



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE POSGRADOS**  
**MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD**  
**OCUPACIONAL**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,  
MODALIDAD TESIS**

**TEMA**

**“INFLUENCIA DEL RUIDO LABORAL EN EL DESARROLLO DE  
HIPOACUSIA EN EL PERSONAL OPERATIVO DE BAGANT  
ECUATORIANA CÍA. LTDA., PERIODO 2023.**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título De: MAGISTER EN HIGIENE Y  
SALUD OCUPACIONAL**

**Línea de Investigación: Salud y Bienestar Integral**

**AUTOR:**

**Ing. Marco Vinicio Bustamante Condo, MSc.**

**DIRECTOR:**

**Dr. Diego Armando Flores Pilco, MSc.**

**ASESOR:**

**Ing. Julio Alberto Pambabay Santacruz, MSc.**

**Ibarra, noviembre 2024**

## **DEDICATORIA**

*Con mucho amor para mi esposa Irma; quien, con paciencia, comprensión y fe me motivó a cumplir un sueño más en mi vida profesional.*

*A mis hijos Mateo y Samantha, que son la motivación más grande de mi vida, por el apoyo incondicional, por el tiempo perdido junto a ellos dedicado a concluir esta meta.*

*A la memoria de mi padre y hermano.*

*Finalmente, a madre, por apoyándome y tenderme la mano en los momentos que más lo necesitaba.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Dr. Diego Flores y al Ing. Julio Alberto Pambabay, quienes me brindaron su apoyo asesoramiento técnico y científico para concluir con éxito este proyecto.*

*A la Universidad Técnica del Norte y en especial A los Profesores de la maestría de higiene y salud ocupacional de la Facultad de Posgrados, por darme la oportunidad de formarme como profesional y afianzar mis conocimientos.*



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>Cédula de Identidad:</b>	0603017971		
<b>Apellidos y Nombres:</b>	Bustamante Condo Marco Vinicio		
<b>Dirección:</b>	Urbanización Eloy Alfaro, Sangolquí		
<b>Email Institucional:</b>	mvbustamantec@utn.edu.ec		
<b>Teléfono Fijo:</b>	(02) 3525933	<b>Teléfono Móvil:</b>	0997767437
DATOS DE LA OBRA			
<b>Título:</b>	Influencia del ruido laboral en el desarrollo de hipoacusia en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana cía. Ltda., periodo 2023.		
<b>Autores (es):</b>	Bustamante Condo Marco Vinicio		
<b>Fecha: DD/MM/AA</b>	29/03/2024		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
<b>PROGRAMA:</b>	Maestría en Higiene y Salud Ocupacional		
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Magister en Higiene y Salud Ocupacional		
<b>DIRECTOR:</b>	Dr. Flores Pilco Diego Armando, MSc.		

#### CONSTANCIAS

El autor Bustamante Condo Marco Vinicio, manifiesta 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de noviembre del año 2024

**EL AUTOR:**

Nombre: Bustamante Condo Marco Vinicio  
Cédula: 0603017971

**CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TESIS****UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE****FACULTAD DE POSGRADO****APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Dr. Diego Armando Flores Pilco, PhD., director del trabajo de grado desarrollado por el Señor estudiante Bustamante Condo Marco Vinicio, previo a la obtención del título de Magister en, HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL.

**CERTIFICO**

Que el proyecto de trabajo de grado titulado "INFLUENCIA DEL RUIDO LABORAL EN EL DESARROLLO DE HIPOACUSIA EN EL PERSONAL OPERATIVO DE BAGANT ECUATORIANA CÍA. LTDA., PERIODO 2023". Ha sido elaborado en su totalidad por el Señor Bustamante Condo Marco Vinicio, bajo mi dirección, para la obtención del título de Magíster en Higiene y Salud Ocupacional. Luego de ser revisado, considerado que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la facultad de posgrado, carrera en Higiene y Salud Ocupacional, autoriza la presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, a los 28 días del mes de noviembre del 2024.

**DIEGO  
ARMANDO  
FLORES PILCO**

Firmado digitalmente por  
DIEGO ARMANDO FLORES  
PILCO  
Fecha: 2024.11.29 10:01:11  
-05'00'

---

Dr. Diego Armando Flores Pilco, PhD.  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	4
CONTENIDO	7
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	14
1.1. Planteamiento del Problema	14
1.2. Antecedentes	15
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Justificación	17
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL	20
2.1. Marco Teórico	20
2.1.1. Higiene Industrial.	20
2.1.1.1. Intervención de la higiene industrial	20
2.1.1.2. Enfermedad profesional.	21
2.1.2. El Ruido	22
2.1.2.1. El ruido como contaminante	22
2.1.2.2. Clasificación de ruido	23
2.1.2.2.1. Ruido continuo	23
2.1.2.2.2. Ruido Intermitente	24
2.1.2.2.3. Ruido variable	24
2.1.2.2.4. Ruido de impacto	24
2.1.2.3. Parámetros del ruido	24
2.1.2.3.1. Velocidad del ruido	24
2.1.2.3.2. Nivel de Presión Sonora	24
2.1.2.3.3. La presión acústica	26
2.1.2.3.4. Longitud de onda	26
2.1.2.3.5. Periodo	27
2.1.2.3.6. Frecuencia	27
2.1.2.3.7. Intensidad	27
2.1.2.4. Cálculos con niveles de presión sonora	28
2.1.2.5. El ruido como contaminante	29
2.1.2.6. Afectación del ruido sobre la actividad laboral	30
2.1.2.7. Medición del ruido	31
2.1.2.7.1. Instrumentos de medición	31
2.1.2.7.2. Sonómetro:	31
2.1.2.7.3. Dosímetros	31
2.1.2.8. Límites de exposición para ruido laboral	32
2.1.2.9. Metodología utilizada para realizar una medición del ruido	33
2.1.2.10. Medición de la presión sonora equivalente ponderada A de las tareas	34
2.1.2.10.1. Contribución de Cada Tarea al Nivel de Exposición al Ruido Diario	35
2.1.2.10.2. Determinación del nivel de exposición al ruido diario	36
2.1.2.11. Cálculo de la incertidumbre típica combinada	36
2.1.2.11.1. Incertidumbre típica, $u_2$ , de los instrumentos	37

2.1.2.11.2.	Incertidumbre típica, $u_3$ , debida a la posición de medición _____	38
2.1.2.11.3.	Contribuciones a la Incertidumbre de Medición y al Balance de Incertidumbre _____	38
2.1.2.12.	Métodos de evaluación de ruido _____	39
2.1.2.12.1.	Cálculo de la dosis _____	39
2.1.3.	Anatomía del oído _____	40
2.1.3.1.	Partes del oído _____	41
2.1.3.1.1.	Oído externo _____	41
2.1.3.1.2.	Oído medio _____	41
2.1.3.1.3.	Oído interno _____	41
2.1.3.2.	Funcionamiento del oído _____	41
2.1.3.3.	Funcionamiento de un oído afectado por una pérdida auditiva _____	42
2.1.3.4.	Afecciones auditivas producidas por el ruido laboral _____	43
2.1.4.	Hipoacusia _____	44
2.1.4.1.	Clasificación de la hipoacusia _____	44
2.1.4.1.1.	Hipoacusia conductiva _____	44
2.1.4.1.2.	Hipoacusia neurosensorial _____	45
2.1.4.1.3.	Pérdida mixta _____	45
2.1.4.2.	Hipoacusia inducida por el ruido (HIR) _____	45
2.1.4.3.	Evaluación de la hipoacusia _____	46
	Historia Clínica y Entrevista _____	46
	Examen Físico y Audiometría _____	46
2.1.4.4.	Audiometría _____	46
2.1.4.4.1.	Audiograma _____	47
2.1.4.4.2.	Evolución de la hipoacusia inducida por ruido _____	48
2.1.5.	Controles De ruido _____	49
2.1.5.1.	Control del ruido _____	49
2.1.5.1.1.	Controles administrativos _____	49
2.1.5.1.2.	Control del ruido en la fuente _____	50
2.1.5.1.3.	Control en medio de transmisión _____	50
2.1.5.1.4.	Control del ruido en el receptor _____	51
2.1.5.2.	Atenuación del ruido _____	52
2.1.5.2.1.	Equipo de protección auditiva _____	52
2.1.5.2.2.	Atenuación por distancia _____	52
2.1.5.3.	Programa de conservación auditiva _____	53
2.1.5.3.1.	Determinación de la exposición al ruido _____	53
2.1.5.3.2.	Controles técnicos y administrativos del ruido _____	53
2.1.5.3.3.	Formación y motivación _____	54
2.1.5.3.4.	Protección auditiva _____	54
2.1.5.3.5.	Evaluaciones audiométricas _____	54
2.1.5.3.6.	Evaluación del programa _____	54
2.2.	Marco Legal _____	55
2.2.1.	Constitución de la República del Ecuador (2008). _____	55
2.2.2.	OIT (Organización Internacional Del Trabajo (2016) _____	56
2.2.3.	Instrumento Andino de Seguridad y Salud En El Trabajo, decisión 584 (2005) _____	56
2.2.4.	Resolución 957 Reglamento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2005) _____	57
2.2.5.	El Código de Trabajo (2015) _____	57
2.2.6.	Ley de Seguridad Social (2021) _____	57
2.2.7.	Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (1986) _____	58

2.2.8.	Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, Resolución del IESS 513, (2016).	58
2.2.9.	Reglamento de higiene y seguridad Bagant (2022 – 2024)	59
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO</b>		<b>60</b>
3.1.	Descripción del Área de Estudio	60
3.1.1.	Información de la Empresa.	60
3.1.2.	Ubicación geográfica	60
3.1.3.	Población de estudio	61
3.1.4.	Beneficiarios directos e indirectos	61
3.2.	Enfoque y tipo de investigación	62
3.2.1.	Enfoque de la Investigación	62
3.2.2.	Tipo de la investigación	62
3.2.2.1.	Investigación de campo.	62
3.2.2.2.	Investigación exploratoria.	63
3.2.2.3.	Investigación descriptiva.	63
3.2.2.4.	Investigación Correlacional.	63
3.2.2.5.	Investigación explicativa.	63
3.2.3.	Procedimiento de Investigación	64
3.2.4.	Criterios	64
3.2.5.	Variables	65
3.2.5.1.	Variable dependiente	65
3.2.5.2.	Variable independiente	65
3.2.5.3.	Operacionalización de variables	65
3.2.6.	Hipótesis	66
3.2.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	66
3.2.7.1.	Identificación del Punto de Monitoreo	68
3.2.7.2.	Plan de Medición	69
3.2.7.3.	Tratamiento de errores e incertidumbres	69
3.2.7.4.	Elaboración del mapa de ruido	70
3.2.7.5.	Información Sociodemográfica	70
3.2.7.6.	Determinación de los trastornos auditivos	70
3.2.8.	Análisis estadístico	71
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>		<b>72</b>
4.1.	Característica de la población de estudio	72
4.2.	Información sociodemográfica	72
4.1.	Cálculo de la presión sonora	74
4.2.	Cálculo de nivel de exposición al ruido diario ponderado A.	76
4.3.	Cálculo de la incertidumbre típica	77
4.4.	Utilización de equipos de protección personal y atenuación de los niveles de ruido	88
4.5.	Comprobación de hipótesis	90
4.5.1.	Formulación de las Hipótesis	90
4.5.2.	Prueba de Hipótesis	90
4.6.	Discusión	92
<b>CAPÍTULO V. PROPUESTA</b>		<b>93</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>97</b>
Conclusiones		97
Recomendaciones		99
<b>REFERENCIAS</b>		<b>101</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>105</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Presión Sonora y Nivel de Presión Sonora.....	26
Tabla 2 Cálculos con Ruido.....	28
Tabla 3 Nivel de Presión Sonora Vs. Tiempo de Exposición.....	32
Tabla 4 Incertidumbre Típica del Instrumento .....	37
Tabla 5 Valoración de la Dosis de Presión Sonora .....	40
Tabla 6 Grados de Hipoacusia VS Grados de pérdida de la audición.....	44
Tabla 7 Señalización obligatoria en lugares expuestos a presión sonora .....	51
Tabla 8 Operacionalización de Variables .....	65
Tabla 9 Características Generales del Equipo para Medición de Ruido .....	67
Tabla 10 Puntos de Monitoreo .....	68
Tabla 11 Distribución del Personal en Estudio .....	72
Tabla 12 Exposición a ruido Vs. Casos de Hipoacusia .....	74
Tabla 13 Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Producción.....	80
Tabla 14 Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Producción .....	80
Tabla 15 Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Patio Bodega.....	81
Tabla 16 Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Patio Bodega .....	81
Tabla 17 Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Galpón Mtto de Equipos.....	82
Tabla 18 Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Mantenimiento de Equipos .....	82
Tabla 19 Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Mecánica .....	83
Tabla 20 Cálculo de la Incertidumbre, Proceso Mecánica .....	83
Tabla 21 Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Pintura .....	84
Tabla 22 Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Pintura.....	84
Tabla 23 Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Bodega 2.....	84
Tabla 24 Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Patio Bodega 2 .....	85
Tabla 25 Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Colocación de Diésel.....	85
Tabla 26 Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Colocación de Diésel.....	86
Tabla 27 Evaluación de Dosis de Presión Sonora par cada una de las Tareas .....	86
Tabla 28 Nivel de Atenuación de los Equipos de Protección Auditiva, Método NRR.....	88
Tabla 29 Cálculo de Xc2 .....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Intervención de la Higiene Industrial</i> .....	21
Figura 2 Tipos de Contaminantes Físicos.....	22
Figura 3 Tipos de Ruidos.....	23
Figura 4 Presión Sonora.....	25
Figura 5 Partes del Oído.....	40
Figura 6 Funcionamiento del Oído.....	42
Figura 7 Funcionamiento del Oído Afectado por una Pérdida Auditiva.....	43
Figura 8 Audiograma.....	47
Figura 9 Evolución de la hipoacusia inducida por ruido.....	48
Figura 10 Jerarquía Legal en Ecuador.....	55
Figura 11 Ubicación del Centro de Trabajo.....	61
Figura 12 Genero de la Población en Estudio.....	72
Figura 13 Edad de la Población en Estudio.....	73
Figura 14 Antigüedad en la Empresa de la Población en Estudio.....	73
Figura 15 Presión sonora en los puestos de trabajo.....	75
Figura 16 Pantalla principal del programa.....	94
Figura 17 Pantalla MENÚ del programa.....	95
Figura 18 Pantalla MEDICIÓN DE RUIDO.....	95
Figura 19 Pantalla CALCULOS DE RUIDO.....	96
Figura 20 Pantalla CONTROLES - USO DE EPP's.....	96

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Mapa de Ruido.....	105
Anexo B. Especificaciones técnicas del equipo.....	106
Anexo C. Certificado de calibración del equipo.....	107
Anexo D. Hoja de campo - recolección de datos medición de ruido laboral.....	109
Anexo E. Evidencias fotográficas de las mediciones.....	110
Anexo F. Registro entrega de EPP's.....	113
Anexo G. Tabla estadística chi cuadrado.....	114
Anexo H. Primer anexo C.D. 513.....	115
Anexo I Evaluación de puestos críticos (audiometrías vs bandas de octava).....	119

## RESUMEN

El objetivo fundamental de este trabajo de investigación fue determinar la influencia del ruido industrial en la generación de hipoacusia laboral en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda. El presente trabajo de investigación se encuentra realizado en base a un enfoque cuantitativo; el diseño fue no experimental y transversal. Se identificaron 38 puestos de trabajo y las actividades son realizadas por cada uno de los 94 trabajadores operativos.

Se estableció el nivel de presión sonora y en base a la dosis se evaluó el riesgo de este contaminante; simultáneamente se realizaron audiometrías y chequeos médicos a cada uno de los trabajadores para determinar si existe o no presencia de hipoacusia laboral, posteriormente se analizó la información sociodemográfica de los trabajadores expuestos; finalmente se realizó la correlación entre el ruido y esta patología de esta manera se pudo determinar la incidencia de este contaminante en la aparición de la hipoacusia.

De los resultados obtenidos, se concluye que existe un número significativo de casos con indicios de hipoacusia laboral, ocho casos de hipoacusia laboral bilateral correspondientes al 8,5% y 15 casos de hipoacusia laboral unilateral es decir el 15,9%, al analizar la edad de los trabajadores se ha determinado que contamos con un porcentaje de 67% de edad avanzada que superan los 30 años. La presión sonora equivalente diaria que están expuestos los trabajadores oscila entre 69,17 y 106,58 dB(A), obteniendo un 73,4% de trabajadores con una exposición superior a 85 dB(A).

Posterior al análisis de resultados, se elaboró un programa de conservación auditiva y control del ruido en cada jerarquizando dichos controles en la fuente, medio trasmisor y en el receptor en cada uno de los puestos de trabajo.

**Palabras clave:** Higiene Industrial, Ruido, Hipoacusia laboral.

## ABSTRACT

The fundamental objective of this research work was to determine the influence of industrial noise on the generation of occupational hearing loss in the operational staff of Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda. This research work is carried out based on a quantitative approach; The design was non-experimental and transversal. 38 jobs were identified and the activities are carried out by each of the 94 operational workers.

The sound pressure level was established and based on the dose, the risk of this contaminant was evaluated; Simultaneously, audiometry and medical check-ups were performed on each of the workers to determine whether or not there was presence of occupational hearing loss. Subsequently, the sociodemographic information of the exposed workers was analyzed; Finally, the correlation between noise and this pathology was made, in this way the incidence of this pollutant in the appearance of hearing loss could be determined.

From the results obtained, it is concluded that there is a significant number of cases with signs of occupational hearing loss, eight cases of bilateral occupational hearing loss corresponding to 8.5% and 15 cases of unilateral occupational hearing loss, that is, 15.9%, when analyzing the age of the workers, it has been determined that we have a percentage of 67% of elderly people who are over 30 years old. The daily equivalent sound pressure that workers are exposed to ranges between 69.17 and 106.58 dB(A), with 73.4% of workers having an exposure greater than 85 dB(A).

After analyzing the results, a hearing conservation and noise control program was developed in each one, prioritizing said controls in the source, transmitter medium and receiver in each of the workstations.

**Keywords:** Industrial Hygiene, Noise, Occupational hearing loss.

## CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del Problema

El ambiente de trabajo adecuado es uno de los más importantes aspectos a ser estudiados por las empresas. Las acciones empresariales podrían estar encaminadas a mejorar el ambiente de trabajo y el desempeño de los trabajadores, esto se lograría gestionando los factores de riesgos y contaminantes a que están expuestos la población laboral.

El ruido es un contaminante auditivo con consecuencias y efectos irreversibles como la hipoacusia, conocer las causas y los factores de riesgo asociados a la pérdida auditiva ayuda a prevenir y detectar la pérdida auditiva en una etapa temprana y garantizar una intervención oportuna. (Díaz et al., 2016, p. 4).

La OIT en su lista de enfermedades profesionales, incluye a la hipoacusia labora en este listado haciendo referencia al deterioro de la audición causada por ruido. (OIT, 2010, p. 5).

Según la Organización mundial de la salud, más del 5% de la población mundial (430 millones de personas) padece una pérdida de audición discapacitante y requiere rehabilitación (entre ellos 34 millones de niños), se estima que para 2050 esa cifra podría superar los 700 millones (una de cada diez personas). (OMS, 2021).

La empresa Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., se dedica a la fabricación de maquinaria y equipo para el sector de la construcción, por lo que para sus procesos productivos utilizan numerosa maquinaria y herramientas que emiten ruido industrial superiores a 85dB(A), los cuales pueden motivar a la generación hipoacusia labora si no existe un buen control y aplicación de medidas correctivas.

La seguridad y salud en el trabajo en los últimos años ha tomado gran importancia e interés tanto para el gobierno, empleadores y empleados. La legislación aplicable y vigente en el país precautela primordialmente la salud de los trabajadores y obliga a los empleadores de implementar medidas preventivas para prevenir accidentes y enfermedades laborales.

Los altos niveles de ruido son considerados como uno de los factores de riesgos importante que genera deterioro de la salud auditiva la cual conlleva al desarrollo de hipoacusia considerada como enfermedad laboral. (Cerro S, et al., 2020, p. 1).

En el ámbito laboral, el ruido se asocia como uno de los principales factores de riesgos que pueden provocar la hipoacusia, por consiguiente, la presente investigación tiene el objetivo de determinar el grado de influencia del ruido en el desarrollo de la hipoacusia laboral en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., durante el periodo 2023 y proponer acciones de mejora encaminadas a gestionar este contaminante.

## **1.2. Antecedentes**

Dejando a atrás la emergencia sanitaria, en la última década la construcción creció, reflejando el auge inmobiliario del país, en el primer trimestre del 2023 este sector empleó cerca de 495.000 personas, de las cuales 77,2% trabajaron en la informalidad. Al laborar en la informalidad, estas personas no gozan de derechos laborales, como la seguridad social, vacaciones o el pago de décimos (González P, 2023). esto contribuye a la falta de hábitos de trabajo seguro por la carencia de conocimientos, habilidades y formación de los trabajadores, por esto se está gestionado por parte de los entes de regulación y las empresas una cultura de prevención en todas las actividades rutinarias y no rutinarias de este sector laboral.

El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (2010), publicó un artículo titulado *Pérdida auditiva inducida por el trabajo* que analizó las estadísticas de la industria manufacturera. Uno de cada nueve trabajadores de producción se queja de problemas auditivos, y también se menciona que más del 72% de estas enfermedades ocurre en los trabajadores de las fábricas; Estos números son alarmantes porque han sido documentados y aceptados por OSHA.

En este contexto, el instituto nacional de la sordera y otros trastornos de la comunicación, (2014), analiza la pérdida de audición inducida por ruido y cómo este contaminante afecta al trabajador, detallando los signos y síntomas de una persona afectada además presenta una escala de los niveles promedio de algunos sonidos comunes.

Urbina y Domínguez, (2015), definen al ruido en los centros de trabajo, cómo un contaminante que afecta de manera significativa a la salud de las personas expuestas; esta investigación se enfoca en el estudio de los conceptos básicos que determinan la intensidad del ruido, la prevención de este contaminante para evitar el desarrollo de enfermedades profesionales.

Noroña D & Laica G (2022) en su investigación correlacional, determinaron el grado de influencia que el factor ruido producía en la capacidad auditiva de una muestra representativa de trabajadores de la construcción. Y es así como, a través de un diseño no experimental, transversal, descriptivo y correlacional, realizaron audiometrías a 152 personas, entre obreros del sector de la construcción y personal administrativo. Como principales resultados, los autores pudieron comprobar que las personas expuestas a más de 85dB(A) presentaban hasta 5,2 veces más probabilidades de sufrir hipoacusia inducida por ruido. Concluyeron que, el uso correcto de los equipos de protección personal y la formación de los trabajadores en principios de auto protección, son las herramientas más efectivas para prevenir el apareamiento del HIR. (p 1).

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Establecer la influencia del ruido industrial en el desarrollo de la hipoacusia laboral en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., durante el periodo 2023.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Medir los niveles de presión sonora en los puestos de trabajo de mayor exposición.
- Evaluar las afectaciones a la salud por la exposición ruido a la que están expuestos los trabajadores.
- Analizar la relación entre el ruido industrial y la presencia de hipoacusia en el personal operativo de la empresa.
- Controlar el desarrollo de la hipoacusia mediante la ejecución un programa de conservación auditiva y control del ruido.

### **1.4. Justificación**

En el ámbito laboral, el ruido se ha convertido en un factor de riesgos predominante, en especial con aquellas actividades que se realizan en las plantas industriales y el sector de la construcción, donde se generan niveles más altos de presión sonora donde este se vuelve agresivo para el trabajador, que da lugar a patologías específicas, siendo la más representativa la disminución de la capacidad auditiva, conocida también como hipoacusia.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que más de 360 millones de personas en el mundo, sufren alguna pérdida de moderadas a graves de la audición por el que conlleva al desarrollo de esta patología. (Hernández O et al., 2019, p 4)

El presente proyecto de investigación cobra mayor importancia debido a que el mismo permite conocer las condiciones actuales de exposición al ruido en las que el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., realizan sus actividades y los efectos relacionados a la pérdida de audición (hipoacusia laboral), también nos permite cumplir la normativa nacional vigente en materia de seguridad y salud ocupacional la cual refiere 85 dB(A) como nivel de ruido límite para una exposición de 8 horas diarias. (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, p 30).

Al gestionar los contaminantes presentes en el ambiente laboral, especialmente la presión sonora, se contará con una línea base de investigación, la cual nos servirá para determinar las mejores medidas de control desde cambios administrativos a entrega de equipos de protección auditiva, al tomar en cuenta la jerarquía de control de riesgos se menciona la actuación primaria en la fuente, en el medio trasmisor y por último en el trabajador.

Se elaborará una hoja de cálculo automatizada para evaluar el riesgo, dependiendo de la dosis de ruido y tiempo de exposición se establecerá la mejor opción de equipo de protección a utilizar. Esta herramienta será utilizada para futuros análisis de ruido.

Con este estudio conoceremos la relación existente entre el ruido y la hipoacusia laboral en el personal operativo de la empresa Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., los posibles casos de inicios de la enfermedad asociada con la exposición. Estos estudios permitirán dar factibilidad en la elaboración de un programa de conservación auditiva y control del ruido a ser incorporada en la empresa.

Esta investigación pretende generar un impacto en el personal operativo de la empresa Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., y la empresa en general, ya que si no se minimiza el riesgo a largo plazo puedan desarrollarse múltiples casos de la hipoacusia laboral; generando incomodidad en los trabajadores, pérdidas económicas por los altos costos una posible enfermedad profesional al

tener que cumplir con pagos de subsidios, indemnizaciones y jubilaciones.

Adicionalmente, contar con este tipo de investigaciones, permitirá seguir incrementando el prestigio empresarial y el reconocimiento de la sociedad a la gestión realizada por parte de sus representantes, al cumplir las obligaciones legales en cuanto a temas relacionados con la seguridad y salud ocupacional.

La disponibilidad de los recursos económicos, humanos y tecnológicos, así como la facilidad de acceso a la información dentro de la empresa; además, se cuenta con todos los permisos, equipos y certificaciones que avalan la interpretación final de los resultados finales y la terminación de la presente investigación.

## CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. Marco Teórico

#### 2.1.1. *Higiene Industrial.*

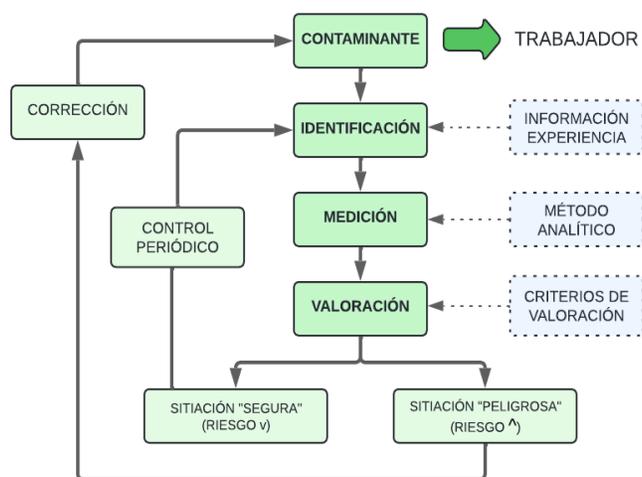
Es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los contaminantes que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general. (Bernal F et al., 2008, p. 11-12)

La higiene industrial tiene como objetivo prevenir enfermedades profesionales causadas por contaminantes físicos, químicos o biológicos que afectan a los trabajadores. El método de aplicación de la higiene industrial se basa en la identificación, medición, evaluación y control de los contaminantes que se encuentran en el ambiente de trabajo.

Es una ciencia no médica, encaminada a prevenir las enfermedades profesionales, cuyas actividades se realizan con la suficiente antelación para que estas no lleguen a manifestarse.

##### 2.1.1.1. **Intervención de la higiene industrial**

La actuación de la higiene industrial es de tipo preventivo y de carácter técnico, y se basa en un esquema metódico aplicable, prácticamente, a cualquier situación en la que podamos encontrar un contaminante en el entorno de trabajo. Ante la perspectiva de un contaminante en un puesto de trabajo, el primer paso es la identificación y localización del mismo; para ello, se realiza una encuesta higiénica, como estudio previo, y obtener información sobre productos, procesos, maquinaria y organización, entre otros. Esta identificación no siempre es fácil. (Baraza X. et al., 2014, p. 31).

**Figura 1***Intervención de la Higiene Industrial*

**Nota:** La figura representa la gestión de la higiene industrial respecto a los contaminantes, donde la identificación de los factores de riesgo es una tarea que se realiza con mucha minuciosidad ya que, al ser la primera etapa del proceso, los errores que ahora se cometan pueden invalidar toda la labor preventiva. Fuente: Bernal F, et al., 2008, (p.16).

### 2.1.1.2. Enfermedad profesional.

Las enfermedades profesionales se definen como enfermedades, patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo. La OMS la define a la salud como es el estado completo del bienestar físico, psíquico y social y no sólo la ausencia de enfermedad de los trabajadores como consecuencia de la protección frente al riesgo. (Baraza X. et al., 2014, p. 26-27).

Para el caso de nuestro país, el Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, C.D. 513, aprobado en marzo de 2016, establece al al deterioro de la audición causada por ruido como una enfermedades profesional causadas por agentes físicos, ver anexo H.

### 2.1.2. El Ruido

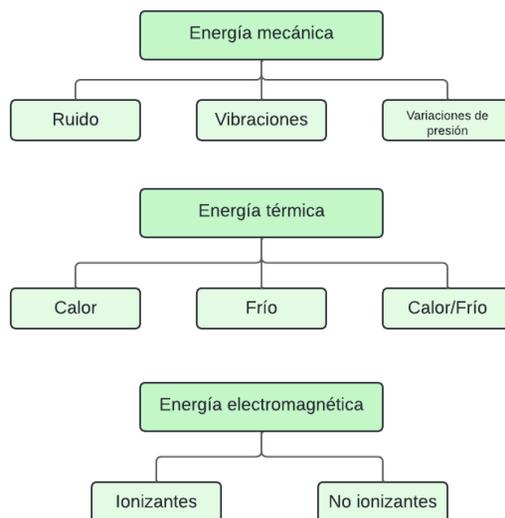
Una definición útil de ruido es: “fenómeno físico que provoca las sensaciones propias del sentido humano de la audición, y un ruido sería todo sonido peligroso, molesto, inútil o desagradable” (Bernal F et al., 2008, p. 224).

Desde el punto de vista físico, el ruido consiste en un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico por una fuente de vibración que provoca pequeñas variaciones de la presión atmosférica en el oído. En otras palabras, el ruido es cualquier variación de presión, sobre la presión atmosférica, que el oído humano pueda detectar, y que se denomina presión acústica o presión sonora (Bovea M et al., 2011, p.80).

#### 2.1.2.1. El ruido como contaminante

### Figura 2

*Tipos de Contaminantes Físicos*



**Nota:** Los contaminantes físicos se consideran distintas formas de energía, que pueden afectar a los trabajadores que están sometidos a ellas. Estas energías pueden ser: mecánicas, térmicas, electromagnéticas. Fuente: Baraza X. et al.,

2014, (p. 46).

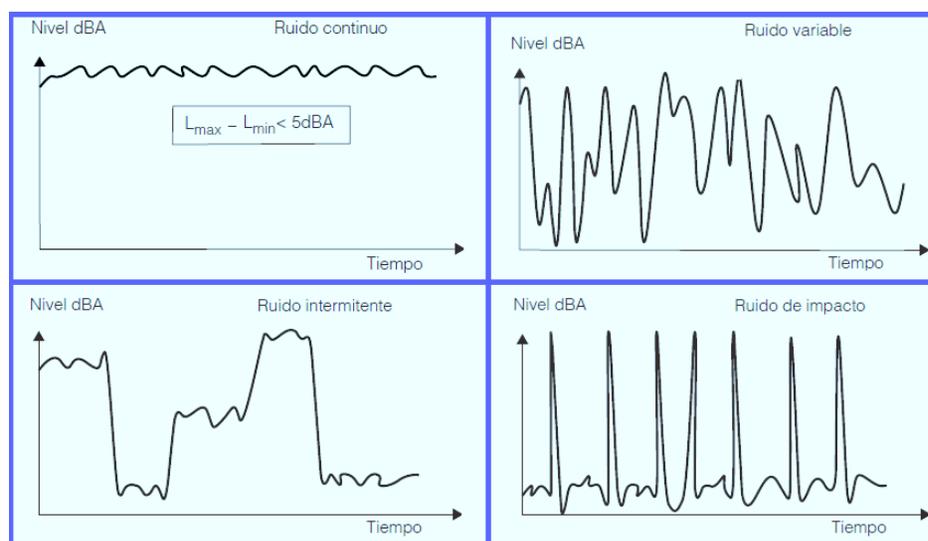
El ruido es posiblemente el contaminante más extendido en el ambiente laboral. Se corresponde con un sonido molesto u ocasiona daño a las personas; uno de los daños más importantes que el ruido puede ocasionar en el trabajador es la sordera profesional, que es provocada por la exposición continuada a niveles de ruido elevados, esto ataca al oído, trayendo consigo la pérdida de la capacidad auditiva de forma permanente. (Baraza X. et al., 2014, p. 47).

### 2.1.2.2. Clasificación de ruido

La clasificación del ruido es fundamental para entender sus características, fuentes, y efectos en diferentes contextos, especialmente en entornos laborales y urbanos.

#### Figura 3

##### *Tipos de Ruidos*



**Nota:** Los tipos de ruido, dependen de la frecuencia con la que se repite la onda sonora. Fuente: Bernal F et al., 2008, (p. 236).

#### 2.1.2.2.1. Ruido continuo

Un ruido es continuo si su nivel es prácticamente constante a lo largo del tiempo con una

variación máximo del 5 dB. Como ejemplo puede citarse el ruido producido por un ventilador.

#### ***2.1.2.2.2. Ruido Intermitente***

Un ruido es intermitente si el nivel sonoro varía en escalones bien definidos, de duración relativamente larga. Se puede considerar como una serie de ruidos continuos de diferente nivel sonoro. Un ejemplo puede ser el ruido de una sierra de cinta o una máquina herramienta en el que se distinguen claramente las fases de ruido correspondientes al funcionamiento en vacío y durante el trabajo.

#### ***2.1.2.2.3. Ruido variable***

Un ruido es variable si el nivel sonoro varía de forma continua en el tiempo sin seguir un patrón definido. Es el caso de un taller de reparaciones mecánicas.

#### ***2.1.2.2.4. Ruido de impacto***

Un ruido es de impacto si el nivel sonoro presenta picos de alta intensidad y muy corta duración. El ejemplo típico es el ruido de las prensas de corte.

### **2.1.2.3. Parámetros del ruido**

#### ***2.1.2.3.1. Velocidad del ruido***

Es la velocidad a la que se propaga la onda acústica en un medio elástico. Variará su velocidad dependiendo exclusivamente de las condiciones físicas y químicas del medio en el que se propague. Se mide en metros/segundo.

#### ***2.1.2.3.2. Nivel de Presión Sonora***

El oído humano es capaz de percibir aproximadamente presiones sonoras desde un mínimo

de 20 micropascales (que es el umbral de audición) hasta 200 pascales (que corresponde al umbral de dolor). Manejar este rango tan amplio resulta incómodo y es habitual utilizar una escala logarítmica relativa, cuya unidad es el belio cuya décima parte es el decibelio. La definición de esta escala es:

$$L_p = 20 \log \left( \frac{P}{P_0} \right) \quad (1)$$

Donde:

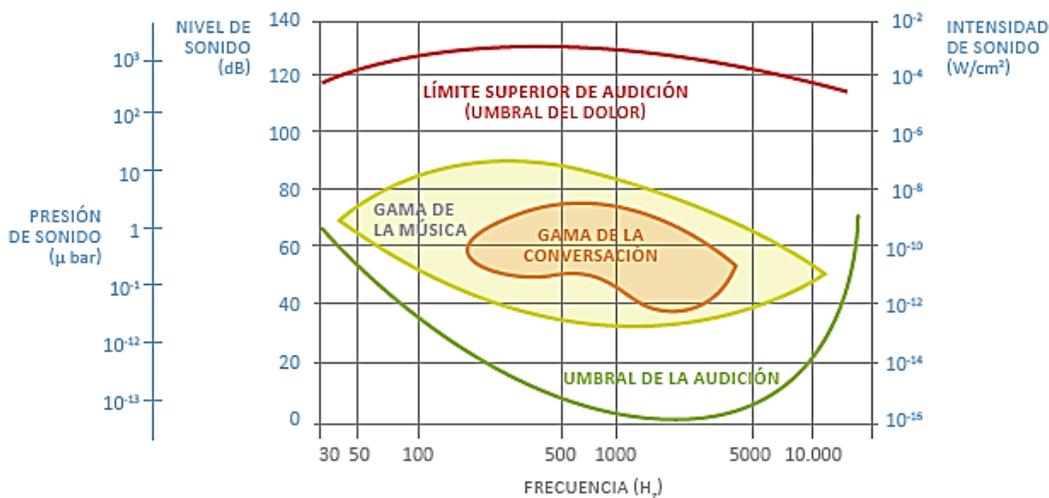
$L_p$  = Nivel de presión sonora (dB)

$P$  = Presión sonora ( $\mu\text{Pa}$ )

$P_0$  = Presión sonora de referencia (Pa)

#### Figura 4

*Presión Sonora*



**Nota:** Relación audición humana y presión acústica. Fuente: Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales, 2018, (p. 15).

Con una escala definida, el valor mínimo de la sensibilidad auditiva humana corresponde a un nivel de presión sonora de 0 dB y el umbral de dolor (200 Pa) resulta ser de 140 dB. En la tabla se indican valores correspondientes de presión sonora y nivel de presión sonora junto con ejemplos típicos ilustrativos.

**Tabla 1***Presión Sonora y Nivel de Presión Sonora*

Presión acustica ( $\mu\text{Pa}$ )	Nivel de Presión acustica (dB)	Ejemplos	Sensación
20	0	Silencio	Umbral de audición
$2 \times 10^2$	20	Viento en los árboles	Silencio
$2 \times 10^3$	40	Biblioteca	Ruido Bajo
$2 \times 10^4$	60	Conversación normal	Ruido molesto
$2 \times 10^5$	80	Tráfico en la ciudad	Ruidoso
$2 \times 10^6$	100	Martillo neumático, Taladro	Muy ruidoso
$2 \times 10^7$	120	Disparo de fusil, sirena	Doloroso
$2 \times 10^8$	140	Explosión, despegue de avión	Intolerable

*Nota:* La presión sonora es la presión que se genera en un punto determinado. El nivel de presión sonora se mide en dB y determina el nivel de presión que realiza la onda sonora. Fuente: Autor -2023.

### **2.1.2.3.3. La presión acústica**

Ya que las moléculas y átomos vibran trasladando una energía, se produce una presión superior a la normal, y que estará relacionada directamente con esa energía. Lo mediremos en términos logarítmicos, en decibelios (dB). (Arévalo T, 2018, p.88)

### **2.1.2.3.4. Longitud de onda**

Según la Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales (2018), es la longitud de onda ( $\lambda$ ) representa la distancia entre dos ondas sucesivas, es decir, la distancia de un ciclo completo de una onda desde su inicio hasta su fin, esta depende del período (T), de la frecuencia (f) y de la velocidad del sonido (c). Cuando la longitud de onda es elevada significa que los sonidos son graves, mientras que, si la longitud de onda es menor, el sonido es más agudo (p. 14). Está representada por:

$$\lambda = cT \text{ o } \lambda = \frac{c}{f} \quad (2)$$

#### **2.1.2.3.5. Periodo**

Se denomina Periodo (T) al tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de la onda sonora. Su unidad de medida es el segundo. Su expresión es:

$$T = \frac{1}{f} \quad (3)$$

#### **2.1.2.3.6. Frecuencia**

Se define como el número de oscilaciones de la onda por unidad de tiempo. La unidad de medida que la representa es en Hertzios (Hz) que equivale a una frecuencia de un ciclo por segundo. La frecuencia determina la agudeza del sonido. Si se presentan tonos graves corresponden a frecuencias bajas, mientras que los tonos agudos corresponden a frecuencias altas. (Henao, 2007).

El oído humano puede percibir sonidos con frecuencias entre 20 y 20000 Hz (Ministerio de Trabajo et al., 2018). Por otro lado, el oído humano es sensible a frecuencias entre 2000 y 5000 Hz. El rango entre 400 y 4000 Hz se denomina rango de conversación, es decir, es el rango que corresponde a la voz.

Las bandas de octava (1/1 octava) se definen como un intervalo de frecuencias entre dos sonidos cuyas frecuencias centrales son dobles una de la otra, las bandas de octava estándar oscilan entre 31,5 y 16000 Hz.

#### **2.1.2.3.7. Intensidad**

Es la cantidad de energía acústica que pasa a través de la unidad de superficie

perpendicular a la dirección de propagación en la unidad de tiempo. Se expresa en W/m<sup>2</sup>. En la escala de intensidades, el umbral auditivo es 10<sup>-12</sup> W/m<sup>2</sup> y el umbral doloroso 25 W/m<sup>2</sup>. (Cortés J, 2012, p 446)

#### 2.1.2.4. Cálculos con niveles de presión sonora

Los niveles de presión sonora al variar de forma logarítmica, no es posible realizar los cálculos de forma aritmética; por tal motivo en la siguiente tabla se presentan los cálculos que con frecuencia se utilizan cuando se trabaja con este tipo de factor de riesgo:

**Tabla 2**

*Cálculos con Ruido*

Operación	Formula	Detalle
Suma	$LpA,T = 10\log \sum_{n=1}^n 10^{0,1LpA,n}$ <p>Donde:  <b>LpA,T</b>: Nivel de presión acústica total.  <b>n</b>: Número de fuentes sonoras.  <b>LpA</b> : Niveles de presión sonora a cada fuente expresados en dB(A).</p>	<p>Se aplica cuando es necesario determinar el nivel del ruido resultante al producirse de forma simultánea dos o más ruidos de nivel conocido.</p> <p>Los niveles de presión sonora se miden en decibelios, que es una escala logarítmica, por lo que no pueden ser sumados aritméticamente, es necesario convertirlos previamente a una escala lineal.</p>
Resta	$LpA,Crr = 10\log (10^{\frac{LpA,T}{10}} - 10^{\frac{LpA,f}{10}})$ <p>Donde:  <b>LpA,Crr</b>: Nivel de presión acústica corregido.  <b>LpA, T</b>: Nivel de presión sonora total.  <b>LpA, f</b>: Nivel de presión sonora de fondo.</p>	<p>La resta de ruido de fondo es necesario para conocer el ruido que genera una máquina, se realiza dos medidas, una solo del ruido de fondo (<b>LpA, f</b> con la máquina apagada) y otra con el ruido total (<b>LpA, T</b> con la máquina encendida), para luego calcular la diferencia de los valores medidos.</p>

Operación	Formula	Detalle
Nivel diario equivalente	$LAeq,d = 10 \log \frac{1}{8} \sum_{n=1}^n T_n \cdot 10^{0,1LAeq,T,n}$ <p>Donde:</p> <p><b>LAeq,d:</b> Nivel diario de exposición.</p> <p><b>Tn:</b> Tiempo de exposición en cada tarea, expresado en horas.</p> <p><b>LAeq,T,n:</b> Nivel de presión sonora de cada tarea.</p>	<p>Se aplica cuando un trabajador está expuesto a niveles de presión sonora en distintos tiempos de exposición.</p> <p>Este nivel representa la presión acústica continua equivalente ponderada “A” cuando el tiempo de exposición está referido a las 8 horas de la jornada.</p> <p>Si conocemos el nivel continuo equivalente ponderado “A” durante un tiempo.</p>
Nivel Semanal Equivalente	$LAeq,s = 10 \log \frac{1}{5} \sum_{n=1}^n 10^{0,1LAeq,d,i}$ <p>Donde:</p> <p><b>LAeq,s:</b> Nivel semanal de exposición.</p> <p><b>LAeq,d,i:</b> Nivel de presión sonora de cada día.</p>	<p>Se aplica cuando en algún puesto de trabajo las variaciones diarias en los niveles de presión acústica son significativas.</p>
Promedio energético de ruido	$LAeq,T = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n 10^{0,1LAeq,T,n} \right]$ <p>Donde:</p> <p><b>LAeq,T:</b> Nivel promedio</p> <p><b>LAeq,T,n:</b> Nivel de presión sonora medido.</p>	<p>Se aplica cuando se tienen medidas de niveles de sonido en la escala de ponderación (A) durante periodos iguales de tiempo; es básico una media del ruido y su definición se encuentra en la mayoría de las literaturas de este factor de riesgo.</p>

*Nota:* Se resume los cálculos que se utilizan para gestionar el ruido laboral. Fuente: Autor – 2023.

### 2.1.2.5. El ruido como contaminante

El ruido es considerado como un contaminante capaz de afectar la salud de las personas ya que genera daños en diferentes sistemas del cuerpo humano, principalmente en el sistema auditivo, es decir, influye negativamente en la salud de los trabajadores lo cual afecta directamente a la productividad de las organizaciones. (Marcano M et al., 2023, P. 1).

La exposición a ruido, y siempre dependiendo del tiempo de exposición y la intensidad de ruido elevada, ha sido relacionada con alteraciones o efectos sobre aparatos y sistemas del organismo:

- Sobre el equilibrio: vértigos y síncope.
- Sobre la visión: estrechamiento del campo visual. Dilatación de pupilas y nistagmus.
- Sobre el sistema cardiovascular: alteración del ritmo cardiaco. Riesgo coronario. Alteraciones de la presión arterial.
- Sobre el aparato digestivo: alteraciones de la secreción ácida del estómago. Alteraciones de la motilidad.
- Sobre el aparato respiratorio: aumento de la frecuencia respiratoria.
- Efectos de índole psicológica: ansiedad. Dificultad de concentración. Inseguridad. Inquietud. Agresividad. Disminución de la efectividad en tareas.
- También se le relaciona con efectos sobre las funciones neuroendocrinas y sistema reproductor. (Bascuñan M et al., 2006, p. 22)

#### **2.1.2.6. Afectación del ruido sobre la actividad laboral**

La exposición al ruido en el lugar de trabajo, puede causar las siguientes consecuencias.

- Disminuye la capacidad de concentración global en el trabajo.
- Por su efecto de enmascaramiento puede ocultar mensajes de alerta.
- Puede ser la causa de un accidente de trabajo.
- Disminución de la productividad y aumento del ausentismo.
- En algunos estudios, la presencia de niveles sonora por debajo de 85 dB(A), y alrededor de los 80 dB(A), se le relaciona con el absentismo laboral. (Bascuñan M et al., 2006, p. 23).

## **2.1.2.7. Medición del ruido**

### **2.1.2.7.1. Instrumentos de medición**

Los objetivos principales de la medición del ruido en los lugares de trabajo son: identificar a los trabajadores sometidos a altos niveles de ruido, cuantificar y evaluar si se requiere implementar controles técnicos del ruido. Los instrumentos que permiten medir ruido son los sonómetros, los dosímetros y los equipos auxiliares (Suter, 2012, p. 6).

#### **2.1.2.7.2. Sonómetro:**

Cortés, (2012, p. 451-452), hace referencia al sonómetro como un instrumento que permite medir el nivel de presión acústica, se expresa en decibelios (dB). Este instrumento está compuesto por micrófono, atenuador, amplificador, circuito de medida y filtros, los cuales descomponen las presiones acústicas recibidas según su frecuencia y el sonómetro da como lectura única la suma ponderada de dichas presiones. Existen cuatro curvas de ponderación A, B, C y D. La curva de ponderación A es la que representa los niveles de presión sonora percibidos por el oído humano.

Existen 3 clases de sonómetros que se utilizan para medir la presión sonora, Los medidores de nivel de sonido de Tipo 1 miden el sonido en una frecuencia más amplia (16 Hz a 16 kHz) que los medidores de Tipo 2 (20 Hz a 8 kHz). “Podrán emplearse únicamente para la medición del ruido estable, el sonómetro Tipo 3 es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos. La lectura promedio se considerará igual al nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (LAeq)”. (Arévalo T, 2018, p. 95).

#### **2.1.2.7.3. Dosímetros**

El dosímetro es un aparato que considera dos parámetros: el nivel de presión acústica y el tiempo de exposición, automáticamente se obtiene lecturas de riesgo expresadas en porcentajes de la dosis máxima permitida en ocho horas de exposición al riesgo diaria.(Cortés, 2012, p. 453).

Se utiliza cuando el trabajador está expuesto a diferentes niveles de ruido ya sea por características variables de la operación o porque el trabajador tiene que movilizarse por diferentes zonas en las que varía la intensidad del ruido. (Mancera et al., 2012, p.182).

### 2.1.2.8. Límites de exposición para ruido laboral

El artículo 55 del Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo de seguridad, D.E. 2393, establece que el límite máximo de presión sonora es de 85 dB(A) del sonómetro, medidos en el lugar donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. Por otra parte, los puestos de trabajo que demanden actividad intelectual, de regulación o vigilancia, concentración o cálculo, no debería exceder de 70 dB(A) de ruido.

Para el caso de ruido continuo, los niveles de presión sonora medidos en ponderación A en posición lenta, están relacionados con el tiempo de exposición como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Nivel de Presión Sonora Vs. Tiempo de Exposición*

<b>Nivel sonoro/ dB (A-lento)</b>	<b>Tiempo de exposición por jornada/hora</b>
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

*Nota:* El límite máximo de exposición en Ecuador es de 85 dB(A) para 8 horas, mientras que la tasa de conversión es de 5. Fuente: Decreto Ejecutivo 2393, 1986 (p.30).

### **2.1.2.9. Metodología utilizada para realizar una medición del ruido**

García & Luna (2012 p. 2), refieren que para determinar la exposición a ruido en el trabajo se consideran tres estrategias de medición: basada en la tarea, basada en el puesto de trabajo y jornada completa. La selección depende de diferentes factores como las condiciones de trabajo, número de trabajadores expuestos, duración de la exposición durante la jornada laboral.

Posterior a selección de la estrategia de medición, se toma en cuenta los siguientes factores:

- El equipo de medición debe estar calibrado.
- El sonómetro debe disponer de filtro de ponderación con frecuencia A y respuesta lenta.
- El ritmo del trabajo debe ser habitual.
- Evitar la influencia de vientos, humedad, polvo, campos eléctricos y magnéticos que puedan alterar las mediciones.
- Si el trabajador realiza actividades en diferentes puestos, la medición se debe realizar con un dosímetro.
- El tiempo de muestreo debe ser representativo de la jornada o por ciclos representativos.
- La medición se realiza por puesto de trabajo.
- En el caso de existir varios puestos de trabajo iguales, la medición se realiza considerando el puesto de trabajo representativo. (Superintendencia de riesgos del trabajo SRT, 2016, p 8-9)

Para determinar el número de mediciones a realizar, es necesario tomar como referencia la norma NTE INEN-ISO 9612, (2014), que ofrece tres estrategias de medición:

Medición basada en la tarea: se analiza el trabajo realizado durante la jornada y se divide en un cierto número de tareas representativas y, para cada tarea, se hacen mediciones por separado del nivel de presión sonora. Se realiza al menos tres mediciones por cada una de las tareas. Si los resultados de esas tres mediciones difieren en tres decibelios o más:

- Se realiza al menos tres mediciones adicionales de la tarea, o
- Se subdivide la tarea en otras tareas y realizar las mediciones de nuevo.
- Se repite las mediciones con una duración más larga para cada medición.

Medición basada en la función: se toma un cierto número de muestras aleatorias del nivel de presión sonora durante la realización de funciones identificadas durante el análisis del trabajo.

Medición de una jornada de trabajo completa: se mide el nivel de presión sonora de forma continua a lo largo de jornadas laborales completas. Inicialmente se realizan tres mediciones de una jornada completa. Si los resultados de esas tres mediciones difieren en tres decibelios o más, se realiza al menos dos mediciones adicionales de la jornada completa. (Arévalo T, 2018).

#### **2.1.2.10. Medición de la presión sonora equivalente ponderada A de las tareas**

Según la Norma NTE INEN-ISO 9612 (2014) para cada tarea, el valor de presión sonora equivalente representativo de la exposición al ruido del trabajador se mide de acuerdo a una secuencia de selección de instrumento de medición, verificación de calibración del equipo y utilización del equipo.

