255, ISO 45001)	Conocer límites, obligaciones y derechos	Coordinador SST	12/09/2025	1.5 horas
Señalización y pausas activas	Fomentar participación y cumplimiento	Supervisor de Seguridad	13/09/2025	2 horas
Cultura preventiva y vigilancia epidemiológica	Detectar síntomas, reportar a tiempo	Psicólogo ocupacional	14/09/2025	1.5 horas

Fuente: Elaboración propia. INSST España (2022)

Se estima que mediante los talleres interactivos los trabajadores cambien su actitud tras experimentar una pérdida auditiva simulada [45].

4.6 Indicadores de Gestión y Resultados

Se deben establecer indicadores que midan gestión y resultados del sistema.

Tabla XLVII.
Gestión de indicadores

Indicador	Gestión
Mediciones ambientales	Realizadas/programadas
Mejoras implementadas	Implementadas/programadas
Capacitación y entrenamiento	Realizada/programada (cobertura)
Seguimiento audiométrico	Ejecutadas/programadas (cobertura)

Fuente: Elaboración propia. OSHA (2022)

Los indicadores de gestión y resultado mostrados permiten monitorear la efectividad de las acciones preventivas frente a la exposición a ruido en el entorno laboral. A través de mediciones ambientales, capacitaciones, seguimiento audiométrico y mejoras implementadas, se evalúa si las medidas de control están siendo aplicadas correctamente. Por otro lado, los indicadores de resultado, como los cambios en el umbral auditivo (STS o pérdida permanente), permiten identificar daños tempranos o permanentes en la salud auditiva de los trabajadores, facilitando una respuesta oportuna para prevenir mayores afectaciones y mejorar las condiciones laborales [45].

4.7 Estimación de Costos y Retorno de la Inversión

La implementación del plan preventivo requiere una inversión inicial distribuida en dos fases: medidas inmediatas para el área crítica (Sandblasting) y acciones generales para el resto de las áreas expuestas (corte, armado y pintura). Esta sección detalla los costos estimados por fase, así como un análisis de retorno de la inversión (ROI) y costo-beneficio a mediano plazo [46].

4.7.1 Costos Estimados – Fase 1: Medidas Inmediatas para Sandblasting

Tabla XLVIII.

Costo estimado Fase 1

Ítem	Descripción	Costo estimado (USD)
Evaluación técnica inicial	Medición sonora, identificación de riesgos y rutas de transmisión	200
Diseño de barrera acústica	Planos, selección de materiales y simulación de absorción	300
Adquisición de materiales acústicos	Paneles de lana de roca, estructura metálica, espuma, sellantes	1200
Mano de obra para instalación	Contratista especializado en aislamiento industrial	600
Medición post-instalación	Verificación de reducción con sonómetro calibrado	100

Subtotal Fase 1: 2400 USD

Fuente: Elaboración propia

4.7.2 Costos estimados – Fase 2: Acciones Generales para Otras Áreas

Tabla XLIX.

Costo estimado Fase 2

Ítem	Descripción	Costo estimado (USD)
Capacitaciones (4 sesiones)	Talleres técnicos y culturales en prevención y normativa legal	250
Señalización de áreas ruidosas	Letreros, pintura de piso, cintas reflectivas y adhesivos	150
Evaluación de EPP auditivo existente	Ficha técnica, revisión de estado y ajuste de inventario	100
Renovación de protectores auditivos	Compra de protectores de alta atenuación para 20 personas	400
Pausas activas y cronogramas de turnos	Diseño de zonas de descanso y planificación operativa	150
Monitoreo periódico (encuestas y audiometría)	Materiales impresos, software de registro y médicos externos	300

Subtotal Fase 2: 1350 USD

Fuente: Elaboración propia

4.7.3 Análisis de Retorno de Inversión (ROI) y Costo-Beneficio

Basado en referencias de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y estudios nacionales de seguridad industrial, las empresas que implementan planes de prevención de ruido pueden lograr un ahorro de hasta 2 veces la inversión en un año, debido a:

- Reducción del ausentismo laboral (por molestias, fatiga, migrañas, zumbido, etc.).
- Reducción de errores en trabajadores a causa de la falta de concentración.

