



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

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

**ANÁLISIS DEL RIESGO FÍSICO Y SUS PATOLOGÍAS POR  
EXPOSICIÓN AL RUIDO EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN  
DE MECANIZADO**



**AUTOR:** Kendra Mishell Garcia Guagua

**DIRECTOR:** Dr. Guillermo Neusa Arenas, Ph.D<sub>(e)</sub>

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:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>		
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1050214913	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Garcia Guagua Kendra Mishell	
<b>DIRECCIÓN:</b>	Sector el Tejar – Ibarra - Imbabura	
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:kmgarciag@utn.edu.ec">kmgarciag@utn.edu.ec</a>	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	<b>TELF. MOVIL</b>	+593 969842286

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Análisis del Riesgo Físico y sus Patologías por Exposición al Ruido en una Planta de Producción de Mecanizado
<b>AUTOR (ES):</b>	Kendra Mishell Garcia Guagua
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2026-01-29
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	
<b>CARRERA/PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>GRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERA INDUSTRIAL
<b>DIRECTOR:</b>	Dr. Guillermo Neusa Arenas, Ph.D <sub>(e)</sub>



## AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Kendra Mishell Garcia Guagua , con cédula de identidad Nro.1050214913, en calidad de autor (es) y titular (es) 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 29 días del mes de Enero de 2026

### EL AUTOR:



Firmado electrónicamente por:  
**KENDRA MISHELL  
GARCIA GUAGUA**

Validar únicamente con FirmsEC

.....

Nombre: Kendra Mishell Garcia Guagua



## 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 29 días del mes de Enero de 2026

### EL AUTOR:



.....

Nombre: Kendra Mishell Garcia Guagua



## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ibarra, 29 de Enero del 2026

Dr. Guillermo Neusa Arenas, Ph.D<sub>(e)</sub>

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.

.....

Dr. Guillermo Neusa Arenas, Ph.D<sub>(e)</sub>

C.C.: 1722323035



## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Análisis del riesgo físico y sus patologías por Exposición al ruido en una planta de producción de mecanizado.” elaborado por Garcia Guagua Kendra Mishell, previo a la obtención del título del Ingeniera Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

.....  
Dr. Guillermo Neusa Arenas, Ph.D<sub>(e)</sub>  
C.C.: 1722323035

.....  
Ing. Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza, MsC.  
C.C: 1003013396



## DEDICATORIA

A Dios y a la virgen del Quinche quien con su infinita voluntad me permitió llegar hasta esta instancia de la vida, sin su ayuda, fortaleza y sabiduría nada hubiera sido posible.

A mi Madre mi pilar fundamental quien me guio y apoyo durante todo este proceso, ella la que me ha ayudado a sobrellevar todo y ha sido el claro ejemplo de perseverancia, esfuerzo, optimismo, quien me forjo e inculco valores para ser una persona de bien. Gracias por ser ese soporte incondicional en cada etapa de mi vida para no rendirme.

A mi hermano Francisco quien también fue mi apoyo y mi más grande motivación para no rendirme, por confiar en mi y estar a mi lado y celebrar cada logro.

A Luis quien desde pequeña me acompaño y me guio por el buen camino, a él quien forjo una mujer con carácter y determinación, este triunfo es el fruto de su confianza en mi y su deseo de verme triunfar.

*Kendra Mishell Garcia Guagua*



## AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a mi director por su guía, paciencia y dedicación en todo momento. Por su invaluable orientación y constante apoyo, su experiencia y grandes conocimientos han enriquecido significativamente este trabajo.

De igual manera a mi asesora que me brindo su apoyo incondicional durante el desarrollo de la investigación.

Agradezco de manera especial a la institución que me abrió sus puertas para realizar mi investigación me dotó de una sólida base de conocimientos y principios éticos fundamentales para mi formación profesional. A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) y a la Carrera de Ingeniería Industrial, debo gran parte de este logro a la excepcional labor de mis docentes, cuya orientación estratégica y compromiso con la excelencia fueron la brújula necesaria para superar cada reto y alcanzar esta meta académica con éxito.

A Ximena por ser como una madre y siempre aconsejarme, por sostenerme y darme ánimo para seguir adelante.

Y a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron en este proceso tan importante de mi vida.

*Kendra Mishell Garcia Guagua*

## RESUMEN

La producción de hidrocarburos es uno de los sectores productivos más grandes en el Ecuador a nivel mundial, permitiendo un desarrollo político, económico y social, conforme al crecimiento industrial petrolero ha declinado al 30% del total de exportaciones con un promedio del 12 % al PIB y al 74%, dejando mayor parte de ingresos por capital. Sin embargo, en año 2018, se obtuvo un promedio del 96,4% de la industria, teniendo un crecimiento de empleo en todas las áreas del sector petrolero; actualmente, se presenta una baja de desempleo en este sector por la falta de exploración, perforación y producción. La gran parte de trabajadores u operadores en servicios petroleros se ven afectados por diversos riesgos de origen laboral, conllevando a incidentes o accidentes de trabajo, así como, la aparición de patologías por riesgo físico por ruido en los procesos productivos de la organización, convirtiéndose en uno de los sectores con mayor riesgo alto que obliga diseñar estrategias ergonómicas requeridas para la prevención de los factores humanos-FH en las áreas o estaciones de trabajo. Como objetivo de estudio, se analiza el ruido laboral y sus afectaciones patológicas en los operadores de una Planta de Producción de Mecanizado, estableciendo la información legal y bibliográfica con base al marco teórico; Asimismo, determinado metodologías de la investigación científica en ergonomía, normas y métodos aplicables, que permita estimar los niveles de presión sonora (NPS); Planteando un plan con énfasis en Vigilancia Epidemiológica para ruido, con medidas preventivas conforme a los resultados de investigación.

**Palabras clave:** Factores humanos-FH; Nivel de presión sonora-NPS; Exposición; Valores límites tolerables-VLT; Decibelios-dB; Mecanizado;

## ABSTRACT

Hydrocarbon production is one of Ecuador's most important productive sectors worldwide, enabling political, economic and social development. However, industrial growth in the oil sector has declined to 30% of total exports, with an average of 12% of GDP and 74%, leaving most of the capital income. Nevertheless, in 2018, an average of 96.4% of the industry was achieved, with employment growth in all areas of the oil sector. Currently, there is a decrease in unemployment in this sector due to the lack of exploration, drilling and production. Most oil service workers or operators are affected by various occupational hazards, leading to incidents or accidents at work, as well as the onset of pathologies due to the physical risk of noise in the organisation's production processes, making it one of the highest-risk sectors and requiring the design of ergonomic strategies for the prevention of human factors (HF) in work areas or workstations. The objective of this study is to analyse occupational noise and its pathological effects on operators in a machining production plant, establishing legal and bibliographic information based on the theoretical framework. Likewise, scientific research methodologies in ergonomics, applicable standards and methods are determined, allowing for the estimation of sound pressure levels (SPL). A plan is proposed that emphasises epidemiological surveillance of noise, with preventive measures in accordance with the results of the research.

**Keywords:** Human factors-HF; Sound pressure level-SPL; Exposure; Tolerable limit values-TLV; Decibels-dB; Machining;

## **LISTA DE SIGLAS**

**CNC.** Control numérico computarizado

**dB.** Decibeles

**SST.** Seguridad y Salud en el Trabajo

**OMS.** Organización Nacional de la Salud

**SSO.** Seguridad Salud Ocupacional

**FRL.** Factor riesgo laboral

**SVE.** Sistema de Vigilancia Epidemiológica

**CAN.** Comunidad Andina de Naciones

**PRL.** Prevención de los Riegos Laborales.

**GSST.** Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo.

**NPS.** Nivel de Presión Sonora

**IFR.** Identificación Factor Riesgo

**FRO.** Factor Riesgo Ocupacional

**NL.** Niveles Limites

**GP.** Grado de peligrosidad

**VLP.** Valores Limites Permisibles

**LT.** Limites tolerables

**IPCM.** Ingeniería, Procura, Construcción y Mantenimiento

**TLV.** Valores limites tolerables

**EFR.** Exposición Factor Ruido

**OIT.** Organización Internacional del Trabajo

**EPP.** Elementos de Protección Personal

# ÍNDICE

	Pág.
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	2
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.....	3
CONSTANCIAS .....	4
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	5
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR .....	6
DEDICATORIA .....	7
AGRADECIMIENTO .....	8
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
LISTA DE SIGLAS .....	11
ÍNDICE.....	12
ÍNDICE DE TABLAS .....	15
ÍNDICE DE FIGURAS .....	16
INTRODUCCIÓN .....	17
CAPÍTULO I .....	17
1.1.    Problema de Investigación.....	17
1.2.    Justificación.....	20
1.2.1.    Importancia y actualidad del tema .....	20
1.2.2.    Beneficiarios directos .....	21
1.2.3.    Beneficiarios indirectos:.....	22
1.2.4.    Impactos del Proyecto:.....	22
1.3.    Objetivos .....	24
1.3.1.    Objetivo General .....	24
1.3.2.    Objetivos Específicos .....	24
1.4.    Alcance.....	24
CAPÍTULO II .....	25
2.1.    Antecedentes .....	25
2.1.1.    Métodos de control .....	26
2.1.2.    Riesgo por vibraciones .....	26
2.1.3.    Efectos de las vibraciones .....	26
2.1.4.    Métodos de control .....	26
2.2.    Bases teóricas.....	27
2.2.1.    El Ruido .....	28

2.2.2.	Clasificación del Ruido.....	29
2.3.	Patologías presentes por ruido .....	30
2.4.	Marco legal.....	31
2.4.1.	Constitución de la República del Ecuador-2008 .....	31
2.4.2.	Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo-2004 .....	32
2.4.3.	Decreto Ejecutivo 255-2024 .....	32
2.4.4.	Normas técnicas.....	34
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>35</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>35</b>
3.1.	Descripción Área de Estudio .....	35
3.2.	Información empresarial.....	36
3.2.1.	Ubicación geográfica .....	37
3.2.2.	Población de estudio .....	37
3.3.	Información metodológica .....	38
3.3.1.	Variables operacionales .....	38
3.2.4.1.	<i>Variable independiente</i> .....	39
3.2.4.2.	<i>Variable dependiente</i> .....	39
3.4.	Enfoque de tipo metodológico de investigación .....	40
3.4.1.	Investigación cuantitativa .....	40
3.4.2.	Método analítico .....	41
3.5.	Materiales y Métodos Aplicables.....	42
3.5.1.	Procedimiento Metodológico de Investigación Técnica:.....	42
3.5.2.	Fase I.: Herramientas y técnicas:.....	42
3.5.3.	Fase II.: Instrumentos aplicables:.....	42
3.5.4.	Fase III.: Equipos de Medición:.....	43
3.5.4.1.	Equipo Sonómetro Integrador 390:.....	43
3.5.4.2.	Equipo sonómetro EXTECH 407732:.....	43
3.5.5.	Fase IV. Métodos aplicables:.....	44
3.7.	PATOLOGÍAS PRESENES POR RUIDO:.....	45
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>48</b>
<b>RESULTADOS .....</b>		<b>48</b>
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	48
4.1.1.	Resultados de la Planta de Mecanizado CNC.....	48
4.1.2.	Resultados de la aplicación de la Encuesta.....	54
4.1.2.1	<i>Exposición factores de ruido en el entorno</i> .....	55
4.1.3.	Discusión de resultados .....	63

4.1.4. Comparación con otros Estudios .....	64
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>66</b>
<b>PROPUESTA .....</b>	<b>66</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>79</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>80</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Variable independiente.....	39
<b>Tabla 2.</b> Variable dependiente.....	40
<b>Tabla 3.</b> Características Integrador 390.....	43
<b>Tabla 4.</b> Características EXTECH 407732.....	44
<b>Tabla 5. Puntos de medición</b> .....	49
<b>Tabla 6.</b> Resultados Medición por Puntos en Área de Producción .....	51
<b>Tabla 7.</b> Límites máximos de ruido permisibles según uso del suelo .....	52
<b>Tabla 8.</b> Límites recomendados exposición ruido según el número expuesto. ....	52
<b>Tabla 9.</b> Análisis de valores máximos permitidos por máquina del área de mecanizado.....	53
<b>Tabla 10.</b> Análisis de Resultados- Planta de Mecanizado CNC .....	53
<b>Tabla 11.</b> Datos de los encuestados.....	54
<b>Tabla 12.</b> Exposición a ruido (8h).....	55
<b>Tabla 13.</b> Uso de protección auditiva.....	56
<b>Tabla 14.</b> Audiometría realizada en el año .....	57
<b>Tabla 15.</b> Experiencia previa en ambientes ruidosos.....	58
<b>Tabla 16.</b> Actividades ruidosas fuera del trabajo.....	59
<b>Tabla 17.</b> Dificultad para escuchar conversación normal .....	60
<b>Tabla 18.</b> Necesidad de repetición en conversaciones.....	61
<b>Tabla 19.</b> Necesidad de subir volumen TV/Radio.....	62
<b>Tabla 20.</b> Eliminación o Sustitución .....	69
<b>Tabla 21.</b> Controles Administrativos.....	72
<b>Tabla 22.</b> Protección Personal.....	73
<b>Tabla 23.</b> Programa de Vigilancia Epidemiológica para Ruido.....	74
<b>Tabla 24.</b> Metas técnicas y medición de efectividad .....	77
<b>Tabla 25.</b> Cronograma de implementación del plan .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Niveles de Presión Sonora- Área de Producción Mecanizado CNC. ....	49
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de trabajadores con exposición a ruido .....	56
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de trabajadores que no usan protección auditiva .....	57
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de trabajadores que no se han realizado una audiometría en el año.....	58
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de trabajadores que no tienen experiencia previa en ambientes ruidosos .....	59
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de trabajadores que no realizan actividades ruidosas fuera del trabajo.....	60
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de trabajadores que no tienen dificultad para escuchar conversación normal....	61
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de trabajadores que no necesitan repetición en conversaciones.....	62
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de trabajadores que no necesitan subir volumen TV/Radio.....	63

# INTRODUCCIÓN

## CAPÍTULO I

### 1.1. Problema de Investigación

La producción industrial petrolera es una de las manufacturas que enmarcan la economía ecuatoriana, encontrándose en el desarrollo productivo del país. Conforme a las reseñas del Banco Central del Ecuador-BCE, en la actualidad el crecimiento industrial petrolero ha declinado al 30% del total de exportaciones con un promedio de % al PIB del 11,7% dejando mayor parte de ingresos por capital no petroleros. Sin embargo, en año 2018, promedio se estableció en el 96,4% de la industria [1].

Los sectores de producción metalmecánica e industrial, engloban una gran variedad de procesos, actividades y tareas, que van desde la extracción de materias primas hasta la comercialización de productos a los clientes finales, debido a la gran intervención de los operadores de este sector de servicios petroleros, con herramientas eléctricas, neumáticas, cortantes e incluso con máquinas que trabajan a grandes velocidades o por revoluciones con energización de altos voltajes [2]; Convirtiéndose en uno de los sectores que presenta factores de riesgo alto para la aparición de patologías, accidentes de trabajo y siniestros, lo que obliga a todas las organizaciones de los sectores petroleros a diseñar estrategias requeridas para la prevención de los riesgos en las áreas o puestos de trabajo [3].

Uno de los mayores factores de riesgo en el campo petrolero se debe al ruido industrial, la exposición a estos factores de riesgo generados por maquinas, equipos y herramientas eléctricas, pueden superar los 85dB según a las normas internacionales.

Según la OIT- [4]- La exposición a niveles altos-NA de ruido durante la jornada laboral puede provocar daños auditivos. Por lo general, se trata de un proceso gradual, y, en ocasiones, la

persona no se percata del empeoramiento de su audición hasta que al daño provocado se une a una pérdida auditiva por razón de la edad.

En los procesos industriales la salud de los trabajadores puede conllevar a contraer la contaminación acústica por exposición. Sin embargo, este tipo de ruido radica en varias “ondas por el Nivel de Presión Sonora-NPS, que pueden ser de subida y bajada de 87dB por ciclos de tiempos muy cortos, en otras ocasiones, al encontrarse el operador en un área con una exposición superior a los 97 o 113dB, los ruidos impulsivos pueden estimular a un accidente a la salud con cuadro clínico ocupacional grave como el quebranto inmediato de la audición con patología profesional” [5].

El ruido es parte de la vida cotidiana de todo operador del sector petrolero, pero a ciertos decibeles-(dB) puede volverse un peligro por la exposición reiterada a resonancias de 85 dB con una ponderación A (dBA), causando una pérdida auditiva que conlleva a una permanencia o en mucha de las ocasiones a otros problemas [6], entre ellos:

- ❖ Enfermedades cardiovasculares
- ❖ Zumbido en los oídos (tinnitus)
- ❖ Presión arterial alta (hipertensión)

Los NPS también pueden contribuir lesiones graves o accidentes en el trabajo. El ruido puede reducir a corto plazo disminución auditiva en los operadores, lo que incluye señales, alarmas y advertencias verbales. Por lo tanto, prevenir la pérdida auditiva ocupacional causada por el ruido en el lugar de trabajo a más de 85 dBA, es mejor prevenir la pérdida auditiva y otros efectos por ruidos peligrosos. Al establecer beneficios adicionales para reducir la exposición de los operadores al ruido incluyen [7]:

- ❖ Menos estrés y fatiga
- ❖ Mayor productividad y moral más alta
- ❖ Mejores relaciones con la gerencia

- ❖ Reducción del costo del seguro de compensación de trabajadores

Los operarios sometidos a alto ruidos de cualquier origen o fuente de inicio por ciclos de trabajo deben determinar su tiempo de audición desde el inicio de la jornada por exposición.

Al tomar medidas preventivas a partir de la fuente, medio o área laboral del operador, el médico en salud ocupacional de la organización con el técnico de SST [8]<sup>1</sup>, deben generar alternativas que precautelen la calidad de vida en todo el personal de la organización, implementando un programa de salud ocupacional con énfasis en un programa de vigilancia epidemiológica para la exposición y consecuencias al ruido industria.

Además, el rediseño del puesto o área de trabajo, controles adecuados para el mantenimiento preventivo de máquinas y equipos que producen generar la fuente.

Como objetivo de disminuir o controlar el factor riesgo por ruido disergonómico, es reducir la hipoacusia laboral como:

- *Intensidad por ruido*: El límite de 65 dB, por exposición entre las 30-40 horas semanales como ruido constante.
- *Frecuencia ruido*: la lesión por la banda de 4000 Hz es el primer cuadro clínico en la mayoría de los casos de exposición.
- *Tiempo exposición*: Al determinar un deterioro es importante revisar la lesión auditiva, pues puede ocasionar una enfermedad ocupacional por la continuidad por su exposición.
- *Naturaleza ruido*: Para el ruido que es intermitente, puede que sea menos lesivo al momento de encontrarse en exposiciones prolongados, aunque con el tiempo puede ir aumentando una desviación auditiva.
- *Susceptibilidad por la exposición individual*: Esta se presenta ligada al desgaste de la cóclea, que puede producir una difícil demostración por numerosas variables que son ligadas al deterioro fisiológico.