La duración de cada medición debe ser lo suficientemente larga como para representar el nivel de presión sonora continuo equivalente medio para la tarea real. Si la duración de la tarea es inferior a 5 minutos, la duración de cada medición tiene que ser igual

a la duración de la tarea, para mediciones más largas la duración debe ser de al menos 5 minutos (p. 16).

Se establece que para una tarea  $m$ , la ecuación para calcular la presión sonora equivalente ponderado A, a partir de  $I$  mediciones separadas  $L_{p,A,eqT,mi}$ , es la siguiente:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \log \left( \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * L_{p,A,eqT,mi}} \right) \quad (4)$$

Donde:

- $L_{p,A,eqT,mi}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante una tarea de duración  $T_m$  en  $dB(A)$
- $i$  es el número de muestra de la tarea  $m$ ; (Adimensional)
- $I$  es el número total de muestras de la tarea  $m$  (Adimensional). (NTE INEN-ISO 9612 p. 17)

#### 2.1.2.10.1. Contribución de Cada Tarea al Nivel de Exposición al Ruido Diario

La contribución de ruido de la tarea  $m$  al nivel de exposición al ruido diario ponderado A,  $L_{EX,8h,m}$ , se calcula con la siguiente ecuación:

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \log \left( \frac{T_m}{T_0} \right) \quad (5)$$

Donde:

- $L_{p,A,eqT,m}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea  $m$ ;
- $T_m$  es la media aritmética de la duración de la tarea  $m$ ; (horas)
- $T_0$  es la duración de referencia,  $T_0 = 8$  horas (NTE INEN-ISO 9612, p.18).

### 2.1.2.10.2. Determinación del nivel de exposición al ruido diario

El nivel de exposición al ruido diario ponderado A, a partir de  $L_{p,A,eqT,m}$  y la duración de cada una de las tarea.

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left( \sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 * L_{p,A,eqT,m}} \right) \quad (6)$$

Donde:

- $L_{p,A,eqT,m}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m,
- $T_m$  es la duración aritmética media de la tarea m (horas);  $T_0$  es la duración de referencia,  $T_0 = 8$  horas;
- $m$  es el número de la tarea (Adimensional)
- $M$  es el número total de las tareas m que contribuyen al nivel de exposición al ruido diario (NTE INEN-ISO 9612, p.18).

### 2.1.2.11. Cálculo de la incertidumbre típica combinada

Dado que las magnitudes implicadas no están correlacionadas, la incertidumbre típica combinada para el nivel de exposición al ruido ponderado A  $L_{EX,8h}$ ,  $u(L_{EX,8h})$  se calcula, a partir de los valores numéricos de las contribuciones a la incertidumbre, de la siguiente manera:

$$u^2(L_{EX,8h}) = \left\{ \sum_{m=1}^M \left[ c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2a,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} \cdot u_{2b,m})^2 \right] \right\} \quad (7)$$

Cuando la incertidumbre en la duración se excluye, la incertidumbre típica combinada se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$u^2 (L_{EX,8h}) = \left\{ \sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2a,m}^2 + u_3^2)] \right\} \quad (8)$$

Donde:

- $u_{1a,m}$  es la incertidumbre típica debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea;
- $u_{1b,m}$  es la incertidumbre típica debida a la estimación de la duración de la tarea;
- $u_{2,m}$  es la incertidumbre típica debida a los instrumentos utilizados para la tarea;
- $u_3$  es la incertidumbre típica debida a la posición del micrófono;
- $c_{1a,m}$  y  $c_{1b,m}$  son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea;
- $m$  es el número de tarea;
- $M$  es el número total de tareas.

La Norma NTE INEN-ISO 9612, (2014), establece que la incertidumbre expandida es aproximadamente  $1,65 * u$

#### 2.1.2.11.1. Incertidumbre típica, $u_2$ , de los instrumentos

**Tabla 4**

*Incertidumbre Típica del Instrumento*

Tipo de instrumento	Desviación típica $u_2$ (o $u_{2,m}$ ) dB
Sonómetro de clase 1, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7
Exposímetro sonoro personal, según se especifica en la Norma IEC 61252	1,5
Sonómetro de clase 2, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5

*Nota:* Desviación típica del instrumento de medición. Fuente: Norma técnica INEN-ISO 9612, (p.39).

### 2.1.2.11.2. Incertidumbre típica, $u_3$ , debida a la posición de medición

“La desviación típica,  $u_3$ , debida a la posición de medición es de 1,0 dB.” (Norma NTE INEN-ISO 9612, 2014, p. 40)

### 2.1.2.11.3. Contribuciones a la Incertidumbre de Medición y al Balance de Incertidumbre

Para la medición basada en la tarea, los coeficientes de sensibilidad son los siguientes:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1(L_{p,A,eqT,m} - L_{EX,sh})} \quad (9)$$

La incertidumbre típica,  $u_{1a,m}$ , del nivel de ruido debida al muestreo para la tarea  $m$  viene dada por:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[ \sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,mi} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]} \quad (10)$$

Donde:

- $L_{p,A,eqT,m}$  es la media aritmética de  $I$  niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A para la tarea  $m$
- $i$  es el número de muestra de la tarea;
- $I$  es el número total de muestras de la tarea. (NTE INEN-ISO 9612, p.35)

Mientras que la incertidumbre expandida se obtiene así:

$$U(L_{Aeq,d}) = 1,65 \times u \quad (11)$$

## 2.1.2.12. Métodos de evaluación de ruido

### 2.1.2.12.1. Cálculo de la dosis

Para calcular la dosis de exposición a una presión sonora determinada por un equipo de medición, se calcula primero el Tiempo Permitido (Tp) para que el trabajador permanezca expuesto a ese nivel de presión sonora, este tiempo se calcula con la siguiente ecuación:

$$Tp = \frac{16}{2^{(NPS-80)/5}} \quad ( 12 )$$

Donde:

**NPS:** Nivel de Presión sonora medido en dB(A)

**Tp:** Tiempo total permitido a ese nivel (horas)

El Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo de seguridad, D.E. 2393, establece un nivel máximo de exposición durante las 8 horas de trabajo de 85 dB(A) con una tasa de intercambio de 5 dB(A) . La dosis se puede entender como la energía sonora que una persona recibe durante su jornada de trabajo diaria. Expresada en función del tiempo, esta se define como la relación entre el Tiempo de exposición (Te) a un determinado nivel de presión sonora y el Tiempo permitido (Tp) para que el trabajador permanezca expuesto a ese nivel de presión sonora sin riesgo de pérdida auditiva. Se expresa a través de la siguiente relación:

$$D = \sum \frac{Te}{Tp} \quad ( 13 )$$

Donde:

**Te:** Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico (horas)

**Tp:** Tiempo total permitido a ese nivel (horas)

Para la valoración de este contaminante utilizamos la siguiente tabla:

**Tabla 5**

*Valoración de la Dosis de Presión Sonora*

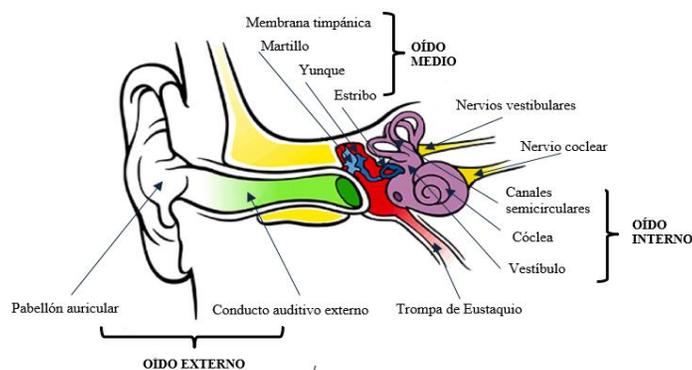
DOSIS (D)	NIVEL DE RIESGO
Menor a 0.5	Riesgo bajo
Entre 0.5 y 1	Riesgo medio
Entre 1 y 2	Riesgo alto
Mayor a 2	Riesgo crítico

*Nota:* Basado en la ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales) Si la dosis es mayor a uno, el trabajador se encuentra sobrepuesto al contaminante. Si la dosis es igual a uno, el trabajador se encuentra en el umbral y si la dosis menor a uno, el trabajador no se encuentra expuesto a ruido, siendo necesario aplicar un seguimiento permanente y los correctivos correspondientes, cuando la dosis esté por encima 0,5. Fuente Autor - 2023.

### 2.1.3. Anatomía del oído

**Figura 5**

*Partes del Oído*



*Nota:* Visión general del oído y las porciones que lo conforman: oído externo, oído medio y oído interno, Fuente: Villaseca A et al., 2020, (p. 2).

El oído es uno de los órganos que está fuertemente relacionado con la comunicación, ya que es crucial para las relaciones humanas y el aprendizaje. El oído humano es un órgano que ayuda a sintetizar todos los sonidos, sonidos y diversas vibraciones sonoras que se encuentran en

el entorno, este se divide en tres partes principales: oído externo, oído medio y oído interno.

### **2.1.3.1. Partes del oído**

#### **2.1.3.1.1. Oído externo**

Está compuesto por el pabellón auricular (oreja) y el conducto auditivo externo. El pabellón auricular ayuda a captar las ondas sonoras y dirigirlas hacia el conducto auditivo externo, que conduce el sonido hasta el tímpano.

#### **2.1.3.1.2. Oído medio**

Detrás del tímpano se encuentra la cavidad del oído medio, la cual contiene tres huesecillos pequeños llamados martillo, yunque y estribo. Estos huesecillos transmiten las vibraciones del tímpano hacia el oído interno. También conecta con la trompa de Eustaquio, esta ayuda a igualar la presión del aire entre el oído medio y el ambiente exterior.

#### **2.1.3.1.3. Oído interno**

Es la parte más interna y contiene estructuras como la cóclea (órgano del equilibrio) y el conducto auditivo. La cóclea, en forma de caracol, convierte las vibraciones sonoras en señales eléctricas las cuales son transmitidas al cerebro a través del nervio auditivo. Además, el oído interno también es responsable del sentido del equilibrio, gracias a los canales semicirculares que detectan el movimiento y la posición de la cabeza.

### **2.1.3.2. Funcionamiento del oído**

Cuando el sonido se recibe en el pabellón, sigue un recorrido preciso, atravesando las tres partes del oído. Durante este recorrido, se amplifica y se transforma para que el cerebro pueda comprenderlo. El pabellón capta el sonido para enviarlo después al conducto auditivo en forma de vibraciones que llegan hasta el tímpano. Estas vibraciones se transmiten al oído

medio donde el martillo, el yunque y el estribo las amplifican para transmitir las después al oído interno. El oído medio también protege al oído interno de los sonidos altos, superiores a 80 dB(A). El estribo presionará la cóclea, la cual se encuentra en el oído interno. Después que los sonidos han viajado a través del oído externo y el oído medio, llegan a la cóclea y ponen en movimiento los líquidos laberínticos (perilinfina y endolinfa) y esto genera una onda que viaja a través de la membrana basilar, cuyos cilios permiten transformar las vibraciones en señales eléctricas que el cerebro interpretará. (Álvarez A, 2019).

## Figura 6

### Funcionamiento del Oído



*Nota:* Estas partes del oído nos permiten percibir los sonidos de nuestro entorno. Fuente: Centros Auditivos Ecuador GAES, (2017).

### 2.1.3.3. Funcionamiento de un oído afectado por una pérdida auditiva

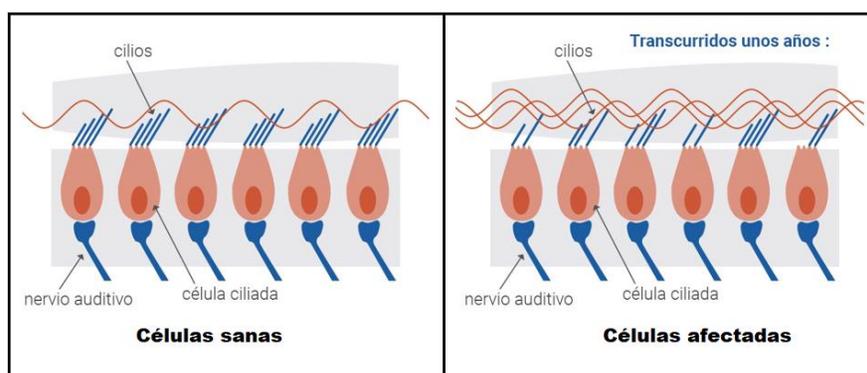
La diferencia entre el funcionamiento de un oído con pérdida auditiva y el funcionamiento de un oído sano se evidencia a través de las células ciliadas. Estas células son muy frágiles y se pueden destruir de forma abrupta o progresiva cuando se someten a intensidades sonoras importantes. El problema radica en que estas células no se regeneran y no se pueden curar ni reemplazar. Cuando una célula ciliada se daña, la

transmisión de la señal hacia el cerebro se vuelve imprecisa y se experimentan dificultades para oír.

En cambio, cuando se destruye la célula ciliada, esta no puede transmitir la señal hacia el cerebro: por lo tanto, ya no se puede oír. Esta pérdida auditiva es irremediable. (Álvarez A, 2019)

### Figura 7

#### Funcionamiento del Oído Afectado por una Pérdida Auditiva



*Nota:* Cuando una célula ciliada se daña, la transmisión de la señal hacia el cerebro se vuelve imprecisa y se experimentan dificultades para oír. Fuente: Álvarez A, (2019).

#### 2.1.3.4. Afecciones auditivas producidas por el ruido laboral

Las alteraciones producidas en las funciones auditivas pueden ser puntuales o permanentes. Las alteraciones puntuales son reversibles como la fatiga, es un descenso de la capacidad auditiva en un período de tiempo. La fatiga aparece cuando se está expuesto a ambientes con niveles de ruido muy altos de forma esporádica y desaparece cuando se detiene la exposición.

Las alteraciones permanentes son daños irreversibles como la hipoacusia neurosensorial o sordera considerada como una enfermedad que altera la parte interna del oído, es en esta parte en donde se encuentran las estructuras sensoriales y el nervio auditivo

que se encargan de transformar las ondas sonoras en señales eléctricas y enviarlas al cerebro para que la información sea procesada. (Pérez M, 2018).

#### **2.1.4. Hipoacusia**

La hipoacusia es un término médico utilizado para describir la disminución parcial de la capacidad auditiva en uno o ambos oídos. La OMS menciona que una persona sufre pérdida de la audición (hipoacusia) cuando no es capaz de oír tan bien como una persona cuyo sentido del oído es normal, es decir, cuyo umbral de audición en ambos oídos es igual o mejor a 20 dB.

Dependiendo de la deficiencia auditiva, según la pérdida tonal media, la hipoacusia se clasifica de la siguiente manera:

**Tabla 6**

*Grados de Hipoacusia VS Grados de perdida de la audición*

<b>Grado de Hipoacusia (dB)</b>	<b>Grado de pérdida de audición Escala de la pérdida de audición (dB HL)</b>
Leve o ligera Entre 21 y 40	Normal -10 a 15
Moderada o mediana Entre 41 y 70	Ligera 16 a 25
Severa Entre 71 y 90	Leve 26 a 40
Profunda Entre 91 y 119 (> 90)	Moderada 41 a 55
Deficiencia auditiva total-cofosis >120	Moderadamente grave 56 a 70
(no se percibe nada)	Grave 71 a 90
	Profunda >91

*Nota: Grado de pérdida de audición. Fuente: Collazo et al., (2015).*

##### **2.1.4.1. Clasificación de la hipoacusia**

La hipoacusia puede clasificarse como de conducción, neurosensorial y mixta.

###### **2.1.4.1.1. Hipoacusia conductiva**

Se genera a causa de problemas en el oído externo o medio que dificultan la

transmisión del sonido hacia el oído interno. Puede ser causada por obstrucciones en el conducto auditivo, perforaciones en el tímpano, o problemas en los huesecillos del oído medio.

#### **2.1.4.1.2. *Hipoacusia neurosensorial***

Se produce por daño en las células ciliadas del oído interno o en el nervio auditivo. Puede ser causada por factores genéticos, exposición a ruidos intensos, infecciones virales, efectos secundarios de ciertos medicamentos, o el proceso natural de envejecimiento.

#### **2.1.4.1.3. *Pérdida mixta***

Puede ser causada por un traumatismo craneoencefálico grave, con o sin fractura del cráneo o del hueso temporal, por infección crónica o por uno de los muchos trastornos genéticos. También puede producirse cuando una hipoacusia de conducción transitoria, en general debida a otitis media, se superpone a una hipoacusia neurosensorial. (Lawrence R. Lustig, 2022).

#### **2.1.4.2. *Hipoacusia inducida por el ruido (HIR)***

La hipoacusia inducida por ruido, también conocida como HIR, es un tipo de pérdida auditiva que ocurre debido a la exposición prolongada a sonidos fuertes o ruidos intensos. Este tipo de hipoacusia puede ocurrir gradualmente con el tiempo o como resultado de una exposición breve pero extremadamente intensa a ruidos intensos.

“La hipoacusia inducida por el ruido en un lugar de trabajo es bilateral y simétrica, no hay razones para descartar que, en condiciones determinadas, la unilateralidad es posible.” (Superintendencia de riesgos del trabajo SRT, 2018, p.12).

### 2.1.4.3. Evaluación de la hipoacusia

La evaluación de la hipoacusia es un proceso crucial para determinar el grado, tipo y causa de la pérdida auditiva de una persona. Aquí se describen los pasos típicos que se siguen en la evaluación:

#### *Historia Clínica y Entrevista*

**Antecedentes médicos y familiares:** Se recopilan datos sobre la salud auditiva previa de la persona y cualquier antecedente familiar de pérdida auditiva.

**Exposición a factores de riesgo:** Se indaga sobre la exposición a ruidos intensos, enfermedades previas, trauma físico, o uso de medicamentos ototóxicos que podrían haber contribuido a la hipoacusia.

#### *Examen Físico y Audiometría*

**Otoscopia:** Se examinan los oídos externos y el tímpano para descartar obstrucciones.

**Audiometría:** Prueba fundamental que evalúa la capacidad auditiva. Se utiliza un audiómetro para medir la audición en cada oído por separado. La prueba puede incluir:

- **Audiometría tonal:** Evalúa la capacidad para escuchar tonos puros a diferentes frecuencias.
- **Audiometría verbal:** Evalúa la capacidad para entender palabras habladas a diferentes niveles de volumen.

### 2.1.4.4. Audiometría

La audiometría es un tipo de prueba de audición que se realiza en el entorno laboral para evaluar la capacidad de un trabajador para escuchar y comprender los sonidos a diferentes tonos y volúmenes, se utiliza para determinar si un trabajador tiene una pérdida auditiva que pueda afectar

su capacidad para realizar su trabajo de manera efectiva y segura; esta se realiza mediante el uso de un audiómetro, un dispositivo electrónico que mide la audición de una persona a través de una serie de tonos y volúmenes de sonido. Los resultados de la prueba se presentan en un gráfico llamado audiograma, que muestra la capacidad de audición del trabajador en cada tono y volumen. (Olmo J, 2023).

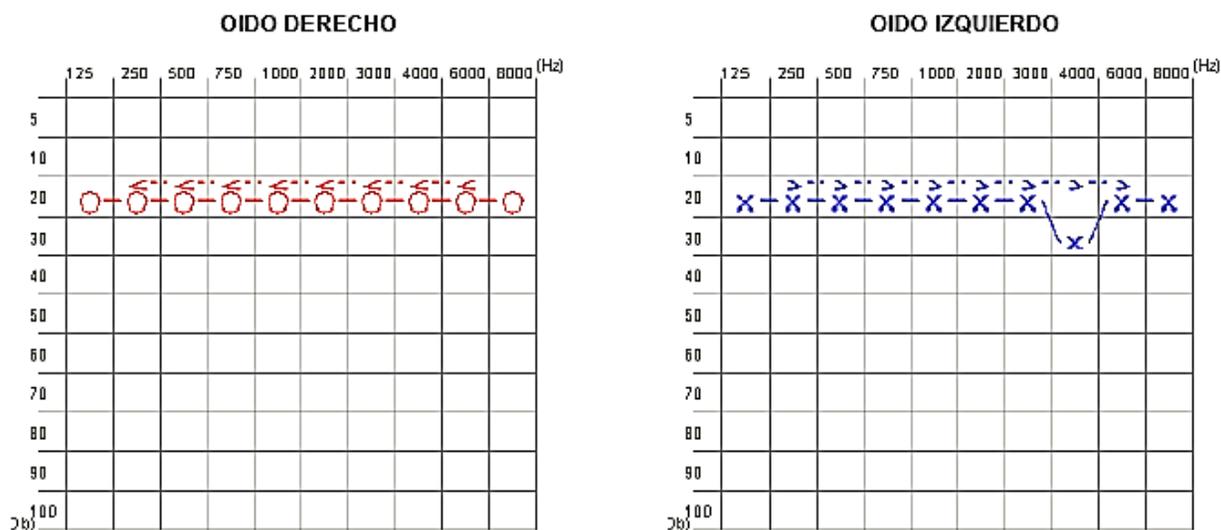
#### 2.1.4.4.1. Audiograma

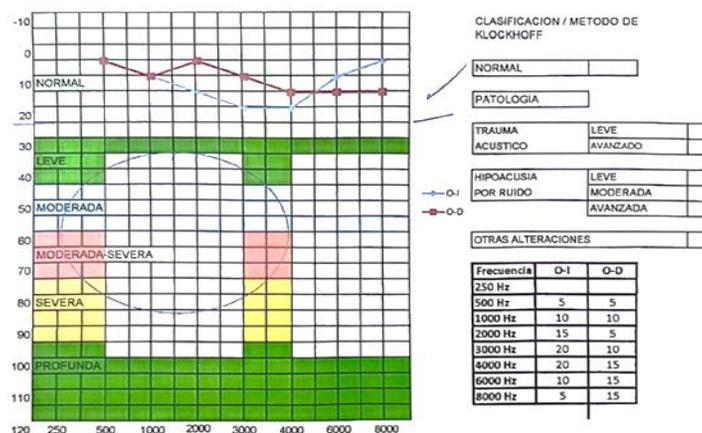
Es un gráfico que representa los resultados de una audiometría, una prueba diagnóstica fundamental para evaluar la capacidad auditiva de una persona.

Estos gráficos se utilizan para evaluar la audición de personas que han tenido una pérdida auditiva previa y para determinar si necesitan audífonos o prótesis auditivas. Los audiogramas son una herramienta importante para el diagnóstico y el tratamiento de la pérdida auditiva. (Olmo J, 2023)

### Figura 8

#### Audiograma





*Nota:* Ejemplos curvas que representa el grado de agudeza con que percibe un individuo los sonidos. Fuente: exámenes médicos ocupacionales – 2023

#### 2.1.4.4.2. Evolución de la hipoacusia inducida por ruido

### Figura 9

*Evolución de la hipoacusia inducida por ruido*



*Nota:* Evolución en el tiempo de las alteraciones audiométricas producidas por el ruido, Fuente: Gaynés Palou, (1986).

- **Fase I (de instalación de un déficit permanente).** Antes de la instauración de una HIR irreversible se produce un incremento del umbral de aproximadamente 30-40 dB en la frecuencia 4 kHz. Esta fase tiene como característica que el cese de la

exposición al ruido puede revertir el daño al cabo de los pocos días.

- **Fase II (de latencia).** Se produce después un periodo de latencia donde el déficit en los 4 kHz se mantiene estable, ampliándose a las frecuencias vecinas en menor intensidad e incrementándose el umbral entre 40-50 dB, sin comprometer aun la comprensión de la palabra, pero ya no hay reversibilidad del daño auditivo. Su descubrimiento reviste importancia en lo concerniente a la profilaxis.
- **Fase III (de latencia subtotal).** Existe no solo afectación de la frecuencia 4 kHz sino también de las frecuencias vecinas, se produce un incremento del umbral entre 70-80 dB, acarreado por ende la incapacidad en la comprensión de la palabra.
- **Fase IV (terminal o hipoacusia manifiesta).** Déficit auditivo vasto, que afecta todas las frecuencias agudas, con compromiso de frecuencias graves y un incremento del umbral a 80 dB o más. (Medina A et al., 2013, p. 3)

### ***2.1.5. Controles De ruido***

#### **2.1.5.1. Control del ruido**

El control del ruido en el ámbito laboral es esencial para proteger la salud auditiva y general de los trabajadores, así como para mejorar el ambiente de trabajo y la productividad. Las formas de actuación se pueden resumir en:

##### ***2.1.5.1.1. Controles administrativos***

Consiste en acciones tomadas por la dirección de la empresa para reducir los niveles de ruido o reducir el tiempo de exposición de los trabajadores a los niveles existentes. Entre otras tenemos:

- **Rotación de Tareas:** Alternar las tareas de los trabajadores para limitar la exposición

prolongada a altos niveles de ruido.

- **Límites de Tiempo de Exposición:** Establecer límites de tiempo para la exposición a ruidos altos, siguiendo las recomendaciones legales.

#### ***2.1.5.1.2. Control del ruido en la fuente***

Al igual que con otros tipos de exposición, la mejor manera de evitarlo es eliminar el riesgo. Así pues, combatir el ruido en su fuente es la mejor manera de controlar el ruido, se puede aplicar las siguientes soluciones:

- Impedir o disminuir el choque o fricción entre piezas con una lubricación adecuada.
- Aislar las piezas de la máquina que sean particularmente ruidosas.
- Emplear máquinas poco ruidosas, poner amortiguadores en los motores.
- Utilizar tecnología y métodos de trabajo, poco ruidosos.
- Colocar ventiladores silenciosos o poner silenciadores en los conductos de los sistemas de ventilación.
- Delimitar las zonas de ruido y señalizarlas.

#### ***2.1.5.1.3. Control en medio de transmisión***

En el caso de que no sea posible evitar la generación de ruido, se podría colocar dispositivos entre la fuente y el trabajador para reducir este contaminante o aumentar la distancia entre ellos. Si pretende controlar el ruido con la implementación de barreras que impidan su propagación, es importante considerar los siguientes puntos:

- Evitar que las barreras estén en contacto con ninguna pieza de la máquina.
- En lo posible estas deberían ser completamente aislantes y tapados herméticamente

orificios de los cables y tuberías.