- Prevención de enfermedades auditivas que repercuten en la vida del operario y desencadenan en indemnizaciones y procedimientos costosos.
- Disminución de riesgos legales y demandas por falta de cumplimiento a normativas (Decreto 255).
- Mejora en la productividad por menor fatiga auditiva cita.

Se establecen valores estimados en base a la normativa vigente esto permite saber cual es el beneficio que la empresa puede percibir al aplicar el plan propuesto, mediante las siguientes estimaciones:

Tabla L.

Proyección económica anual

Concepto	Valor estimado (USD)
Pérdidas evitadas por ausentismo (10 días x 8 trabajadores)	1600
Reducción de errores en producción (2 % de lotes mensuales)	2000
Evitar sanción por incumplimiento legal (por falta de control auditivo)	2000
Costo evitado en tratamiento y compensación por hipoacusia	1600
Beneficio económico anual aproximado	7200

Fuente: Elaboración propia. DE 255, ISO 45001

Para evaluar la viabilidad económica de la propuesta, se aplicará una fórmula simplificada de análisis costo-beneficio, definida como:

$$\text{Relación CB} = \frac{\text{Beneficio estimado}}{\text{Costo estimado del Plan}}$$

Donde:

- **Costo total de implementación** = \$3,750

(suma de las fases 1 y 2 del plan preventivo)

- **Beneficio estimado** = \$7,200

(valor proyectado por cumplimiento legal, prevención de incapacidades auditivas y mejoras en el entorno de trabajo)

$$\text{Relación CB} = \frac{7200}{3750}$$

$$\text{Relación CB} = 1,92$$

Esto significa que, por cada dólar invertido, se obtiene un retorno estimado de 1.92 dólares en beneficios operativos y funcionales para la planta.

Esta relación justifica la inversión preventiva, dado que el beneficio supera ampliamente el costo, y posiciona a la planta en cumplimiento con la normativa de salud y seguridad ocupacional vigente.

CONCLUSIONES

- Para el presente trabajo de grado se estableció la respectiva fundamentación teórica que permitió comprender a profundidad los mecanismos físicos, fisiológicos y normativos que rigen la exposición al ruido industrial. Las normativas nacionales e internacionales como el Decreto Ejecutivo 255 del Ecuador, la NTC 3522 y la norma ISO 45001:2018, establecen parámetros claros que se deben cumplir para prevenir daños auditivos. Sin embargo, el análisis evidenció que muchas de estas regulaciones no se aplican de forma sistemática en la empresa estudiada, especialmente en lo que respecta al monitoreo continuo, el uso permanente de protección auditiva y la realización de controles médicos periódicos. El marco teórico también resaltó que la exposición prolongada al ruido es un riesgo latente que puede generar no solo hipoacusia, sino también estrés, irritabilidad, fatiga, y afecciones cardiovasculares.
- Se realizaron las respectivas mediciones en las cuatro áreas de la planta, estas nos permitieron identificar que la zona más crítica es el área de Sandblasting, su nivel de presión sonora sobrepasa los límites legales establecidos en el Decreto Ejecutivo del Ecuador, mismo que dispone no superar los 85 dB en una jornada laboral de 8 horas. Los resultados de Sandblasting arrojan un NPS de 98.46 dB y una dosis de exposición de 4,85 (al ser mayor que 1 representa un riesgo). El tiempo de exposición permisible es de 74 min por jornada laboral, sin embargo en esta planta los operarios tienen jornadas de 8 a 10 horas. Expuesto lo anterior es claro el riesgo inminente al que se encuentran expuestos los operadores de esta área. El equipo de protección personal con el que cuentan los trabajadores no ofrece una atenuación que esté acorde a los niveles de ruido a los que se encuentran expuestos. Todos estos hallazgos confirman que los trabajadores pueden sufrir un daño temporal o permanente en su salud auditiva si no se toman medidas inmediatas que precautelen su seguridad.
- Se realizó una propuesta con las respectivas medidas para controlar el nivel de ruido industrial en las distintas áreas operativas, se prioriza la preservación de la salud auditiva y general de los trabajadores. Garantizando de esta forma un entorno laboral más seguro