---

<sup>1</sup> Seguridad y Salud en el Trabajo [8]

## **1.2. Justificación**

Según la OMS-2021.- “La salud es una percepción compleja que alcanza aspectos objetivos y subjetivos, formales e informales, consintiendo modificarse con el tiempo, a la vez, la cultura, las condiciones tanto sociales, producción, campo laboral y ambiente en los sectores productivos organizacionales empresariales” [9].

Conforme a la actual Constitución de la República del Ecuador, son claves los artículos 325, 326 y 369 sobre la salud, “es un derecho a la protección de la salud y se establecen los derechos y deberes de todos los ciudadanos al respecto” [10]. Es decir que, los poderes públicos y privados, deben prestar un mejor servicio en SSO<sup>2</sup>, basándose principalmente en el respeto a la dignidad humana, como se ha indicado previamente, representa la esencia fundamental del Estado constitucional de derechos y de justicia en el ámbito de la salud laboral.

Con este contexto anterior dialógico, el reto se amplía a la necesidad de articular acciones preventivas en la salud, bienestar físico y mental en trabajadores en el Ecuador. A pesar de, el derecho a la salud, son la capacidad de todo ser humano para el desarrollo de su actividad laboral.

### **1.2.1. Importancia y actualidad del tema**

Duramente la presente investigación, se respalda en la política de la salud pública, que permita como objetivo principal la rigidez en la prevención medica ocupacional en la salud y el bienestar de los operadores. Sin embargo, la investigación reconoce el derecho a una vida digna y adecuada al buen vivir en lo que respecta controlar el FRL<sup>3</sup> en los centros de trabajo. Puesto que, en lo transcendental se resaltar que a nivel nacional y, a los contextos relacionados con la investigación, la ciencia, tecnología e innovación; actualmente se orientan a una agenda no únicamente pública nacional, regional y local, sino también a nivel internacional por los

---

<sup>2</sup> Seguridad y Salud Ocupacional

<sup>3</sup> Factor Riesgos laboral (FRL).- [24]

riesgos laborales que representan al trabajador y más aún en la situación actual. Por lo tanto, los planes de mitigación, medidas preventivas, entre otros, en la continuidad en el sector productivo de toda organización, son prioritarios para la salud, bienestar y desarrollo productivo de una nación.

El Análisis de la investigación como proyecto científico, de termina aspectos de origen a la prevención de los trabajadores que conllevan a:

- Al FR que pueden contraer patologías ocupacionales.
- La afectación a corto, mediano o largo plazo, al contraer la enfermedad de origen laboral sea esta ocupacional o profesional.
- El control del Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE), con énfasis en la prevención de un riesgo patológico específico ergonómicos.
- La continuidad en el desarrollo productivo.

Con estos aspectos relevantes al proyecto, es iniciar con una investigación técnica ergonómica, que permita alcanzar una prevención a la salud y proponer estrategias médicas ocupacionales y prevención de riesgos laborales, a los problemas a través de soluciones integradas y enfocadas a objetivos de salvaguardar la salud de los operadores de los sectores productivos.

### **1.2.2. Beneficiarios directos**

Los beneficios de los sectores productivos se determinan cinco directos justificados, conforme los procesos de los distintos lugares de trabajo, que rige durante la investigación:

- a. Control patológico:** Al controlar un sistema de FRL por la exposición, se pueden obviar costos en compensaciones ocasionadas por patología profesional, accidentes e incidentes o muerte en los operadores.

- b. Aumento productividad.** Las mejores soluciones en prevención de riesgos laborales son los alcances que deben ser por objetivos en el aumento de la productividad, protección a la salud y bienestar físico en los operadores.
- c. Progreso calidad:** El control en preservación a la salud de todo operatorio, contribuye unos varios aspectos como: compromiso, responsabilidad, conciencia y cultura de seguridad, que sobrelleven a mejorar la producción en la organización.
- d. Compromiso organizacional.** En las normativas legales vigentes en SST, se establecen en toda organización del estado, con base a convenios internacional por la CAN<sup>4</sup>.
- e. Cultura de seguridad:** El control del FRL, es un compromiso por las altas gerencias en la prevención a la salud, bienestar y seguridad como valor principal y Política de SST en todos sectores productivos del país.

### **1.2.3. Beneficiarios indirectos:**

Los beneficios generaran varios contextos diferentes como:

- Daños y complicaciones con demoras en la producción.
- Daños en bienes físicos, materias primas o en muchos de los casos, con los productos de beneficio al consumo.
- Al contratar por medio de contratos directos e indirectos en algunas ocasiones, el personal no apropiado puede cubrir la necesidad del operador por cuadro clínico ocupacional, enfermedad parcial o parmente.

### **1.2.4. Impactos del Proyecto:**

#### **1.2.4.1. Impacto social:**

En la PRL<sup>5</sup> es una dificultad global en todos los sectores productivos del campo hidrocarburífero, planteando manera local y regional; al asegurar las condiciones laborales del

---

<sup>4</sup> Comunidad Andina de Naciones

<sup>5</sup> Prevención de los Riesgos Laborales

operario en el área de trabajo, debe ser diseñado un plan de salud ocupacional que permita el control médico ocupacional. Por lo tanto, toda organización empresarial, sea pública o privada, debe poner un plan de GSST, que acceda la consolidación en cada una de las áreas de intervención para minimizar la FRL, permitiendo alternativas entre la paralización de la economía (actual) y la conservación en la salud pública, para un reto a los sistemas democráticos.

#### **1.2.4.2. Impacto científico:**

Como Estudiante en Ingeniería Industrial, “En Ecuador la fuerza laboral puede representar alrededor del 65,5% de toda la población (17.8 millones de habitantes)”. Según Neusa.G.-2018 [11], para asegurar el máximo rendimiento, capacidad y productividad de cada operador, es necesario desarrollar un eficiente estudio trasversal, analítico, sintético e histórico, tomado lo cualitativo y cuantitativo, que permitan discusiones y resultados técnicos de la investigación durante todo el proyecto.

Con base en la legislación del Ecuador en materia de SST, tiene como objetivo eliminar las condiciones de trabajo que pongan en peligro y riesgo la seguridad y salud de los operarios de la empresa en estudio.

#### **1.2.4.3. Impacto económico:**

Las personas económicamente que estén activas desde el inicio de su vida laboral, pasan con promedio entre 8 y 12 horas por ciclos de trabajo. En una empresa de servicios petroleros, la salud ocupacional es muy fundamental que otorgue protección al operario o trabajador, ofreciendo oportunidades de desarrollo, mejora continua en sus relaciones sociales, autoestima entre otros productivos y sociales.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Analizar el ruido laboral y sus afectaciones patológicas en los operadores de la Planta de Producción de Mecanizado.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Establecer la información legal y bibliográfica con base al marco teórico que sustente bases de la investigación aplicada al proyecto.
- Analizar y valorar por metodologías aplicables el factor riesgo laboral por ruido en el área de producción.
- Plantear un plan con énfasis en Vigilancia Epidemiológica para ruido, que permita establecer medidas preventivas conforme a los resultados de investigación.

### **1.4. Alcance.**

Durante el estudio de investigación para analizar el ruido laboral y sus afectaciones patológicas en los operadores de la planta de producción de mecanizado, se definen aspectos técnicos tanto cuantitativos como cualitativos, que permitan resultados por cada uno de los operarios como de las fuentes de emisión por NPS.; el estudio se efectuará solamente en la planta de producción de mecanizado.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

El presente proyecto de investigación se establece en contextos metodológicos de estudio trasversal, que permitan durante la investigación establecer hipótesis, análisis de casos y cualitativos, con el objetivo de IFR y sus fuentes de ruido en las diferentes áreas por procesos de producción y exposición en los operadores con FRO<sup>6</sup> por daño auditivo en los diferentes puestos de trabajo. Sin embargo, en estudios realizados, se determina que estos pueden afectar a la productividad, calidad de vida de los operarios y el aumento del ausentismo laboral [5].

En estudios por exposición al ruido industrial, soportan a consecuencias que pueden sufrir pérdida auditiva a corto, mediano o largo plazo.

Según a los autores: riesgos laborales-en el 2019 [14], se definen Las *principales fuentes de ruido* en las industrias metalmecánicas. En el caso de los trabajadores puede tolerar el ruido por NPS hasta los 100 dB; se inicia una cierta incomodidad; pero en los 130 dB, se presenta un dolor agudo; y al superar los 160 dB puede conllevar a daños físicos irreversibles.

Efectos por la exposición al ruido presentan consecuencias como:

- Pérdida audición por la edad.
- Desplazamiento temporal-umbral a causa por ruido (conocida por fatiga auditiva).
- Desplazamiento permanente-umbral por ruido
- Fatiga extrema y soñolencia.

---

<sup>6</sup> Factor Riesgo Ocupacional

### **2.1.1. Métodos de control**

- Sustitución procesos por tiempos de trabajo.
- Reemplazo o mantenimiento preventivo y predictivo de máquinas o equipos.
- Reducción por transmisión sonora a través de sólidos.
- Reducción ruido producido por flujo gaseoso.
- Emplear cabinas cuando existen varios focos de ruido.

### **2.1.2. Riesgo por vibraciones**

Las vibraciones son todo tipo de movimiento que el cuerpo hace alrededor de un punto fijo. Cuando un cuerpo genera vibración tiene dos características: *la frecuencia y la intensidad*; donde la frecuencia indica la velocidad y la intensidad refleja la amplitud de movimiento.

### **2.1.3. Efectos de las vibraciones**

Las vibraciones causan al individuo dependerán de la postura y sensibilidad de cada uno. Por lo tanto, estos problemas más comunes se ven reflejados en extremidades, articulaciones y sistema circulación sanguínea, por ejemplo:

- Dolores de cabeza.
- Dolores abdominales y digestivos.
- Problemas de equilibrio.
- Trastornos visuales.

### **2.1.4. Métodos de control**

- Disminución del tiempo de exposición.
- Momentos de pausa entre cada labor.
- Minimizar la intensidad de las vibraciones.
- Rotación en las labores.

De esta forma, al aplicar normas internacionales como ISO 1996-1 / NTC 3522, se definen las valoraciones teóricas y básicas que van a usarse durante las mediciones de ruido en ambientes no deseados. Asimismo, nos permite determinar el grado de peligrosidad-GP y niveles límites-NL de NPS, en función de la consecuencia con gravedad al daño en la salud de los operarios, la frecuencia de exposición por el FRL y la probabilidad de que el riesgo pueda materializarse conlleva a un cuadro clínico ocupacional por mayor exposición al ruido creado por una fuente como máquinas y equipos.

Durante la investigación se procederá con las mediciones correspondientes utilizando instrumentos como sonómetro y dosímetro, que permita determinar resultados cuantitativos de valores máximos permisibles-VLP establecidos en la legislación ecuatoriana (D.E. 255-2024; Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo) [10].

Las áreas y puestos de trabajo donde los efectos de las mediciones superen los LT<sup>7</sup> serán clasificados, que demande la implementación de acciones inmediatas.

Al desarrollar un control de ruido en el área de estudio, que contengan acciones e implementación en la fuente, se debe generar un medio de transmisión del ruido y en el receptor. Es decir, establecer medidas de control tanto en la fuente, medio y receptor.

## **2.2. Bases teóricas**

La contaminación acústica se refiere a la presencia de sonidos excesivos y molestos en el ambiente, generados por diversas actividades humanas e industriales, como el tráfico, la aviación, la construcción y los establecimientos de ocio, entre otros. Este tipo de contaminación puede ocasionar efectos negativos tanto en la salud física como mental de las personas. El ruido, considerado un contaminante ambiental, puede generar alteraciones fisiológicas y psicológicas, afectando la calidad de vida de quienes están expuestos a él. Las

---

<sup>7</sup> Limite Tolerable

principales fuentes de contaminación acústica incluyen el transporte, las industrias, la construcción y otras actividades que generan ruidos o vibraciones perjudiciales para la salud y el bienestar de las personas. [15]

### 2.2.1. El Ruido

El ruido se caracteriza por tres elementos principales: frecuencia, velocidad de propagación y amplitud.

- a) **Frecuencia:** La frecuencia determina si un sonido es grave (frecuencia baja) o agudo (frecuencia alta). El rango audible para los seres humanos abarca desde 20 Hz hasta 20.000 Hz. Por debajo de 20 Hz se encuentran los infrasonidos, como los generados por molinos de viento, mientras que las frecuencias por encima de 20.000 Hz se denominan ultrasonidos. [16]
- b) **Velocidad de propagación:** La velocidad del sonido en el aire es de aproximadamente 340 m/s. Cuando el sonido choca contra un obstáculo como un muro o una cortina de árboles, se genera un "eco", que es una versión atenuada del sonido original. En cambio, cuando el sonido se refleja en superficies internas como paredes, techos o pisos, se produce una "reverberación", donde el ruido pierde su forma inicial y persiste antes de desaparecer gradualmente. [17]
- c) **Amplitud:** La amplitud del ruido se mide en decibelios (dB). Sin embargo, el oído humano no percibe todas las frecuencias con la misma intensidad y tiende a ser menos sensible a los ruidos de baja frecuencia. Para ajustar esta percepción, los dispositivos de medición como los sonómetros usan un circuito electrónico que adapta estas frecuencias y las mide según cómo son escuchadas, expresándolo en dB(A). [17]

### 2.2.2. Clasificación del Ruido

Existen diferentes tipos de ruido que pueden afectar nuestro entorno y salud. Estos se clasifican en las siguientes categorías:

- a) **Ruido continuo:** Se refiere al ruido constante producido por maquinaria que opera sin interrupciones, como motores, sistemas de ventilación o equipos industriales. Este tipo de ruido puede medirse utilizando un sonómetro que analice las frecuencias en bandas de octava para identificar la frecuencia específica que lo genera. [16]
- b) **Ruido intermitente:** Este tipo de ruido aparece y desaparece rápidamente, como sucede con el paso de trenes, aviones o maquinaria que opera en ciclos. Su medición requiere un análisis más detallado que incluya la duración de cada incidencia y el tiempo entre estas, utilizando un sonómetro integrador-promediador que proporcione un promedio del nivel de ruido ( $L_{Aeq}$ ). [16]
- c) **Ruido impulsivo:** Caracterizado por explosiones repentinas de alta intensidad, como las que se producen en la construcción o la demolición (por ejemplo, martillos hidráulicos o explosiones). Es importante medir los valores pico de estos ruidos, ya que un solo sonido impulsivo puede causar daños auditivos incluso en entornos generalmente silenciosos. [16]
- d) **Ruido de baja frecuencia:** Incluye sonidos como el zumbido de plantas industriales o motores diésel. Este ruido es difícil de controlar en su origen y puede viajar largas distancias. Su análisis requiere equipos especializados que midan las bandas de tercio de octava y comparen mediciones ponderadas A y C para identificar la cantidad de ruido de baja frecuencia presente. [18]

### 2.3. Patologías presentes por ruido

El ruido puede tener varios efectos nocivos para la salud, incluido el desarrollo de patologías. Algunas enfermedades y condiciones asociadas con el ruido incluyen:

- **Pérdida de Audición Inducida por el Ruido:** La pérdida de audición inducida por el ruido puede ocurrir inmediatamente o tardar mucho en notarse. Puede ser temporal o permanente y puede afectar uno o ambos oídos. Incluso si no cree que esto perjudique su audición, es posible que tenga problemas en el futuro. Por ejemplo, es posible que no comprenda lo que piensan los demás cuando hablan. [19]
- **Enfermedades Profesionales:** El ruido también puede causar enfermedades cardíacas y estrés, lo que afecta la salud en general. [20] Además, la pérdida de audición inducida por el ruido se considera una enfermedad profesional. [21]
- **Problemas Cardiovasculares:** La exposición a niveles de ruido entre 85 y 90 decibeles puede provocar problemas cardiovasculares, ya que la exposición a estos niveles puede provocar un aumento de la presión arterial. [22]
- **Estrés:** El ruido afecta a todo el sistema fisiológico e impide que sustancias como la adrenalina vuelvan a sus niveles normales tras la exposición al ruido, provocando estrés. [22]
- **Depresión:** Si una persona se expone a un nivel de ruido de 50/55 dB durante más de 24 horas por la noche o durante más de 24 horas, puede desarrollar síntomas de depresión. [22]
- **Perturbaciones del Sueño:** El ruido puede alterar el sueño, afectando negativamente a la calidad del descanso y a la salud en general. [22]
- **Acúfenos:** Hay zumbidos en los oídos. Esta percepción del sonido se produce en ausencia de estimulación sonora externa. [22]

- **Problemas de comunicación:** Es un efecto gradual y progresivo, del ruido; no se detectará hasta que se desactive. Esto crea aislamiento y conflictos interpersonales. [22]
- **Daños al sistema nervioso:** Este tipo de daños se detectan cuando el ruido se combina con agentes industriales como metales pesados o disolventes o fármacos como antibióticos o quimioterapia. [22]
- **Socioacusia:** Pérdida de audición no profesional. Es decir, está provocado por aparatos eléctricos o música alta. [22]
- **Bajo rendimiento laboral:** Esto se detectará si la tarea es compleja o múltiple, o si hay ruido irregular. En un entorno ruidoso, disminuye la capacidad de concentración y cooperación entre compañeros. [22]

Estos son sólo algunos ejemplos de condiciones que pueden estar relacionadas con la exposición al ruido. Es importante tomar medidas para prevenir y reducir los efectos negativos del ruido en la salud.

## **2.4. Marco legal**

### **2.4.1. Constitución de la República del Ecuador-2008**

**Art. 325.-** El Estado garantizará el derecho al trabajo. Se identifica todas las modalidades de trabajo, en relación de dependencia o autónomas, con inclusión de labores de auto sustento y cuidado humano; y como actores sociales productivos, a todas las trabajadoras y trabajadores. [23]

En el **Artículo 326**, Numeral 5, de la Constitución de la República del Ecuador se determina que “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”.

[23]

#### **2.4.2. Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo-2004**

El instrumento andino establece lineamientos básicos para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en los países miembros. Promueve la prevención de riesgos laborales mediante normas comunes, asegurando condiciones de trabajo seguras y saludables.

**Capítulo III; Artículo 11.-** “En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial”. [24]

**Capítulo IV; Artículo 18.-** “Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar” [24].

**Capítulo V: Artículo 26.-** “El empleador deberá tener en cuenta, en las evaluaciones del plan integral de prevención de riesgos, los factores de riesgo que pueden incidir en las funciones de procreación de los trabajadores, en particular por la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, con el fin de adoptar las medidas preventivas necesarias” [24].

#### **2.4.3. Decreto Ejecutivo 255-2024**

El Decreto 255, emitido en mayo de 2024, establece el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en Ecuador. Este reglamento busca garantizar un entorno laboral seguro y saludable para los trabajadores mediante la implementación de políticas y procedimientos adecuados.

**Art. 28.-** De las funciones del técnico de seguridad e higiene en el trabajo, serán las siguientes:

**1.** Identificar los peligros y evaluar los riesgos laborales en los centros de trabajo, mediante

el análisis de las condiciones y utilización de metodologías nacionales o internacionales reconocidas.