- Los paneles aislantes estarán contruidos de un material aislante en su interior a fin de que absorban el contaminante.
- Se requiere que las fuentes de ruido estén separadas de las otras zonas de trabajo.

#### **2.1.5.1.4. Control del ruido en el receptor**

Desafortunadamente, el control del ruido en receptor utilizando protección auditiva es la forma más común, pero menos efectiva de controlar y combatir el ruido.

Se trata de una solución para controlar el ruido directamente en el receptor. Este tipo de soluciones suelen adaptarse a entornos laborales donde el ruido puede ser tan fuerte que es necesario tomar medidas para evitar que los trabajadores queden expuestos, esta técnica de control de ruido es la última opción que a aplicar ya que lo que se aísla es al receptor y no a la fuente.

Cuando el nivel ruido es mayor a los límites máximos permisibles y no ha sido posible reducirlo, se recurre a la protección individual utilizando protección auditiva como tapones u orejeras. Los lugares en los que el nivel de ruido es mayor a 85 dB(A) deberían estar señalizados (Cortés, 2012, p.455).

**Tabla 7**

*Señalización obligatoria en lugares expuestos a presión sonora*

<b>Significado de la señal</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Colores</b>			<b>Señal de seguridad</b>
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OÍDO		Del símbolo BLANCO	De seguridad AZUL	De contraste BLANCO	

*Nota:* Señalética de uso obligatorio de protección aditiva. Fuente: Cortés, 2012, (p. 466).

### 2.1.5.2. Atenuación del ruido

La atenuación del ruido se refiere a la reducción de la intensidad del sonido no deseado en un entorno determinado. En el contexto laboral, la atenuación del ruido es crucial para proteger la salud de los trabajadores y mejorar su bienestar.

#### 2.1.5.2.1. Equipo de protección auditiva

Para seleccionar el protector auditivo se considera la tasa de reducción de ruido NRR (Noise Reduction Rating), este lo calcula el fabricante para simplificar los cálculos de atenuación. La atenuación calculada por el fabricante se corrige en 7 dB(A) para obtener la protección efectiva. Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos NIOSH, el NRR se puede reducir en los siguientes porcentajes: un 25% si se trata de un protector que no posee certificación, un 50% si se trata de un protector de inserción moldeable (endoneural) y un 75% protector auditivo tipo copa (Mancera et al., 2012b). Para mediciones con filtro A, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Atenuación real} = \text{dB (A) no protegido} - (\text{NRR fabricante} - 7) * \% \text{ corrección} \quad (14)$$

En ciertas ocasiones también se utiliza la doble protección, para eso se selecciona el NRR de mayor valor y se añade 5 a la operación anterior:

$$\text{Atenuación real} = \text{dB (A) no protegido} - (\text{NRR mayor} - 7) * \% \text{ de corrección} + 5 \quad (15)$$

#### 2.1.5.2.2. Atenuación por distancia

Al medir el nivel del sonido desde una fuente de sonido específica (no ruido ambiente), el nivel de sonido descende a razón de 6 dB(A) por duplo de la distancia. El nivel del sonido  $L_{p2}$  a una distancia  $r_2$  puede determinarse usando la siguiente fórmula:

$$L_{p2} = L_{p1} + 20 \log_{10}(r_1/r_2) \quad (16)$$

Donde  $L_{p1}$  es el nivel del sonido medido a una distancia  $r_1$ . Esta ecuación es solo para un entorno de campo abierto donde el sonido se propaga libremente en todas direcciones sin ninguna reflexión (Anatoly Zolotkov, n.d.).

### **2.1.5.3. Programa de conservación auditiva**

El programa de conservación auditiva es esencial para prevenir la pérdida de audición en los entornos laborales donde los trabajadores están expuestos a niveles de ruido perjudiciales. Estos programas integran una serie de estrategias y prácticas destinadas a evaluar, controlar y reducir la exposición al ruido, además de proporcionar educación y equipos de protección a los trabajadores. Como menciona Suter, 2012 (p.13), el programa de conservación auditiva se compone de las siguientes fases:

#### ***2.1.5.3.1. Determinación de la exposición al ruido***

Es importante identificar a los trabajadores expuestos a ruido mediante la medición con instrumentos certificados. Con la medición, se puede identificar las fuentes generadoras de ruido, para posteriormente implementar medidas de control técnico de ruido.

#### ***2.1.5.3.2. Controles técnicos y administrativos del ruido***

Los controles de ruido pueden reducir la exposición de los colaboradores, por lo cual eliminaría la necesidad de implementar un programa de conservación auditiva. Estas técnicas implican modificar la fuente de ruido, la vía de transmisión o el receptor. Entre las medidas que se pueden aplicar son: sustitución de equipos, cumplir programas de mantenimiento, rotación del personal para reducir el tiempo de exposición.

#### ***2.1.5.3.3. Formación y motivación***

Los temas a tratarse son: la finalidad y los beneficios del programa de conservación auditiva, los métodos y los resultados de la evaluación de ruido, el uso y mantenimiento de los tratamientos técnicos de control de ruido, exposiciones a ruido fuera de la jornada laboral, las consecuencias de la pérdida auditiva en la vida diaria.

#### ***2.1.5.3.4. Protección auditiva***

La protección auditiva es esencial en entornos donde los niveles de ruido pueden ser perjudiciales para la salud. El uso adecuado de equipos y la implementación de programas de conservación auditiva pueden prevenir la pérdida de audición y mejorar el bienestar general de los trabajadores.

#### ***2.1.5.3.5. Evaluaciones audiométricas***

A los trabajadores se les realiza un primer chequeo auditivo seguido de chequeos anuales para vigilar su estado auditivo. Si el programa de conservación auditiva es eficaz, los resultados audiométricos de los trabajadores no presentarán daños como consecuencia a la exposición de ruido en el trabajo.

#### ***2.1.5.3.6. Evaluación del programa***

Para poner en funcionamiento las cinco fases del programa de conservación, es importante que exista una persona responsable de supervisar todo el programa, al intervenir profesionales de distintos departamentos resulta complicado tener éxito en el programa. Sin embargo, se puede conformar un equipo con personas encargadas de realizar diferentes tareas, se incluyen jefes y supervisores y trabajadores, El rol de los jefes es respaldar el programa y aplicar las políticas en

materia de seguridad e higiene de la empresa, los mandos intermedios o supervisores contribuyen directamente en la ejecución de las cinco fases y es obligación de los trabajadores participar activamente en el programa y participar con sugerencias para mejorar el programa.

## 2.2. Marco Legal

El presente proyecto de investigación se sustenta en varios cuerpos legales los cuales regulan la gestión de seguridad y salud en el trabajo. El orden jerárquico de aplicación de las normas se sustenta en la pirámide de Kelsen.

### Figura 10

*Jerarquía Legal en Ecuador*



*Nota:* La jerarquía normativa menciona a la Constitución en un nivel superior a cualquier otra norma jurídica.

Fuente: Autor -2023.

A continuación, se detallan los cuerpos legales en los cuales se basa la presente investigación:

### 2.2.1. Constitución de la República del Ecuador (2008).

**Art. 32.** La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al

ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

**Art. 33.** El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.

**Art. 326.** Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

### **2.2.2. OIT (*Organización Internacional Del Trabajo (2016)*)**

En el convenio 148 sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones).

**Art. 11, literal 1.** El estado de la salud de los trabajadores expuestos o que puedan estar expuestos a los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo deberá ser objetivo de vigilancia, a intervalos apropiados, según las modalidades y en las circunstancias que fije la autoridad competente. Esta vigilancia deberá comprender un examen médico previo al empleo y exámenes periódicos, según determina la autoridad competente.

### **2.2.3. *Instrumento Andino de Seguridad y Salud En El Trabajo, decisión 584 (2005)***

**Art. 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.

**Art. 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 y trabajadoras, en particular por la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, con el fin de adoptar las medidas preventivas necesarias.

#### **2.2.4. Resolución 957 Reglamento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2005)**

**Art. 5.** El Servicio de Salud en el Trabajo deberá cumplir con las siguientes funciones:

c) Observar los factores del medio ambiente de trabajo y de las prácticas de trabajo que puedan afectar a la salud de los trabajadores, incluidos los comedores, alojamientos y las instalaciones sanitarias, cuando estas facilidades sean proporcionadas por el empleador.

**Art. 19.** El incumplimiento de las obligaciones por parte del empleador en materia de seguridad y salud en el trabajo dará lugar a las responsabilidades que establezca la legislación nacional de los Países Miembros, según los niveles de incumplimiento y los niveles de sanción.

#### **2.2.5. El Código de Trabajo (2015)**

**Art. 38.** Riesgos provenientes del trabajo. - Los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando, a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal, estará en la obligación de indemnizarle de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que tal beneficio no le sea concedido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

**Art. 410.** Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud y su vida. Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los en los cuerpos legales.

#### **2.2.6. Ley de Seguridad Social (2021)**

**Art. 155.** El Seguro General de Riesgos del Trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación

de los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluida la rehabilitación física y mental y la reinserción laboral.

**2.2.7. Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (1986)**

**Art. 11,** Numeral 2. Sin obligaciones de los empleadores; adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo.

Numeral 6. Menciona que se deben efectuar exámenes médicos periódicos a los trabajadores que realizan actividades peligrosas, cuando padecen alguna dolencia o afección física que no respondan a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo.

**Art. 55.** Numeral. 7. Menciona que el caso de ruido continuo, los niveles sonoros medidos en ponderación A y en posición lenta están relacionados con el tiempo de exposición, estos datos se pudieron observar en la Tabla 3.

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

**Art. 6.-** Enfermedades Profesionales u Ocupacionales.- Son afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral. Se considerarán enfermedades profesionales u ocupacionales las publicadas en la lista de la Organización Internacional del Trabajo OIT, así como las que determinare la CVIRP para lo cual

se deberá comprobar la relación causa - efecto entre el trabajo desempeñado y la enfermedad crónica resultante en el asegurado, a base del informe técnico del SGRT.

**Art. 7.-** Criterios de diagnóstico para calificar Enfermedades Profesionales u Ocupacionales.- Criterio clínico, Criterio ocupacional, Criterio higiénico-epidemiológico, Criterio de Laboratorio, Criterio Médico-Legal.

**Art. 9.-** Factores de Riesgo de las Enfermedades Profesionales u Ocupacionales.- Se consideran factores de riesgos específicos que entrañan el riesgo de enfermedad profesional u ocupacional, y que ocasionan efectos a los asegurados, los siguientes: químico, físico, biológico, ergonómico y psicosocial.

**PRIMER ANEXO** (lista de enfermedades profesionales), para efectos de la protección del seguro general de riesgos del trabajo se considerarán enfermedades profesionales las siguientes: 1. Enfermedades profesionales causadas por la exposición a agentes que resulte de las actividades laborales: 1.2. Enfermedades causadas por agentes físicos, 1.2.1 Deterioro de la audición causada por ruido.

### ***2.2.9. Reglamento de higiene y seguridad Bagant (2022 – 2024)***

CAPITULO II: Gestión De Seguridad Y Salud En El Trabajo, Numeral 2. Gestión de riesgos laborales propios de la empresa, literal b, Medición. Para la medición de riesgos laborales la empresa aplicará procedimientos y protocolos establecidos, estrategias de muestreo estandarizadas y equipos de medición calibrados.

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Descripción del Área de Estudio**

#### ***3.1.1. Información de la Empresa.***

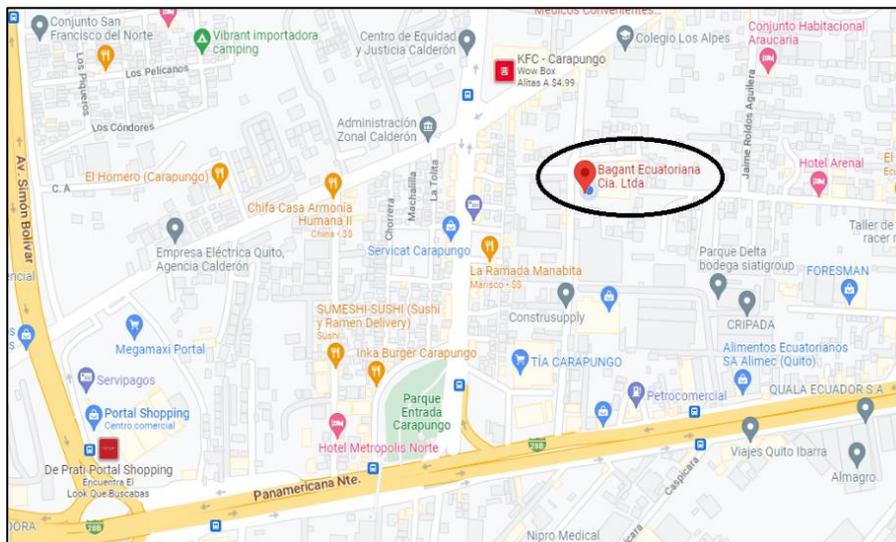
Con más de 40 años de trayectoria, Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., ha recorrido un largo camino lleno de retos y crecimiento con la misión de satisfacer las necesidades de sus clientes mediante un servicio de excelencia y personalizado ofreciendo soluciones innovadoras, eficientes y rentables, basándonos en un equipo humano preparado y comprometido contribuyendo así al desarrollo de su gente y del país.

La empresa, trabaja en conjunto con sus socios estratégicos para ofrecerles soluciones a la medida de sus necesidades en toda la gama tecnológica de encofrados, andamios, maquinaria para la construcción, grúas sobre camión y carrocerías de carga.

Los reconocimientos la empresa son significativo, es así como se ha obtenido el 1ero, 2do y 3er lugar premio EKOS DE ORO a las empresas más eficientes del Ecuador (Sector Industrias Metálicas) en los años: 2012 (1er lugar), 2011, 2010, 2009, 2008.

#### ***3.1.2. Ubicación geográfica***

Actualmente la empresa Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., cuenta con 4 sucursales a nivel nacional, la matriz se encuentra en la ciudad de Quito en la Av. Panamericana Norte Km. 10.7 y Alfonso Moncayo (sector Carapungo), es donde se realizó la presente investigación.

**Figura 11***Ubicación del Centro de Trabajo*

Fuente (Google Maps, 2023)

**3.1.3. Población de estudio**

La presente investigación se centra en el personal operativo (94 trabajadores) de la empresa Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda.

**3.1.4. Beneficiarios directos e indirectos**

La Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., tuvo la necesidad realizar un estudio de ruido industrial y su incidencia en la aparición de hipoacusia de origen laboral el cual permite determinar la incidencia de este contaminante en el personal operativo, esta investigación fue de gran utilidad para la empresa, ya que se logró mejorar los puestos de trabajo con criterios técnicos, los beneficiarios directos de esta investigación fueron los trabajadores del área operativa.

Indirectamente el beneficiario será la empresa Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., y por ende su representante legal, en vista que, con la presente investigación, se alcanzó los siguientes resultados:

**Económico:** Con la implementación del presente plan de investigación, se redujo las enfermedades profesionales; esto contribuye a disminuir los gastos por estos rubros, mejorar el rendimiento de los trabajadores, la disminución del ausentismo y por ende el aumento de la productividad.

**Social:** Es primordial para una organización salvaguardar la integridad de sus trabajadores con la prevención de riesgos laborales y enfermedades profesionales, la implementación del plan permitió mejorar la calidad de vida de todos los trabajadores. Adicionalmente contar con este tipo de gestión de riesgos, permitió incrementar el prestigio empresarial y el reconocimiento de la sociedad a la gestión realizada por parte de sus representantes en materia de seguridad y salud ocupacional.

**Legal:** Al gestionar los riesgos y contaminantes en el ambiente laboral, la empresa está cumpliendo las obligaciones legales en cuanto a seguridad y salud ocupacional se refiere y está preparada para las auditorías externas programadas por las entidades de control; con esto se evitarán multas y sanciones de estos organismos.

## **3.2. Enfoque y tipo de investigación**

### ***3.2.1. Enfoque de la Investigación***

La presente investigación estará enmarcada en un enfoque cuantitativo, porque se utilizó la recolección de datos tanto de ruido laboral y los resultados de las audiometrías para probar hipótesis en base a análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

### ***3.2.2. Tipo de la investigación***

#### **3.2.2.1. Investigación de campo.**

Porque se realiza en el mismo lugar de trabajo, donde se origina los fenómenos a ser

investigado; los datos se obtendrán de manera directa In Situ.

#### **3.2.2.2. Investigación exploratoria.**

Considerando que objetivo principal es conseguir una perspectiva general de un problema en mención. En este caso, se identifican las posibles variables interviniente y las relaciones entre sí.

#### **3.2.2.3. Investigación descriptiva.**

Porque busca especificar los aspectos importantes y relevantes del objeto de estudio. A través de una investigación descriptiva se espera responder el quién, el dónde, el cuándo, el cómo y el porqué de las causas y los efectos. Así mismo, busca medir o evaluar los aspectos, dimensiones o componentes más relevantes del fenómeno a investigar.

#### **3.2.2.4. Investigación Correlacional.**

Cuando tiene como propósito medir el grado de correlación existente entre dos o más variables en un problema o situación. Por lo tanto, se utiliza en problemas de mayor complejidad, es decir donde hay un número mayor de variables por tener en cuenta, así como el grado de relación entre ellas.

#### **3.2.2.5. Investigación explicativa.**

Va más allá de la descripción de la parte conceptual del fenómeno, o del establecimiento de relaciones entre conceptos, pues está dirigida a analizar las causas de los problemas o situaciones objeto de estudio, es el pilar de la investigación como generadora de conocimiento y base para el desarrollo medidas preventivas mediante la difusión de conocimientos.

### ***3.2.3. Procedimiento de Investigación***

Esta investigación inició con el análisis de los riesgos presentes en el ambiente de trabajo; para lo cual nos basamos en la matriz de riesgos de la empresa, así como ciertos datos sociodemográficos de cada trabajador otorgados por el área de recursos humanos; para posteriormente establecer las mediciones de los niveles de ruido en la población trabajadora expuesta a este factor de riesgo con la utilización de instrumentos de medida calibrados y certificados. Estas mediciones de los niveles de ruido en las distintas áreas y puestos de trabajo se realizaron íntegramente In situ conforme lo establece la norma NTE INEN ISO 9612. Al ser una población pequeña y considerando que el 70% del personal operativo está expuesto a ruido por sobre los 85 dB(A), para temas de este estudio, se utilizó el total del universo de los trabajadores expuestos a ruido.

Una vez recolectados los datos de los niveles de ruido, se realizó un análisis conjuntamente con el medico ocupacional del historial de las audiometrías para establecer la influencia de la exposición con la presencia de hipoacusia en cada uno de los casos.

Finalmente se tomarán acciones encaminadas a preservar la salud de los trabajadores para lo cual se propuso un programa de programa de conservación auditiva y control del ruido.

### ***3.2.4. Criterios***

#### **4.5.1. Criterios de inclusión.**

- No haber sufrido traumas auditivos de origen extralaboral.
- Los trabajadores realicen funciones operativas.

#### **4.5.2. Criterios de exclusión**

- Trabajadores que cuentan con algún dispositivo auxiliar auditivo.

- Quienes indicaron que no deseaban participar en esta investigación.

### 3.2.5. Variables

#### 3.2.5.1. Variable dependiente

Hipoacusia inducida por ruido

#### 3.2.5.2. Variable independiente

Ruido laboral

#### 3.2.5.3. Operacionalización de variables

**Tabla 8**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	BAREMOS	POBLACIÓN /TÉCNICA
<b>Ruido Laboral:</b>				
Presión sonora presente en el ambiente de trabajo y que afecta al sistema auditivo. Según la normativa legal vigente a más de 85 dB(A) se tiene una alta probabilidad de originar daños en el sentido de la audición	Nivel de exposición Tiempo de exposición al contaminante	Método Dosis	Conocer el tiempo de exposición	Entrevistas Matriz de riesgos
	Nivel de decibeles Factor de Ruido	NPS en 8 horas de exposición continua	Establecer los niveles de ruido en cada puesto de trabajo	Mediciones de los niveles de ruido
<b>Hipoacusia inducida por ruido:</b>				
Enfermedad en la que el individuo pierde el sentido de la audición por la exposición a niveles sonoros altos.	Historia clínica  Riesgo alto, presencia de ruido en el área de trabajo	Personal operativo expuesto y con presencia de algún tipo de patología	Falta de identificación de los sonidos, el trabajador no logra interpretar los sonidos	Entrevistas Examen clínico Chequeos médicos físicos

*Nota:* En esta tabla se resume la mayor información posible de la variable tanto dependiente como independiente.

Fuente: Autor - 2023.

### **3.2.6. Hipótesis**

**Hipótesis Alterna (Hi).** EL ruido laboral influye en el desarrollo de la hipoacusia en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., durante el periodo 2023 y proponer un programa de conservación auditiva y control del ruido.

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>).** El ruido laboral no influye en el desarrollo de la hipoacusia en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda.

### **3.2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

El método empleado para la medición de ruido fue la medición por jornada completa conforme la norma ecuatoriana NTE INEN-ISO 9612, (2014), el personal operativo realiza la misma actividad durante toda la jornada, para lo cual se empleó equipos con la calibración correspondiente que cumplen con las exigencias de realización de los monitoreos con el empleo del sonómetro cuyas características se detallan en la tabla 9. La descripción de lo mencionado se detalla a continuación; se hacen mediciones por separado del nivel de presión sonora, siguiendo los siguientes parámetros:

- Se menciona en NTE INEN-ISO 9612, (2014). Para la realización de los ensayos, el micrófono se colocará en posiciones discretas, sostenido el equipo en la mano para seguir a un trabajador que se mueve o poniendo el equipo sobre el hombro del trabajador mediante un adaptador elaborado para el efecto.
- El micrófono será colocado a la altura de la cabeza del trabajador durante la ejecución habitual de la tarea, el equipo será situado en el plano central de la cabeza del trabajador, en línea con los ojos, con sus ejes paralelos a la línea de visión del trabajador, sin estar presente el trabajador. Cuando el trabajador, debido a las tareas desempeñadas, no puede estar ausente durante la realización de las mediciones, es

importante colocar y sostener el micrófono a una distancia entre 0,1 m y 0,4 m de la entrada del canal auditivo externo y en lado del oído más expuesto. En el caso que el trabajador se encuentre ausente o que la posición de la cabeza en el puesto de trabajo no esté definida en forma clara, se podrá colocar el micrófono a las siguientes alturas:

- Trabajador de pie:  $1,55 \pm 0,075$  m por encima del suelo, el trabajador está de pie.
- Trabajador sentado:  $0,80 \pm 0,05$  m por encima de la mitad del plano de la silla, con la silla lo más ajustada a o lo más cerca posible al punto medio de su ajuste horizontal vertical.
- Para determinar la variación local del nivel de presión sonora, se realizan mediciones adicionales en la zona de ocupación de interés próxima a la fuente, tres en total y con la misma duración. Es importante considerar que la persona responsable en realizar las mediciones no puede interferir, para lo cual es necesario alejarse del sonómetro a una distancia igual o mayor a 0,5 m.
- El equipo empleado para la medición cumple con las características exigidas en la norma NTE INEN-ISO 9612, (2014), el cual se describe en la siguiente Tabla:

**Tabla 9**

*Características Generales del Equipo para Medición de Ruido*

MARCA	CÓDIGO	MODELO	CARACTERÍSTICAS
Digital Instruments	SL8 14	Sound Level Meter	Norma IEC 651 Tipo 2 y ANSI S1.4 Tipo 2 Ponderación: A, C Rango: 40 ~ 130dB(A) Frecuencia de respuesta: 31,5 Hz a 8.5K Hz Precisión: $\pm 2$ dB

*Nota:* Información obtenida del instrumento de medición. Fuente: Autor - 2023.

### 3.2.7.1. Identificación del Punto de Monitoreo

Las mediciones se realizaron en los siguientes puntos, así mismo se detalla la ubicación, y el tiempo de exposición:

**Tabla 10**

*Puntos de Monitoreo*

<b>Tareas</b>	<b>Detalle / Ubicación (Puntos de medición)</b>	<b>Tiempo de exposición (horas)</b>
Área de despacho B2		2
Puesto 1 B2	Bodega 2	2
Puesto 2 B2		2
Puesto 3 B2		2
Mantenimiento de andamios		3
Pintura bodega	Colocación de diésel	3
Colocación diésel		2
Mantenimiento tablero losa		2
Mantenimiento puntal duro		1
Mantenimiento tablero 1		1
Mantenimiento tablero 2	Mantenimiento de equipos	1
Perforadora madera Alkus		0,5
Granalladora		2
Enderezadora		0,5
Reparación de maquinarias		3
Patio mantenimiento de maquinaria		2
Bodega de repuestos	Mecánica	1
Mantenimiento de brazos grúa		1
Oficina mecánica		1
Oficina de Producción	Oficina de Producción	8
Área de despacho		1
Mantenimiento puntal 5.25		2
Mantenimiento puntal 3.65		1
Mantenimiento vigueta 2	Patio bodega de equipos	1
Mantenimiento vigueta 3		1
Mantenimiento de accesorios		1
Oficina de Bodega		1

<b>Tareas</b>	<b>Detalle / Ubicación (Puntos de medición)</b>	<b>Tiempo de exposición</b>	
Limpieza piezas	Pintura	3	
Pintura Producción		5	
Bodega de plancha	Producción	0,5	
Cizalla		1	
Troqueladora		1	
Plegadora		1	
Cierra Cinta – Baroladora		1	
Plasma - Taladro Pedestal		0,5	
Soldadura 1		1,5	
Soldadura 2		1,5	
Torno		Torno	8

*Nota: Se han incluido todas las tareas operativas donde se genera el contaminante. Fuente: Autor – 2023.*

### **3.2.7.2. Plan de Medición**

Se realizó las mediciones en el momento que se genera el ruido, para obtener los valores de NPS basados en la tarea; para la validación del equipo de protección auditivo se ha utilizado un sonómetro integrado con el cual se obtienen los niveles de presión sonora a diferentes frecuencia de los puestos considerados críticos.

### **3.2.7.3. Tratamiento de errores e incertidumbres**

Existen algunas causales de incertidumbres que pueden ocasionar una influencia en los datos del resultado siendo los principales:

- Selección errónea de los puntos de medición y su cantidad.
- Ubicación incorrecta del micrófono.
- Las variaciones y correcciones que poseen los distintos instrumentos.
- Fuentes imprevistas de ruido.