y propicio para el rendimiento óptimo de sus labores. El enfoque en la preservación de la salud auditiva y el bienestar general de los trabajadores refleja un compromiso con la responsabilidad social corporativa y la calidad del entorno laboral. Las medidas propuestas para controlar el nivel de ruido no solo buscan cumplir con las normativas y estándares de seguridad, sino que también tienen un efecto directo que puede llegar a afectar en la calidad de vida de los empleados. Al proporcionar un entorno laboral más seguro y saludable, se fomenta la moral y la satisfacción de los trabajadores, lo que puede resultar en una mayor retención del personal y un rendimiento laboral óptimo

RECOMENDACIONES

- Dada la exposición significativa al ruido que generan distintas maquinas, es necesario implementar medidas inmediatas para reducir la emisión sonora de estas, tomando en cuenta además la seguridad y bienestar de los trabajadores, se sugiere la revisión de procesos para minimizar impactos sonoros. Se recomienda la implementación de un programa de mantenimiento particular, enfocado en reducir el sonido emitido. Para esto se deben llevar a cabo revisiones periódicas de los componentes mecánicos y de los sistemas de escape, reemplazar o reparar las piezas que estén desgastadas y que generen ruido, y utilizar lubricantes de excelente calidad. Se podría también incluir revisiones acústicas durante el proceso de mantenimiento para identificar y tratar potenciales fuentes de ruido. Esta perspectiva proactiva no solo optimizará la eficiencia operativa de los equipos, sino que además disminuirá en gran medida la generación de ruido, lo que generará un ambiente laboral más seguro y comfortable para los empleados.
- Basado en los resultados obtenidos con anterioridad y tomando en cuenta las zonas donde se realizó el estudio existen puntos críticos en cuanto a niveles de ruido los cuales superan los valores límites permisibles, se recomienda tomar en cuenta la implementación de nuevas tecnologías, entre una de ellas y muy importante es la adecuación de Paneles de absorción acústica específicamente para entornos industriales, ya que estos diseñados para resistir la humedad, suciedad, y la exposición a los cambios de temperatura, además de su función principal la cual es reducir, corregir y absorber la contaminación acústica en espacios cerrados . Este tipo de tecnología puede ayudar a mejorar el bienestar, desempeño laboral y eficacia en las actividades laborales de los trabajadores que están expuestos a los altos niveles de ruido durante su jornada laboral.
- Capacitar a los trabajadores sobre la importancia de utilizar el equipo de protección auditiva de manera correcta es fundamental para fomentar su uso efectivo en el entorno laboral. A través de demostraciones prácticas que ilustren cómo usar los tapones para los oídos y los protectores auditivos tipo orejeras, los trabajadores pueden sentirse más cómodos y seguros al emplear este equipo durante la ejecución de sus actividades laborales. Además,

incentivar el cuidado de la salud auditiva mediante reconocimientos y recompensas a aquellos empleados que demuestren un compromiso destacado y contribuyan activamente a la implementación de medidas de control de ruido, no solo fortalece la conciencia sobre esta importante cuestión, sino que también fomenta una cultura laboral donde la seguridad y el bienestar son prioridades compartidas.