2. Capacitar a los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo;
3. Investigar, analizar y comunicar al empleador, las causas inmediatas, básicas o déficit de gestión en los accidentes de trabajo ocurridos, proponiendo las medidas correctivas y de mejoramiento de la gestión;
4. Realizar inspecciones periódicas a los lugares y o centros de trabajo para verificar las condiciones de seguridad de instalaciones, medios de transporte, máquinas, equipos, herramientas, equipos de protección personal, entre otros, con el objeto de corregir los actos y las condiciones inseguras que puedan existir o producirse;
6. Convocar a reuniones de trabajo, de asistencia obligatoria, a los empleadores, trabajadores y/o sus representantes y a quienes consideren necesario, con el objetivo de tratar temas de seguridad y salud en el trabajo, en el lugar y o centro de trabajo;
8. Realizar o gestionar estudios de higiene del trabajo para prevenir y controlar los riesgos laborales mediante la eliminación, sustitución, controles de ingeniería, administrativos o sobre el trabajador, priorizando criterios colectivos a los individuales;
11. Planificar y gestionar la adquisición de insumos, materiales, máquinas, equipos y herramientas que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas para la prevención y control de los riesgos laborales en los puestos de trabajo. [8]

**Art. 29.-** De las funciones del profesional médico, serán las siguientes:

2. Participar en la identificación y evaluación de los riesgos biológicos, físicos, químicos, de seguridad, ergonómicos y psicosociales y proponer controles en los puestos de trabajo para evitar que causan daño a la salud mental y física de los trabajadores;
3. Reconocer, evaluar y controlar las condiciones de salud del trabajador que agraven, impidan o validen la aptitud laboral;

4. Diseñar e implementar planes, programas, proyectos y actividades para la vigilancia de salud en el trabajo, con base en estudios específicos en higiene y toxicología laboral, ergonomía y salud mental para la búsqueda de manifestaciones tempranas de alteraciones a la salud;
8. Implementar programas para la gestión de casos de rehabilitación, recuperación y reinserción laboral del trabajador, mediante un proceso activo de acompañamiento, para determinar el tipo de trabajo que podría realizar desde el punto de vista de aptitud médica para el trabajo;
10. Proponer estudios e investigaciones epidemiológicas ocupacionales;
12. Custodiar los datos relativos a la salud de la población trabajadora en expedientes de salud personales y confidenciales, dichos expedientes deben contener la información detallada en la Historia Clínica Ocupacional y demás información relevante para la salud de la población trabajadora acorde a la normativa emitida por la autoridad sanitaria nacional. [8]

#### **2.4.4. Normas técnicas.**

Para la aplicación de las normativas nacionales e internacionales se establecieron:

- Normativa técnica ISO 1996-2: 2019; describe la descripción, medición y evaluación del ruido ambiental [25].
- Norma técnica colombiana 3522, para la descripción y medición del ruido ambiental [26].
- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 1996-2: 2019 guía para la medición y evaluación del ruido ambiental [27].

# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Descripción Área de Estudio

La salud es un concepto que permite desarrollar varios aspectos metodológicos, como comprender los objetivos y subjetivos, estableciendo un contexto formal e informal. Sin embargo, al variar con el tiempo, esto nos permite crear una cultura o en muchas de las ocasiones las condiciones sociales para el desarrollo en la producción. Por lo tanto, con base al contexto dialógico anterior, se amplía la necesidad de articular acciones preventivas en la salud, bienestar físico y mental en los trabajadores en el país [28].

El derecho a la salud es la capacidad de todo ser humano en el desarrollo de todo proceso productivo en su actividad laboral. Duramente la investigación, se ampara en una política de la salud pública del país, que nos permite un objetivo principal para la severidad y prevención médica ocupacional en el bienestar y salud en los trabajadores [8] [28].

Por ende, en la organización de servicios petroleros al efectuar la investigación se reconoce el derecho a la vida digna y apropiada para el buen vivir en lo que respecta al factor riesgo laboral-FRL en las áreas o centros de trabajo. Por lo tanto, al definir los planes de mitigación o medidas de control preventivas, para la continuidad en la organización, se prioriza la salud, bienestar y desarrollo en la productivo de servicios petroleros. El Análisis como investigación ante el proyecto, establece aspectos de origen laboral para la prevención de los factores de riesgo físico-FR en los operarios de la organización, permitiendo identificar las afectaciones a salud por exposición a los distintos NPS que perjudican a la salud que sobrellevan a:

- Al FR7 que pueden generar patología.
- Cuadro clínico ocupacional a corto, mediano o largo plazo.

- Programa de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE), con énfasis en la prevención patológica por ruido y/o daño auditivo o específico.

Con estas reseñas de relevantes del FR, se inicia con un diagnóstico de investigación técnica, que permita identificar, medir, analizar, y proponer estrategias medicas ocupacionales, por las condiciones de exposición con conllevan a una perdida tanto en la salud del operador como al proceso productivo de la organización.

### **3.2. Información empresarial**

La empresa de Servicios Petroleros de estudio es una empresa ecuatoriana fundada en 1990 con el objetivo de ofrecer soluciones tecnológicas para la industria petrolera, energética, minera e industrial. Su crecimiento ha estado impulsado por la innovación y el desarrollo de tecnología propia, lo que le ha permitido expandir sus operaciones a nivel nacional e internacional.

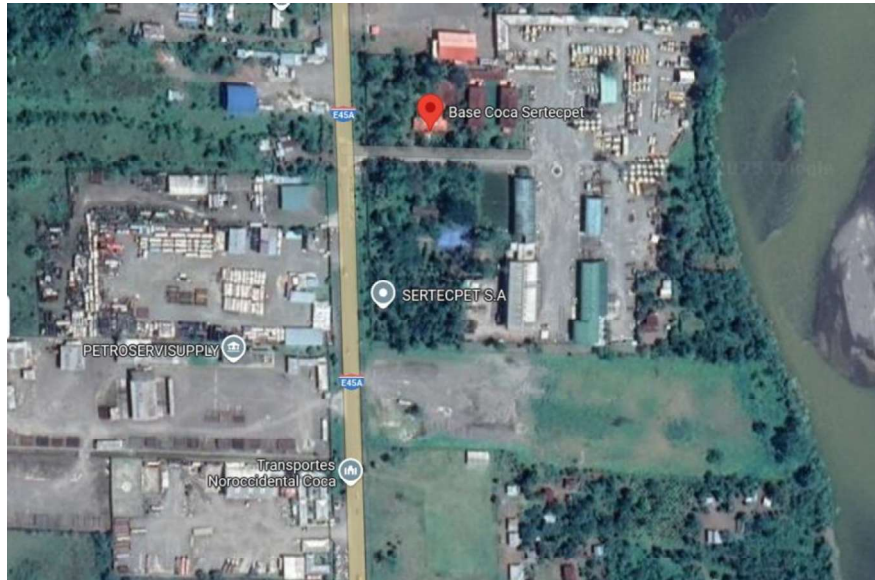
Desde sus inicios, la empresa ha trabajado en el diseño, fabricación y optimización de equipos para la extracción de hidrocarburos, así como en el desarrollo de proyectos industriales con un enfoque en la sostenibilidad y la eficiencia operativa. Con el paso del tiempo, esta empresa ha diversificado sus servicios, incluyendo proyectos de ingeniería, procura, construcción y mantenimiento (IPCM), fortaleciendo su presencia en mercados estratégicos.

En la actualidad, la empresa de estudio es reconocida como una de las empresas líderes en su sector, con presencia en países como Colombia, México, Perú, Estados Unidos, Arabia Saudita y España, consolidando alianzas estratégicas con empresas y entidades internacionales. La compañía cuenta con certificaciones de calidad y patentes tecnológicas en más de 27 países, reflejando su compromiso con la excelencia y la mejora continua [29]:

**Información empresarial:** La empresa de Servicios Petroleros, lleva más de tres décadas enfrentado retos y revolucionando la industria como un ejemplo de perseverancia, calidad y excelencia, brinda soluciones integrales con tecnología de punta al sector energético, petrolero,

minero e industrial. Con un sólido Sistema de Gestión de Calidad, Seguridad y Ambiente, certificaciones internacionales, patentes en 27 países en el mundo.

### 3.2.1. Ubicación geográfica



Fuente: <https://acortar.link/HuaEmn>

### 3.2.2. Población de estudio

Al estudiar la población tanto del área de intervención por la observación directa y su exposición al ruido industrial ergonómico, se determina varios aspectos técnicos metodológicos aplicables; pues cada ambiente de trabajo ineducado dependerá del diseño de las áreas mediante medidas preventivas, que contribuyan controles en la fuente para preservar la salud y bienestar de la organización. Sin embargo, con base al cálculo de la muestra finita (40) operadores del área de mecanizado, incluyendo directivos, administrativos y operativos, se analiza la PRL permitió un resultado empírico en medición y evaluación del factor riesgo disergonómico.

El proyecto permite establecer un “Análisis del Riesgo Físico y sus Patologías por Exposición al Ruido en la Planta de Producción de Mecanizado, de la organización.”, facilitando como resultado de investigación técnica, analítica, sintética y cuantitativa, la prevención de los

riesgos y de responsabilidad patronal como se establece en la legislación nacional en materia de SST del Ecuador - Decreto Ejecutivo 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, Artículos 40 y 41.

Por la naturaleza de este tipo de industria, evidencia un alto riesgo ante el ruido, y sus efectos nocivos que desembocan en patologías de gran impacto en la salud, dependiendo de la exposición del trabajador al mismo, en cuanto a tiempo diario, a los años de prestar servicios relacionados con este, y a la exposición directa o el uso de protección, así como las condiciones de edad, sexo y estado de salud de cada persona.

### **3.3. Información metodológica**

Durante la recepción de datos técnicos de investigación fue primordial la observación directa (*In-Situ*); se contaron con entrevistas patológicas por exposición al ruido y la realización entre las mediciones por ruido ergonómico en las diferentes áreas o estaciones trabajo conforme a la Norma NTE INEN ISO 9612: 2009 [30]. Asimismo, permitió la observación de las audiometrías ocupacionales en cada uno de los operadores con sus datos respectivos estadísticos y curvas promedio de exposición, para una información concreta y real de la investigación. En las siguientes tablas, se demarcan las variables de investigación por la observación directa como:

#### **3.3.1. Variables operacionales**

Durante el estudio se establecerán una serie de procedimientos e indicaciones técnicas para realizar cada una de las mediciones, que permita determinar las variables definidas conceptualmente por exposición al ruido industrial. “En esta se intenta alcanzar la mayor medición e información de cada variable por NPS seleccionada del área de trabajo” [31].

### 3.2.4.1. Variable independiente

La exposición al ruido laboral va a permitir que la investigación manipule y permita una observación directa de los efectos sobre otra variable, es decir cuales con aquellos aspectos patológicos por cuadro clínico ocupacional que están o pueden estar afectando la salud de los operarios. “Es se considera como una relación de causa y efecto como estudio técnico” [32].

**Tabla 1.** Variable independiente

Conceptos Aplicables	Áreas	Indicadores	Preguntas		Técnicas e
			Principales	Instrumentos	
El ruido ocupacional corresponde a la presión sonora que se produce en un espacio de trabajo y que impacta el sistema auditivo de los trabajadores debido a su exposición.	Nivel	Nivel máximo	¿Está		(T) Medición de
	Presión	de NPS	familiarizado con		Factor de Ruido
	Sonora	registrado	la NR en su lugar		(I) Registro de
	(NPS)	durante 7	de trabajo?		Mediciones
		horas			
		laborales por			
		exposición.			
	Exposición		¿El tiempo de		
	Factor		exposición al		(E) Entrevista
	Ruido	Dosis $\leq 1$	ruido es inferior a		(I) Guía para
	(EFR)		8 horas diarias o		entrevista
			laborales?		

Fuente: Autor - 2025

### 3.2.4.2. Variable dependiente

Al estudiar otros factores por exposición al ruido, en este caso, la variable independiente toma el TLV<sup>8</sup> como función de estas últimas mediciones, lo que significa, que “el TLV-STEL

<sup>8</sup> Valor Límite Tolerable-

(Límites de exposición para cortos periodos de tiempo), nos permite definir un comportamiento depende de las alteraciones que se ejecuten en las variables independientes” [33].

**Tabla 2.** Variable dependiente

Conceptos Aplicables	Areas	Indicadores	Preguntas Principales	Técnicas e Instrumentos
Ruido laboral es la presión sonora que se genera en un sector de trabajo y que afecta al sistema auditivo de los trabajadores del lugar, debido a la exposición.	Nivel Presión Sonora (NPS)	Valor máximo de NPS alcanzado en 7 horas laborales de exposición.	¿Está informado sobre la NR correspondiente en su área de trabajo?	(T) Evaluación del Factor de Ruido (I) Registro de resultados de mediciones
	Exposición Factor Ruido (EFR)	Dosis $\leq 1$	¿La exposición al ruido se mantiene por debajo de las 8 horas durante su jornada laboral o diaria?	(E) Entrevista (I) Guía estructurada para entrevistas

Fuente: Autor - 2025

### 3.4. Enfoque de tipo metodológico de investigación

El presente estudio se desarrolla bajo un enfoque de investigación de campo, utilizando como soporte metodológico la recolección de información a través de cuestionarios, entrevistas, encuestas y observación directa (in situ). Este enfoque se complementa con el análisis documental, considerado como una fuente primaria para sustentar las hipótesis planteadas en el trabajo de investigación.

#### 3.4.1. Investigación cuantitativa

Con base a la introducción del diagnóstico inicial para la investigación y, por medio de la observación directa, permitió definir componentes analíticos y metodológicos como:

##### 3.4.1.1. *Diseño experimental:*

Se utilizó evidencias "por mediciones al ruido industrial", concibiendo tres exigencias por su exposición:

- a. Aplicación de variables independientes.
- b. Medio efecto por variable independiente acorde exposición por ciclos de trabajo.
- c. Valor interno acorde al contexto experimental de las mediciones.

#### 3.4.1.2. *Diseños cuasi-experimentales:*

Se utilizó cuando no fue la viable asignación para las mediciones de acuerdo con el área de trabajo, es decir que, durante cada medición la intervención por grupos recibió un procedimiento experimental de acuerdo al NPS por ciclos de trabajo ( $> 75,3$  dB).

#### 3.4.1.3. *Encuesta:*

En cada una de las mediciones realizadas mediante la técnica de investigación cuantitativa, se estableció como objetivo principal la recolección, procesamiento y análisis de las características observadas en los operadores, organizados según su puesto o área de exposición.

#### 3.4.1.4. *Análisis cuantitativos - datos secundarios:*

En estas observaciones de estudio permitieron constituir a diferentes dos anteriores; estos datos ya históricos por estudios preliminares, se evidencian algunas variables tanto cuantitativas como cualitativas por exposición al ruido industrial y disergonómico ambiental.

### **3.4.2. Método analítico**

Con base al método analítico, podemos descomponer elementos básicos y principales de los NPS; Por tanto, va tanto en lo general por la exposición durante los ciclos de trabajo como en el caso de las herramientas eléctricas de alto NPS. Sin embargo, durante el estudio y en cada una de las mediciones por exposición al ruido, se consideraron varios fenómenos aplicables de análisis de estudio. Como cumplimiento a la legislación y normas en materia de SST, es decir, aquellas afectaciones patológicas por causas que afectan a la salud.

### **3.5. Materiales y Métodos Aplicables**

Como parte de los resultados durante la investigación se determinaron varios aspectos metodológicos; Sin embargo, los resultados por cada una de las mediciones tanto por los equipos (Sonómetro y Dosímetro) permitieron definir altos niveles de NSP.

#### **3.5.1. Procedimiento Metodológico de Investigación Técnica:**

Con base al punto anterior, se definen las etapas de seguimiento para lograr el desarrollo de las actividades por la observación directa como:

#### **3.5.2. Fase I.: Herramientas y técnicas:**

Durante el desarrollo de la investigación se contó con técnicas de:

- Diagnóstico inicial (Identificación de los sectores productivos).
- Las encuestas a empresarios y trabajadores de las condiciones actuales laborales.
- Los tests.
- Medicines disergonómicas ambientales laborales.
- Estudios correlacionales.
- Estudios causales-comparativos.
- Estudios experimentales y sus bibliografías científicas de los últimos cinco años o actuales.

#### **3.5.3. Fase II.: Instrumentos aplicables:**

Estos se relacionarán conforme a la estructura del diagnóstico en:

- Plan de trabajo - Cuestionario de encuestas como Chek list.
- Fichas de observación médicas ocupacionales.
- Análisis de resultados (cuantitativos y cualitativos).
- Estructura de manuscritos, en base a matrices científicas de PRL y FR.
- Entre otros, de información técnica conforme a normas nacionales e internacionales.

### 3.5.4. Fase III.: Equipos de Medición:

Durante las mediciones por medio de Sonómetros con especificaciones técnicas, se analizaron aspectos de valoración conforme a los datos, cada uno de los equipos cumplieron dos factores; el cumplimiento de la norma colombiana 3522 y, la ponderación de frecuencia: A / C, la ponderación de tiempo: Rápido, Lento y la gama de frecuencias: 20Hz a 8KHz: Los equipos operativos se caracterizan en el estudio como:

#### 3.5.4.1. Equipo Sonómetro Integrador 390:

La tabla 1 detalla la ejecución de la norma IEC 61672-1:

**Tabla 3.** Características Integrador 390

TIPO	INTEGRADOR
MARCA:	CENTER
REFERENCIA:	390 Data Logger
CLASE DE PRECISIÓN:	Clase 2 / Adquisición de datos digital
NIVEL DE RUIDO:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máx.: 130 dB / Mín.: 30 dB</li> <li>- Cumple con la norma IEC 61672-1 Clase 2</li> </ul>
ESPECIFICACIONES:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrador de datos de 32.000 registros</li> <li>- Memoria de registro de lectura manual (99 puntos)</li> <li>- Lectura de registro LCD (99 registros de memoria)</li> <li>- Interfaz de PC - Con software de Windows / Salida de señal AC/DC</li> <li>- Resolución 0,1 Db / Resolución 0,1 dB</li> <li>- Precisión: <math>\pm 1,4</math>dB (ref. 94dB@1KHz) /Ponderación de frecuencia: A / C</li> <li>- Ponderación de tiempo: Rápido, Lento</li> <li>- Gama de frecuencias: 20Hz a 8KHz</li> </ul>
OTRAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Micrófono: Micrófono de condensador Electret de ½ pulgada</li> <li>- Salidas auxiliares: Salida AC/DC</li> <li>- Batería: Batería de 1,5 V tamaño AA x 4</li> <li>- Dimensiones: 272x83x42 mm &amp; Peso: Aprox.390g</li> </ul>



**Nota.** Tomado de Factor ergonómico por ruido laboral y su afectación en la salud de los operadores de una planta de producción azucarera, por Argoti Reyes, C. E. (2023), Universidad Técnica del Norte, p. 34.

#### 3.5.4.2. Equipo sonómetro EXTECH 407732:

Medidor de nivel sonido digital de doble rango tipo 2 con retroiluminado LCD. Modelo:

407732-NIST/UPC: 793950417324. En la tabla 3 el equipo incluye información detallada, como valores de incertidumbre, respaldados por certificados de calibración con trazabilidad metrológica.