Una vez obtenidos los resultados de las mediciones de ruido en los puntos establecido, eso

fueron validos con el método dosis y los niveles establecidos en el D.E 2393.

#### **3.2.7.4.Elaboración del mapa de ruido**

Los mapas de ruido, o mapas de niveles sonoros, ayudan a identificar las causas y fuentes de emisión de ruido: permiten examinar cada punto donde el ruido supera los límites permisibles, identificar el origen y diseñar soluciones personalizadas.

Por consiguiente, posterior a la medición de presión sonora en las áreas de trabajo se elaboró del mapa de ruido con la ayuda de la aplicación de uso gratuito dBmap.

#### **3.2.7.5.Información Sociodemográfica**

Aspectos sociodemográficos de los trabajadores como son:

- Nombre del colaborador
- Edad
- Genero
- Cargo desempeñado
- Antigüedad de la empresa
- Actividades extralaborales con ruido

Esta información fue obtenida del área de RRHH y el dispensario médico.

#### **3.2.7.6. Determinación de los trastornos auditivos**

Para la detección de hipoacusias en los trabajadores se realizan audiometrías basadas en el de Klockhoff, fue desarrollado por I. Klockhoff y modificada por la clínica del LavoroMilany. Consiste en la evaluación de la capacidad auditiva de los operarios expuestos o no al ruido laboral, en caso de operarios expuestos a productos químicos ototóxicos también puede ayudar a determinar una posible pérdida de a capacidad auditiva.

### **3.2.8. *Análisis estadístico***

Una vez obtenidos todos los resultados, estos fueron procesados e indicados en tablas y gráficos con el apoyo de Microsoft Excel, en el caso de las tablas en frecuencia absoluta y relativa en variables cualitativas, posterior al análisis de datos se procedió a elaborar discusiones, conclusiones y recomendaciones en base a este estudio.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Característica de la población de estudio

El personal involucrado en la presente investigación está distribuido de la siguiente manera:

**Tabla 11**

*Distribución del Personal en Estudio*

ÁREA	No. TRABAJADORES HOMBRES	No. TRABAJADORES MUJERES	TOTAL
Bodega	67	0	67
Producción	15	1	16
Mecánica	11	0	11
TOTAL	93	1	94

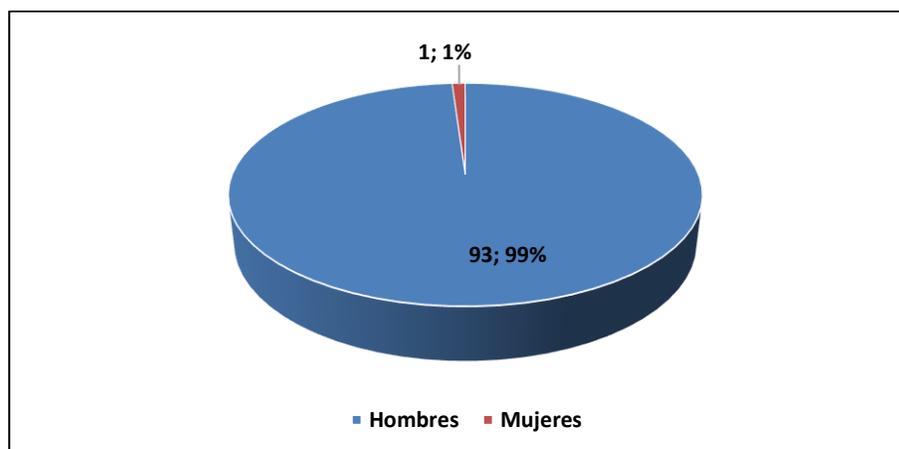
*Nota:* El 99% de los trabajadores que realizan tareas operativas son hombres. Fuente: Autor- 2023.

### 4.2. Información sociodemográfica

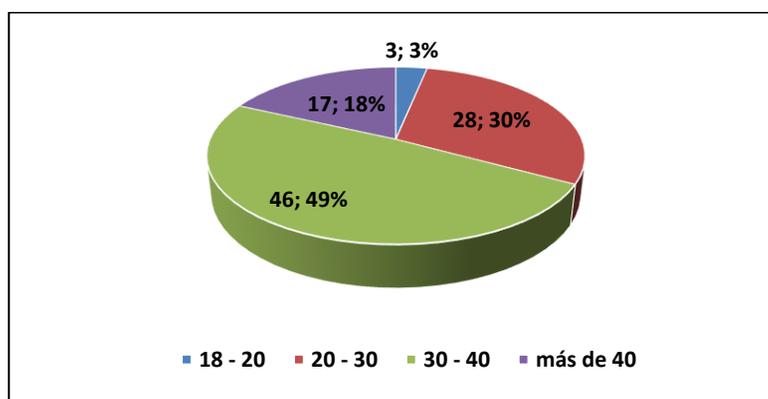
La información sociodemográfica permitió agrupar a los trabajadores operativos en género, rangos de edad, y rangos de antigüedad en la empresa, obtenido los siguientes resultados:

**Figura 12**

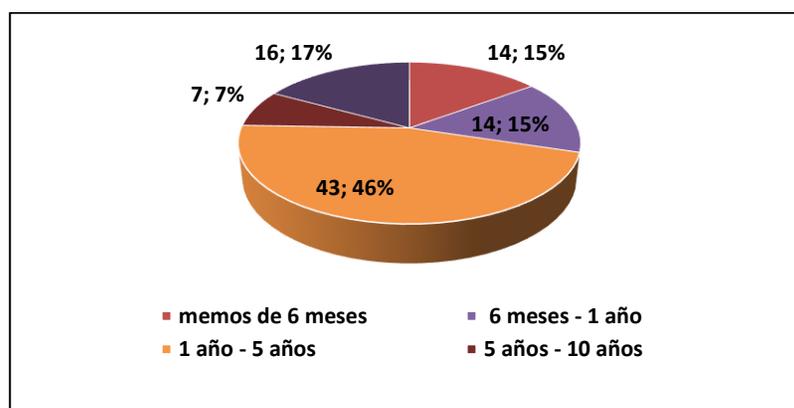
*Genero de la Población en Estudio*



Fuente: Autor -2023.

**Figura 13***Edad de la Población en Estudio*

Fuente: Autor -2023.

**Figura 14***Antigüedad en la Empresa de la Población en Estudio*

Fuente: Autor -2023.

**Análisis**

Con relación a las variables sociodemográficas, el 99% de la población en estudio es de género masculino, teniendo solo una mujer laborando en el área administrativa de producción donde no está expuesto a niveles altos de ruido. Por otro lado, el 67% de la población tienen más de 30 años, confirmándose una media aritmética de 33,5 años.

En cuanto al tiempo de servicio, en el área operativa 94 trabajadores correspondientes al 25% superan los 5 años de antigüedad en la empresa.

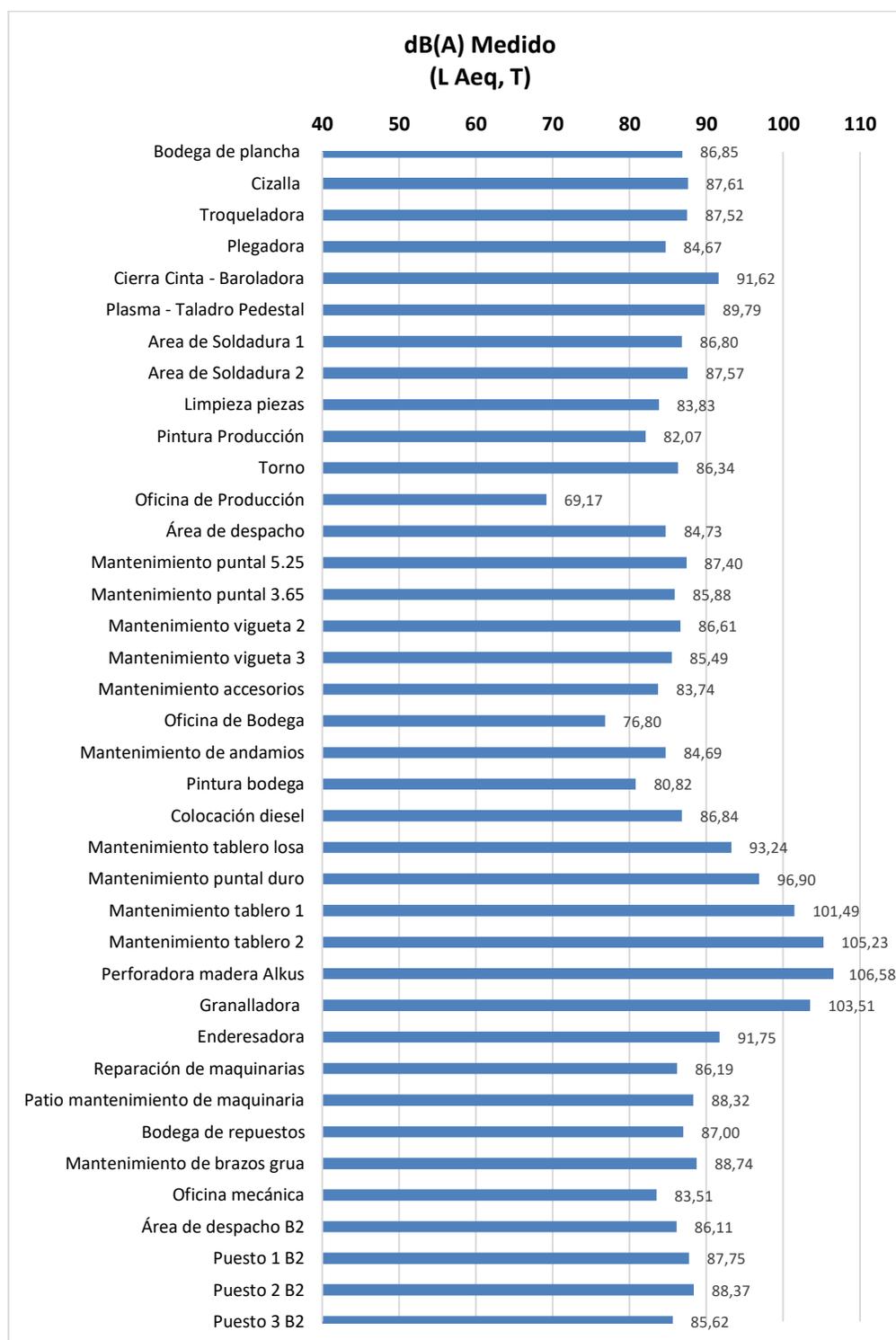
**Tabla 12***Exposición a ruido Vs. Casos de Hipoacusia*

<b>Exposición a ruido</b>	<b>Audición normal</b>	<b>Hipoacusia leve</b>	<b>Hipoacusia moderada</b>
menor a 85dB(A)	19 27%	7 39%	3 60%
mayor a 85dB(A)	52 73%	11 61%	2 40%
<b>TOTAL</b>	<b>71 76%</b>	<b>18 19%</b>	<b>5 5%</b>

*Nota:* Al hacer un análisis de tablas cruzadas, se evidencia un 61% de hipoacusias de nivel leve provienen del grupo operativo expuesto a ruidos superiores a 85dB(A), mientras el 40% de hipoacusias de nivel moderado provienen del grupo operativo expuesto a ruidos superiores a 85dB(A). Fuente: Autor – 2023.

#### **4.1.Cálculo de la presión sonora**

Se tomó tres mediciones en los instantes en que el ruido era representativo y significativo las tareas realizadas por los trabajadores. Se consideran las tareas en las cuales los trabajadores se vieron más afectados por las fuentes de ruido. Los resultados obtenidos en las mediciones se los comparó con los "límites máximos permitidos" especificados. Decreto Ejecutiva 2393 (1986). A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras las mediciones realizadas en de cada trabajo.

**Figura 15***Presión sonora en los puestos de trabajo*

*Nota: Posterior a las mediciones realizadas, se presenta el nivel de presión sonora medio en cada una de las tareas.*

Fuente: Autor - 2023.

Para visualizar de mejor manera los niveles de ruido en la empresa, se elaboró el mapa de ruido el cual se encuentra en el Anexo No.1.

#### 4.2.Cálculo de nivel de exposición al ruido diario ponderado A.

Para detallar los cálculos realizados para obtener el nivel diario de exposición y la incertidumbre, se presentan los cálculos realizados para el área de producción:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \log \left( \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * L_{p,A,eqT,mi}} \right)$$

$$L_{p,A,eqT,1} = 10 \log \left( \frac{1}{3} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * 86,4} + 10^{0,1 * 85,3} + 10^{0,1 * 88,3} \right) = 86,8 \text{ dB(A)}$$

$$L_{p,A,eqT,2} = 10 \log \left( \frac{1}{3} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * 88,8} + 10^{0,1 * 87,1} + 10^{0,1 * 86,6} \right) = 87,6 \text{ dB(A)}$$

$$L_{p,A,eqT,3} = 10 \log \left( \frac{1}{3} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * 89,2} + 10^{0,1 * 86,3} + 10^{0,1 * 86,4} \right) = 87,5 \text{ dB(A)}$$

$$L_{p,A,eqT,4} = 10 \log \left( \frac{1}{3} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * 85,7} + 10^{0,1 * 84,2} + 10^{0,1 * 83,9} \right) = 84,7 \text{ dB(A)}$$

$$L_{p,A,eqT,5} = 10 \log \left( \frac{1}{3} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * 91,4} + 10^{0,1 * 92,9} + 10^{0,1 * 90,1} \right) = 91,6 \text{ dB(A)}$$

$$L_{p,A,eqT,6} = 10 \log \left( \frac{1}{3} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * 91,5} + 10^{0,1 * 88,4} + 10^{0,1 * 89,3} \right) = 89,8 \text{ dB(A)}$$

$$L_{p,A,eqT,7} = 10 \log \left( \frac{1}{3} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * 87,8} + 10^{0,1 * 84,2} + 10^{0,1 * 87,2} \right) = 86,8 \text{ dB(A)}$$

$$L_{p,A,eqT,8} = 10 \log \left( \frac{1}{3} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * 86,9} + 10^{0,1 * 87} + 10^{0,1 * 88,6} \right) = 87,6 \text{ dB(A)}$$

Contribución de las tareas a la exposición al ruido diario:

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \log \left( \frac{T_m}{T_0} \right)$$

$$L_{EX,8h,1} = 86,8 + 10 \log \left( \frac{0,5}{8} \right) = 74,81 \text{ dB(A)}$$

$$L_{EX,8h,2} = 87,6 + 10 \log \left( \frac{1}{8} \right) = 78,57 \text{ dB(A)}$$

$$L_{EX,8h,3} = 87,5 + 10 \log \left( \frac{1}{8} \right) = 78,49 \text{ dB(A)}$$

$$L_{EX,8h,4} = 84,7 + 10 \log \left( \frac{1}{8} \right) = 75,64 \text{ dB(A)}$$

$$L_{EX,8h,5} = 91,6 + 10 \log \left( \frac{1}{8} \right) = 82,59 \text{ dB(A)}$$

$$L_{EX,8h,6} = 89,8 + 10 \log \left( \frac{0,5}{8} \right) = 77,75 \text{ dB(A)}$$

$$L_{EX,8h,7} = 86,8 + 10 \log \left( \frac{1,5}{8} \right) = 79,53 \text{ dB(A)}$$

$$L_{EX,8h,7} = 87,6 + 10 \log \left( \frac{1,5}{8} \right) = 80,30 \text{ dB(A)}$$

Contribución al nivel de exposición al ruido diario ponderado A:

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left( \sum_{m=1}^M \left( \frac{T_m}{T_0} \right) 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eqT,m}} \right)$$

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left( \left( \frac{0,5}{8} \right) 10^{0,1 \cdot 86,8} + \left( \frac{1}{8} \right) 10^{0,1 \cdot 87,6} + \left( \frac{1}{8} \right) 10^{0,1 \cdot 87,5} + \left( \frac{1}{8} \right) 10^{0,1 \cdot 84,7} + \left( \frac{1}{8} \right) 10^{0,1 \cdot 91,6} \right.$$

$$\left. + \left( \frac{0,5}{8} \right) 10^{0,1 \cdot 89,8} + \left( \frac{1,5}{8} \right) 10^{0,1 \cdot 86,8} + \left( \frac{1,5}{8} \right) 10^{0,1 \cdot 87,6} \right)$$

$$L_{EX,8h} = 88,11 \text{ dB(A)}$$

### 4.3. Cálculo de la incertidumbre típica

La incertidumbre típica por cada tarea:

$$\bar{L}_{p,A,eqT,1} = \frac{86,4 + 85,3 + 88,3}{3} = 86,67 \text{ dB}$$

$$\bar{L}_{p,A,eqT,2} = \frac{88,8 + 87,1 + 86,6}{3} = 87,50 \text{ dB}$$

$$\bar{L}_{p,A,eqT,3} = \frac{89,2 + 86,3 + 86,4}{3} = 87,30 \text{ dB}$$

$$\bar{L}_{p,A,eqT,4} = \frac{85,7 + 84,2 + 83,9}{3} = 84,60 \text{ dB}$$

$$\bar{L}_{p,A,eqT,5} = \frac{94,1 + 92,9 + 90,1}{3} = 91,47 \text{ dB}$$

$$\bar{L}_{p,A,eqT,6} = \frac{91,2 + 88,4 + 89,3}{3} = 89,63 \text{ dB}$$

$$\bar{L}_{p,A,eqT,7} = \frac{87,8 + 84,9 + 87,2}{3} = 86,63 \text{ dB}$$

$$\bar{L}_{p,A,eqT,8} = \frac{86,9 + 87 + 88,6}{3} = 87,50 \text{ dB}$$

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[ \sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,mi} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]}$$

$$u_{1a,1} = \sqrt{\frac{1}{3(3-1)} [(86,4 - 86,67)^2 + (85,3 - 86,67)^2 + (88,3 - 86,67)^2]} = 0,88 \text{ dB(A)}$$

$$u_{1a,2} = \sqrt{\frac{1}{3(3-1)} [(88,8 - 87,50)^2 + (87,1 - 87,50)^2 + (86,6 - 87,50)^2]} = 0,67 \text{ dB(A)}$$

$$u_{1a,3} = \sqrt{\frac{1}{3(3-1)} [(89,2 - 87,30)^2 + (86,3 - 87,30)^2 + (86,4 - 87,30)^2]} = 0,95 \text{ dB(A)}$$

$$u_{1a,4} = \sqrt{\frac{1}{3(3-1)} [(85,7 - 84,60)^2 + (84,2 - 84,60)^2 + (83,9 - 84,60)^2]} = 0,56 \text{ dB(A)}$$

$$u_{1a,5} = \sqrt{\frac{1}{3(3-1)} [(91,4 - 91,47)^2 + (92,9 - 91,47)^2 + (90,1 - 91,47)^2]} = 0,81 \text{ dB(A)}$$

$$u_{1a,6} = \sqrt{\frac{1}{3(3-1)} [(91,2 - 89,63)^2 + (88,4 - 89,63)^2 + (89,3 - 89,63)^2]} = 0,83 \text{ dB(A)}$$

$$u_{1a,7} = \sqrt{\frac{1}{3(3-1)} [(87,8 - 86,63)^2 + (84,7 - 86,63)^2 + (87,2 - 86,63)^2]} = 0,88 \text{ dB(A)}$$

$$u_{1a,8} = \sqrt{\frac{1}{3(3-1)} [(86,9 - 87,50)^2 + (87 - 87,50)^2 + (88,6 - 87,50)^2]} = 0,55 \text{ dB(A)}$$

$$u_{2,m} = 0,7 \text{ dB}$$

$$u_{3,m} = 1 \text{ dB}$$

Cálculo del coeficiente de sensibilidad:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1(L_{p,A,eqT,m} - L_{EX,sh})}$$

$$c_{1a,1} = \frac{0.5}{8} 10^{0,1(86,8-88,11)} = 0,047 \text{ dB}$$

$$c_{1a,2} = \frac{1}{8} 10^{0,1(87,6-88,11)} = 0,111 \text{ dB}$$

$$c_{1a,3} = \frac{1}{8} 10^{0,1(87,5-88,11)} = 0,109 \text{ dB}$$

$$c_{1a,4} = \frac{1}{8} 10^{0,1(84,7-88,11)} = 0,057 \text{ dB}$$

$$c_{1a,5} = \frac{1}{8} 10^{0,1(91,6-88,11)} = 0,280 \text{ dB}$$

$$c_{1a,6} = \frac{0.51}{8} 10^{0,1(89,8-88,11)} = 0,092 \text{ dB}$$

$$c_{1a,7} = \frac{1.5}{8} 10^{0,1(86,8-88,11)} = 0,139 \text{ dB}$$

$$c_{1a,8} = \frac{1.5}{8} 10^{0,1(87,6-88,11)} = 0,166 \text{ dB}$$

Cálculo de la incertidumbre típica combinada:

$$u^2(L_{EX,8h}) = \left\{ \sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2a,m}^2 + u_3^2)] \right\}$$

$$u^2(L_{EX,8h}) = 0,047^2(0,88^2 + 0,7^2 + 1^2) + 0,111^2(0,67^2 + 0,7^2 + 1^2) + 0,109^2(0,95^2 + 0,7^2 + 1^2)$$

$$+ 0,057^2(0,56^2 + 0,7^2 + 1^2) + 0,280^2(0,81^2 + 0,7^2 + 1^2) + 0,092^2(0,83^2 + 0,7^2 + 1^2)$$

$$+ 0,139^2(0,88^2 + 0,7^2 + 1^2) + 0,166^2(0,55^2 + 0,7^2 + 1^2)$$

$$u^2(L_{EX,8h}) = 0,97 \text{ dB}$$

$$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \times \sqrt{u}$$

$$U(L_{EX,8h}) = 1,65 \times \sqrt{0,97}$$

$$U(L_{EX,8h}) = 0,97 \text{ dB(A)}$$

Según el cálculo de la incertidumbre se obtuvo como resultado un margen de error de 0,97 dB(A).

Los resultados del cálculo de incertidumbre para cada una de las áreas se detallan a continuación:

**Tabla 13***Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Producción*

PUESTO DE TRABAJO	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Tiempo estimado de exposición	dB(A) Medido (L Aeq, T)	LEX,8h,m	dB(A) Medido (L Aeq, d)
Bodega de plancha	86,4	85,3	88,3	0,5	86,8	74,81	
Cizalla	88,8	87,1	86,6	1	87,6	78,57	
Troqueladora	89,2	86,3	86,4	1	87,5	78,49	
Plegadora	85,7	84,2	83,9	1	84,7	75,64	
Cierra Cinta - Baroladora	91,4	92,9	90,1	1	91,6	82,59	<b>88,11</b>
Plasma - Taladro	91,2	88,4	89,3	0,5	89,8	77,75	
Área de Soldadura 1	87,8	84,9	87,2	1,5	86,8	79,53	
Área de Soldadura 2	86,9	87	88,6	1,5	87,6	80,30	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 14***Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Producción*

PUESTO DE TRABAJO	Incertidumbre típica u1,m dB(A)	Coefficiente de sensibilidad c1a,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida al instrumento de medición u2,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida a la posición del instrumento u3,m dB(A)	Incertidumbre expandida u dB(A)
Bodega de plancha	0,88	0,047	0,7	1	
Cizalla	0,67	0,111	0,7	1	
Troqueladora	0,95	0,109	0,7	1	
Plegadora	0,56	0,057	0,7	1	
Cierra Cinta - Baroladora	0,81	0,280	0,7	1	<b>0.97</b>
Plasma - Taladro Pedestal	0,83	0,092	0,7	1	
Área de Soldadura 1	0,88	0,139	0,7	1	
Área de Soldadura 2	0,55	0,166	0,7	1	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 15***Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Patio Bodega*

PUESTO DE TRABAJO	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Tiempo estimado de exposición	dB(A) Medido (LAeq, T)	LEX,8h,m	dB(A) Medido (LAeq, d)
Área de despacho	84,4	86,2	83	1	84,7	75,70	
Supervisión Bodega	76,7	78	75,3	2	76,8	70,78	
Mantenimiento puntal 5.25	87,3	84,8	85,1	1	85,9	76,85	
Mantenimiento puntal 3.65	86,8	85,4	87,4	1	86,6	77,58	<b>83.7</b>
Mantenimiento vigueta 2	86,2	86,3	83,4	1	85,5	76,46	
Mantenimiento vigueta 3	85,3	82,2	83,1	1	83,7	74,70	
Mantenimiento accesorios	76,7	78	75,3	1	76,8	67,77	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 16***Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Patio Bodega*

PUESTO DE TRABAJO	Incertidum bre típica u1a,m dB(A)	Coefficiente de sensibilidad c1a,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida al instrumento de medición u2,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida a la posición del instrumento u3,m dB(A)	Incertidumbre expandida u dB(A)
Área de despacho	0,93	0,1032	0,7	1	
Supervisión Bodega	0,67	0,3817	0,7	1	
Mantenimiento puntal 5.25	0,79	0,1345	0,7	1	
Mantenimiento puntal 3.65	0,59	0,1591	0,7	1	<b>1.02</b>
Mantenimiento vigueta 2	0,95	0,1229	0,7	1	
Mantenimiento vigueta 3	0,92	0,0820	0,7	1	
Mantenimiento accesorios	0,78	0,0166	0,7	1	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 17**

*Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Galpón Mantenimiento de Equipos*

PUESTO DE TRABAJO	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Tiempo estimado de exposición	dB(A) Medido (L Aeq, T)	LEX,8h,m	dB(A) Medido (L Aeq, d)
Mantenimiento tablero losa	91,3	93,7	94,2	2	93,2	87,22	
Mantenimiento puntal duro	96,9	97,5	96,2	1	96,9	87,87	
Mantenimiento tablero 1	101,2	101,1	102,1	1	101,5	92,46	<b>101.93</b>
Mantenimiento tablero 2	106,5	105,1	103,6	1	105,2	96,20	
Perforadora madera Alkus	105,8	108,1	105,3	0,5	106,6	94,54	
Granalladora	101,9	104,9	103,2	2	103,5	97,49	
Enderezadora	93,2	90,2	91,3	0,5	91,7	79,71	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 18**

*Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Mantenimiento de Equipos*

PUESTO DE TRABAJO	Incertidumbre típica u1,m dB(A)	Coefficiente de sensibilidad c1a,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida al instrumento de medición u2,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida a la posición del instrumento u3,m dB(A)	Incertidumbre expandida u dB(A)
Mantenimiento tablero losa	0,90	0,034	0,7	1	
Mantenimiento puntal duro	0,38	0,039	0,7	1	
Mantenimiento tablero 1	0,32	0,113	0,7	1	
Mantenimiento tablero 2	0,84	0,267	0,7	1	<b>1.21</b>
Perforadora madera Alkus	0,86	0,182	0,7	1	
Granalladora	0,87	0,359	0,7	1	
Enderezadora	0,88	0,006	0,7	1	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 19***Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Mecánica*

PUESTO DE TRABAJO	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Tiempo estimado de exposición	dB(A) Medido (L Aeq, T)	LEX,8h,m	dB(A) Medido (L Aeq, d)
Reparación de maquinarias	86,6	86,7	85,1	3	86,2	81,93	
Patio mantenimiento de maquinaria	88,4	87,8	88,7	2	88,3	82,30	
Bodega de repuestos	85,3	87,4	87,9	1	87,0	77,97	<b>87,07</b>
Mantenimiento de brazos grúa	89,5	88,1	88,5	1	88,7	79,71	
Oficina mecánica	84,3	82	83,9	1	83,5	74,48	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 20***Cálculo de la Incertidumbre, Proceso Mecánica*

PUESTO DE TRABAJO	Incertidumbre típica u1a,m dB(A)	Coficiente de sensibilidad c1a,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida al instrumento de medición u2,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida a la posición del instrumento u3,m dB(A)	Incertidumbre expandida u dB(A)
Reparación de maquinarias	0,52	0,306	0,7	1	
Patio mantenimiento de maquinaria	0,26	0,333	0,7	1	
Bodega de repuestos	0,80	0,123	0,7	1	<b>1,08</b>
Mantenimiento de brazos grúa	0,42	0,183	0,7	1	
Oficina mecánica	0,71	0,055	0,7	1	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 21***Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Pintura*

PUESTO DE TRABAJO	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Tiempo estimado de exposición	dB(A) Medido (L Aeq, T)	LEX,8h,m	dB(A) Medido (L Aeq, d)
Limpieza piezas	84,9	83,6	82,7	3	83,8	79,57	<b>82,81</b>
Pintura Producción	80,3	83,3	82,1	5	82,1	80,03	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 22***Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Pintura*

PUESTO DE TRABAJO	Incertidumbre típica u1a,m dB(A)	Coficiente de sensibilidad c1a,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida al instrumento de medición u2,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida a la posición del instrumento u3,m dB(A)	Incertidumbre expandida u dB(A)
Limpieza piezas	0,64	0,474	0,7	1	<b>1.69</b>
Pintura Producción	0,87	0,526	0,7	1	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 23***Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Bodega 2*

PUESTO DE TRABAJO	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Tiempo estimado de exposición	dB(A) Medido (L Aeq, T)	LEX,8h,m	dB(A) Medido (L Aeq, d)
Área de despacho B2	86,9	85,4	85,9	2	86,1	80,09	<b>87,11</b>
Puesto 1 B2	86,6	89,3	86,8	2	87,7	81,73	
Puesto 2 B2	88,1	89,3	87,5	2	88,4	82,35	
Puesto 3 B2	86,9	84,7	84,9	2	85,6	79,60	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 24***Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Patio Bodega 2*

PUESTO DE TRABAJO	Incertidumbre típica u1a,m dB(A)	Coeficiente de sensibilidad c1a,m dB(A)	Incertidumbre	Incertidumbre	Incertidumbre expandida u dB(A)
			estándar debida al instrumento de medición u2.m dB(A)	estándar debida a la posición del instrumento u3,m dB(A)	
Área de despacho B2	0,44	0,199	0,7	1	
Puesto 1 B2	0,87	0,290	0,7	1	
Puesto 2 B2	0,53	0,334	0,7	1	<b>1,18</b>
Puesto 3 B2	0,70	0,177	0,7	1	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 25***Cálculo de Nivel de Exposición al Ruido Diario Ponderado, Proceso de Colocación de Diésel*

PUESTO DE TRABAJO	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Tiempo estimado de exposición	dB(A)	LEX,8h,m	dB(A)
					Medido (L Aeq, T)		Medido (L Aeq, d)
Mantenimiento de andamios	86,1	84,2	83,3	3	87,6	83,32	
Pintura bodega	80,3	79,5	82,2	3	83,8	79,53	<b>84,44</b>
Colocación diésel	87,3	87,8	84,9	2	87,4	81,35	

Fuente: Autor – 2023.

**Tabla 26***Cálculo de la Incertidumbre, Proceso de Colocación de Diésel*

PUESTO DE TRABAJO	Incertidumbre típica u1,m dB(A)	Coficiente de sensibilidad c1a,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida al instrumento de medición u2,m dB(A)	Incertidumbre estándar debida a la posición del instrumento u3,m dB(A)	Incertidumbre expandida u dB(A)
Mantenimiento de andamios	0,83	0,400	0,7	1	<b>1,51</b>
Pintura bodega	0,80	0,164	0,7	1	
Colocación diésel	0,90	0,437	0,7	1	

Fuente: Autor – 2023.

Una vez establecidos los niveles de presión sonora, precedimos a evaluarlos, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 27***Evaluación de Dosis de Presión Sonora par cada una de las Tareas*

TAREA	TIEMPO	dB(A) Medido (L Aeq, T)	TIEMPO PERMISIBLE	DOSIS	EVALUACIÓN DE RIESGO
Bodega de plancha	0,5	86,8	6,193	1,292	RIESGO ALTO
Cizalla	1	87,6	5,575	1,435	RIESGO ALTO
Troqueladora	1	87,5	5,641	1,418	RIESGO ALTO
Plegadora	1	84,7	8,370	0,956	RIESGO MEDIO
Cierra Cinta – Baroladora	1	91,6	3,197	2,503	RIESGO CRÍTICO
Plasma - Taladro Pedestal	0,5	89,8	4,116	1,944	RIESGO ALTO
Área de Soldadura 1	1,5	86,8	6,232	1,284	RIESGO ALTO
Área de Soldadura 2	1,5	87,6	5,600	1,428	RIESGO ALTO
Limpieza piezas	3	83,8	9,411	0,850	RIESGO MEDIO
Pintura Producción	5	82,1	12,010	0,666	RIESGO MEDIO
Torno	8	86,3	6,646	1,204	RIESGO ALTO
Oficina de Producción	8	69,2	71,780	0,111	RIESGO MEDIO
Área de despacho	1	84,7	8,303	0,963	RIESGO MEDIO

TAREA	TIEMPO	dB(A) Medido (L Aeq, T)	TIEMPO PERMISIBLE	DOSIS	EVALUACIÓN DE RIESGO
Mantenimiento puntal 5.25	2	87,4	5,734	1,395	RIESGO ALTO
Mantenimiento puntal 3.65	1	85,9	7,078	1,130	RIESGO ALTO
Mantenimiento vigueta 2	1	86,6	6,398	1,250	RIESGO ALTO
Mantenimiento vigueta 3	1	85,5	7,474	1,070	RIESGO ALTO
Mantenimiento accesorios	1	83,7	9,533	0,839	RIESGO MEDIO
Mantenimiento de andamios	1	76,8	24,916	0,321	RIESGO BAJO
Pintura bodega	3	84,7	8,346	0,959	RIESGO MEDIO
Mantenimiento tablero losa	3	80,8	14,283	0,560	RIESGO MEDIO
Mantenimiento puntal duro	2	86,8	6,200	1,290	RIESGO ALTO
Mantenimiento tablero 1	2	93,2	2,553	3,133	RIESGO CRÍTICO
Mantenimiento tablero 2	1	96,9	1,537	5,205	RIESGO CRÍTICO
Perforadora madera Alkus	1	101,5	0,813	9,836	RIESGO CRÍTICO
Granalladora	1	105,2	0,485	16,509	RIESGO CRÍTICO
Enderezadora	0,5	106,6	0,402	19,916	RIESGO CRÍTICO
Colocación diésel	2	103,5	0,615	13,010	RIESGO CRÍTICO
Supervisión de Bodega	0,5	91,7	3,140	2,548	RIESGO CRÍTICO
Reparación de maquinarias	3	86,2	6,781	1,180	RIESGO ALTO
Patio mantenimiento de maquinaria	2	88,3	5,052	1,584	RIESGO ALTO
Bodega de repuestos	1	87,0	6,059	1,320	RIESGO ALTO
Mantenimiento de brazos grúa	1	88,7	4,763	1,680	RIESGO ALTO
Oficina mecánica	1	83,5	9,836	0,813	RIESGO MEDIO
Área de despacho B2	2	86,1	6,857	1,167	RIESGO ALTO
Puesto 1 B2	2	87,7	5,464	1,464	RIESGO ALTO
Puesto 2 B2	2	88,4	5,017	1,595	RIESGO ALTO
Puesto 3 B2	2	85,6	7,342	1,090	RIESGO ALTO

*Nota: Se analizan las 38 tareas, 28 correspondientes a un 74% necesitan intervención urgente por estar en riesgo alto y crítico; el 26% restante corresponde a riesgo medio y bajo. Los puestos de trabajo considerados en la categoría de alto y crítico son dañinas para el sistema auditivo, para lo cual es necesario tomar acciones correctivas en la fuente, medio y trabajador; este personal expuesto a este nivel de riesgo, podría presentar con el tiempo hipoacusia laboral; para el personal considerado en un nivel de riesgo medio o bajo, de la misma manera se toman*

acciones preventivas y correctivas encaminadas a evitar que estos riesgos se puedan agravar con el tiempo. Fuente:

Autor - 2023.

#### 4.4.Utilización de equipos de protección personal y atenuación de los niveles de ruido

**Tabla 28**

*Nivel de Atenuación de los Equipos de Protección Auditiva, Método NRR*

Tareas	Equipos de protección utilizados						
	dB(A) Medido (L Aeq, d)	dB(A) Atenuación Tapones	Evaluación del riesgo con Tapones	dB(A) Atenuación Orejeras amarillas	Evaluación del riesgo con Orejeras amarillas	dB(A) Atenuación Orejeras rojas	Evaluación del riesgo con Orejeras rojas
Bodega de plancha	86,85	77,8	CUMPLE	72,6	CUMPLE	65,8	CUMPLE
Cizalla	87,61	78,6	CUMPLE	73,4	CUMPLE	66,6	CUMPLE
Troqueladora	87,52	78,5	CUMPLE	73,3	CUMPLE	66,5	CUMPLE
Plegadora	84,67	75,7	CUMPLE	70,4	CUMPLE	63,7	CUMPLE
Cierra Cinta - Baroladora	91,62	82,6	CUMPLE	77,4	CUMPLE	70,6	CUMPLE
Plasma - Taladro Pedestal	89,79	80,8	CUMPLE	75,5	CUMPLE	68,8	CUMPLE
Área de Soldadura 1	86,80	77,8	CUMPLE	72,6	CUMPLE	65,8	CUMPLE
Área de Soldadura 2	87,57	78,6	CUMPLE	73,3	CUMPLE	66,6	CUMPLE
Limpieza piezas	83,83	74,8	CUMPLE	69,6	CUMPLE	62,8	CUMPLE
Pintura Producción	82,07	73,1	CUMPLE	67,8	CUMPLE	61,1	CUMPLE
Torno	86,34	77,3	CUMPLE	72,1	CUMPLE	65,3	CUMPLE
Oficina de Producción	69,17	60,2	CUMPLE	54,9	CUMPLE	48,2	CUMPLE
Área de despacho	84,73	75,7	CUMPLE	70,5	CUMPLE	63,7	CUMPLE
Mantenimiento puntal 5.25	87,40	78,4	CUMPLE	73,2	CUMPLE	66,4	CUMPLE
Mantenimiento puntal 3.65	85,88	76,9	CUMPLE	71,6	CUMPLE	64,9	CUMPLE
Mantenimiento vigueta 2	86,61	77,6	CUMPLE	72,4	CUMPLE	65,6	CUMPLE
Mantenimiento vigueta 3	85,49	76,5	CUMPLE	71,2	CUMPLE	64,5	CUMPLE

Tareas	dB(A) Medido (L Aeq, d)	dB(A) Atenuación Tapones	Evaluación del riesgo con Tapones	dB(A) Atenuación Orejas amarillas	Evaluación del riesgo con Orejas amarillas	dB(A) Atenuación Orejas rojas	Evaluación del riesgo con Orejas rojas
Mantenimiento accesorios	83,74	74,7	CUMPLE	69,5	CUMPLE	62,7	CUMPLE
Supervisión Bodega	76,80	67,8	CUMPLE	62,6	CUMPLE	55,8	CUMPLE
Mantenimiento de andamios	84,69	75,7	CUMPLE	70,4	CUMPLE	63,7	CUMPLE
Pintura bodega	80,82	71,8	CUMPLE	66,6	CUMPLE	59,8	CUMPLE
Colocación diésel	86,84	77,8	CUMPLE	72,6	CUMPLE	65,8	CUMPLE
Mantenimiento tablero losa	93,24	84,2	CUMPLE	79,0	CUMPLE	72,2	CUMPLE
Mantenimiento puntal duro	96,90	87,9	NO CUMPLE	82,6	CUMPLE	75,9	CUMPLE
Mantenimiento tablero 1	101,49	92,5	NO CUMPLE	87,2	NO CUMPLE	80,5	CUMPLE
Mantenimiento tablero 2	105,23	96,2	NO CUMPLE	91,0	NO CUMPLE	84,2	CUMPLE
Perforadora madera Alkus	106,58	97,6	NO CUMPLE	92,3	NO CUMPLE	85,6	NO CUMPLE
Granalladora	103,51	94,5	NO CUMPLE	89,3	NO CUMPLE	82,5	CUMPLE
Enderezadora	91,75	82,7	CUMPLE	77,5	CUMPLE	70,7	CUMPLE
Reparación de maquinarias	86,19	77,2	CUMPLE	71,9	CUMPLE	65,2	CUMPLE
Patio mantenimiento de maquinaria	88,32	79,3	CUMPLE	74,1	CUMPLE	67,3	CUMPLE
Bodega de repuestos	87,00	78,0	CUMPLE	72,8	CUMPLE	66,0	CUMPLE
Mantenimiento de brazos grúa	88,74	79,7	CUMPLE	74,5	CUMPLE	67,7	CUMPLE
Oficina mecánica	83,51	74,5	CUMPLE	69,3	CUMPLE	62,5	CUMPLE
Área de despacho B2	86,11	77,1	CUMPLE	71,9	CUMPLE	65,1	CUMPLE
Puesto 1 B2	87,75	78,7	CUMPLE	73,5	CUMPLE	66,7	CUMPLE
Puesto 2 B2	88,37	79,4	CUMPLE	74,1	CUMPLE	67,4	CUMPLE
Puesto 3 B2	85,62	76,6	CUMPLE	71,4	CUMPLE	64,6	CUMPLE

**Nota:** Inicialmente el porcentaje de puestos de trabajo que se encuentran por debajo de los 85 dB(A) es el 26%. La empresa provee 3 tipos de equipos de protección auditiva; con la utilización de los tapones reutilizables con un NRR de 25 se estaría alcanzando un 87% que en teoría nos superan los 85 dB(A), con la utilización de orejas amarillas con un NRR de 26 se estaría alcanzando un 89% de puesto que en teoría nos superan los 85 dB(A) y con las orejas rojas con un NRR de 34 se está alcanzando un 97% de puestos que no superan los 85 dB(A). Fuente: Autor – 2023.

Para comprobar si los equipos de protección auditiva entregados al personal son los adecuados, se realizó el cálculo de atenuación del equipo utilizado por el método de bandas de octava de los 4 puntos considerados críticos. Ver Anexo I.

## **4.5. Comprobación de hipótesis**

### ***4.5.1. Formulación de las Hipótesis***

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ).** EL ruido laboral influye en el desarrollo de la hipoacusia en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., durante el periodo 2023 y proponer un programa de conservación auditiva y control del ruido.

**Hipótesis Alterna ( $H_1$ ).** El ruido laboral no influye en el desarrollo de la hipoacusia en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., durante el periodo 2023 y proponer un programa de conservación auditiva y control del ruido.

**Nivel de significancia:** Después de plantear la hipótesis nula y la alternativa, seleccionamos el nivel de significancia, el cual establece el límite de la región de rechazo de la hipótesis nula siendo verdadera, para este trabajo investigativo trabajamos con un nivel de significancia del 5% (0,05) lo que denota que hay una probabilidad del 0.95% de que la hipótesis nula sea verdadera.

### ***4.5.2. Prueba de Hipótesis***

En la Tabla 12, se realizó el cruce de variables del nivel de ruido versus los casos de hipoacusia; con los datos obtenidos, se pudo realizar la prueba de hipótesis.

**Tabla 29***Cálculo de  $X_c^2$* 

$f_o$	$f_e$	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
19	21,90	-2,90	8,43469896	0,385
52	49,096	2,90425532	8,43469896	0,172
7	5,55	1,44680851	2,09325487	0,377
11	12,45	-1,44680851	2,09325487	0,168
3	1,54	1,45744681	2,1241512	1,377
2	3,46	-1,45744681	2,1241512	0,614
<b>N= 94</b>			$x_c^2 = \sum \left[ \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right] =$	<b>3,09</b>

*Nota:* Cálculos de Chi cuadrado obtenidos con Microsoft Excel. Fuente: Autor – 2023.

Donde:

$$\alpha = 0.05$$

$$gl = (\text{columnas} - 1) * (\text{filas} - 1) = 2$$

$$x_t^2 = 5.99$$

Regla de decisión:

**Si:**  $x_c^2 < x_t^2$  Acepto la  $H_o$  y se Rechaza la  $H_a$

**Si:**  $x_c^2 \geq x_t^2$  Rechazo la  $H_o$  y se Acepta la  $H_a$

### **Análisis**

Con un nivel de significancia de 5% (0.05) y con 2 grados de libertad, según la tabla de valores de chi cuadrado tenemos un valor límite de 5.99 y según los cálculos de chi cuadrado realizado en el

Microsoft Excel tenemos 3.09; como  $X_c2$  es menor que  $X_t2$  se acepta la hipótesis nula, por consiguiente, el ruido laboral tiene incidencia en el desarrollo de hipoacusia.

#### **4.6. Discusión**

La investigación realizada en la empresa Bagant Ecuatoriana Cía. Ltda., comprende una evaluación completa de los individuos expuestos a niveles de ruido perjudiciales para la salud utilizando una metodología adecuada basada en una norma técnica como es la norma ISO9612:2009. La muestra de estudio estuvo conformada por 94 trabajadores mayores de edad donde predomina el sexo masculino agrupados en 38 tareas de las cuales, 28 correspondientes a un 74% necesitan intervención urgente por estar en riesgo alto y crítico.

En base a los resultados obtenidos de las audiometrías y las mediciones de presión sonora, se logró establecer la incidencia de este contaminante como causante daños a la salud auditiva de los trabajadores expuestos; evidenciando un 61% de hipoacusias de nivel leve y un 40% de hipoacusias de nivel moderado provienen del grupo operativo expuesto a ruidos superiores a 85dB(A).

Existen varias investigaciones a nivel mundial sobre los efectos nocivos del ruido industrial en la salud de los trabajadores en varios sectores manufactureros. En nuestro país, pese a la importancia que tienen los efectos del ruido en la salud ocupacional, se han encontrado escasas publicaciones sobre la prevalencia de la hipoacusia inducida por ruido en el campo de la metalmecánica; destacando a Noroña D & Laica G (2022), en su investigación respecto a este contaminante, lograron determinar el grado de influencia que el nivel de presión sonora produce en la salud auditiva de una muestra representativa de trabajadores del sector de la construcción.

## CAPÍTULO V. PROPUESTA

El programa de conservación auditiva está dirigido a prevenir la aparición de trastornos auditivos en los trabajadores por exposición al ruido laboral; es un compendio de herramientas que permite a la empresa prevenir, detectar tempranamente y en algunos casos rehabilitar a los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido con algún tipo de trastorno auditivo.

### **Objetivo.**

Generar alternativas de solución para disminuir los niveles de presión sonora presentes en el área las áreas operativas y por ente preservar la salud auditiva del personal expuesto a ruido laboral.

### **Meta.**

La meta fundamental del programa de conservación auditiva es prevenir el desarrollo de trastornos auditivos en los trabajadores provocados por realizar sus actividades en entornos ruidos. Con la implementación de este programa se pretende:

1. Identificar las áreas y puestos de trabajo donde exista riesgo de exposición a ruidos elevados por sobre los 85 dB(A).
2. Elaborar mapas de ruido y ponderar los niveles de ruido.
3. Realizar inspecciones de seguridad programadas con el fin de evaluar las condiciones de trabajo.
4. Vigilar la utilización adecuada del equipo de protección auditiva en áreas con niveles de ruido iguales o mayores de 85 dB(A).
5. Capacitar a todos los trabajadores expuestos a niveles de ruido, sobre el riesgo del ruido laboral y sus consecuencias a la salud.

6. Realizar audiometrías anuales a todos los trabajadores expuesto a ruido laboral, complementadas con evaluaciones médicas ocupacionales.
7. Gestionar las recomendaciones en materia preventiva con el propósito de reducir el riesgo de exposición al ruido.

### Alcance.

El presente programa será aplicable a todos los trabajadores de la empresa expertos a niveles de ruidos elevados incluyendo clientes, proveedores y visitantes en genera que ingresen a las áreas operativas.

### Elementos del programa.

El programa propuesto se elaboró en Microsoft Excel con la ayuda de Visual Basic.

### Figura 16

*Pantalla principal del programa*



Fuente: Autor – 2023.

Este programa consta de 4 herramientas las cuales ayudaran a preservar la salud auditiva de los trabajadores, estas herramientas son:

- Documentos.

**Figura 17**

*Pantalla MENÚ del programa*



Fuente: Autor – 2023.

- Medición de ruido

**Figura 18**

*Pantalla MEDICIÓN DE RUIDO*

Fuente: Autor – 2023.

- Cálculos de ruido

**Figura 19**

*Pantalla CALCULOS DE RUIDO*



Fuente: Autor – 2023.

- Controles de ruido

**Figura 20**

*Pantalla CONTROLES - USO DE EPP's*

Fuente: Autor – 2023.

## CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

### Conclusiones

- En esta tesis se estableció la influencia del ruido en el desarrollo de la hipoacusia laboral en el personal operativo de Bagant Ecuatoriana Cía. En tal virtud, la empresa ha empezado un programa de conservación auditiva encaminado a mejorar en el ambiente de trabajo y la productividad de los trabajadores.
- Se pudo determinar los niveles de presión sonora en los puestos de trabajo de mayor exposición; para lo cual se cumplieron los requisitos para realizar una medición adecuada de este factor de riesgo basándonos en la norma NTE INEN-ISO 9612 y el equipo de medición de medición calibrado con un certificado otorgado en septiembre del 2023 y con vigencia a la fecha de las mediciones. Posterior a las mediciones se concluye, que existen 28 fuentes considerables de ruido superiores a los 85dB(A), las más considerables se encuentran en el galpón de mantenimiento de equipos alcanzando niveles de 106.6 dB(A), según lo establecido por el Decreto Ejecutivo 2393, Art 55 numeral 7.
- Es primordial la detección prematura de pérdida de agudeza auditiva para prevenir la aparición de trastornos auditivos; para lo cual la empresa realiza exámenes audiométricos anualmente, los resultados evidencian a 23 trabajadores que padecen patologías acústicas. Cabe destacar principalmente; de los casos de hipoacusia, solo un 22% padecen de hipoacusia moderada. De los trabajadores identificados con hipoacusia leve, la edad no tiene relación directa con la aparición de las manifestaciones auditivas en los trabajadores expuestos a niveles superiores de 85 dB(A) de ruido laboral.

- Al realizar un análisis de tablas cruzadas entre el ruido laboral y los casos de hipoacusia, se pudo realizar la prueba de hipótesis con el método de chi-cuadrado con lo cual se obtuvo un coeficiente de correlación de 3.09, este valor permitió rechazar la hipótesis alternativa y aprobar o validar la hipótesis nula, con esto se comprobó que la hipoacusia presente ciertos trabajadores, tiene relación con el ruido laboral generado en la empresa.
- El programa de conservación auditiva tiene un enfoque sistémico para el control de ruido laboral este se centra principalmente en la fuente generadora de ruido, posteriormente define acciones sobre el medio de transmisión, y finalmente establece los equipos de protección auditiva necesarios. Así también, se priorizó las medidas de control en función de la disminución de la exposición al ruido y se establecieron varias alternativas administrativas.
- Tanto con el método de NRR y el método de bandas de octava se evidenció que el equipo de protección auditiva entregados a los trabajadores en base al área donde están laborando se puede atenuar el ruido a niveles por debajo del permitido por la normativa nacional, de esta manera se previene que con el tiempo los trabajadores adquirirán algún tipo de enfermedad profesional como la hipoacusia; sin embargo, es necesario verificar el buen uso y estado de estos.