- Si los niveles de ruido comienzan a intervenir de tal manera que los trabajadores no puedan realizar sus labores con normalidad, se recomienda que exista una mejor distribución de los espacios donde se realizan las labores, de tal manera que se separen los puntos que causan mayor concentración de ruido de aquellos puntos que no tienen un impacto negativo en los trabajadores. Se podría considerar la posibilidad de crear o establecer áreas específicas para realizar labores donde los niveles de ruido sobrepasen los límites y la protección auditiva aumente sin afectar las comunicaciones entre trabajadores logrando así cuidar la integridad de quienes deben cumplir funciones dónde los altos niveles de ruido a los que se exponen están directamente relacionados con las actividades que cumplen.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. M. A. Tejena, “Afectación auditiva en personal expuesto a ruido industrial en una empresa manufacturera,” *Revista San Gregorio*, vol. 0, págs. 139-155, 51 sep. de 2022, ISSN: 1390-7247. DOI: 10.36097/rsan.v0i51.2032. dirección: <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/2032>.
- [2] M. Y. L. Valdepeña, M. A. V. Barbosa y J. F. Guerra, “Condiciones laborales y riesgos para la salud en recolectores de basura,” *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, vol. 11, 1 jun. de 2021, ISSN: 2322-634X. DOI: 10.18041/2322-634X/RCSO.1.2021.5898. dirección: https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/rc_salud_ocupa/article/view/5898.
- [3] Dom, “Patologías asociadas a la actividad laboral: Una visión desde la salud ocupacional Patologías asociadas a la actividad laboral: Una visión desde la salud ocupacional Pathologies associated with work activity: A vision from occupational health Patologias associadas à atividade laboral: uma visão da saúde ocupacional,” vol. 8, págs. 735-745, 2022. DOI: 10.23857/dc.v8i3. dirección: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>.
- [4] L. J. D. Arteaga, R. B. Cruz y E. L. M. Macías, “Normativas en seguridad y salud ocupacional,” *Revista San Gregorio*, vol. 1, 40 sep. de 2020, ISSN: 1390-7247. DOI: 10.36097/rsan.v1i40.1406. dirección: <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/1406>.
- [5] M. del Trabajo, “DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS mayo de 2024.
- [6] J. A. Calderón, M. J. Becerra y G. A. R. Duque, “Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura,” *Revista Tecnura*, vol. 20, pág. 152, 49 sep. de 2016, ISSN: 2248-7638. DOI: 10.14483/UDISTRITAL.JOUR.TECNURA.2016.3.A10.

- [7] M. S. C. Landazabal, J. T. P. Ordosgoitia, C. A. S. Sierra, V. P. O. Vélez y L. E. V. Ortiz, “Reducción de ruido industrial en un proceso productivo metalmeccánico: Aplicación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma,” *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 15, págs. 41-48, 30 ene. de 2021, ISSN: 1909-8367. DOI: 10 . 31908 / 19098367 . 1819. dirección: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672021000200041&lng=en&nrm=iso&tlng=es%20http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-83672021000200041&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- [8] É. A. S. Guerrero, J. E. N. Marneou, L. J. A. Peña y O. D. Licandro, “Diagnóstico situacional en microempresas mexicanas: fracaso o sobrevivencia empresarial,” *Revista de ciencias sociales*, ISSN-e 1315-9518, Vol. 26, N°. 1, 2020, págs. 61-76, vol. 26, págs. 61-76, 1 2020, ISSN: 1315-9518. dirección: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7384406&info=resumen&idioma=ENG%20https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7384406&info=resumen&idioma=SPA%20https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7384406>.
- [9] A. L. Arévalo, *A. L. Arévalo, «Riesgos Laborales,» Repositorio, Ambato, 2020. - Buscar con Google*, 2020. dirección: https://www.google.com/search?q=A.+L.+Ar%C3%A9valo%2C+%C2%ABRiesgos+Laborales%2C%2%BB+Repositorio%2C+Ambato%2C+2020.&oq=A.+L.+Ar%C3%A9valo%2C+%C2%ABRiesgos+Laborales%2C%2%BB+Repositorio%2C+Ambato%2C+2020.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzg2MmowajSoAgCwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8.
- [10] V. De, I. Gabriela, K. E. Nogales, I. Paola, A. Ortiz y E. Mgs, “Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial de la empresa IDUACERO CIA LTDA,” sep. de 2022. dirección: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9749>.
- [11] INACAL, “NTP-ISO 1996-1-2020,” 2020.
- [12] ICONTEC, “NTC 3522-2005,” inf. téc., dic. de 2005.