**Tabla 4.** Características EXTECH 407732

TIPO	INTEGRADOR
Precisión básica:	±1.5dB (Tipo 2)
Rango de sonido (dB):	Bajo: 35 a 100dB, Alto: 65 a 130dB
 <p>Especificaciones detalladas:</p>	<p><b>Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La alta precisión cumple con las normas ANSI e IEC 651 Tipo 2</li> <li>- Rangos de medición Alto y Bajo: 35 a 100dB (bajo) y 65 a 130dB (alto)</li> <li>- Funciones de retención de datos y retención máxima</li> <li>- Pantalla LCD retroiluminada para ver en áreas con poca luz</li> </ul> <p><b>Aplicaciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hacer cumplir las ordenanzas de ruido comunitario</li> <li>- Cumplir con los problemas de seguridad del gobierno (OSHA)</li> <li>- Instalación de sistemas de audio</li> </ul>
	Otras especificaciones técnicas:

**Nota.** Tomado de Factor ergonómico por ruido laboral y su afectación en la salud de los operadores de una planta de producción azucarera, por Argoti Reyes, C. E. (2023), Universidad Técnica del Norte, p. 35.

### 3.5.5. Fase IV. Métodos aplicables:

La Norma INTE/IEC 61672-1:2015, representa las especificaciones de funcionamiento electroacústica en tres tipos de equipos de medición para sonómetros o instrumentos de medida al sonido:

- Sonómetro que mide los niveles por sonido ponderado conforme a la frecuencia y su ponderación temporal exponencial.

- Sonómetro que integra el promedio que calcula los niveles del sonido ponderado por la frecuencia, promediados por tiempo.
- Sonómetro integrador que permite el cálculo o medida por niveles de exposición sonora ponderados por la frecuencia.

Los sonómetros acordes a los requisitos de la norma INTE/IEC 61672-1:2015(41), tienen respuesta por la frecuencia específica para el sonido. Sin embargo, el incidente sobre el micrófono dependerá desde una perspectiva de la dirección principal del campo acústico libre o continuamente. Por lo tanto, estas mediciones se aplicaron de forma aleatorias, conforme a los sonómetros especificados en el punto 4.2., conforme a la norma para medir sonidos comprendidos, generalmente industriales con el intervalo de la audición humana. La ponderación por la frecuencia de AU, se especificada a la Norma IEC 61012: 2001(42), que permite aplicarse para mediciones de niveles de sonido altos, medios o bajos audible con la ponderación A, tomado en cuenta la presencia de una fuente que contiene espectrales a frecuencias mayores de 20 kHz.

### **3.7. PATOLOGÍAS PRESENES POR RUIDO:**

El ruido puede tener varios efectos nocivos para la salud, incluido el desarrollo de patologías. Algunas enfermedades y condiciones asociadas con el ruido incluyen:

- **Pérdida de Audición Inducida por el Ruido:** La pérdida de audición inducida por el ruido puede ocurrir inmediatamente o tardar mucho en notarse. Puede ser temporal o permanente y puede afectar uno o ambos oídos. Incluso si no cree que esto perjudique su audición, es posible que tenga problemas en el futuro. Por ejemplo, es posible que no comprenda lo que piensan los demás cuando hablan. [19]

- **Enfermedades Profesionales:** El ruido también puede causar enfermedades cardíacas y estrés, lo que afecta la salud en general. [20] Además, la pérdida de audición inducida por el ruido se considera una enfermedad profesional. [21]
- **Problemas Cardiovasculares:** La exposición a niveles de ruido entre 85 y 90 decibeles puede provocar problemas cardiovasculares, ya que la exposición a estos niveles puede provocar un aumento de la presión arterial. [22]
- **Estrés:** El ruido afecta a todo el sistema fisiológico e impide que sustancias como la adrenalina vuelvan a sus niveles normales tras la exposición al ruido, provocando estrés. [22]
- **Depresión:** Si una persona se expone a un nivel de ruido de 50/55 dB durante más de 24 horas por la noche o durante más de 24 horas, puede desarrollar síntomas de depresión. [22]
- **Perturbaciones del Sueño:** El ruido puede alterar el sueño, afectando negativamente a la calidad del descanso y a la salud en general. [22]
- **Acúfenos:** Hay zumbidos en los oídos. Esta percepción del sonido se produce en ausencia de estimulación sonora externa. [22]
- **Problemas de comunicación:** Es un efecto gradual y progresivo, del ruido; no se detectará hasta que se desactive. Esto crea aislamiento y conflictos interpersonales. [22]
- **Daños al sistema nervioso:** Este tipo de daños se detectan cuando el ruido se combina con agentes industriales como metales pesados o disolventes o fármacos como antibióticos o quimioterapia. [22]
- **Socioacusia:** Pérdida de audición no profesional. Es decir, está provocado por aparatos eléctricos o música alta. [22]

- **Bajo rendimiento laboral:** Esto se detectará si la tarea es compleja o múltiple, o si hay ruido irregular. En un entorno ruidoso, disminuye la capacidad de concentración y cooperación entre compañeros. [22]

Estos son sólo algunos ejemplos de condiciones que pueden estar relacionadas con la exposición al ruido. Es importante tomar medidas para prevenir y reducir los efectos negativos del ruido en la salud.

# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS**

### **4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### **4.1.1. Resultados de la Planta de Mecanizado CNC**

##### **Proceso -Actividad**

El grupo asignado para las mediciones del factor riesgo por ruido en las instalaciones de la empresa de estudio las áreas que presentaban mayor presencia de ruido al realizar sus labores. A continuación se detallan las áreas con sus respectivas actividades:

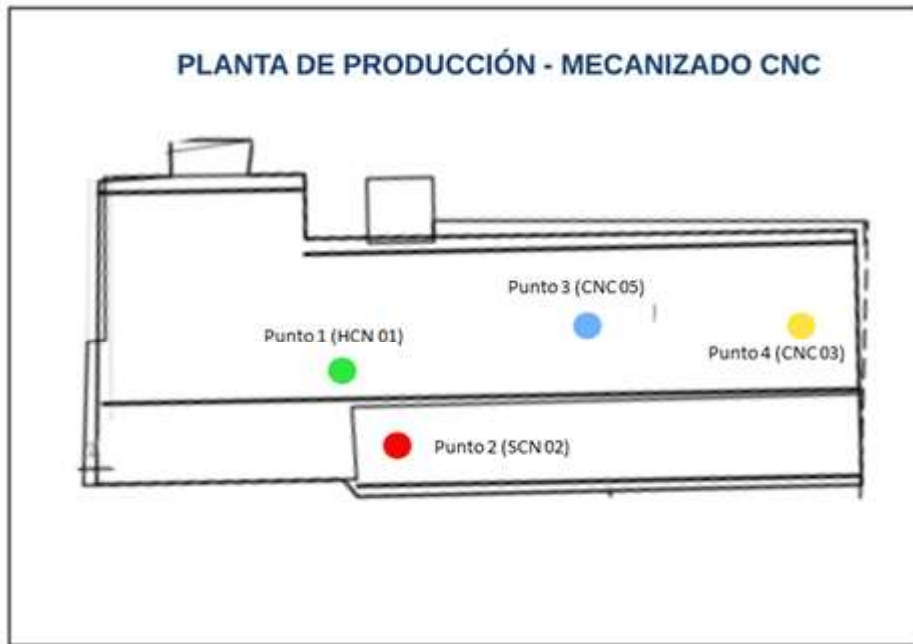
##### **Planta de Mecanizado CNC.**

- Mecanizado de herramientas.
- Fresado
- Corte (Cierra)
- Torneado.

##### **Metodología Aplicable**

Según la metodología aplicada en base a la Norma Técnica Colombiana 3522, se realizó el estudio del factor ruido con los datos obtenidos a partir de las mediciones realizadas con el Sonómetro Center Integrador 390.

**Figura 1.** Niveles de Presión Sonora- Área de Producción Mecanizado CNC.



**Tabla 5.** Puntos de medición

Punto de Medición	Color	dB	
		Máximo	Mínimo
Punto 1 (HCN 01)		84.0	53.6
Punto 2 (SCN 02)		100.7	73.7
Punto 3 (CNC 05)		75.2	66.5
Punto 4 (CNC 03)		84.5	69.5

**Nivel de Presión Sonora-NPS:**

$$NPS = 10 \cdot \log_{10} (10^{x1/10} + 10^{xn/10} + \dots)$$

$$NPS = 10 \cdot \log_{10} (10^{84/10} + 10^{100.7/10} + 10^{75.2/10} + 10^{84.5/10})$$

$$NPS = 100.9 \text{ dB}$$

**Sin protección auditiva-SPA.**

$$T = \frac{16}{2^{(100.7-80)/5}}$$

$$T = 0.883 \text{ horas}$$

$$T = 52 \text{ min } 58\text{seg}$$

### Dosis de Exposición

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

$$D = \frac{6h}{0.883 \text{ h}}$$

$$\text{Dosis: } 7.20 > 1$$

Cuando la dosis es  $>1$ , el trabajador se encuentra expuesto a ruido de impacto, es decir, que el NPS supera el VLT9 por las frecuencias de trabajo en cada una las actividades a realizar en el puesto o estación de trabajo. Sin embargo, al determinar la dosis en cada uno de los trabajadores por tiempos, se define el log de la frecuencia por exposición. Por lo tanto, la empresa deberá tomar medidas preventivas y correctivas tanto en la fuente medio y receptor, a fin de evitar riesgo patológicos auditivos.

Con protección auditiva. (Taponés auditivos reutilizables Serie 1270)

Ponderado A de la OSHA.

$$\text{NRR} = 24\text{dB}$$

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

$$\text{NRA} = 100.9 - \frac{(24\text{dB} - 7\text{dBA})}{2}$$

$$\text{NRA} = 100.9\text{dB} - 8.5\text{dB}$$

$$\text{NRA} = 92.4\text{dB}$$

---

<sup>9</sup> Valor Limite Tolerable.

**Tabla 6.** Resultados Medición por Puntos en Área de Producción

Área de producción		
Punto	Valores máximos (db)	Valores mínimos (db)
<b>Mecanizado</b>	84	53,6
<b>Fresado</b>	98,1	96,6
<b>Corte (Sierra)</b>	103,1	73,7
<b>Torneado</b>	74,8	71,3

En el área de producción se puede apreciar que los distintos puntos de la misma evidencian niveles de ruido riesgosos, y en ese entorno se encuentra el punto de mecanizado objeto de la presente investigación, sin embargo, los niveles de ruido permanente apuntan a una exposición constante que perjudica a los trabajadores de esta área, considerando la jornada de trabajo y el tiempo de servicio, como se expone también a continuación.

Estableciendo puntos de referencia y comparación, en el área de producción y de otros puntos en relación con el área de mecanizado se aprecia el impacto de este punto, de cómo existen niveles mayores o menores en otros puntos, así el de mayores niveles son los puntos de corte con valores entre 103,1 y 73,7 db. y, fresado entre 98, 1 y 96, 6 db. lo cual no desmerece la relevancia de atender los niveles de ruido en el área de estudio que son entre 53,6 y 84 db., y de la importancia de definir y emprender acciones para atender y remediar en lo posible la incidencia del ruido, como el riesgo de desarrollar patologías directamente causadas por el ruido. Considerando que, aun cuando se toman ciertas medidas o usan ciertos dispositivos y elementos de protección, sigue latente el riesgo por el ruido atenuado que recibe la persona y el tiempo de exposición.

**Tabla 7.** Límites máximos de ruido permisibles según uso del suelo

<b>Tipo de zona según uso del suelo</b>	<b>Límite de presión sonora equivalente NPS eq [dB(A)] De 06h00 a 20h00</b>	<b>Límite de presión sonora equivalente NPS eq [dB(A)] De 20h00 a 06h00</b>
Zona hospitalaria y educativa	55	45
Zona residencial	60	50
Zona residencial mixta	65	55
Zona comercial	65	55
Zona comercial mixta	70	60
Zona industrial	75	65
Zonas de preservación de hábitat	60	50

*Fuente:* Norma técnica que establece los límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles

**Tabla 8.** Límites recomendados exposición ruido según el número expuesto.

<b>No. de horas de exposición</b>	<b>Nivel del sonido (dB)</b>
<b>8</b>	90
<b>6</b>	92
<b>4</b>	95
<b>3</b>	97
<b>2</b>	100
<b>1 ½</b>	102
<b>1</b>	105
<b>½</b>	110
<b>¼ o menos</b>	115

*Fuente:* La Salud y la Seguridad en el Trabajo. El ruido en el lugar de trabajo  
Elaborado por: OIT

Considerando los datos antes referidos (Tabla 3 y Tabla 4) se establecen valores máximos recomendados en relación con los valores obtenidos de la aplicación a las máquinas y puntos del área de mecanizado y su equivalente en tiempo de exposición, considerando precisamente la jornada estándar de 8 horas:

**Tabla 9.** Análisis de valores máximos permitidos por máquina del área de mecanizado

Máquina y punto	Medición en db			Cumplimiento
	Valor máximo medido (db/h)	Valor mínimo Medido (db/h)	Valores mínimos permitidos (db/h)	
Mecanizado de herramientas (P1)	84.0unidades	53.6/8	90/8	No
Corte Sierra (P2)	100.7	73.7/8	75/90	No
Torno (P3)	75.2	66.5/8	75/90	No
Fresadora (P4)	84.5	69.5	75/90	No

Como se aprecia de estos resultados las máquinas y puntos del área de mecanizado superan los niveles permitidos de ruido en cuanto a zona y tiempo de exposición definidos en la normativa vigente a nivel nacional e internacional, parámetros análogos establecidos en virtud de la concordancia de la zona industrial y de la naturaleza de su funcionamiento.

**Tabla 10.** Análisis de Resultadas- Planta de Mecanizado CNC

Análisis de Resultados	
Área	Planta Mecanizado CNC.
NPS	100.9 db
Tiempo Máximo de Exposición.	52 min 58 seg
Dosis.	7.20>1
NRA	92.4 dB
Impacto que causa el ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>El impacto causado por el ruido en el área de Producción Mecanizado por CNC<sup>10</sup>, se encuentra en un NPS<sup>11</sup> Alto, presentando 103.21 dB<sup>12</sup>, en comparación a los lineamientos establecidos por la norma NTC 3522:2005, la cual establece un límite en el área industrial de 75.0 dB como máximo permitido. La exposición prolongada al ruido puede generar diferentes patologías, tales como: pérdida parcial y permanente de audición, estrés laboral, disminución del rendimiento en su jornada laboral y trastornos de sueño.</li> <li>Al realizar los cálculos con la protección auditiva que en su mayoría utilizan los operadores del área de mecanizado CNC, se observó que el ruido no disminuye a cantidades permisibles por la norma NTC 3522:2005, cabe destacar que la mayor cantidad de ruido sucede en el punto 3 donde se encuentra el corte con cierra de tubería, así que quien opera aquella máquina se ve más afectado y también los operadores que realizan sus actividades cerca de está, el ruido suele disminuir en base a lo lejos que se encuentran distribuidas las otras máquinas.</li> </ul>

<sup>10</sup> Control Numérico Computarizado.

<sup>11</sup> Nivel de Presión Sonora.

<sup>12</sup> Decibel.

- 
- Se recomienda la implementación de medidas de control para ruido industrial; de esta forma, es idóneo el uso de protectores auditivos de tipo tapones auditivos reutilizables con una mayor protección auditiva como los tapones auditivos reutilizables Ultrafit 25 que reducen los niveles de ruido en 27 dB o los tipos orejeras OPTIME 101 que también reducen los niveles de ruido en 27dB.
  - También es recomendable programas de mantenimiento preventivo para las máquinas.
- 

Conforme a los resultados obtenidos, dependiendo de la ubicación del puesto de trabajo y la ubicación de la persona en relación a las distintas máquinas aumenta el índice de ruido nocivo y por ende su impacto en la salud. Se tienen máquinas que causan mayor ruido, y que requieren que los operadores estén más cerca para su funcionamiento, así también el ruido indirecto que reciben quienes están un poco más alejados aún sigue siendo un riesgo.

Otro resultado a considerar es que, pese a que algunos usen ciertos medios de protección auditiva esta no es suficiente, y en poco o casi nada reducen el ruido y su impacto en la persona, lo cual es indicativo de la necesidad de implementar un plan adecuado de manejo del ruido, salud y seguridad ocupacional, y, en lo principal, mejores medidas y uso de dispositivos de protección y aislamiento del ruido, sobre todo para quienes están expuestos a las máquinas que ocasionan mayor ruido.

#### 4.1.2. Resultados de la aplicación de la Encuesta

A continuación se presentan los resultados correspondientes a la aplicación de la encuesta a los 40 trabajadores:

**Tabla 11.** Datos de los encuestados

<b>Indicador</b>	<b>Categoría</b>	<b>Nro. De encuestados</b>
Sexo	Masculino	40
<b>Total</b>		40
	30-39	14
Rangos de edad	40-45	9

	46-65	17
<b>Total</b>		40
	5-10	11
Años de servicio	11-20	14
	21-31	15
<b>Total</b>		40

Se consideró para la aplicación de la encuesta a los trabajadores del área de mecanizado, mayores de 30 años, y con un tiempo de servicio mayor a 5 años, considerando la estabilidad en relación con el manejo de la maquinaria y desempeño de actividades en este punto, así como exposición constante al ruido, lo cual permite obtener resultados precisos y validables.