## Recomendaciones

Establecidas las conclusiones de esta tesis, se recomienda:

- Realizar un programa de monitoreo anual de ruido laboral, para comprobar si existe algún incremento en los niveles de ruido en todas las áreas de producción, a través de la implementación y toma de muestras con equipos calificados, para llevar los respectivos registros.
- Realizar exámenes de audiometría anuales para conocer la evolución de los problemas auditivos del personal expuesto a ruido y evitar el agravamiento; es necesario llevar un estadístico de la evolución de los trabajadores que presentan alguna patología auditiva por parte del médico ocupacional, de esta manera se estará monitoreando permanentemente la salud y se podrá prevenir problemas más graves a futuro.
- Elaborar y desarrollar programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de la maquinaria, evitando el aumento el ruido laboral con el tiempo y esto produzca daños a la salud de los trabajadores.
- Realizar inmediatamente el cambio de puesto de trabajo de los trabajadores con hipoacusia a uno puesto en el que no sobrepase los 85dB(A); para estos se realizará el estudio de aptitud en base a los exámenes clínicos correspondientes, y actualizar la parte contractual; además, es primordial informar al trabajador la razón por la cual del cambio y documentar la aceptación de dicho cambio.
- Ejecutar medidas administrativas como rotación del personal operativo en los diferentes puestos de trabajo, con el fin de disminuir el tiempo de exposición, de esta

- manera se disminuirá la dosis de ruido.
- Efectuar campañas informativas y capacitación para inculcar en los trabajadores una conducta de prevención, abarcando temas como exposición a ruido laboral, efectos de la exposición a este contaminante y los beneficios del buen uso de los equipos de protección aditiva. Además, es importante socializar el reglamento de higiene y seguridad y el protocolo de conservación auditiva, entregando al trabajador información tanto técnica como legal sobre la prevención de riesgos.
  - Al implemente algún tipo de medida de control en especial en la fuente y en el medio trasmisor, se requiere evaluar el ruido remanente para comprobar la eficiencia de las medidas adoptadas y determinar la necesidad de cambio de equipos de protección auditiva.
  - Entregar a todos los trabajadores de la empresa equipos de protección auditiva seleccionados con un criterio técnico y dependiendo del área donde ejecutaran sus actividades, de igual manera se dotará al personal eventual de equipos de protección desechables para el ingreso a las áreas operativas de la empresa.
  - El responsable de la unidad de seguridad y salud en el trabajo de la empresa conjuntamente con el organismo paritario y el médico ocupacional, tienen la responsabilidad de realizar inspecciones periódicas del área de trabajo, con el objeto de verificar el cumplimiento de medidas preventivas propuestas.

## REFERENCIAS

- Álvarez A. (2019). *El funcionamiento del oído humano*. <https://www.cotral.es/blog/prevencion-riesgos-auditivos/el-funcionamiento-del-oido-humano.html#:~:text=La%20diferencia%20entre%20el%20funcionamiento,someten%20a%20intensidades%20sonoras%20importantes>.
- Anatoly Zolotkov. (n.d.). *Convertidor de Nivel de Presión Acústica (SPL)*. Translatorscafe.Com.
- Arévalo T. (2018). *Manual Higiene Industrial*.
- Baraza X., Castejón E, & Guardino X. (2014). *Higiene Industrial*.
- Bascuñan M, Barrio M, González M, Gómez R, López J, Parrilla C, & Vega R. (2006). *Hipoacusia Laboral*.
- Bernal F, Castejón E, Cavalle N, & Hernandez A. (2008). *Higiene Industrial*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Bovea M, Arberola M, García N, Mulet E, & Pérez V. (2011). *Higiene del trabajo Manual de Seguridad e Higiene Industrial para la Formación en Ingeniería*.
- Centros Auditivos Ecuador GAES. (2017). *¿Cómo funciona el oído?*  
<https://www.trnd.com/es/proyectos/gaes-perdida-auditiva-revision-prevencion/fase-de-candidaturas/funcion-oido>
- Cerro S, Valladares D, & Valladares M. (2020). Factores asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa metalmecánica de Talara, Piura periodo 2015 – 2018. *Revista Del Cuerpo Médico Del HNAAA*, 13(2), 122–127.  
<https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2020.132.658>
- Collazo, T., Corzón, T., & de Vergas, J. (2015). Evaluación Del Paciente Con Hipoacusia. *Libro Virtual de Formación En ORL*, 1–14.

- Cortés J. (2012). *TÉCNICAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO*. <https://www.facebook.com/pages/Interfase->
- Cortés, J. M. (2012a). Seguridad e Higiene del Trabajo - Técnicas de prevención de riesgo laboral. In *Tébar Flores, S.L.* (10th ed.). Tébar Flores.
- Cortés, J. M. (2012b). Seguridad e Higiene del Trabajo - Técnicas de prevención de riesgo laboral. In *Tébar Flores, S.L.* (10th ed.). Tébar Flores.
- Decreto Ejecutivo 2393.* (1986a).
- Decreto Ejecutivo 2393.* (1986b). *Reglamento de seguridad y salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente De Trabajo.*
- Díaz, C., Marcos, G., & Felipe, C. (2016). *HIPOACUSIA: TRASCENDENCIA, INCIDENCIA Y PREVALENCIA HEARING LOSS: TRANSCENDENCE, INCIDENCE AND PREVALENCE*. [www.globalburden.org](http://www.globalburden.org)
- Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales. (2018). *Guía de medición de ruido en obras de construcción.*
- García, J., & Luna, P. (2012). NTP 951: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias Strategies. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo: Notas Técnicas de Prevención. INSHT, III, 1–7.*
- Gaynés Palou, E. (1986). *NTP 287: Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico.*
- González P. (2023). *La construcción es el sector donde más crece el empleo informal.*
- Henao, Fernando. (2007). *Riesgos físicos I. Ruido, Vibraciones y Presiones Anormales* (21st ed.). Ecoe Ediciones.
- Hernández O, Hernández G, & López E. (2019). *Ruido y salud.*

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572019000400019&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572019000400019&script=sci_arttext&tlng=en)

Instituto Nacional de la Sordera y Otros Trastornos de la Comunicación. (2014). *Pérdida de audición inducida por el ruido*.

<https://www.nidcd.nih.gov/sites/default/files/Documents/health/hearing/noise-induced-hearing-loss-spanish-8-2021.pdf>

Lawrence R. Lustig. (2022). *Hipoacusia*. <https://www.msmanuals.com/es-ec/professional/trastornos-otorrinolaringol%C3%B3gicos/hipoacusia/hipoacusia>

Mancera, M., Mancera, M., Mancera, R., & Mancera, J. (2012a). Seguridad e Higiene industrial. In O. Riaño (Ed.), *Alfaomega* (1st ed.). Alfaomega.

Mancera, M., Mancera, M., Mancera, R., & Mancera, J. (2012b). Seguridad e Higiene industrial. In O. Riaño (Ed.), *Alfaomega* (1st ed.). Alfaomega.

Marcano M, Ron M, Hernández E, Coronado H, & Hernández J. (2023). *El ruido y sus efectos auditivos como riesgo para trabajadores de una empresa azucarera venezolana*.

<https://orcid.org/0000-0003-0024-9984>

Medina A, Velásquez G, Giraldo L, Henao L, & Vásquez E. (2013). *Sordera Ocupacional*.

Ministerio de Trabajo, M. y S. S., Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales F.S.P., & Fundación Laboral de la Construcción. (2018). *Guía de medición de ruido en obras de construcción - Medidas preventivas*. 42–47.

NIOSH. (2010). *Pérdida auditiva inducida por el trabajo*.

[https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2010-136\\_sp/default.html](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2010-136_sp/default.html)

Noroña D, & Laica G. (2022). *Exposición al ruido y su repercusión en la sordera laboral en trabajadores de la construcción*.

<https://revistaitsl.itslibertad.edu.ec/index.php/ITSL/article/view/309>

OIT. (2010). *Lista de enfermedades profesionales de la OIT*.

file:///C:/Users/Mateo/Downloads/wcms\_125164.pdf

Olmo J. (2023). *Conservación auditiva laboral*. [https://www.oirbiencr.com/general-](https://www.oirbiencr.com/general-5#:~:text=La%20audiometr%C3%ADa%20laboral%20se%20utiliza,de%20manera%20efectiva%20y%20segura)

5#:~:text=La%20audiometr%C3%ADa%20laboral%20se%20utiliza,de%20manera%20efectiva%20y%20segura

OMS. (2021). *Sordera y pérdida de la audición*. Organización Mundial de La Salud.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

Pérez M. (2018). *El ruido en la industria*. 7. [http://www.cofis.es/pdf/fys/fys11/fys11\\_40-44.pdf](http://www.cofis.es/pdf/fys/fys11/fys11_40-44.pdf)

Superintendencia de riesgos del trabajo SRT. (2016). *El ruido en el ambiente laboral*.

[www.srt.gob.ar](http://www.srt.gob.ar)

Superintendencia de riesgos del trabajo SRT. (2018). *Hipoacusia inducida por el ruido en el ámbito ocupacional*.

Suter, A. H. (2012a). Ruido - Capítulo 47. *Enciclopedia OIT*, 20.

Suter, A. H. (2012b). Ruido - Capítulo 47. *Enciclopedia OIT*, 20.

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/47.pdf>

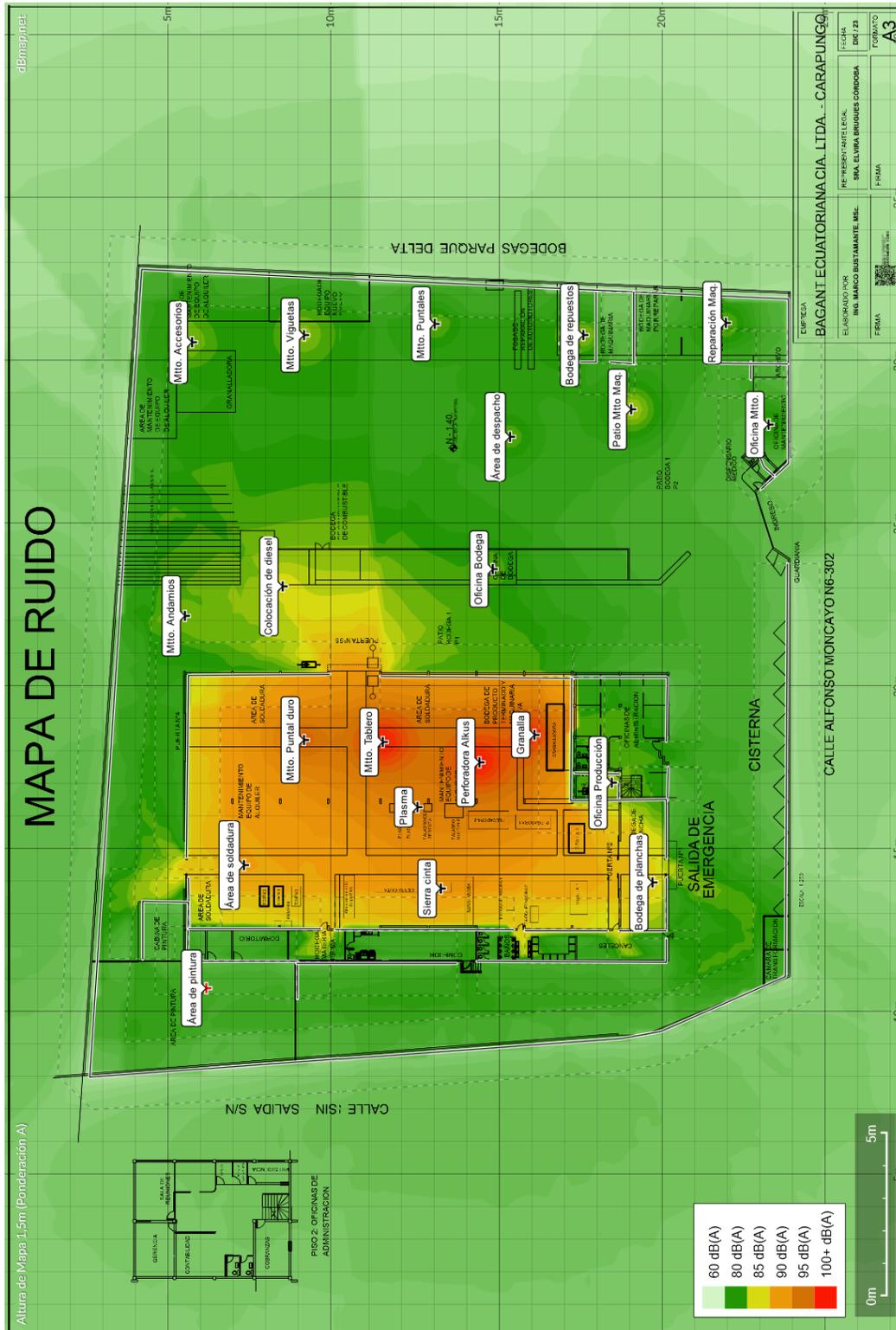
Urbina L, & Domínguez F. (2015). *AGENTE FISICO (RUIDO) EN LOS CENTROS DE*

*TRABAJO*. <https://www.eumed.net/rev/tectzapic/2015/01/ruido.html>

Villaseca A, Domínguez M, Miranda N, Pávez D, & Gallardo C. (2020). *Otorrinolaringología para médicos generales*.

ANEXOS

Anexo A. Mapa de Ruido



## Anexo B. Especificaciones técnicas del equipo



**Medidor de nivel de sonido digital SL814 Ruido, Medidor de sonido, Sound Level Meter**

Medición de Nivel: 40 ~ 130dBA, 40 ~ 130dBC

Precisión:  $\pm 2$  dB

Rango de frecuencia: 31,5 Hz a 8.5K Hz

Rango de linealidad: 50dB

Ponderación de frecuencia: A, C

Digital Display: 4 dígitos

Resolución: 0,1 dB

[✉ Contact Now](#)







**Características**

1. Conformes a la norma IEC 651 Tipo 2 y ANSI S1.4 Tipo 2 conjunto estándar
2. Amplio rango de medición: 40 ~ 130 dB
3. (Opcional con interfaz de PC USB)
4. Con 2 niveles de presión sonora ponderado equivalentes A y C
5. Modos característicos dinámicas rápido y lento
6. Gráfico de barras de indicación de rango de nivel de sonido
7. Función de máxima retención
8. Gran pantalla LCD con 4 dígitos de lectura
9. MAX / MIN CUASI-ANALÓGICO BARRA DE INDICACIÓN
10. Fast & Seleccionable Respuesta lenta
11. Indicador de batería baja

**Especificaciones**

1. Medición de Nivel: 40 ~ 130dBA, 40 ~ 130dBC
2. Precisión:  $\pm 2$  dB
3. Rango de frecuencia: 31,5 Hz a 8.5K Hz
4. Rango de linealidad: 50dB
5. Ponderación de frecuencia: A, C
6. Digital Display: 4 dígitos
7. Resolución: 0,1 dB
8. Pantalla: 0.5 secretario
9. Gráfico de barras analógico: escala 50dB en 1dB paso para el control de tiempo de visualización de nivel de presión de sonido actual de 50ms
10. Indicación de sobrecarga: Bajo indican menos que el límite inferior del rango
11. Salida de CA: 0.707 Vrms a FS impedancia de salida de aproximadamente 600?
12. Salida de CC: 10 mV / dB Impedancia de salida aprox 100?
13. Característica dinámica (Ponderación de tiempo): FAST (alta velocidad) / SLOW (baja velocidad)
14. Micrófono: micrófono de condensador de 1/2 pulgada electret
15. Max: retención máxima
16. Fuente de alimentación: batería de 9V alcalina (no incluida) o CC 9V 100mA
17. Condiciones de trabajo: 0 ° C a 40 ° C, 10% a 70% de humedad relativa
18. Entorno de almacenamiento: -10 ° C a 50 ° C, 10% a 80% de humedad relativa

## Anexo C. Certificado de calibración del equipo



**Tecniprecisión**  
Laboratorio de Metrología Cia Ltda



CALIBRADO BAJO SGC  
CONFORME CON LA  
NORMA ISO/IEC 17025:2017

LABORATORIO DE ACÚSTICA  
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

Página 01 de 02

**1.-INFORMACIÓN Y DATOS**

**Cliente:** MARCO BUSTAMANTE  
**Solicitante:** MARCO BUSTAMANTE  
**Dirección:** Sangolquí; Urbanización Eloy Alfaro  
**Teléfono:** 0997767437

**CERTIFICADO N°:** LA-2023-2226

**Fecha de recepción:** 2023-09-21  
**Fecha de calibración:** 2023-09-26  
**Fecha de emisión:** 2023-09-26  
**Próx. cal.:** 2025-09-26

**2.-IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO BAJO MEDICIÓN (EBC)**

**Equipo:** SONÓMETRO DIGITAL  
**Marca:** DIGITAL INSTRUMENTS  
**Modelo:** SL814  
**Serie:** T338577

**Rango:** (40 a 130) dB  
**Resolución:** 0,1 dB  
**Código:** N/D

**3.-CONDICIONES AMBIENTALES**

**Temperatura:** (23 ± 5) °C  
**Humedad Relativa:** (57,5 ± 12,5) % IIR

**Lugar de verificación:** Tecniprecisión

**4.-TRAZABILIDAD**

**MÉTODO UTILIZADO:** Por comparación directa según procedimiento de calibración LCT-PCSN-01.  
**PATRONES UTILIZADOS:**

Patrón Utilizado:	Marca:	Modelo:	Serie:	Rango:
SOUND LEVEL CALIBRATOR	CENTER	326	151207453	(94 a 114) dB

Trazabilidad:	Certificado de calibración:	Fecha de Calibración:
LAB&SERVICE	CACR14841	2023-03-16

**5.-RESULTADOS**

**PONDERACIÓN A**

dB						
FRECUENCIA Hz	VALOR REFERENCIA	LECTURA (EBM)	ERROR	INCERT. k=2 (±) dB	TOLERANCIA (±) dB	
1000	94	93,3	-0,70	0,25	± 1,5	CUMPLE
	114	113,1	-0,90	0,25	± 1,5	CUMPLE

**PONDERACIÓN C**

dB						
FRECUENCIA Hz	VALOR REFERENCIA	LECTURA (EBC)	ERROR	INCERT. k=2 (±) dB	TOLERANCIA (±) dB	
1000	94	93,7	-0,30	0,25	± 1,5	CUMPLE
	114	113,5	-0,50	0,25	± 1,5	CUMPLE

LCT-FCCSN-01-REV.00-2019

Av. Galo Plaza Lasso N65-95 y Bellavista, Edificio Marb 3er Piso  
Sector Parque de los Recuerdos, Quito, Ecuador  
Tel.: 593 02 6 035 811 / 3 464 324 / 6 001 375  
Cel.: 0987 836 855 / 0984 950 765  
E-mail: ventas@tecniprecision.com / calidad@tecniprecision.com  
laboratorio@tecniprecision.com / asistente@tecniprecision.com  
facebook: /Tecniprecision

**LABORATORIO DE  
METROLOGIA ECUATORIANO**  
www.tecniprecision.com

## RESPUESTA DE PONDERACIÓN TEMPORAL

dB						
PONDERACIÓN TEMPORAL	VALOR REFERENCIA	LECTURA (EBC)	ERROR	INCERT. k=2 (±) dB	TOLERANCIA (±) dB	
FAST	94	94,0	0,00	0,25	+ 1,5	CUMPLE
SLOW	94	94,0	0,00	0,25	+ 1,5	CUMPLE

## 6.-OBSERVACIONES

6.1 Este certificado de calibración no constituye un certificado de aptitud de los instrumentos y equipos, es responsabilidad del cliente analizar los resultados en base a sus especificaciones establecidas, los resultados se determinaron en el momento y condiciones de referencia declaradas y están relacionados únicamente con el ítem descrito en el punto 2 de este documento.

6.2 Este certificado tiene validez únicamente en su forma íntegra y original, no se permite la reproducción parcial o total sin la autorización por escrito de Tecniprecisión Cia. Ltda.

6.3 La fecha de próxima calibración se incluye únicamente cuando el cliente lo haya solicitado, el Laboratorio no incluye recomendaciones sobre intervalos de próxima calibración según ISO/IEC 17025:2017, literal 7.8.4.3

6.4 Los resultados son el promedio de 5 mediciones por cada punto.

6.5 Respuesta de ponderación temporal opción Fast, la constante de tiempo corresponde a un valor promedio de 125 ms, en la opción Slow la constante de tiempo es 1 s.

## 7.-FIRMA DE RESPONSABILIDAD

Realizado por: Tnlgo. Miguel A. Flores  
Técnico de Calibración

Aprobado por: Alexander Tobar  
Responsable Técnico

Firma:



JONATHAN  
ALEXANDER  
TOBAR VIVAS  
FIRMADO  
DIGITALMENTE  
2023-09-26  
15:01-05:00

FIN DE CERTIFICADO

LCT-FCCSN-01-REV.00-2019

Av. Galo Plaza Lasso N65-95 y Bellavista, Edificio Morib 3er Piso  
Sector Parque de los Recuerdos, Quito, Ecuador  
Tel.: 593 02 6 035 811 / 3 464 324 / 6 001 375  
Cel.: 0987 836 855 / 0984 950 765  
E-mail: ventas@tecniprecision.com / calidad@tecniprecision.com  
laboratorio@tecniprecision.com / asistente@tecniprecision.com  
facebook: /Tecniprecision

**LABORATORIO DE  
METROLOGIA ECUATORIANO**  
www.tecniprecision.com

## Anexo D. Hoja de campo - recolección de datos medición de ruido laboral



### HOJA DE CAMPO MEDICION DEL NIVEL DE RUIDO

Realizado por: \_\_\_\_\_

Empresa / Sucursal: \_\_\_\_\_

Equipo: \_\_\_\_\_

Ítem	Fecha	ÁREA DE TRABAJO	PUESTO DE TRABAJO	Proceso	TOMA DE MEDIDAS		
					Medida 1 (08:00)	Medida 2 (12:00)	Medida 3 (15:00)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Anexo E. Evidencias fotográficas de las mediciones



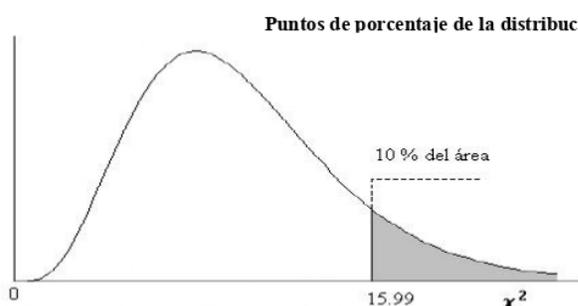




## Anexo F. Registro entrega de EPP's

<b>b BAGANT</b>	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>				Código: FR-SSA-P26
	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				Revisión: 01
					Fecha: 20/08/2020
<b>FORMATO PARA ENTREGA INDIVIDUAL DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP)</b>					
<b>DATOS DEL TRABAJADOR A QUIEN SE LE ENTREGA EL EQUIPO</b>					
<b>NOMBRE</b>		<b>CEDULA No.</b>		<b>CARGO</b>	
<b>CIUDAD</b>		<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>AREA</b>	
<b>EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP) ENTREGADOS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>EPP ENTREGADOS:</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA RECIBIDO</b>	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
Yo, _____ con cédula de identidad No. _____ me comprometo a usar de manera correcta y en los lugares indicados los equipos de protección personal que la empresa me hace la entrega, así como también a cuidarlos y darles el mantenimiento que corresponde a los mismos. En caso de pérdida o daño por descuido y/o mal uso de los equipos de protección personal, expresamente autorizo a la empresa BAGANT a descontarme el valor de los mismos a través de mi rol de pagos o liquidación de haberes en caso que lo amerite, sin perjuicio de la sanción que se contempla en el Reglamento Interno de Trabajo por incurrir en este tipo de faltas; además dejo constancia expresa que he recibido la capacitación del uso y mantenimiento de estos equipos.					
					<b>Firma del Trabajador:</b> _____

Anexo G. Tabla estadística chi cuadrado



**Ejemplo:**  
Para  $\phi = 10$  grados de libertad

$$P[\chi^2 > 15.99] = 0.10$$

$\phi$	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.75	0.5	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	$\phi$
1	3.93E-05	1.57E-04	9.82E-04	3.93E-03	1.58E-02	0.102	0.455	1.323	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	1
2	1.00E-02	2.01E-02	5.06E-02	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60	2
3	7.17E-02	0.115	0.216	0.352	0.584	1.213	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84	3
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.923	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86	4
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75	5
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55	6
7	0.989	1.239	1.690	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.3	7
8	1.344	1.647	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.22	13.36	15.51	17.53	20.1	22.0	8
9	1.735	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.7	23.6	9
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.5	23.2	25.2	10
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.9	24.7	26.8	11
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.0	23.3	26.2	28.3	12
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.4	24.7	27.7	29.8	13
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.17	13.34	17.12	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	14
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	15
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	16
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	12.79	16.34	20.5	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	17
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	13.68	17.34	21.6	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	18
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	14.56	18.34	22.7	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	19
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	15.45	19.34	23.8	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	20
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	16.34	20.3	24.9	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	21
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	17.24	21.3	26.0	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	22
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	18.14	22.3	27.1	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	23
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	19.04	23.3	28.2	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	24
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	19.94	24.3	29.3	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	25
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	20.8	25.3	30.4	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	26
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	21.7	26.3	31.5	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	27
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	22.7	27.3	32.6	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	28
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	23.6	28.3	33.7	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	29
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.6	24.5	29.3	34.8	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	30
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	39.3	45.6	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	40
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	42.9	49.3	56.3	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	50
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	79.1	83.3	88.4	92.0	60
70	43.3	45.4	48.8	51.7	55.3	61.7	69.3	77.6	85.5	90.5	95.0	100.4	104.2	70
80	51.2	53.5	57.2	60.4	64.3	71.1	79.3	88.1	96.6	101.9	106.6	112.3	116.3	80
90	59.2	61.8	65.6	69.1	73.3	80.6	89.3	98.6	107.6	113.1	118.1	124.1	128.3	90
100	67.3	70.1	74.2	77.9	82.4	90.1	99.3	109.1	118.5	124.3	129.6	135.8	140.2	100
$Z_\alpha$	-2.58	-2.33	-1.96	-1.64	-1.28	-0.674	0.000	0.674	1.282	1.645	1.96	2.33	2.58	$Z_\alpha$

Para  $\phi > 100$  tómesese  $\chi^2 = \frac{1}{2} (Z_\alpha + \sqrt{2\phi - 1})^2$ .  $Z_\alpha$  es la desviación normal estandarizada correspondiente al nivel de significancia y se muestra en la parte superior de la tabla.