- [13] “Tesla Revista Científica,” *Tesla Revista Científica*, vol. 3, e251-e251, 2 nov. de 2021, ISSN: 2796-9320. DOI: 10.55204/TRC.V3I2.E251. dirección: <https://tesla.puertomaderoeditorial.com.ar/index.php/tesla/article/view/251>.
- [14] “Pérdida auditiva y exposición laboral a ruido en minería: una revisión sistemática,” *Medicina y Seguridad del Trabajo*, vol. 68, págs. 36-55, 266 mar. de 2022, ISSN: 0465-546X. DOI: 10.4321/S0465-546X2022000100004. dirección: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2022000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=en%20https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0465-546X2022000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=en.
- [15] S. H. M. Cedeño, “Tesla Revista Científica,” *Tesla Revista Científica*, vol. 4, e309-e309, 1 mar. de 2021, ISSN: 2796-9320. DOI: 10.55204/TRC.V4I1.E309. dirección: <https://tesla.puertomaderoeditorial.com.ar/index.php/tesla/article/view/309>.
- [16] IESS, “RESOLUCIÓN C.D. 513 REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO,” inf. téc., 2017.
- [17] “Deficiencia, discapacidad y minusvalía auditiva,” *Auditio*, vol. 3, págs. 19-31, 1 sep. de 2021, ISSN: 1577-3108. DOI: 10.51445/sja.auditio.vol3.2006.0035. dirección: <https://journal.auditio.com/auditio/article/view/35%20https://journal.auditio.com/auditio/article/view/35>.
- [18] D. A. M. Mayorga y E. A. A. Morejón, “Hipoacusia inducida por ruido ocupacional (revisión de la literatura),” *Recimundo*, vol. 6, n.º 3, págs. 276-283, 2022.
- [19] M. Rodríguez-Ferreiro, M. Durán-Bouza y V. Marrero-Aguiar, “Analysis of the Spanish Auditory Test of Speech in Noise (PAHRE) in a Population with Hearing Loss,” *Audiology Research*, vol. 14, págs. 861-874, 5 oct. de 2024, ISSN: 20394349. DOI: 10.3390/audiolres14050073.
- [20] G. A. Chiriboga-Larrea, “Effects on the health of workers in a poultry farm Efectos en la salud de los trabajadores de una avícola,” vol. 3, págs. 2-8, 3 2023. DOI: 10.5281/zenodo.10048535. dirección: <https://orcid.org/0000-0001-6324-668X>.

- [21] L. I. E. Soto-Chávez, J. I. W. Ugalde-Vicuña y L. B. C.-C. III, “Evaluación de la Exposición a agentes de riesgo físico en centros de salud Evaluation of Exposure to agents of physical risk in health centers Avaliação da exposição a agentes de risco físico em centros de saúde,” vol. 5, págs. 424-439, 2020. DOI: 10 . 23857 / pc . v5i10 . 1816. dirección: <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>.
- [22] M. A. De, L. G. Gutiérrez, J. Carlos y R. Ledezma, “La salud y sus determinantes, promoción de la salud y educación sanitaria La salud y sus determinantes, promoción de la salud y educación sanitaria Health and its determinants, health promotion and health education,” DOI: 10 . 19230/jonnpr . 3215.
- [23] R. Brasileira, S. Ocupacional, M. Silva-Peñaherrera, P. Merino-Salazar, F. G. Benavides y M. López-Ruiz, “La salud ocupacional en Ecuador: una comparación con las encuestas sobre condiciones de trabajo en América Latina,” *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, vol. 45, e20, ago. de 2020, ISSN: 0303-7657. DOI: 10 . 1590/2317-6369000010019. dirección: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/tHMyXrBb9cwQQ4rbkbcWbvP/?lang=es>.
- [24] “Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial - sector metalmecánico,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, págs. 3148-3163, 2 abr. de 2022, ISSN: 2707-2215. DOI: 10 . 37811/CL_RCM.V6I2.2081. dirección: <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2081/3010%20https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2081>.
- [25] G. A. A. Moscoso y J. M. O. Gordillo, *Factores de riesgo asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa de reacondicionamiento, perforación y pistoneo de pozos petroleros en Orellana, Ecuador periodo octubre 2022 – junio 2023*, 2024. dirección: <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/43393>.
- [26] M. A. M. Said, Z. Wellun y N. K. Khamis, “Effects of Noise Hazards towards Physiology Especially Heart Rate Performance among Worker in Manufacturing Industry and Their Prevention Strategies: A Systematic Review,” *Iranian Journal of Public Health*, vol. 51,