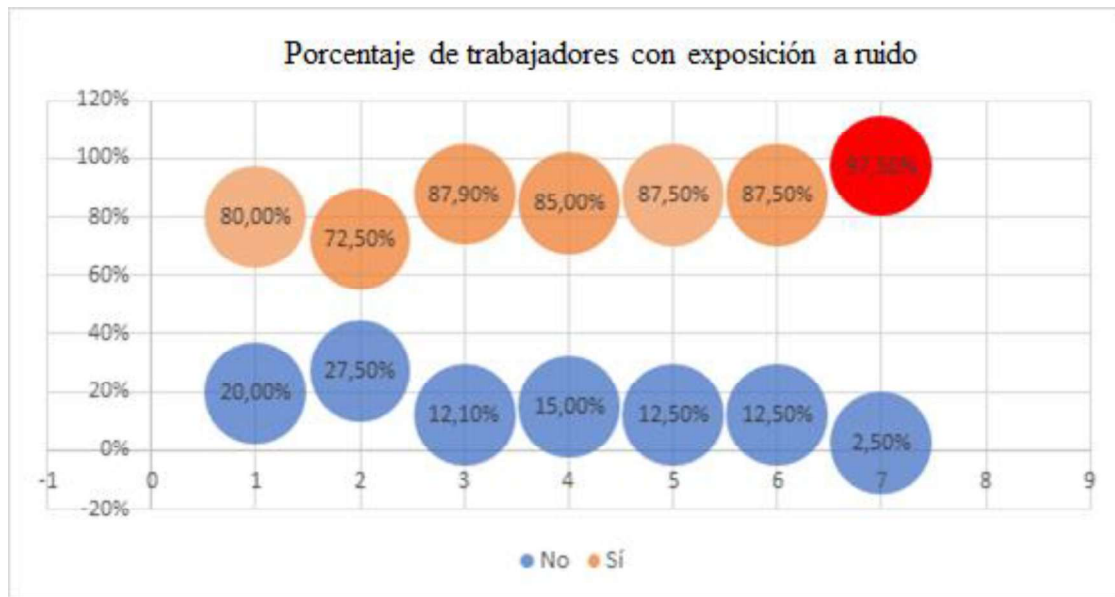
#### 4.1.2.1 Exposición factores de ruido en el entorno

A continuación se presentan los resultados correspondientes a la exposición de factores de ruido en el entorno:

**Tabla 12.** Exposición a ruido (8h)

Categoría	30-35 (1)	36-40(2)	41-45(3)	46-50(4)	51-55(5)	56-60(6)	61-65(7)	Total
8 h/día	8 (20,0%)	11 (27,5%)	4 (10,0%)	6 (15,0%)	5 (12,5%)	5 (12,5%)	1 (2,5%)	40 (100%)

**Figura 2.** Porcentaje de trabajadores con exposición a ruido

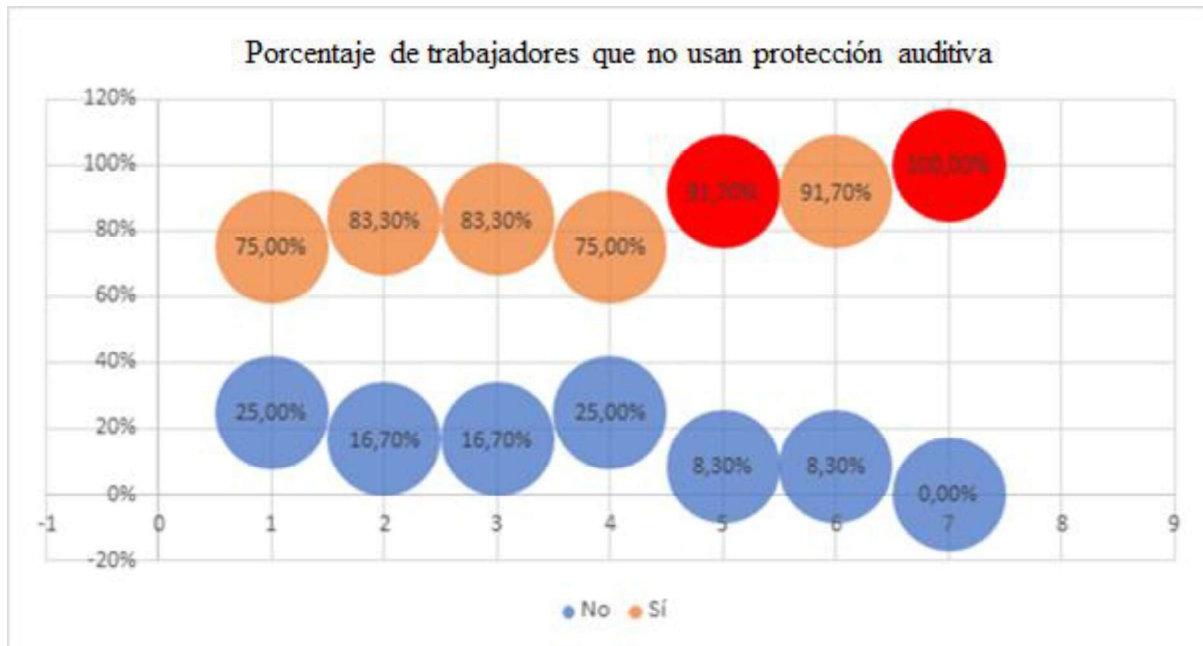


En la figura 1 se muestran que la mayoría de los trabajadores están expuestos a ruido durante su jornada laboral de 8 horas, lo que representa un factor de riesgo importante para su salud auditiva. Aunque se observa un grupo reducido que no presenta exposición, la tendencia predominante es de alta exposición, con porcentajes que superan ampliamente a los de no exposición. Este panorama refleja la necesidad de mantener un estricto control sobre los niveles de ruido en el ambiente laboral y de reforzar las medidas preventivas, como el uso adecuado de protectores auditivos y la implementación de pausas activas.

**Tabla 13.** Uso de protección auditiva

Categoría	30-35 (1)	36-40(2)	41-45(3)	46-50(4)	51-55(5)	56-60(6)	61-65(7)	Total
No	3 (25,0%)	2 (16,7%)	2 (16,7%)	3 (25,0%)	1 (8,3%)	1 (8,3%)	0 (0,0%)	12 (30%)
Sí	5 (17,9%)	9 (32,1%)	2 (7,1%)	3 (10,7%)	4 (14,3%)	4 (14,3%)	1 (3,6%)	28 (70%)
Total	8	11	4	6	5	5	1	40 (100%)

**Figura 3.** Porcentaje de trabajadores que no usan protección auditiva



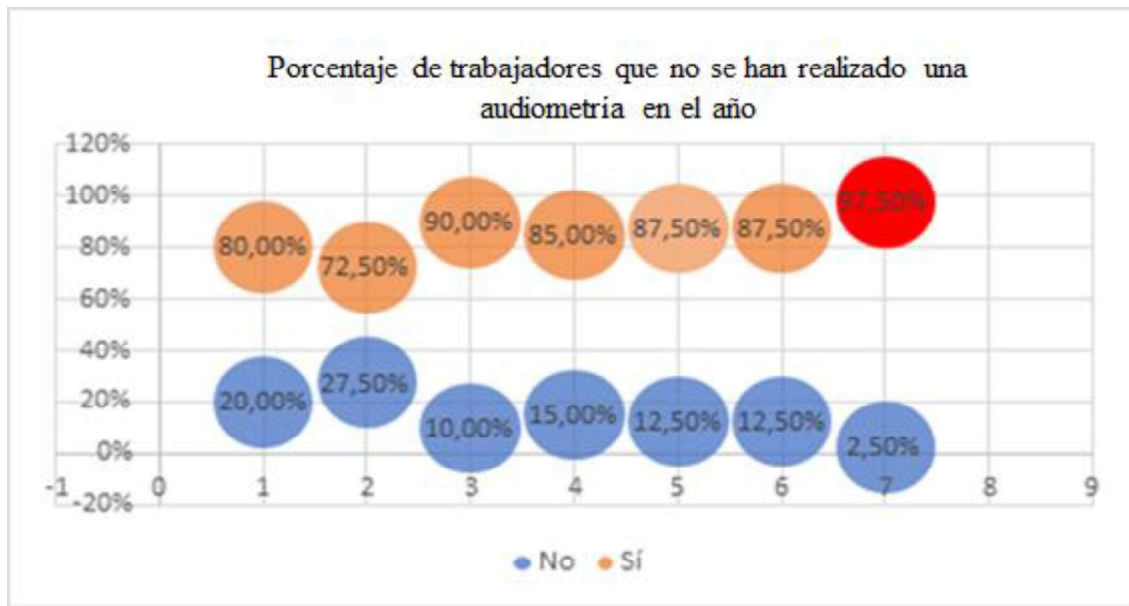
En la figura 2 se muestran que la mayoría de trabajadores sí utilizan protección auditiva, aunque persisten ciertos grupos donde el incumplimiento es relevante. Los valores más altos, destacados en rojo, muestran que todavía existe un porcentaje considerable de personas que no emplea este equipo de protección, lo que constituye un riesgo importante para la salud auditiva.

La tendencia general indica una disminución progresiva en el número de trabajadores que no usan protección conforme se avanza en las categorías, lo que sugiere que en algunos sectores o actividades se ha interiorizado más la práctica preventiva. Sin embargo, los picos elevados evidencian la necesidad de reforzar las capacitaciones y supervisión, ya que incluso un grupo reducido de incumplimiento puede generar consecuencias significativas en la exposición prolongada al ruido.

**Tabla 14.** Audiometría realizada en el año

Categoría	30-35 (1)	36-40(2)	41-45(3)	46-50(4)	51-55(5)	56-60(6)	61-65(7)	Total
No	8 (20,0%)	11 (27,5%)	4 (10,0%)	6 (15,0%)	5 (12,5%)	5 (12,5%)	1 (2,5%)	40 (100%)

**Figura 4.** Porcentaje de trabajadores que no se han realizado una audiometría en el año

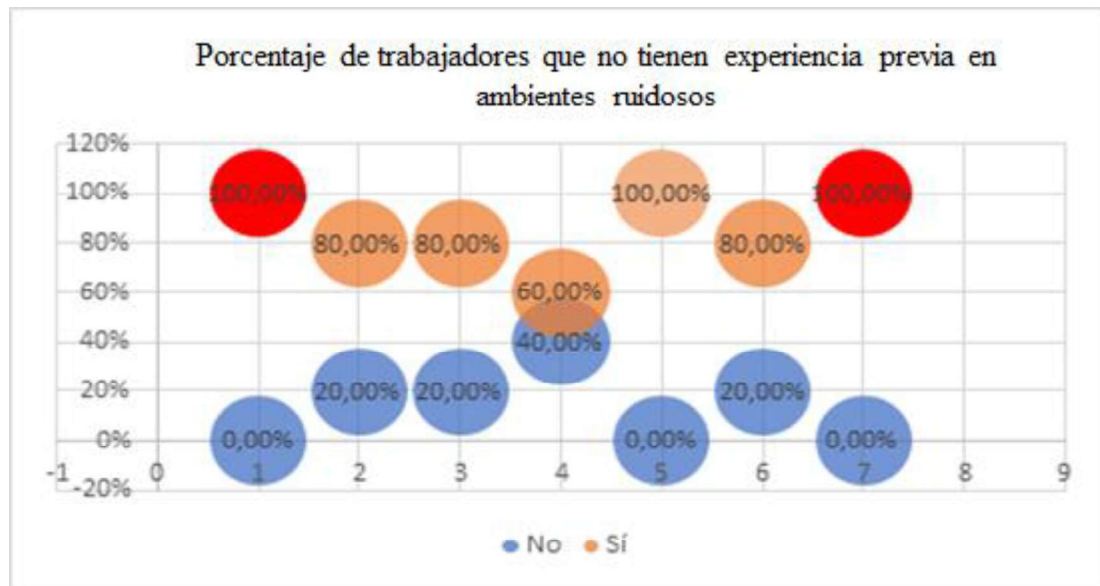


En la figura 3 se muestran que, aunque la mayoría de trabajadores sí se han realizado una audiometría en el año, todavía persiste un grupo que no cumple con esta evaluación médica preventiva. La tendencia general refleja un avance positivo hacia el cumplimiento, con un porcentaje creciente de trabajadores que acceden a este control, lo que fortalece la vigilancia de la salud auditiva. No obstante, los picos en los que se concentran mayores niveles de incumplimiento evidencian brechas que deben ser atendidas, ya que la falta de seguimiento puede retrasar la detección temprana de alteraciones auditivas. Esto señala la necesidad de reforzar las campañas de sensibilización y asegurar la obligatoriedad de la audiometría anual como parte esencial del programa de prevención de riesgos ocupacionales.

**Tabla 15.** Experiencia previa en ambientes ruidosos

Categoría	30-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	Total
No	6 (18,2%)	9 (27,3%)	4 (12,1%)	5 (15,2%)	3 (9,1%)	5 (15,2%)	1 (3,0%)	33 (82,5%)
Sí	2 (28,6%)	2 (28,6%)	0 (0,0%)	1 (14,3%)	2 (28,6%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	7 (17,5%)
Total	8	11	4	6	5	5	1	40 (100%)

**Figura 5.** Porcentaje de trabajadores que no tienen experiencia previa en ambientes ruidosos

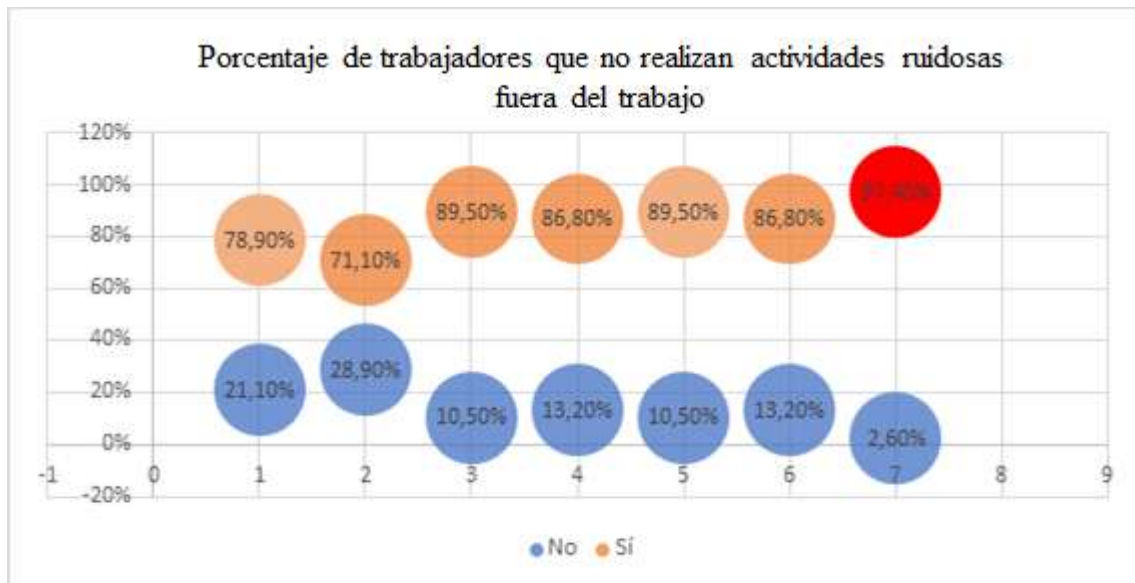


En la figura 4 se muestran que la mayoría de trabajadores sí cuentan con experiencia previa en ambientes ruidosos, lo cual puede representar un factor positivo, ya que están más familiarizados con las medidas de prevención y los efectos del ruido en la salud. Sin embargo, se identifican grupos con ausencia de experiencia que alcanzan valores considerables, especialmente en el punto donde la proporción de trabajadores sin experiencia es más alta. Esta situación evidencia posibles brechas en el conocimiento práctico sobre la exposición al ruido, lo que incrementa la vulnerabilidad de dichos trabajadores.

**Tabla 16.** Actividades ruidosas fuera del trabajo

Categoría	30-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	Total
No	8 (21,1%)	11 (28,9%)	4 (10,5%)	5 (13,2%)	4 (10,5%)	5 (13,2%)	1 (2,6%)	38 (95%)
Sí	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (50,0%)	1 (50,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (5%)
Total	8	11	4	6	5	5	1	40 (100%)

**Figura 6.** Porcentaje de trabajadores que no realizan actividades ruidosas fuera del trabajo

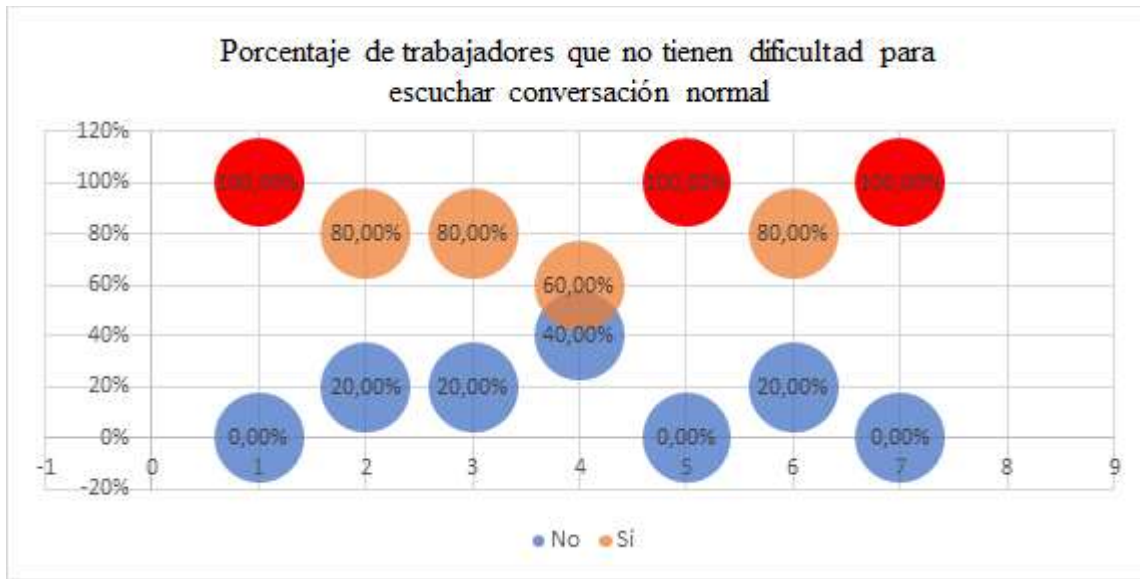


En la figura 5 se muestran que la mayoría de trabajadores sí realizan actividades ruidosas fuera del entorno laboral, lo que implica que su exposición al ruido no se limita únicamente al lugar de trabajo. Esta situación resulta relevante, ya que incrementa el riesgo acumulativo de afectaciones auditivas al combinar la exposición ocupacional con la recreativa o doméstica. Aunque existen grupos con menor participación en este tipo de actividades, la tendencia predominante es de una alta exposición extralaboral.

**Tabla 17.** Dificultad para escuchar conversación normal

	30-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65
No	0 (0,0%)	1 (20,0%)	1 (20,0%)	2 (40,0%)	0 (0,0%)	1 (20,0%)	0 (0,0%)
Sí	8 (22,9%)	10 (28,6%)	3 (8,6%)	4 (11,4%)	5 (14,3%)	4 (11,4%)	1 (2,9%)

**Figura 7.** Porcentaje de trabajadores que no tienen dificultad para escuchar conversación normal

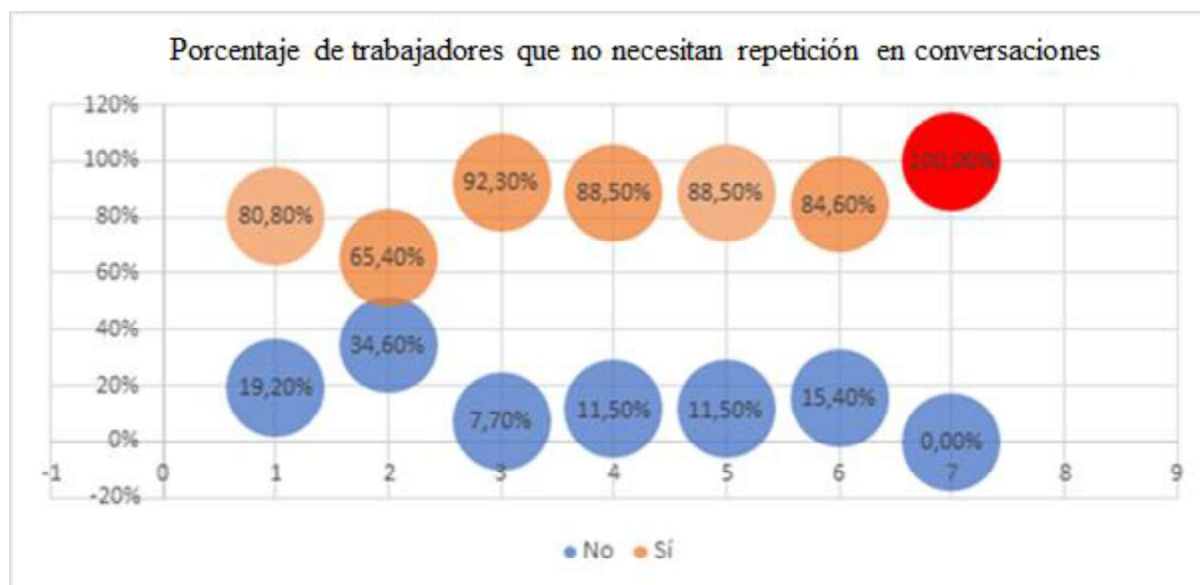


En la figura 6 se muestran que la mayoría de los trabajadores no presentan dificultad para escuchar una conversación normal, lo cual refleja un buen estado auditivo en la población evaluada. Sin embargo, existen ciertos grupos con porcentajes de limitación que no deben pasarse por alto, ya que podrían ser indicio de una exposición prolongada al ruido o de la falta de seguimiento preventivo. Estos resultados resaltan la importancia de mantener las evaluaciones periódicas y reforzar las medidas de protección auditiva, con el fin de prevenir que estos casos aislados se conviertan en una problemática más generalizada.