## Anexo H. Primer anexo C.D. 513

Resolución No. C.D. 513

### PRIMER ANEXO

PARA EFECTOS DE LA PROTECCIÓN DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO SE CONSIDERARÁN ENFERMEDADES PROFESIONALES LAS SIGUIENTES:

#### 1. Enfermedades profesionales causadas por la exposición a agentes que resulte de las actividades laborales:

##### 1.1 Enfermedades causadas por agentes químicos

- 1.1.1 Enfermedades causadas por berilio o sus compuestos
- 1.1.2 Enfermedades causadas por cadmio o sus compuestos
- 1.1.3 Enfermedades causadas por fósforo o sus compuestos
- 1.1.4 Enfermedades causadas por cromo o sus compuestos
- 1.1.5 Enfermedades causadas por manganeso o sus compuestos
- 1.1.6 Enfermedades causadas por arsénico o sus compuestos
- 1.1.7 Enfermedades causadas por mercurio o sus compuestos
- 1.1.8 Enfermedades causadas por plomo o sus compuestos
- 1.1.9 Enfermedades causadas por flúor o sus compuestos
- 1.1.10 Enfermedades causadas por disulfuro de carbono
- 1.1.11 Enfermedades causadas por los derivados halogenados de los hidrocarburos
- 1.1.12 Enfermedades causadas por benceno o sus homólogos
- 1.1.13 Enfermedades causadas por los derivados nitrados y amínicos del benceno o de sus homólogos
- 1.1.14 Enfermedades causadas por nitroglicerina u otros ésteres del ácido nítrico
- 1.1.15 Enfermedades causadas por alcoholes, glicoles o cetonas
- 1.1.16 Enfermedades causadas por sustancias asfixiantes como monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno o sus derivados
- 1.1.17 Enfermedades causadas por acrilonitrilo
- 1.1.18 Enfermedades causadas por óxidos de nitrógeno
- 1.1.19 Enfermedades causadas por vanadio o sus compuestos
- 1.1.20 Enfermedades causadas por antimonio o sus compuestos
- 1.1.21 Enfermedades causadas por hexano
- 1.1.22 Enfermedades causadas por ácidos minerales
- 1.1.23 Enfermedades causadas por agentes farmacéuticos
- 1.1.24 Enfermedades causadas por níquel o sus compuestos
- 1.1.25 Enfermedades causadas por talio o sus compuestos
- 1.1.26 Enfermedades causadas por osmio o sus compuestos
- 1.1.27 Enfermedades causadas por selenio o sus compuestos
- 1.1.28 Enfermedades causadas por cobre o sus compuestos
- 1.1.29 Enfermedades causadas por platino o sus compuestos
- 1.1.30 Enfermedades causadas por estaño o sus compuestos
- 1.1.31 Enfermedades causadas por zinc o sus compuestos
- 1.1.32 Enfermedades causadas por fosgeno
- 1.1.33 Enfermedades causadas por sustancias irritantes de la córnea como benzoquinona
- 1.1.34 Enfermedades causadas por amoníaco
- 1.1.35 Enfermedades causadas por isocianatos
- 1.1.36 Enfermedades causadas por plaguicidas
- 1.1.37 Enfermedades causadas por óxidos de azufre
- 1.1.38 Enfermedades causadas por disolventes orgánicos

**Resolución No. C.D. 513**

- 1.1.39 Enfermedades causadas por látex o productos que contienen látex
- 1.1.40 Enfermedades causadas por cloro
- 1.1.41 Enfermedades causadas por otros agentes químicos en el trabajo no mencionados en los puntos anteriores cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición a dichos agentes químicos que resulte de las actividades laborales y la(s) enfermedad(es) contraída(s) por el trabajador

**1.2 Enfermedades causadas por agentes físicos**

- 1.2.1 Deterioro de la audición causada por ruido
- 1.2.2 Enfermedades causadas por vibraciones (trastornos de músculos, tendones, huesos, articulaciones, vasos sanguíneos periféricos o nervios periféricos)
- 1.2.3 Enfermedades causadas por aire comprimido o descomprimido
- 1.2.4 Enfermedades causadas por radiaciones ionizantes
- 1.2.5 Enfermedades causadas por radiaciones ópticas (ultravioleta, de luz visible, infrarroja), incluido el láser
- 1.2.6 Enfermedades causadas por exposición a temperaturas extremas
- 1.2.7 Enfermedades causadas por otros agentes físicos en el trabajo no mencionados en los puntos anteriores cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición a dichos agentes físicos que resulte de las actividades laborales y la(s) enfermedad(es) contraída(s) por el trabajador

**1.3 Agentes biológicos y enfermedades infecciosas o parasitarias**

- 1.3.1 Brucelosis
- 1.3.2 Virus de la hepatitis
- 1.3.3 Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)
- 1.3.4 Tétanos
- 1.3.5 Tuberculosis
- 1.3.6 Síndromes tóxicos o inflamatorios asociados con contaminantes bacterianos o fúngicos
- 1.3.7 Ántrax
- 1.3.8 Leptospirosis
- 1.3.9 Enfermedades causadas por otros agentes biológicos en el trabajo no mencionados en los puntos anteriores cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición a dichos agentes biológicos que resulte de las actividades laborales y la(s) enfermedad(es) contraída(s) por el trabajador

**2. Enfermedades profesionales según el órgano o sistema afectado****2.1 Enfermedades del sistema respiratorio**

- 2.1.1 Neumoconiosis causadas por polvo mineral fibrogénico (silicosis, antracosilicosis, asbestosis)
- 2.1.2 Silicotuberculosis
- 2.1.3 Neumoconiosis causadas por polvo mineral no fibrogénico
- 2.1.4 Siderosis
- 2.1.5 Enfermedades broncopulmonares causadas por polvo de metales duros
- 2.1.6 Enfermedades broncopulmonares causadas por polvo de algodón (bisinosis), de lino, de cáñamo, de sisal o de caña de azúcar (bagazosis)
- 2.1.7 Asma causada por agentes sensibilizantes o imitantes reconocidos e inherentes al proceso de trabajo
- 2.1.8 Alveolitis alérgica extrínseca causada por inhalación de polvos orgánicos o de aerosoles

**Resolución No. C.D. 513**

contaminados por microbios que resulte de las actividades laborales

2.1.9 Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas causadas por inhalación de polvo de carbón, polvo de canteras de piedra, polvo de madera, polvo de cereales y del trabajo agrícola, polvo de locales para animales, polvo de textiles, y polvo de papel que resulte de las actividades laborales

2.1.10 Enfermedades pulmonares causadas por aluminio

2.1.11 Trastornos de las vías respiratorias superiores causados por agentes sensibilizantes o irritantes reconocidos e inherentes al proceso de trabajo

2.1.12 Otras enfermedades del sistema respiratorio no mencionadas en los puntos anteriores cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición a factores de riesgo que resulte de las actividades laborales y la(s) enfermedad(es) contraída(s) por el trabajador

**2.2. Enfermedades de la piel**

2.2.1 Dermatitis alérgica de contacto y urticaria de contacto causada por otros alérgenos reconocidos, no mencionados en los puntos anteriores, que resulten de las actividades laborales

2.2.2 Dermatitis irritante de contacto causada por otros agentes irritantes reconocidos, no mencionados en los puntos anteriores, que resulten de las actividades laborales

2.2.3 Vitiligo causado por otros agentes reconocidos, no mencionados en los puntos anteriores, que resulten de las actividades laborales

2.2.4 Otras enfermedades de la piel causadas por agentes físicos, químicos o biológicos en el trabajo no incluidos en otros puntos cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición a factores de riesgo que resulte de las actividades laborales y la(s) enfermedad(es) de la piel contraída(s) por el trabajador

**2.3. Enfermedades del sistema osteomuscular**

2.3.1 Tenosinovitis de la estiloides radial debida a movimientos repetitivos, esfuerzos intensos y posturas extremas de la muñeca

2.3.2 Tenosinovitis crónica de la mano y la muñeca debida a movimientos repetitivos, esfuerzos intensos y posturas extremas de la muñeca

2.3.3 Bursitis del olécranon debida a presión prolongada en la región del codo

2.3.4 Bursitis prerrotuliana debida a estancia prolongada en posición de rodillas

2.3.5 Epicondilitis debida a trabajo intenso y repetitivo

2.3.6 Lesiones de menisco consecutivas a períodos prolongados de trabajo en posición de rodillas o en cuclillas

2.3.7 Síndrome del túnel carpiano debido a períodos prolongados de trabajo intenso y repetitivo, trabajo que entrañe vibraciones, posturas extremas de la muñeca, o una combinación de estos tres factores

2.3.8 Otros trastornos del sistema osteomuscular no mencionados en los puntos anteriores cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición a factores de riesgo que resulte de las actividades laborales y lo(s) trastorno(s) del sistema osteomuscular contraído(s) por el trabajador

**2.4. Trastornos mentales y del comportamiento**

2.4.1 Trastorno de estrés postraumático

2.4.2 Otros trastornos mentales o del comportamiento no mencionados en el punto anterior cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales,



**Resolución No. C.D. 513**

un vínculo directo entre la exposición a factores de riesgo que resulte de las actividades laborales y lo(s) trastorno(s) mentales o del comportamiento contraído(s) por el trabajador.

**3. Cáncer profesional****3.1. Cáncer causado por los agentes siguientes**

- 3.1.1 Amianto o asbesto
- 3.1.2 Bencidina y sus sales
- 3.1.3 Éter bis-clorometílico
- 3.1.4 Compuestos de cromo VI
- 3.1.5 Alquitrans de hulla, brea de carbón u hollín
- 3.1.6 Beta-naftilamina
- 3.1.7 Cloruro de vinilo
- 3.1.8 Benceno
- 3.1.9 Derivados nitrados y amínicos tóxicos del benceno o de sus homólogos
- 3.1.10 Radiaciones ionizantes
- 3.1.11 Alquitrán, brea, betún, aceite mineral, antraceno, o los compuestos, productos o residuos de estas sustancias
- 3.1.12 Emisiones de hornos de coque
- 3.1.13 Compuestos de níquel
- 3.1.14 Polvo de madera
- 3.1.15 Arsénico y sus compuestos
- 3.1.16 Berilio y sus compuestos
- 3.1.17 Cadmio y sus compuestos
- 3.1.18 Erionita
- 3.1.19 Óxido de etileno
- 3.1.20 Virus de la hepatitis B (VHB) y virus de la hepatitis C (VHC)
- 3.1.21 Cáncer causado por otros agentes en el trabajo no mencionados en los puntos anteriores cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición a dichos agentes que resulte de las actividades laborales y el cáncer contraído por el trabajador.

**Nota:** La terminología utilizada para determinar las enfermedades profesionales u ocupacionales se basarán en la lista del Código Internacional de Enfermedades CIE10.

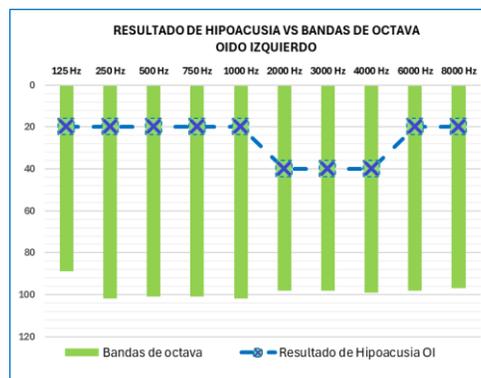
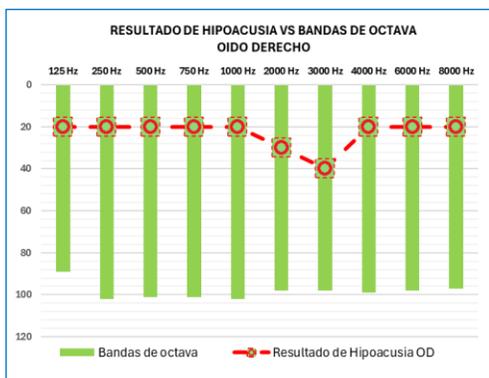
**4. Otras enfermedades****4.1 Nistagmo de los mineros**

4.2 Otras enfermedades específicas causadas por ocupaciones o procesos no mencionados en esta lista cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición que resulte de las actividades laborales y la(s) enfermedad(es) contraída(s) por el trabajador.

**Anexo I** Evaluación de puestos críticos (audiometrías vs bandas de octava)

**Tarea:** Perforadora madera ALKUS

Cruce resultados audiometría vs bandas de octava:



Atenuación de los equipos de protección utilizados:

Lf Db	Niveles de presión sonora por bandas de octava del puesto de trabajo Db	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
		0	89	102	101	0	102	98	0	99	0	97	108,09
Af	Ponderación A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	-0,5	0	1,2	1,3	1	0,2	-1,1	
Lf dB(A)	Niveles de presión sonora por bandas de octava del puesto de trabajo dB(A)	0	72,9	93,4	97,8	0	102	99,2	0	100	0	95,9	106,65

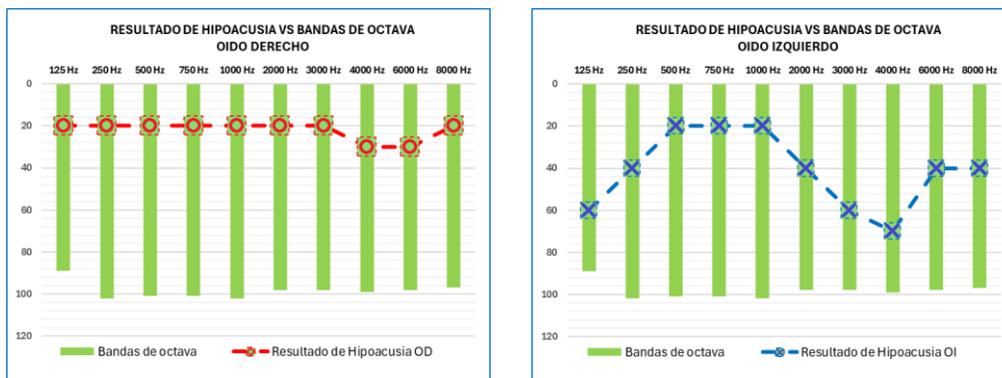
Fila	HZ	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
		mf	Atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado	26,6	27,7	28,4	29,5	0	29,6	35,6	0	35,4	0
sf	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado	9,4	9,9	10,9	9,6	0	8,2	6,8	0	6,8	0	6,7	
Factor de corrección (98%)	sf * 2	18,8	19,8	21,8	19,2	0	16,4	13,6	0	13,6	0	13,4	
APVf	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)	7,8	7,9	6,6	10,3	0	13,2	22	0	21,8	0	25,5	
Lf	Nivel de presión efectivo en bandas de frecuencia en dB(A).	-7,8	65	86,8	87,5	0	88,8	77,2	0	78,2	0	70,4	92,86
Reducción													14

Fila	HZ	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
		mf	Atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado	14,1	11,4	18,7	27,6	0	32,9	33,6	0	36,6	0
sf	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado	4	4,1	3,6	2,5	0	2,7	3,4	0	2,7	0	3,7	
Factor de corrección (98%)	sf * 2	8	8,2	7,2	5	0	5,4	6,8	0	5,4	0	7,4	
APVf	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)	6,1	3,2	11,5	22,6	0	27,5	26,8	0	31,2	0	28,5	
Lf	Nivel de presión efectivo en bandas de frecuencia en dB(A).	-6,1	69,7	81,9	75,2	0	74,5	72,4	0	68,8	0	67,4	84,08
Reducción													23

Fila	HZ	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
		mf	Atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado	20,8	17,4	24,7	34,7	0	41,4	39,3	0	47,5	0
sf	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado	3,1	2,1	2,6	2	0	2,1	1,5	0	4,5	0	2,6	
Factor de corrección (98%)	sf * 2	6,2	4,2	5,2	4	0	4,2	3	0	9	0	5,2	
APVf	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)	14,6	13,2	19,5	30,7	0	37,2	36,3	0	38,5	0	37,4	
Lf	Nivel de presión efectivo en bandas de frecuencia en dB(A).	-14,6	59,7	73,9	67,1	0	64,8	62,9	0	61,5	0	58,5	75,76
Reducción													31

**Tarea: Mantenimiento Tablero 2**

Cruce resultados audiometría vs bandas de octava:



Atenuación de los equipos de protección utilizados:

		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
<b>Lf Db</b>	Niveles de presión sonora por bandas de octava del puesto de trabajo Db	72	88	89	86	0	97	87	0	89	0	90	<b>99,61</b>
<b>Af</b>	Ponderación A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	-0,5	0	1,2	1,3	1	0,2	-1,1	
<b>Lf dB(A)</b>	Niveles de presión sonora por bandas de octava del puesto de trabajo dB(A)	45,8	71,9	80,4	82,8	0	97	88,2	0	90	0	88,9	<b>98,90</b>

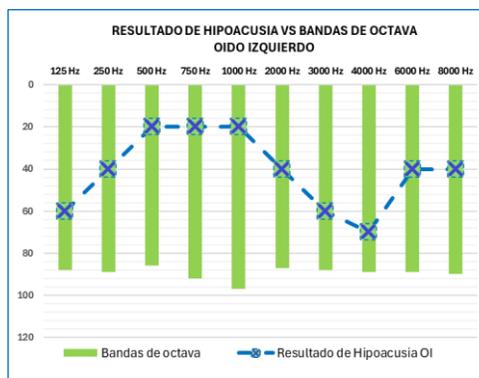
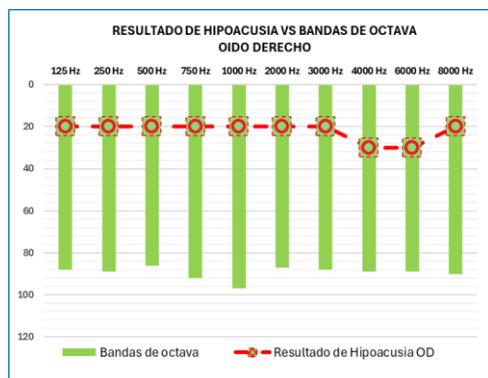
		Fila	HZ	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL	
 Tapones 3M 1270	mf	Atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado		26,6	27,7	28,4	29,5	0	29,6	35,6	0	35,4	0	38,9		
	sf	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado		9,4	9,9	10,9	9,6	0	8,2	6,8	0	6,8	0	6,7		
	Factor de corrección (98%)		sf * 2		18,8	19,8	21,8	19,2	0	16,4	13,6	0	13,6	0	13,4	
	APVf	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)		7,8	7,9	6,6	10,3	0	13,2	22	0	21,8	0	25,5		
	L'f	Nivel de presión efectiva en bandas de frecuencia en dB(A).		-7,8	64	73,8	72,5	0	83,8	66,2	0	68,2	0	63,4	<b>84,73</b>	
													Reducción	14		

		Fila	HZ	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL	
 3M H510/Optime I	mf	Atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado		14,1	11,4	18,7	27,6	0	32,9	33,6	0	36,6	0	35,9		
	sf	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado		4	4,1	3,6	2,5	0	2,7	3,4	0	2,7	0	3,7		
	Factor de corrección (98%)		sf * 2		8	8,2	7,2	5	0	5,4	6,8	0	5,4	0	7,4	
	APVf	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)		6,1	3,2	11,5	22,6	0	27,5	26,8	0	31,2	0	28,5		
	L'f	Nivel de presión efectiva en bandas de frecuencia en dB(A).		39,7	68,7	68,9	60,2	0	69,5	61,4	0	58,8	0	60,40	<b>74,53</b>	
													Reducción	24		

		Fila	HZ	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL	
 3M H540/Optime III	mf	Atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado		20,8	17,4	24,7	34,7	0	41,4	39,3	0	47,5	0	42,6		
	sf	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado		3,1	2,1	2,6	2	0	2,1	1,5	0	4,5	0	2,6		
	Factor de corrección (98%)		sf * 2		6,2	4,2	5,2	4	0	4,2	3	0	9	0	5,2	
	APVf	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)		14,6	13,2	19,5	30,7	0	37,2	36,3	0	38,5	0	37,4		
	L'f	Nivel de presión efectiva en bandas de frecuencia en dB(A).		31,2	58,7	60,9	52,1	0	59,8	51,9	0	51,5	0	51,5	<b>65,47</b>	
													Reducción	33		

**Tarea:** Cierra cinta - Baroladora

Cruce resultados audiometría vs bandas de octava:



Atenuación de los equipos de protección utilizados:

Lf Db	Niveles de presión sonora por bandas de octava del puesto de trabajo Db	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
		74	76	81	81	0	81	81	0	79	0	78	88,52
Af	Ponderación A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	-0,5	0	1,2	1,3	1	0,2	-1,1	
Lf dB(A)	Niveles de presión sonora por bandas de octava del puesto de trabajo dB(A)	47,8	59,9	72,4	77,8	0	81	82,2	0	80	0	76,9	87,16

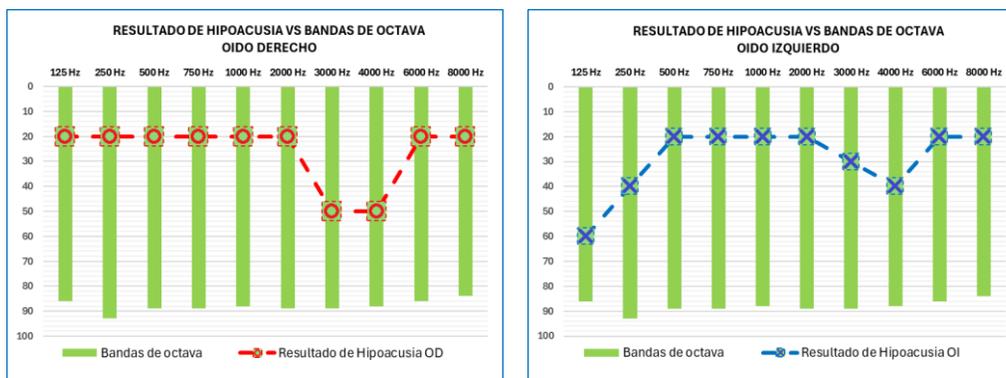
		Fila	HZ	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
 Tapones 3M 1270	mf	Atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado		26,6	27,7	28,4	29,5	0	29,6	35,6	0	35,4	0	38,9	
	sf	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado		9,4	9,9	10,9	9,6	0	8,2	6,8	0	6,8	0	6,7	
	Factor de corrección (98%)	sf*2		18,8	19,8	21,8	19,2	0	16,4	13,6	0	13,6	0	13,4	
	APVf	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)		7,8	7,9	6,6	10,3	0	13,2	22	0	21,8	0	25,5	
	L'f	Nivel de presión efectivo en bandas de frecuencia en dB(A).		40	52	65,8	67,5	0	67,8	60,2	0	58,2	0	51,4	72,42
														Reducción	15

		Fila	HZ	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
 3M H510/Optime I	mf	Atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado		14,1	11,4	18,7	27,6	0	32,9	33,6	0	36,6	0	35,9	
	sf	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado		4	4,1	3,6	2,5	0	2,7	3,4	0	2,7	0	3,7	
	Factor de corrección (98%)	sf*2		8	8,2	7,2	5	0	5,4	6,8	0	5,4	0	7,4	
	APVf	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)		6,1	3,2	11,5	22,6	0	27,5	26,8	0	31,2	0	28,5	
	L'f	Nivel de presión efectivo en bandas de frecuencia en dB(A).		41,7	56,7	60,9	55,2	0	53,5	55,4	0	48,8	0	48,40	64,41
														Reducción	23

		Fila	HZ	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
 3M H540/Optime III	mf	atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado		20,8	17,4	24,7	34,7		41,4	39,3		47,5		42,6	
	sf	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado		3,1	2,1	2,6	2		2,1	1,5		4,5		2,6	
	Factor de corrección (98%)	sf*2		6,2	4,2	5,2	4	0	4,2	3	0	9	0	5,2	
	APVf	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)		14,6	13,2	19,5	30,7	0	37,2	36,3	0	38,5	0	37,4	
	L'f	Nivel de presión efectivo en bandas de frecuencia en dB(A).		33,2	46,7	52,9	47,1	0	43,8	45,9	0	41,5	0	39,5	55,81
														Reducción	31

**Tarea: Mantenimiento Puntal Duro**

Cruce resultados audiometría vs bandas de octava:



Atenuación de los equipos de protección utilizados:

		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL
<b>Lf Db</b>	Niveles de presión sonora por bandas de octava del puesto de trabajo Db	80	86	93	89	0	88	89	0	88	0	84	<b>97,48</b>
<b>Af</b>	Ponderación A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	-0,5	0	1,2	1,3	1	0,2	-1,1	
<b>Lf dB(A)</b>	Niveles de presión sonora por bandas de octava del puesto de trabajo dB(A)	53,8	69,9	84,4	85,8	0	88	90,2	0	89	0	82,9	<b>95,23</b>

		HZ												GLOBAL
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL	
 Tapones 3M 1270	<b>mf</b>	Atenuación sonora promedio por bandas de frecuencia en dB. Dada por EPP seleccionado												
	<b>sf</b>	Desviación estándar Dada por el EPP seleccionado												
	<b>Factor de corrección (98%)</b>	sf * 2												
	<b>APVf</b>	Atenuación asumida de la protección auditiva por bandas de frecuencia en dB (A)												
	<b>L'f</b>	Nivel de presión efectivo en bandas de frecuencia en dB(A).												<b>81,46</b>
													Reducción	14

		HZ												GLOBAL
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL	
 3M H510/Optime I	<b>mf</b>	14,1	11,4	18,7	27,6	0	32,9	33,6	0	36,6	0	35,9		
	<b>sf</b>	4	4,1	3,6	2,5	0	2,7	3,4	0	2,7	0	3,7		
	<b>Factor de corrección (98%)</b>	8	8,2	7,2	5	0	5,4	6,8	0	5,4	0	7,4		
	<b>APVf</b>	6,1	3,2	11,5	22,6	0	27,5	26,8	0	31,2	0	28,5		
	<b>L'f</b>	47,7	66,7	72,9	63,2	0	60,5	63,4	0	57,8	0	54,4	<b>74,84</b>	
													Reducción	20

		HZ												GLOBAL
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	750 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz	GLOBAL	
 3M H540/Optime III	<b>mf</b>	20,8	17,4	24,7	34,7	0	41,4	39,3	0	47,5	0	42,6		
	<b>sf</b>	3,1	2,1	2,6	2	0	2,1	1,5	0	4,5	0	2,6		
	<b>Factor de corrección (98%)</b>	6,2	4,2	5,2	4	0	4,2	3	0	9	0	5,2		
	<b>APVf</b>	14,6	13,2	19,5	30,7	0	37,2	36,3	0	38,5	0	37,4		
	<b>L'f</b>	39,2	56,7	64,9	55,1	0	50,8	53,9	0	50,5	0	45,5	<b>66,44</b>	
													Reducción	29