- pág. 1706, 8 ago. de 2022, ISSN: 22516093. DOI: 10.18502/IJPH.V51I8.10251.
dirección: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9546807/>.
- [27] M. del Trabajo, “DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS
mayo de 2024.
- [28] IESS, “RESOLUCIÓN C.D. 513 REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE
RIESGOS DEL TRABAJO,” inf. téc., 2017.
- [29] ISO, “ISO 45001:2018,” inf. téc., 2018. dirección: www.iso.org.
- [30] “La norma ISO 45001:2018 y la reducción de accidentabilidad en empresas resilientes.
Una revisión sistemática,” *AlfaPublicaciones*, vol. 4, págs. 187-213, 3.1 ago. de 2022,
ISSN: 2773-7330. DOI: 10.33262/ap.v4i3.1.247. dirección: <https://alfapublicaciones.com/index.php/alfapublicaciones/article/view/247>.
- [31] “¿Cómo analizar contenidos digitales?: Una revisión de enfoques para la investigación
en proyectos multimodales, transmedia y multiplataforma,” *Miguel Hernández
Communication Journal*, ISSN-e 1989-8681, N.º. 15, 2024, págs. 295-321, págs. 295-321,
15 2024, ISSN: 1989-8681. DOI: 10.21134/3wag2c48. dirección: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9678308&info=resumen&idioma=ENG%20https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9678308&info=resumen&idioma=SPA%20https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9678308>.
- [32] “Evaluación ergonómica en el teletrabajo: una revisión sistemática de herramientas
utilizadas,” *CienciAmérica*, vol. 12, 1 jun. de 2023, ISSN: 1390-9592. DOI: 10.33210/CA.V12I1.416. dirección: <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/416/901%20https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/416%20https://www.cienciamerica.edu.ec/>.
- [33] C. Kling et al., “Specifications and testing strategies for measurement devices for noise
exposure determination in the infrasound frequency range,” 2021. DOI: 10.7795/EMPIR.19ENV03.RE.20210609. dirección: <https://doi.org/10.7795/EMPIR.19ENV03.RE.20210609>.




- [34] *SERTECPET*. dirección: <https://www.sertecpet.com/>.
- [35] B. Zhou y J. Zhang, “Occupational epidemiological characteristics of noise-induced hearing loss and the impact of combined exposure to noise and dust on workers’ hearing—a retrospective study,” *Frontiers in Public Health*, vol. 12, 2024, ISSN: 22962565. DOI: 10.3389/fpubh.2024.1488065.
- [36] “[Cognitive impairment in hearing impaired patients compared to normal hearing patients].,” *Revista medica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, vol. 63, e6509, 3 mayo de 2025, ISSN: 2448-5667. DOI: 10.5281/zenodo.15178442. dirección: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/40332388><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC12122063>.
- [37] J. R. Molina-Delgado, “Hipoacusia neurosensorial laboral por exposición al ruido Occupational sensorineural hearing loss due to noise exposure,” *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas Multidisciplinary Journal Investigative Perspectives*, vol. 3, págs. 20-25, 2 2023. DOI: 10.5281/zenodo.10049358. dirección: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10049358>.
- [38] “MAKE LISTENING SAFE,” inf. téc.
- [39] *Mediciones de Ruido Laboral/Industrial/ Ocupacional: Higiene Industrial, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional Ecuador: RUIDO, LABORAL, OCUPACIONAL, SEGURIDAD, INDUSTRIAL, QUITO, GUAYAQUIL, CUENCA, ECUADOR*. dirección: https://www.higieneindustrialyambiente.net/ruido-laboral-ocupacional-seguridad-industrial-quito-guayaquil-cuenca-ecuador.php?p=15&t=Mediciones-de-Ruido-Laboral%2FIndustrial%2F-Ocupacional&tablajb=ruido&utm_source=chatgpt.com.
- [40] D. David, S. Calderón y A. B. Marrugo, “EXPOSICION A RUIDO OCUPACIONAL Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD AUDITIVA DE TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA METALMECÁNICA EXPOSURE TO OCCUPATIONAL NOISE AND ITS IMPACT ON THE HEARING HEALTH OF WORKERS IN THE METALMECHANICAL INDUSTRY,” ISSN: 2711-2934.