**Tabla 18.** Necesidad de repetición en conversaciones

	30-35 (1)	36-40 (2)	41-45 (3)	46-50 (4)	51-55 (5)	56-60 (6)	61-65 (7)
No	5 (19,2%)	9 (34,6%)	2 (7,7%)	3 (11,5%)	3 (11,5%)	4 (15,4%)	0 (0,0%)
Sí	3 (21,4%)	2 (14,3%)	2 (14,3%)	3 (21,4%)	2 (14,3%)	1 (7,1%)	1 (7,1%)

**Figura 8.** Porcentaje de trabajadores que no necesitan repetición en conversaciones



En la figura 7 se muestran que la mayoría de los trabajadores no requieren que se repitan las conversaciones, lo que indica una adecuada capacidad auditiva en la mayor parte de la población evaluada. Sin embargo, se observan ciertos grupos que sí presentan esta necesidad, lo cual puede estar asociado a una disminución de la audición derivada de la exposición al ruido. Estos hallazgos ponen en evidencia la importancia de reforzar la vigilancia auditiva y mantener programas preventivos, con el fin de evitar que los casos puntuales de dificultad progresen y se conviertan en una condición más generalizada.

**Tabla 19.** Necesidad de subir volumen TV/Radio

Categoría	30-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	Total
No sabe	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	0 (0,0%)	3 (7,5%)
No	5 (23,8%)	8 (38,1%)	1 (4,8%)	2 (9,5%)	2 (9,5%)	3 (14,3%)	0 (0,0%)	21 (52,5%)
Sí	3 (18,8%)	3 (18,8%)	3 (18,8%)	3 (18,8%)	2 (12,5%)	1 (6,2%)	1 (6,2%)	16 (40,0%)
Total	8	11	4	6	5	5	1	40 (100%)

**Figura 9.** Porcentaje de trabajadores que no necesitan subir volumen TV/Radio



En la figura 8 se muestran que el 52,5 % de los trabajadores indica que no tiene la necesidad de subir el volumen para escuchar mejor, mientras que un 40 % reconoce que sí lo hace y un 7,5 % manifiesta no saber. Este patrón revela que, aunque la mayoría no percibe problemas auditivos evidentes, existe un grupo considerable que presenta indicios de pérdida auditiva, especialmente en los rangos de edad más jóvenes (30 a 50 años), lo que sugiere que la exposición prolongada al ruido laboral podría estar afectando su capacidad auditiva. La distribución por edades muestra que los problemas no son exclusivos de los trabajadores mayores, sino que aparecen en varios grupos etarios, lo cual refuerza la necesidad de implementar medidas preventivas y seguimiento audiométrico.

#### **4.1.3. Discusión de resultados**

Tanto en la aplicación de la encuesta como en la prueba de campo respecto a la medición del ruido en el área de mecanizado, teniendo como población a los trabajadores de esta sección, la constante refiere que existe exposición a altos niveles de ruido, falta de protección adecuada, aislamiento al ruido, exposición permanente y variada a este, lo cual evidencia un impacto

nocivo al ruido, considerando que no hay medidas adecuadas implementadas actualmente en esta área para combatir el ruido y los riesgos que representa.

Las patologías ocasionadas por el ruido se encuentran estrechamente relacionadas con el sistema nervioso y directamente con el oído, el equilibrio, así como afectan la estabilidad emocional de la persona, en virtud de estos resultados es evidente el riesgo que tiene os trabajadores del área de mecanizado de sufrir afecciones o patologías, transitoria y permanentes causadas por la exposición al ruido.

La falta de implementación de medidas de protección, así como un plan de salud y seguridad ocupacional para combatir los efectos nocivos del ruido es un problema alarmante dado que algunos dispositivos de cierta forma improvisadas o no adecuados técnicamente para aislar el ruido que usan los trabajadores por el contrario en lo mínimo reducen el ruido siendo por completo inútiles para prevenir riesgos. Existen dispositivos adecuados, sin embargo, al igual que en otros casos poco se presta atención idónea a su uso a la par de otros equipos de protección en el trabajo.

La presencia de máquinas de distinta naturaleza que producen distintos niveles de ruido y por tanto, riesgo de causar patologías a los trabajadores por su cercanía o exposición en el área de mecanizado es un indicador a tomar en cuenta para la implementación de un plan de intervención. Se concluye por tanto necesario y urgente su implementación al igual que otras medidas y medios de protección, prevención, salud y seguridad en el trabajo, para el adecuado desarrollo de sus actividades, y evitar enfermedades y patologías.

#### **4.1.4. Comparación con otros Estudios**

En la Planta de Mecanizado CNC, se obtuvo que los niveles de ruido alcanzan 100.9 dB y los picos de ruido llegan a 103.1 dB en el corte de sierra y a 98.1 dB en el fresado. Esto es particularmente preocupante, ya que el límite de exposición recomendado para una jornada laboral de 8 horas es de solo 85 dB. Por otro lado, las encuestas revelan que el 100 % de los

operadores está expuesto al ruido todo el día laboral, de los cuales el 30 % de los operadores indica que no usa protección auditiva y un 70 % asegura que usa EPP auditivo.

Estos resultados son similares a los obtenidos en la investigación que realizó Rodríguez et al. [34] en el cual señala que la exposición a ruido mayor de 85 dB produce problemas auditivos, estrés fisiológico, dificultad para comunicarse y menor rendimiento laboral.

Por otro lado, en la tesis que presentaron Paredes y Bernal [35] se determinó que los trabajadores están expuestos a niveles de ruido entre 92 y 102 dB, lo cual supera los límites que indica la normativa. Asimismo, los análisis del mapa isofónico y los informes de los monitores de ruido industrial indican que existe en las áreas de generación de potencia y operación de maquinaria rotativa, dB superiores a los NPS que superan los 100 dB, permitiendo la necesidad de implementar las medidas de protección a la reducción del ruido en esas áreas.

Finalmente, también se tiene el estudio de Simbaña [36], donde identifica la evaluación de ruido que genera en los equipos industriales como un taller automotriz ecuatoriano, obteniendo que, los tres sectores de trabajo superan los límites de exposición segura, que son 85 dB para una jornada de 7 horas, destacando en el área de compresores, pues este nivel de ruido llegó a 94 dB y en la zona de elevadores hidráulicos el nivel de ruido llegó a 97 dB, lo cual puede causar a corto, mediano o largo plazo, una patología de origen laboral, con cuadro clínico ocupacional por el daño auditivo permanente si la exposición dura mucho tiempo. Esta observación coincide con los resultados de estudio.

# **CAPÍTULO V**

## **PROPUESTA**

### **PROPUESTA PLAN DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS POR RUIDO EN LA PLANTA DE MECANIZADO CNC**

#### **5.1. Introducción**

Los resultados presentados en el capítulo IV demuestran que los niveles de presión sonora en la Planta de Mecanizado CNC de SERTECPET superan los límites permisibles establecidos por la NTC 3522:2005, por la OIT y la OSHA. Los trabajadores están expuestos a valores entre 84 dB y 103 dB durante jornadas completas de 8 horas, lo cual genera un riesgo elevado de hipoacusia inducida por ruido, pérdida auditiva permanente, estrés y disminución de la eficiencia laboral.

Este plan propone medidas integrales que combinan ingeniería, administración y protección personal para reducir los niveles de exposición al ruido.

#### **5.2. Objetivo**

Implementar un sistema integral de control y prevención de riesgos por exposición a ruido en la Planta de Mecanizado CNC, que garantice la reducción de los niveles de presión sonora y la protección de la salud auditiva de los trabajadores.

#### **5.3. Alcance**

- Área: Planta de Mecanizado CNC.
- Actividades: Mecanizado, fresado, corte (sierra) y torneado.
- Cobertura: Todo el personal operativo y de supervisión en estas áreas.

- Fases: Evaluación, planificación, instalación de medidas técnicas, capacitación, seguimiento y control.

#### **5.4. Definiciones**

- NPS (Nivel de Presión Sonora): Intensidad sonora medida en dB.
- Dosis de exposición: Relación entre el tiempo real de exposición y el tiempo máximo permitido.
- EPP: Equipos de Protección Personal.
- Atenuación: Disminución del nivel sonoro mediante medidas técnicas o uso de protección auditiva.

#### **5.5. Base legal**

- Norma Técnica Colombiana NTC 3522:2005 – Evaluación y control de la exposición al ruido.
- OSHA 29 CFR 1910.95 – Occupational Noise Exposure.
- La Salud y la Seguridad en el Trabajo. OIT (2013).
- Decreto Ejecutivo 255-2024, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo – Ecuador.

#### **5.6. Responsables**

- Gerente General: Provisión de recursos económicos y logísticos.
- Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional: Diseño, ejecución y seguimiento del plan.

- Supervisores de Área: Monitoreo diario, control de uso de EPP y aplicación de pausas activas.
- Trabajadores: Uso obligatorio de protección auditiva y cumplimiento de normas.

**Tabla 20.**

Eliminación o Sustitución

<b>Elemento a controlar</b>	<b>Acción técnica</b>	<b>Especificaciones técnicas detalladas</b>	<b>Recursos / materiales</b>	<b>Indicadores y metas</b>
<b>Discos de sierra convencionales</b>	Sustitución por discos silenciosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discos “SilentCore” o equivalentes, diámetro 350–400 mm.</li> <li>- Ranuras antivibración cortadas por láser.</li> <li>- Núcleo con relleno viscoelástico para absorber vibraciones.</li> <li>- Recubrimiento de carburo de tungsteno para aumentar durabilidad.</li> <li>- Cumplimiento con norma ISO 3002 para herramientas de corte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 unidades por máquina de corte.</li> <li>- Personal técnico para instalación y pruebas.</li> <li>- Manual de calibración del disco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción directa de 6–8 dB en el punto de corte.</li> <li>- Vida útil de los discos: 6 meses.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motores trifásicos IE3 alta eficiencia.</li> <li>- Balanceo dinámico ISO 1940 G2.5.</li> <li>- Bases con soportes antivibratorios de neopreno (40–50 Shore A).</li> <li>- Montaje con acoplamientos flexibles para absorción de vibraciones.</li> <li>- Integración de variadores de frecuencia (VFD) para arranque suave.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motores de potencia equivalente (7,5–15 HP).</li> <li>- Kit de alineación láser.</li> <li>- Técnicos certificados en balanceo.</li> </ul>
<b>Motores de transmisión</b>	Reemplazo por motores balanceados dinámicamente			

**Tabla 19.**

*Controles de Ingeniería*

Proceso / Máquina crítica	Punto de medición	Nivel NPS medido	Tipo de control requerido (jerarquía)	Medida específica propuesta	Implementación técnica (cómo se aplica la norma)	Atenuación / efecto esperado
Corte con sierra (corte de tubería)	P2	100,7 dB	Eliminación / Sustitución	Sustitución progresiva de sierra convencional por sierra CNC encapsulada o corte por plasma encapsulado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de equipo con certificación de emisión sonora <math>\leq 85</math> dB.</li> <li>- Evaluación previa con medición LAeq conforme ISO 9612.</li> <li>- Eliminación de operación manual continua.</li> </ul>	Reducción $\geq$ 20–30 dB en fuente
Corte con sierra existente (mientras no se sustituya)	P2	100,7 dB	Ingeniería	Cabina acústica cerrada para sierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño según ISO 15665 (control de ruido industrial).</li> <li>- Paneles de acero galvanizado 1,5 mm + lana de roca 50 mm (70 kg/m<sup>3</sup>).</li> <li>- Ventilación forzada con silenciadores tipo codo.</li> <li>- Sellado perimetral completo.</li> <li>- Barreras móviles con núcleo de poliuretano 80 kg/m<sup>3</sup> y vinilo acústico 5 kg/m<sup>2</sup>.</li> </ul>	15–25 dB en entorno inmediato
Fresadora	P4	98,1 dB	Ingeniería	Encapsulamiento parcial + barreras acústicas móviles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altura 2 m alrededor del operador.</li> <li>- Configuración flexible según tarea.</li> <li>- Verificación post-instalación con ISO 9612.</li> </ul>	6–10 dB para operarios cercanos

Mecanizado CNC	P1	84,0 dB	Ingeniería + Administrativas	Paneles fonoabsorbentes en recinto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paneles de espuma melamínica <math>NRC \geq 0,85</math>.</li> <li>- Instalación en <math>\geq 40\%</math> de paredes y techo.</li> <li>- Separación máxima 50 cm.</li> <li>- Control de reverberación (RT60).</li> </ul>	8–12 dB por reducción de reverberación
Torno	P3	75,2 dB	Administrativas	Gestión de tiempos y rotación de personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotación para que exposición individual <math>\leq T</math> permitido según ISO 1999.</li> <li>- Programación de pausas acústicas.</li> <li>- Señalización de riesgo auditivo.</li> </ul>	Prevención de sobreexposición acumulada
Todas las máquinas rotativas (corte, fresado, torno, CNC)	P1–P4	Variable	Ingeniería preventiva	Mantenimiento predictivo basado en vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación de acelerómetros y sensores térmicos.</li> <li>- Análisis FFT y vibración según ISO 10816.</li> <li>- Integración a SCADA.</li> <li>- Calibración semestral.</li> </ul>	Evita incremento progresivo del ruido
Operadores expuestos > 85 dB	P2 – P4	>85 dB	Administrativas	Programa de Vigilancia Epidemiológica de Ruido (Anexo 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Audiometrías base y periódicas.</li> <li>- Control de dosis ruido <math>&gt;1</math>.</li> <li>- Registro histórico individual.</li> <li>- Conforme D.E. 255-2024.</li> </ul>	Detección temprana de hipoacusia
Operaciones simultáneas en área CNC	Área general	85–100 dB	Administrativas	Reorganización operativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No operar simultáneamente sierra + fresadora.</li> <li>- Secuenciación de procesos ruidosos.</li> <li>- Supervisión SST.</li> </ul>	Reducción de picos combinados

**Tabla 21.**

Controles Administrativos

<b>Acción</b>	<b>Parámetros técnicos</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Responsable</b>	<b>Indicadores</b>
Rotación de personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máximo 120 min consecutivos en corte/fresado.</li> <li>- Rotación entre áreas: corte – fresado – torneado – mecanizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de un calendario.</li> <li>- Control de asistencia en hojas de turno.</li> <li>- Supervisión diaria.</li> </ul>	Jefes de área y supervisores.	Cumplimiento $\geq 95\%$ .
Pausas auditivas (Anexo 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pausas 10 min en zona &lt; 60 dB.</li> <li>- Cada 90 min de exposición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salir a zonas de descanso señalizadas.</li> <li>- Supervisión con lista de chequeo.</li> </ul>	Supervisor del turno.	Registro de pausas.
Monitoreo continuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición continua con sonómetro fijo tipo 1.</li> <li>- Alarma visual y sonora cuando NPS &gt; 85 dB.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro digital automático.</li> <li>- Descarga mensual de datos.</li> </ul>	Área SST.	Alarmas activadas.
Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temas: higiene auditiva, consecuencias del ruido, uso correcto de EPP.</li> <li>- Duración: 4 h.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dos sesiones/año (teórico-prácticas).</li> </ul>	Área SST.	100% de asistencia anual.
Audiometría ocupacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pruebas de umbral tonal 125–8000 Hz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anual para todos los trabajadores expuestos.</li> </ul>	Médico ocupacional.	Evolución audiometría individual.

**Tabla 22.**

## Protección Personal

<b>EPP</b>	<b>Especificación técnica</b>	<b>Atenuación certificada</b>	<b>Procedimiento de uso y mantenimiento</b>	<b>Reposición</b>
Orejeras 3M OPTIME 101	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diseño circumaural.</li><li>- Doble arnés en acero.</li><li>- Almohadillas de espuma de alta densidad.</li><li>- Peso 222 g.</li></ul>	27 dB (ANSI S3.19-1974).	<ul style="list-style-type: none"><li>- Uso obligatorio en zonas &gt;85 dB.</li><li>- Limpieza semanal.</li><li>- Cambio de almohadillas cada 6 meses.</li></ul>	Cada 18 meses.
Tapones Ultrafit 25	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tapón con triple brida.</li><li>- Cordón removible.</li><li>- Material hipoaérgico.</li></ul>	25 dB (ANSI).	<ul style="list-style-type: none"><li>- Uso alternativo cuando se trabaja en áreas de paso.</li><li>- Lavado diario.</li><li>- Guardar en estuche limpio.</li></ul>	Cada 6 meses.

**Tabla 23.**

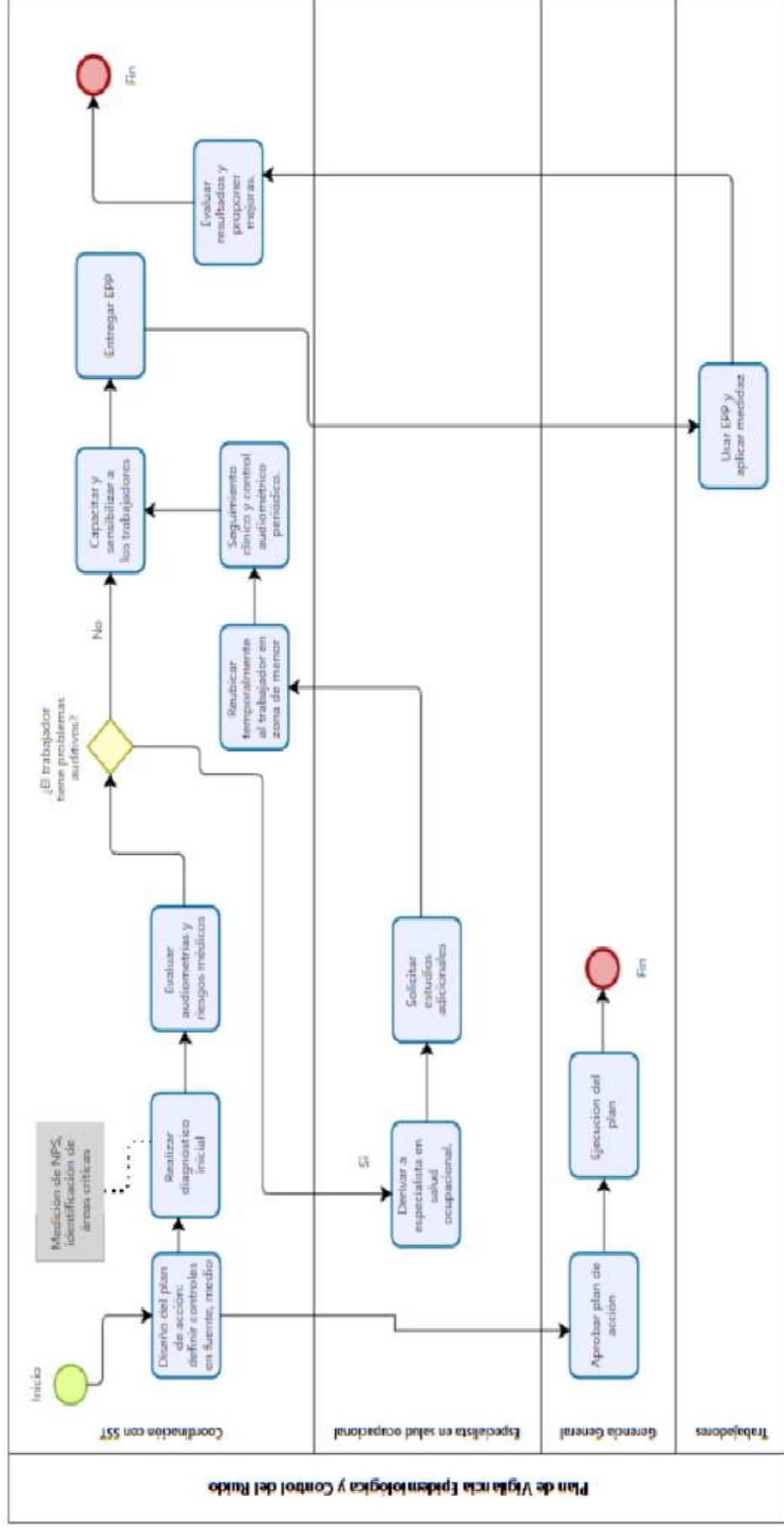
Programa de Vigilancia Epidemiológica para Ruido

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramienta / Procedimiento técnico	Indicador de desempeño
Evaluación audiometría ocupacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicial (preocupacional): antes de iniciar labores en áreas con riesgo de ruido.</li> <li>- Periódica: anual para todos los trabajadores expuestos (&gt;85 dB).</li> <li>- Semestral: para áreas críticas (&gt;95 dB).</li> <li>- Post-evento: inmediata tras incidentes de exposición intensa (ruido impulsivo).</li> <li>- Continuo: con sonómetros fijos en áreas críticas (corte y fresado).</li> </ul>	Médico ocupacional en coordinación con el Área de SST.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cabina audiometría calibrada bajo norma ISO 8253-1.</li> <li>- Equipo de audiometría tonal de alta precisión (125–8000 Hz).</li> <li>- Registro digital histórico de cada trabajador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- &gt;95% de los trabajadores expuestos evaluados dentro de los plazos establecidos.</li> <li>- Reporte de evolución audiometría por trabajador.</li> </ul>
Monitoreo ambiental del ruido (Anexo 4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mensual: mediciones manuales complementarias en toda la planta.</li> <li>- Revisión trimestral: de datos acumulados.</li> </ul>	Área de SST.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonómetros fijos Clase 1 y sonómetros portátiles calibrados.</li> <li>- Mapas de ruido actualizados cada trimestre.</li> <li>- Registro digital automático y alarmas visuales cuando NPS &gt;85 dB.</li> <li>- Software estadístico para análisis de tendencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reportes mensuales enviados a gerencia.</li> <li>- Reducción progresiva de los puntos con NPS &gt;85 dB.</li> </ul>
Análisis epidemiológico y tendencias	Trimestral	Área de SST y Médico ocupacional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Software estadístico para análisis de tendencias.</li> <li>- Evaluación correlacional entre niveles de ruido y hallazgos audiométricos.</li> <li>- Reportes de prevalencia y severidad de hipoacusia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tendencia estable o descendente en % de casos con pérdida auditiva.</li> <li>- Informes trimestrales entregados a gerencia.</li> </ul>

Intervenciones preventivas y correctivas	Inmediatas tras hallazgo o desviación	Supervisores de área y equipo SST.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de acción documentado (aislamiento acústico, ajuste de horarios, cambio de EPP).</li> <li>- Evaluación médica inmediata cuando se detecten alteraciones en audiometría.</li> <li>- Talleres teórico-prácticos: higiene auditiva, uso correcto de EPP, consecuencias del ruido.</li> <li>- Charlas interactivas con simulaciones de pérdida auditiva.</li> <li>- Entrega de material educativo digital e impreso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 100% de los casos detectados son atendidos y documentados.</li> <li>- Reducción del tiempo de respuesta a &lt;48 horas.</li> </ul>
Capacitación, educación y sensibilización (Anexo 5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trimestral en talleres.</li> <li>- Campañas visuales permanentes (carteles, boletines, señalización).</li> </ul>	SST, con apoyo de psicología organizacional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\geq 90\%</math> de asistencia documentada.</li> <li>- Evaluación de conocimiento antes y después de cada capacitación (meta: aumento <math>\geq 30\%</math>).</li> </ul>	

Figura 10.

Flujograma del Programa de Vigilancia Epidemiológica para Ruido



**Tabla 24.**

Metas técnicas y medición de efectividad

<b>Nivel de control</b>	<b>Meta de reducción dB</b>	<b>Indicador de cumplimiento</b>
Eliminación / sustitución	10–15 dB	Inspección de niveles NPS en la fuente
Ingeniería	15–25 dB adicionales	Medición con sonómetro en estaciones críticas
Administrativos	Reducción del tiempo efectivo de exposición en 50%	Registro de rotación y pausas
EPP	Atenuación individual 25–27 dB	Verificación de uso en campo
Meta total	Reducción global 20–30 dB y dosis $D \leq 1$	Informe semestral SST

**Tabla 25.**

**Cronograma de implementación del plan**

Fase / Actividad	Mes 1-3	Mes 4-6	Mes 7-9	Mes 10-12	Mes 13-15	Mes 16-18	Responsable principal
<b>1. Planificación y Preparación</b>							
• Revisión inicial y socialización del plan con la gerencia	X						Gerencia / SST
• Cotización y selección de proveedores de discos, motores y paneles acústicos	X						Compras / SST
• Programa de mediciones iniciales (línea base)	X						SST
<b>2. Eliminación / Sustitución</b>							
• Sustitución progresiva de discos de sierra		X					Mantenimiento
• Sustitución progresiva de motores balanceados dinámicamente		X	X				Mantenimiento / SST
<b>3. Controles de Ingeniería</b>							
• Instalación de paneles fonoabsorbentes		X					Contratista / SST
• Instalación de barreras acústicas móviles		X					SST / Logística
• Diseño y construcción de cabinas acústicas			X	X			Ingeniería / SST
• Implementación de sistema de mantenimiento predictivo (sensores SCADA)			X	X			Ingeniería / SST
<b>4. Controles Administrativos</b>							
• Diseño e implementación de calendario de rotación y pausas activas	X						Supervisores / SST
• Instalación de sonómetros fijos y paneles de alerta visual		X					SST
• Ejecución de capacitación semestral sobre higiene auditiva	X		X		X		SST
<b>5. Protección personal (EPP)</b>							
• Entrega de orejeras 3M OPTIME 101 y tapones Ultrafit 25	X						SST
• Control y reposición de EPP				X		X	Supervisores / SST
<b>6. Seguimiento y Evaluación</b>							
• Medición intermedia de niveles de ruido			X				SST
• Auditoría interna y ajustes					X		SST / Calidad
• Evaluación final y validación de objetivos						X	SST / Gerencia

## **Conclusiones**

Con base a los análisis e información legal y bibliográfica, se sustentan las bases de la investigación técnica aplicada al proyecto, definiendo terminologías relevantes, así como ampliando y desarrollando referencias doctrinarias y legales conducentes a sustentar la existencia de la problemática de investigación en cada una de las áreas por la observación directa e indicadores que sustentan la propuesta planteada.

Al utilizar herramientas y metodologías aplicadas para la investigación, se definen como resultados obtenidos, analizando, valorando y estimando el factor riesgo-Fr, por la exposición al ruido industrial en el área de mecanizado, identificando niveles de presión sonora (NPS) que exceden los permitidos conforme a la normativa en la materia Norma Técnica Colombiana 3522.

En los procesos industriales la prevención a la salud conlleva a contraer una patología de origen laboral por la exposición al ruido por la contaminación acústica. Sin embargo, este tipo de ruido industrial radica en varias “ondas por el NPS, que pueden generar altos y medios de los Niveles de Presión Acústica (LpA)  $>p$  85 dB por ciclos de tiempos, pues al encontrarse el operador en un área con mayor de los LpA  $>p$  97 o 113dB, los ruidos impulsivos pueden contraer a una patología por enfermedad profesional o accidente a la salud con cuadro clínico ocupacional grave con pérdida de audición.

Al plantear un plan con énfasis en Vigilancia Epidemiológica para ruido, que permita medidas preventivas y recomendaciones médicas preocupacionales en distintas etapas y áreas, disminuirá el ruido y previene consecuencias de alto riesgo de patologías auditivas en los trabajadores de esta área operativa.

## **Recomendaciones**

La empresa de Servicios Petroleros. al aplicar el Plan de Vigilancia Epidemiológica, para la Prevención de Patologías por Ruido, de forma oportuna, adecuada y eficiente, conforme a la naturaleza y posibilidades de las actividades empresariales, dando atención personalizada a sus trabajadores.

A los trabajadores de la Empresa contribuirán con la aplicación del Plan de Vigilancia Epidemiológica, para la Prevención de Patologías por Ruido, adoptar y acatar las medidas técnicas y administrativas correspondientes a prevenir el padecimiento de patologías auditivas, usar correctamente los equipos de protección personal auditiva y colaborar con la medicina y salud ocupacional, realizándose los chequeos y siguiendo las recomendaciones.

A todas/os los trabajadores deben prestar atención a los riesgos existentes en cuanto a la exposición a NPS altos de ruido en los distintos ámbitos y en distintas actividades, tomando precauciones y cuidando de los signos y síntomas que alertan un riesgo a la salud.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. A. M. Maridueña, «Impacto de la actividad petrolera en las finanzas de Ecuador,» *Reciamu*, vol. 6, nº 1, pp. 284-293, 31 ene. 2022.
- [2] M. T. T. Quezada, «Análisis de la dependencia petrolera en Ecuador periodo 2018-2022,» *Dialnet*, vol. 26, nº 3, pp. 958-974, 2024.
- [3] M. S. Carrillo-Landazabal, «Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial -sector metalmecánico,» *Ciencia Latina*, vol. 6, nº 2, pp. 3148-3163, 2022.
- [4] Organización Internacional del Trabajo, «OIT,» 29 ener. 2022. [En línea]. Available: <https://www.ilo.org/es/temas/administracion-e-inspeccion-del-trabajo/biblioteca-de-recursos/la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-guia-para-inspectores-del-trabajo-y/ruido>. [Último acceso: 25 oct. 2024].
- [5] quirónprevención, «Daños a la salud por exposición a ruido,» 20 oct. 2022. [En línea]. Available: <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/danos-salud-exposicion-ruido>. [Último acceso: 25 oct. 2024].
- [6] G. M. A. Tejena, «Afectación auditiva en personal expuesto a ruido industrial,» *Revista San Gregorio*, vol. 1, nº 51, pp. 140-155, 30 sep. 2022.
- [7] centro para el Control y Prevención de Enfermedades, «Cómo prevenir la pérdida auditiva ocupacional causada por el ruido,» 28 feb. 2024. [En línea]. Available: <https://acortar.link/py3Jw5>. [Último acceso: 25 Oct 2024].
- [8] Presidencia de la República del Ecuador., «Decreto Ejecutivo 255: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores.,» Ministerio del Trabajo, Quito, 2023.
- [9] OMS, «Transtornos Musculoesqueleticos,» OMS, 08 FEB. 2021. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>. [Último acceso: 25 oct. 2024].
- [10] Lexis-Finder, «Constitución de la Republica del Ecuador,» 21 ene. 2018. [En línea]. Available: <https://goo.su/My4hM>. [Último acceso: 25 oct. 2024].
- [11] G. N. A., Gestión de la Ergonomía Laboral en las MIPyMES, Ibarra, Imbabura: UTN, 2018.
- [12] D. R. N. Salcedo, «Exposición al ruido y su repercusión en la sordera laboral,» *Revista Cuatrimestral "Conecta Libertad"*, vol. 6, nº 3, pp. 88-98, 12 12 2022.
- [13] E. R. Carrera-Alvarez, «Daño Auditivo Por Exposición Al Ruido,» *RMAI*, vol. 8, nº 4, DIC. 2024.

- [14] Laborales, Riesgos, «Riesgos Laborales,» 19 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://riesgoslaborales.info/riesgo-fisico/>. [Último acceso: 11 Junio 2024].
- [15] Equipo editorial Etecé, «Concepto,» s.f s.f s.f. [En línea]. Available: <https://concepto.de/contaminacion-sonora/>. [Último acceso: 31 Enero 2025].
- [16] B. Espada, «Ok Diario,» 26 Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://okdiario.com/curiosidades/definicion-tipos-ruido-2513194>. [Último acceso: 31 Enero 2025].
- [17] MarvinAcustica, «MarvinAcustica,» 18 Septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://marvinacustica.es/caracteristicas-del-sonido-cuales-son/>. [Último acceso: 31 Enero 2025].
- [18] Jaymee-lee, «Cirrus,» 13 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://cirrusresearch.com/es/4-tipos-diferentes-de-ruido/>. [Último acceso: 31 Enero 2025].
- [19] D. d. S. y. S. H. d. I. EE.UU., «National Institute on Deafness and Other Communication Disorders,» 14 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/perdida-de-audicion-inducida-por-el-ruido>. [Último acceso: 14 Diciembre 2023].
- [20] D. o. W. C. Texas Department of Insurance, «Los Peligros Relacionados,» [En línea]. Available: <https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spwpweldhazards.pdf>. [Último acceso: 14 Diciembre 2023].
- [21] O. I. d. Trabajo, Lista de enfermedades profesionales de la OIT, Genève: Oficina Internacional del Trabajo, 2010.
- [22] Pensar Salud, «Pensar Salud,» 8 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.ospat.com.ar/blog/10-efectos-nocivos-del-ruido-sobre-la-salud/>. [Último acceso: 14 Diciembre 2023].
- [23] Asamblea Nacional del Ecuador., «Constitución de la República del Ecuador.,» Asamblea Nacional del Ecuador., Quito, 2008.
- [24] Comunidad Andina, « Decisión 584: Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo.,» Comunidad Andina, 2004.
- [25] A. Petošić, «Interlaboratory comparisons' measurement uncertainty in the field of environmental noise,» *ScienceDirect*, vol. 148, n° 106932, pp. 1-5, 2019.
- [26] cip, «Norma tècnica que estable los limites de ruido,» de *Capitulo*, Quito, MA, 2003, pp. 1-23.
- [27] O. Delgado, «Elaboración del mapa de ruido del área,» *Central American Journals Online*, vol. 8, n° 1, p. 411–440, 2015.

- [28] e. c. c. d. l. salud, «<https://escuelaclinica.com/diferencias-entre-salud-bienestar/>,» ciencias de la salud, 14 feb. 2024. [En línea]. Available: <https://acortar.link/GPBEb8>. [Último acceso: 23 ene. 2025].
- [29] S. S.A., «<https://www.sertecpet.com/>,» SERTECPET, 23 Ago. 2024. [En línea]. Available: <https://www.sertecpet.com/casos-de-exito>. [Último acceso: 23 ene 2025].
- [30] A. C. M. Veliz, «Evaluación del grado de satisfacción en estudiantes de la carrera de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales respecto a simuladores para ruido,» *Reincisol*, vol. 3, n° 6, pp. 1283-, 14 08 2024.
- [31] W. S. V. Prieto, «Ventajas de usar el método de costos fijos y variables,» *RLCSH*, vol. 5, n° 2, pp. 1-33, 11 Abr. 2024.
- [32] J. A. Sierra, «Salud auditiva y exposición a ruido ambiental,» *Biomédica*, vol. 44, n° 2, pp. 168-181, 30 may. 2024.
- [33] J. M. Guerrero-Calero, «Factores de riesgos ergonómicos y psicosociales que afectan al desempeño laboral,» *RMAIC*, vol. 6, n° 3, pp. 1434-1458, 15 sep. 2022.
- [34] M. Rodríguez, M. Ortega-Clavijo, E. Moreira Macías y L. Chang Camacho, «Impact of occupational noise exposure on the health of educational center workers: A metaanalysis,» *EASi: Engineering and Applied Sciences in Industry*, vol. 2, n° 3, 2023.
- [35] M. M. Paredes y M. R. Bernal, «Estudio del factor de riesgo ruido laboral e implementación de medidas preventivas en el área de mantenimiento de la empresa Justice Company Técnica Industrial S.A.,» Universidad Nacional de Chimborazo, 2022.
- [36] L. M. Simbaña, D. O. Campoverde Campoverde y C. P. Cabascoango Camuendo, «Evaluación del ruido laboral producido por equipos industriales en un taller automotriz,» *Revista Conecta Libertad*, vol. 5, n° 3, p. 13–26, 2021.

## ANEXOS

### ANEXO I. Resultados de la encuesta

Nro.	CODIGO OPERADOR	EDAD	SEXO	Cuantos años desempeña en el puesto de trabajo	Cuántas horas al día está expuesto a ruido en su lugar de trabajo	Utiliza protección auditiva durante sus labores	Se realizó una audiometría en este año	Ha trabajado antes en entornos con alto nivel de ruido	Realiza actividades fuera del trabajo que impliquen exposición a ruidos fuertes	Escucha con claridad una conversación en un ambiente normal	En una conversación usted tiene la necesidad que le repitan lo que dijeron	Siente la necesidad de subir el volumen de la televisión o la radio para escuchar mejor
1	OPM24-01	31	M	10	8	si	no	no	no	si	no	si
2	OPM24-02	38	M	5	8	no	no	no	no	si	no	no
3	OPM24-03	36	M	8	8	si	no	no	no	si	no	no
4	OPM24-04	52	M	25	8	si	no	no	no	si	no	no
5	OPM24-05	48	M	23	8	si	no	no	no	si	no	a veces
6	OPM24-06	40	M	5	8	no	no	no	no	si	no	no
7	OPM24-07	31	M	10	8	si	no	no	no	si	no	no
8	OPM24-08	45	M	25	8	si	no	no	no	si	no	si
9	OPM24-09	37	M	15	8	si	no	no	no	si	no	no
10	OPM24-10	45	M	26	8	no	no	no	no	si	no	si
11	OPM24-11	59	M	23	8	no	no	no	no	si	no	no
12	OPM24-12	40	M	14	8	si	no	no	no	si	no	no
13	OPM24-13	36	M	14	8	si	no	si	no	si	no	no
14	OPM24-14	59	M	18	8	si	no	no	no	si	no	si
15	OPM24-15	33	M	13	8	no	no	no	no	si	no	si
16	OPM24-16	53	M	27	8	si	no	no	no	si	si	si
17	OPM24-17	47	M	15	8	no	no	no	no	no	si	si
18	OPM24-18	49	M	22	8	no	no	si	si	si	no	no

19	OPM24-19	40	M	12	8	si	no	no	si	no	no	no	no	no	si	si	si
20	OPM24-20	46	M	25	8	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
21	OPM24-21	50	M	26	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	si
22	OPM24-22	51	f	19	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si
23	OPM24-23	40	M	15	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si
24	OPM24-24	50	M	30	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	si
25	OPM24-25	35	M	6	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
26	OPM24-26	36	M	12	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	si
27	OPM24-27	40	M	17	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
28	OPM24-28	30	M	5	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	si
29	OPM24-29	43	M	19	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	si
30	OPM24-30	51	M	22	8	no	no	no	no	no	si	si	si	si	si	si	a veces
31	OPM24-31	30	M	5	8	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	no
32	OPM24-32	59	M	33	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
33	OPM24-33	63	M	25	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	si
34	OPM24-34	58	M	31	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	a veces
35	OPM24-35	38	M	10	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
36	OPM24-36	30	M	10	8	no	no	no	si	no	no	no	no	no	si	si	no
37	OPM24-37	33	M	10	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	si	no	no
38	OPM24-38	43	M	23	8	no	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	no
39	OPM24-39	58	M	14	8	si	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
40	OPM24-40	51	M	15	8	si	no	no	si	no	no	no	no	no	si	no	no

## **Anexo 2.** Programa de Vigilancia Epidemiológica para Ruido

### **Objetivo del sistema**

Identificar de manera temprana los efectos del ruido en los trabajadores, prevenir la progresión de lesiones auditivas y establecer medidas correctivas.