- [41] C. Gisela, F. Salgado y V. William, "Management of occupational exposure to noise at the technology transfer center for training and research in vehicle emission control (CCICEV) of the escuela politécnica nacional," *Revista Politecnica*, vol. 48, págs. 21-32, 2 nov. de 2021, ISSN: 24778990. DOI: 10.33333/RP.VOL48N2.02.
- [42] B. G. González-Dota y R. F. Silva-Caicedo, "Efectividad de las pausas activas en la mejora del ambiente laboral en la pequeña minería [Effectiveness of active breaks in improving the working environment in small-scale mining]," *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, vol. 4, págs. 66-73, especial mar. de 2024. DOI: 10.62574/rmpi.v4iespecial.110.
- [43] J. S. Pumaleque Nina y G. B. Calla Jilaja, "Implementación de barreras acústicas mediante el método de cerramiento rígido para reducir el ruido a niveles permisibles del molino ubicado en el área de molienda de RRSS del municipio de Yanahuara Arequipa 2022," 2024.
- [44] H. J. de la Cruz Pico, S. A. A. Nolivos, P. A. A. Castro y A. D. R. Morán, "Importancia de la seguridad, salud ocupacional y vigilancia epidemiológica en empresas ecuatorianas: incidencia en la satisfacción laboral," *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, vol. 4, n.º 1, págs. 98-112, 2022.
- [45] "Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para la prevención de accidentes laborales en empresas mineras," *Llamkasun*, vol. 3, págs. 112-118, 1 mar. de 2022. DOI: 10.47797/llamkasun.v3i1.90.
- [46] R. E. Enco Ramirez, "Propuesta de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para prevenir costos por accidentes en una empresa de confecciones en Trujillo," 2021.

ANEXOS

Figura 36.

ANEXO 1 - Registro de mediciones

  		REGISTRO DE MEDICIONES RUIDO				Versión: PROY-FR-003 Fecha Elaboración: 28-NOV.-2023 Nivel: SST-6° SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	
Equipo Utilizado: Sonometro / Marca: CENTER TECHNOLOGY / Ref: Integrador 390							
FECHA	ÁREA	MÁQUINA / PUNTOS DE MEDICIÓN	VALOR LIMITE PERMISIBLE (8 HORAS LABORALES)			MEDIDAS DE CONTROL	RECOMENDACIONES
			HORA	VALORES MAXIMOS (db)	VALORES MINIMOS (db)		
04 de Diciembre de 2023	Producción	1. Mecanizado de Herramientas	09h40	84	53,6	1. Protección Auditiva (Orejeras). 2. Charlas Preparativas. 3. Pausas Activas	1. Realizar un control de uso de protección auditiva durante la jornada laboral
		2. Fresado	10h21	98,1	96,6	1. Protección Auditiva (Orejeras). 2. Charlas Preparativas. 3. Pausas Activas	
		3. Corte (Sierra)	09h55	103,1	73,7	1. Protección Auditiva (Tapones). 2. Charlas Preparativas. 3. Pausas Activas	
		4. Tomeado	10h31	74,8	71,3	1. Protección Auditiva (Tapones). 2. Charlas Preparativas. 3. Pausas Activas	
05 de Diciembre de 2023	ASME (PRIMERA MEDICIÓN)	Punto 1.	06h46	57,2	48,2	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	1. Realizar un control de uso de protección auditiva durante la jornada laboral. 2. Mantener la protección auditiva todo el tiempo mientras se realicen las actividades. 3. Establecer un estándar en el uso de tapones para la protección auditiva.
		Punto 2.	06h49	82,8	45,6	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
		Punto 3.	06h53	92,9	45,5	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
		Punto 4.	06h55	55,5	38,2	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
	ASME (SEGUNDA MEDICIÓN)	Punto 1.	09h21	80,8	62,2	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
		Punto 2.	09h23	75,6	70,1	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
		Punto 3.	09h29	90,3	89,1	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
		Punto 4.	09h31	73,5	67	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
	ASME (TERCERA MEDICIÓN)	Punto 1.	11h19	89,9	71,4	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
		Punto 2.	11h21	85,9	76,5	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
		Punto 3.	11h23	97,4	93,5	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	
		Punto 4.	11h25	81,9	80,5	1. Protección auditiva 2. Pausas Activas 3. Señalización	