### **Componentes principales**

#### ***a) Identificación y registro de población expuesta***

- Base de datos nominal: incluir nombre, cargo, años de exposición, antecedentes médicos auditivos.
- Clasificación según nivel de exposición (alto, medio, bajo).

Formatos aplicables:

Formato 1. Registro de Trabajadores Expuestos a Ruido

Formato 2. Clasificación de Trabajadores según Nivel de Seguimiento

#### ***b) Evaluaciones médicas y audiometrías periódicas***

- Evaluación inicial (preocupacional): examen clínico ORL y audiometría tonal liminar.
- Evaluación periódica:
  - o Anual para trabajadores con exposición >85 dB.
  - o Semestral para quienes están en áreas críticas (>95 dB).
  - o Post-evento: audiometría inmediata después de incidentes de exposición a ruidos impulsivos.

Formatos aplicables:

Formato 3. Control de Evaluaciones Médicas y Audiometrías (PVET)

Formato 4. Registro de Evaluaciones Médicas Especiales

Formato 4.1 Evaluación Médica Esporádica

Formato 4.2 Evaluación Médica de Término de Exposición

Formato 4.3 Evaluación Médica Post-Ocupacional

***c) Monitoreo ambiental continuo***

- Instalación de sonómetros fijos en puntos críticos.
- Reportes trimestrales comparando niveles actuales con los valores permisibles.

Formatos aplicables:

Formato 5. Informe Consolidado del Programa de Vigilancia

***d) Análisis epidemiológico***

- Uso de software estadístico para determinar prevalencia y tendencia de hipoacusia ocupacional.
- Indicadores clave:
  - o % de trabajadores con cambios en audiometría.
  - o Tiempo promedio de aparición de alteraciones auditivas.
  - o Relación entre nivel de ruido medido y hipoacusia.

***e) Intervención preventiva y correctiva***

- Derivación a especialistas ORL cuando se detecten alteraciones.
- Ajustes inmediatos en controles de ingeniería y rotación.
- Reentrenamiento en uso de EPP.

Formatos aplicables:

Formato 6. Registro de Trabajadores con Alteración Auditiva (Hipoacusia)

Formato 7. Registro de Entrega de Resultados Médicos

***f) Educación y sensibilización***

- Talleres trimestrales sobre higiene auditiva.
- Entrega de boletines internos con resultados del programa.

## Anexos de formatos

### Formato 1. Registro de trabajadores expuestos a ruido

**Objetivo:**

Identificar, registrar y realizar seguimiento a todos los trabajadores expuestos a ruido ocupacional, conforme a los niveles de exposición y periodicidad de vigilancia médica.

N°	Nombre del trabajador	Cédula / RUT	Fecha de nacimiento	Fecha de ingreso	Puesto de trabajo	Área	Antigüedad (años)	Nivel de exposición (I-IV)

### Formato 2. Clasificación de trabajadores según nivel de seguimiento

**Criterio normativo:** Basado en NPS y Dosis de Ruido Diaria (DRD).

Nivel de seguimiento	Exposición ocupacional a ruido	Periodicidad de audiometría
I	$82 \text{ dB(A)} \leq \text{NPSeq},8\text{h} \leq 85 \text{ dB(A)}$ o $50\% \leq \text{DRD} \leq 100\%$	Cada 3 años
II	$85 \text{ dB(A)} < \text{NPSeq},8\text{h} \leq 95 \text{ dB(A)}$ o $100\% < \text{DRD} \leq 1000\%$	Cada 2 años
III	$\text{NPSeq},8\text{h} > 95 \text{ dB(A)}$ o $\text{DRD} > 1000\%$	Cada 1 año
IV	Presencia de ruido impulsivo $\geq 135 \text{ dB(C) Peak}$	Cada 6 meses

### Formato 3. Control de evaluaciones médicas y audiometrías (PVET)

**Objetivo:**

Registrar y controlar los resultados de las evaluaciones médicas y audiometrías periódicas según el nivel de exposición a ruido.

Nombre del trabajador	Puesto de trabajo	Fecha examen PVET	Resultado audiometría	Clasificación (Normal / Alteración)	Próximo examen	Firma trabajador

### Formato 4. Registro de evaluaciones médicas especiales

#### 4.1 Evaluación Médica Esporádica

Nombre del trabajador	Motivo (ausencia >30 días)	Fecha notificación	Fecha evaluación	Observaciones	Responsable

#### 4.2 Evaluación médica de término de exposición

Nombre del trabajador	Puesto anterior	Nuevo puesto (sin ruido)	Fecha cambio	Fecha última audiometría	Observaciones

#### 4.3 Evaluación médica post-ocupacional

Nombre del trabajador	Fecha entrega de exámenes	Tipo de examen	Firma trabajador	Firma responsable

#### Formato 5. Informe consolidado del programa de vigilancia

Periodo evaluado	Nº trabajadores evaluados	Nº audiometrías realizadas	Casos con alteración	Medidas implementadas	Responsable

#### Formato 6. Registro de trabajadores con alteración auditiva (hipoacusia)

##### Objetivo:

Controlar acciones inmediatas y seguimiento médico de trabajadores con diagnóstico de hipoacusia.

Nombre del trabajador	Puesto actual	Diagnóstico	Fecha detección	Medida aplicada (reubicación / control)	Seguimiento médico

#### Formato 7. Registro de entrega de resultados médicos

Nombre del trabajador	Tipo de examen	Fecha entrega	Conforme (Sí / No)	Firma trabajador	Observaciones

### **Anexo 3. Protocolo de pausas auditivas**

- **Objetivo**

Disminuir la carga auditiva y prevenir la aparición de hipoacusia y otros efectos adversos derivados de la exposición prolongada al ruido industrial, mediante la implementación de pausas auditivas programadas en zonas con niveles de presión sonora inferiores a 60 dB(A).

#### **Frecuencia y duración**

- Frecuencia: Cada 90 minutos de exposición continua a ruido ocupacional.
- Duración: 10 minutos por pausa auditiva.
- Condición ambiental: Zonas de descanso con niveles de ruido < 60 dB(A), debidamente señalizadas.

#### **Actividades**

- Interrumpir temporalmente la actividad laboral del operador expuesto a ruido.
- Trasladar al trabajador a las zonas de descanso previamente señalizadas y habilitadas.
- Permanecer en la zona silenciosa durante el tiempo establecido, evitando el uso de dispositivos generadores de ruido (radios, teléfonos con volumen alto, maquinaria).
- Realizar respiración profunda y relajación auditiva durante la pausa.
- Retornar al puesto de trabajo una vez concluido el tiempo de descanso auditivo.

#### **Supervisión y control**

- Verificar el cumplimiento de las pausas auditivas conforme a los tiempos establecidos (Formato 1)
- Controlar que las zonas de descanso mantengan niveles de ruido inferiores a 60 dB(A).
- Aplicar una lista de chequeo para constatar la correcta ejecución del protocolo (Formato 2).
- Reportar incumplimientos o desviaciones al área de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## Responsable

- Supervisor del turno, en coordinación con el área de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## Formatos

### Formato 1. Registro de pausas auditivas

Fecha	Área / Puesto	Hora inicio de exposición	Hora de pausa auditiva	Zona de descanso (<60 dB)	Duración (min)	Cumple (Sí/No)	Supervisor responsable	Observaciones

### Formato 2. Lista de chequeo de pausas auditivas

Ítem	Criterio de verificación	Cumple (Sí/No)	Observaciones
1	Pausa realizada cada 90 minutos de exposición		
2	Duración mínima de 10 minutos		
3	Zona de descanso señalizada		
4	Nivel de ruido < 60 dB(A)		
5	Registro completo de la pausa		

#### **Anexo 4. Programa de monitoreo ambiental de ruido**

- **Objetivo**

Realizar el seguimiento sistemático de los niveles de presión sonora en la planta de producción de mecanizado, con el fin de verificar el cumplimiento de los límites permisibles establecidos en la normativa vigente y prevenir la aparición de patologías asociadas a la exposición ocupacional al ruido.

- Actividades
- Identificar las fuentes generadoras de ruido en cada área del proceso productivo.
- Establecer puntos fijos y móviles de medición en la planta de mecanizado.
- Ejecutar mediciones periódicas de ruido ambiental y ocupacional mediante sonómetro calibrado.
- Registrar los niveles de presión sonora (NPS) máximos, mínimos y promedios durante la jornada laboral.
- Comparar los resultados obtenidos con los valores límite permisibles establecidos en la normativa nacional e internacional.
- Informar los resultados al área de Seguridad y Salud en el Trabajo y a la gerencia.
- Proponer medidas correctivas cuando los valores superen los límites tolerables.
- Integrar los resultados al Sistema de Vigilancia Epidemiológica para ruido.
- Descripción del monitoreo ambiental

El monitoreo ambiental se realizará de forma trimestral, o de manera extraordinaria cuando se modifique maquinaria, procesos o distribución del área. Las mediciones se efectuarán durante condiciones normales de operación, considerando:

- Altura del micrófono a nivel del oído del trabajador.
- Distancia a la fuente generadora de ruido.
- Tiempo representativo de exposición.

- Ponderación A y tiempo de respuesta lento.

Los datos obtenidos permitirán evaluar la evolución del riesgo y la efectividad de las medidas de control implementadas.

### **Formatos**

#### Formato 1. Registro de Monitoreo Ambiental de Ruido

Fecha	Área / Proceso	Punto de medición	NPS mínimo dB(A)	NPS máximo dB(A)	NPS promedio dB(A)	Tiempo de exposición	Equipo utilizado	Observaciones
-------	----------------	-------------------	------------------	------------------	--------------------	----------------------	------------------	---------------

- **Integración al Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE)**

Los registros de pausas activas y monitoreo ambiental formarán parte del Sistema de Vigilancia Epidemiológica para Ruido, permitiendo:

- Correlacionar niveles de exposición con resultados audiométricos.
- Detectar tempranamente desviaciones auditivas.
- Evaluar la eficacia de las medidas preventivas.
- Sustentar decisiones técnicas y médicas en salud ocupacional.

#### **Anexo 5.** Programa de capacitación

##### ***Objetivo de la capacitación***

El programa de capacitación busca detener, gestionar y reducir el impacto del ruido en el lugar de trabajo, que perjudica la audición y el bienestar general de los empleados, mediante la mejora de las habilidades técnicas, cambios de comportamiento y el uso adecuado de equipos de protección.

El programa de capacitación es un proceso continuo que se ejecuta en el marco del Plan de Vigilancia Epidemiológica del Ruido para proporcionar medidas preventivas continuas, cumpliendo con todos los requisitos legales vigentes.

##### ***Población objetivo de la capacitación***

El programa está dirigido a todo el personal con exposición directa o indirecta al ruido, considerando el principio de prevención colectiva. Se incluyen:

- Operadores de máquinas CNC, fresadoras, tornos y sierras.
- Personal de mantenimiento mecánico.
- Supervisores de producción.
- Técnicos del área de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).
- Personal administrativo que ingresa de forma periódica al área productiva.

La inclusión de mandos medios y técnicos SST permite reforzar la corresponsabilidad preventiva, asegurando la aplicación práctica de los contenidos en el entorno real de trabajo.

### ***Estructura técnica de la capacitación***

La capacitación se desarrolla en dos sesiones anuales, cada una con una duración total de 4 horas, bajo una modalidad teórico-práctica, estructurada de la siguiente manera: Según el formato de cronograma 1.

### ***Contenidos del programa de capacitación en riesgo por ruido***

Módulo	Denominación	Contenidos desarrollados
Módulo 1	Higiene auditiva ocupacional	Se estudia la fisiología básica del oído humano, así como los mecanismos del daño auditivo por exposición al ruido, que incluyen la fatiga auditiva y la pérdida auditiva inducida por ruido, que resultan en dos tipos de daño auditivo, permanente y temporal.
Módulo 2	Consecuencias del ruido en la salud	Se estudia el ruido afecta tanto a la salud auditiva como a otros sistemas del cuerpo a través de su impacto en el estrés laboral, problemas cardiovasculares, alteraciones del sueño y reducción de la productividad laboral. El estudio identifica las interrupciones de la comunicación como un factor de riesgo importante que se produce al intentar hablar en entornos ruidosos.
Módulo 3	Uso correcto de los EPP auditivos	El programa de capacitación muestra a los empleados cómo elegir y utilizar equipos de protección auditiva según su Índice de Reducción de Ruido (NRR), a la vez que les enseña los métodos de ajuste correctos, los procedimientos de mantenimiento y almacenamiento del equipo, su vida útil estimada y las limitaciones operativas.

---

Módulo 4	Conductas seguras y control del riesgo	El programa de capacitación enseña a los empleados a identificar el origen del ruido, a medir los niveles de sonido en decibelios y unidades de dosis, a reconocer patrones acústicos y a seguir protocolos para reportar situaciones peligrosas de ruido en el lugar de trabajo.
----------	--	---

---

**Fuente:** Elaboración propia

### ***Metodología de capacitación***

La capacitación se desarrolla mediante:

- Exposición guiada con apoyo audiovisual.
- Análisis de casos reales de la planta.
- Demostración práctica del uso de EPP auditivo.
- Taller aplicado de identificación de riesgos por ruido.
- Evaluación participativa y retroalimentación.

Este enfoque garantiza la transferencia efectiva del conocimiento al puesto de trabajo.

### ***Planificación y cronograma***

La capacitación se programa dos veces por año, garantizando:

- Una sesión en el primer semestre.
- Una sesión en el segundo semestre.

La planificación consta en el Plan Anual de Capacitación en SST, integrado al Plan de Acción del Sistema de Vigilancia Epidemiológica por Ruido, aprobado por la alta dirección y custodiado por el área de SST

### ***Herramientas y software utilizados***

Para la gestión, registro y análisis del programa se emplean:

- Microsoft Excel: registro de asistencia, indicadores y seguimiento (formato 2).
- Microsoft Word: formatos oficiales del programa (formato 3).
- Software del sonómetro/dosímetro: descarga y análisis de datos de medición.

- Base de datos médica ocupacional: seguimiento audiométrico (custodia médica).

Estos sistemas permiten trazabilidad, confidencialidad y control documental.

## Formatos

### Formato 1. Cronograma anual de capacitación en riesgo por ruido

Actividad	Dirigido a	Dictado por	Duración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Riesgos a la salud por exposición a ruido	Trabajadores	SST / Prevención de Riesgos	1 h	X											
Uso de EPP auditivo	Trabajadores	CPHS	1,5 h		X										
Procedimientos de trabajo con ruido	Trabajadores	Prevención de Riesgos	1,5 h			X									

### Formato 2. Registro individual de capacitación

Nombre del trabajador	Cédula / RUT	Fecha capacitación "Riesgos por Ruido"	Fecha capacitación "Uso de EPP"	Fecha capacitación "Procedimientos de trabajo"	Firma

### Formato 3. Evaluación de capacitación

Tema evaluado	Fecha	Puntaje obtenido	Aprobado (Sí / No)	Observaciones
Riesgos por ruido				
Uso correcto de EPP				

Anexo 6. Registro de mediciones

		<b>REGISTRO DE MEDICIONES RUIDO</b>			Versión: PROY-FR-003 Fecha Elaboración: 28-NOV-2023 Nivel: SST-0* SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO		
Equipo Utilizado: Sonometro / Marca: CENTER TECHNOLOGY / Ref: Integrador 390							
FECHA	ÁREA	Punto de Medición	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (8 HORAS LABORALES)			MEDIDAS DE CONTROL	RECOMENDACIONES
			HORA	VALORES MÁXIMOS (db)	VALORES MÍNIMOS (db)		
04/12/2023	Área de Mecanizado	Mecanizado de Herramientas	09:40	84	57,6	Protección auditiva (tapones) 71,9 db	HCM 01
		Fresador	10:21	88,4	66,5	Prot. auditiva (tapones)	CNC 04
		Cinta (corte)	09:55	103,1	73,7	Protección auditiva (tapones) 83,3 db	SCA1 D2
		Soplete (prens)	09:58	98,1	78,1	casco auditivos	N/A
04/12/2023	Área de Mecanizado	Traspaso de tubería	10:26	103,3	64,3	N/A 96,9 db	N/A
		Tornando	10:31	71,2	71,3	Prot. aud. con tapones	CNC 05
		Muración de piezas	No se trabajó				N/A
05/12/2023	Planta ASME	Fuente con Plasma	06:46	57.2	48.2	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	N/A
		V-0465	06:48	82.8	47.6	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	Uso obligatorio de protección auditiva
		V-0465	06:49	82.8	45.6	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	Uso obligatorio de protección auditiva
		Cabina de V-5015	06:50	82.8	45.6	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	Uso obligatorio de protección auditiva
		Cabina de Pintado	06:53	92.9	45.6	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	Reservar Medicación Colores N/A
05/12/2023	Planta ASME	Cabina de Pintado	06:55	55.5	38.2	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	N/A
		Cabina con Plasma	09:21	80.8	62.2	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	"
		V-0465	09:23	75.6	70.1	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	"
		V-5015	09:25	93.4	88.4	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	"
05/12/2023	Planta ASME	F. Cabina de Pintado	09:28	79.4	68.8	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	"
		Cabina de Pintado	09:29	73.5	67.0	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	"
		Cabina de Abastecido	09:31	97.4	98.5	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	"
05/12/2023	Taller de Soldadura	Boa	09:33	82.4	79.1	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	"
		Entrada Taller	08:38	85.0	78.2	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	Uso de conectores de las pinzas a las 4
		Metro	08:42	74.5	74.3	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	Substitución de la 2da pila de 9V
		Metro Triguier	08:43	76.8	76.2	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	"
05/12/2023	Taller de Soldadura	Entré inspección con T.S	08:50	82.1	82.1	Protección auditiva, Pausas activas, Señalización	"
		Final	08:45	77.2	73.8		

OBSERVACIONES: Se identificó que los trabajadores utilizan protección auditiva de forma intermitente por lo que se debe reforzar la capacitación y el uso de los dispositivos auditivos en los trabajadores.

COORDINADOR GRUPO DE ESTUDIANTES: \_\_\_\_\_  
 SUBDIRECTOR: Ing. Ramiro Paraguro, MSc.  
 DIRECTOR: Ing. Guillermo Neusa A, Esp.-MSc.