OBSERVACIONES: Si bien existen lugares con un gran nivel de ruido, no todos resultan peligros para los operarios, sin embargo los lugares donde el ruido excede los VLT incluso con protección auditiva es importante prestarles atención para que se puedan evitar afecciones en los operarios y tratar de implementar medidas preventivas.

Figura 37.

ANEXO 2 - Evidencia de mediciones (fotografías)

PUNTOS DE MEDICIÓN - PLANTA DE EQUIPOS PETROLEROS (ASME)	
PUNTO 1	
	
Máximo	Mínimo
PUNTO 2	
	
Máximo	Mínimo

Figura 38.
ANEXO 3 - Evidencia de mediciones (fotografías)

PUNTO 3	
	
Máximo	Mínimo
PUNTO 4	
	
Máximo	Mínimo

Figura 39.

ANEXO 4 - Guía compacta de pausas activas

CÓMO REALIZAR CORRECTAMENTE LAS PAUSAS ACTIVAS

ESTIRAMIENTO




1. Lleve ambas manos hacia atrás, junte las palmas con los dedos hacia arriba e intente subir las manos lo más posible.
2. Lleva la mano derecha hacia atrás y ejerza presión hacia abajo con la mano izquierda.
3. Realice el mismo movimiento con la mano izquierda.
4. Entre cruce los dedos y extienda los brazos hacia arriba puede ponerse de puntillas para lograr un mayor estiramiento.

VISTA




1. Mire fijamente el dedo índice de su mano durante 5 segundos.
2. Mueva el dedo hacia el lado derecho mientras lo ve fijamente.
3. Repita este movimiento hacia la izquierda.

CUELLO




1. Incline el cuello hacia el lado izquierdo sin elevar el hombro, trate de tocarlo con su oreja.
2. Repita el movimiento hacia la derecha.
3. Flexione el cuello hacia adelante hasta que toque su pecho con el mentón.
4. Extiende el cuello hacia atrás hasta donde le sea posible.

BRAZOS




1. Extienda los brazos hacia adelante con los dedos entrecruzados y flexiona un poco las rodillas.
2. Con los brazos hacia atrás, entre cruce los dedos de las manos, flexione el tronco y suba los brazos hasta donde le sea posible

ESPALDA



1. Doble la mano derecha hacia atrás e intente sujetar la mano izquierda.
2. Repita con el lado contrario.
3. Ubíquese de espaldas a un compañero y extienda sus brazos hasta juntar las palmas de las manos, sin llevarlas hacia atrás
4. Entrelace los brazos con los de su compañero e inclínese suavemente hacia adelante.
5. Ponga sus manos en el hombro de un compañero y flexione el tronco hacia adelante.
6. Realice un suave masaje en la espalda de un compañero, sin tocar su columna

PIERNAS



1. Flexione la rodilla derecha y sujete el pie con la mano del mismo lado.
2. Lleve el pie hasta el glúteo
3. Repita el movimiento con la rodilla o el pie izquierdo.
4. Ubique la pierna derecha sobre la pierna izquierda, entre cruza los dedos de las manos y extienda los brazos hacia adelante.
5. Repita el movimiento con la pierna izquierda sobre el lado contrario.
6. Lleve la pierna derecha hacia el frente mientras la flexiona levemente y apoya las manos sobre ella.
7. Estire la pierna izquierda hacia atrás lo más que pueda y apoye el pie completamente en el piso.
8. Repita el movimiento con la pierna izquierda al frente.
9. Inclina el cuerpo hacia el lado derecho al mismo tiempo que flexiona la rodilla del mismo lado y extienda la rodilla del lado contrario.
10. Repita el movimiento hacia el lado izquierdo.
11. Cruce un pie adelante del otro e intente tocar con los dedos la punta de sus pies, sin doblar la rodilla.