

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

### DIRECCIÓN DE POSGRADO

## MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

### TEMA:

---

**“RUIDO Y VIBRACIONES EN EL AMBIENTE LABORAL Y SU  
INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DURANTE LA  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS”.**

---

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de  
Magister en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental

**Autor:** Ingeniera, Mayra Alexandra Peña Altamirano

**Director:** Ingeniero, Marco Antonio Zaldumbide Verdezoto, Doctor.

Ambato – Ecuador

2018

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por la Elsa Pilar Urrutía Urrutía Magíster, Presidente del Tribunal, e integrado por los señores: Abogada, Jane de Lourdes Toro Toro Doctora, Ingeniero Carlos Mateu González Magíster, e Ingeniero Francisco Hernán Jácome Jiménez Magíster, designados por la Unidad Académica De Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “RUIDO Y VIBRACIONES EN EL AMBIENTE LABORAL Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS”, elaborado y presentando por la Ing. Mayra Alexandra Peña Altamirano, para optar por el Grado Académico de Magíster en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Elsa Pilar Urrutía Urrutía, Mg.  
Presidente del Tribunal



Abg. Jane de Lourdes Toro Toro, Dra.  
Miembro del Tribunal



Ing. Carlos Mateu González, Mg.  
Miembro del Tribunal



Ing. Francisco Hernán Jácome Jiménez, Mg.  
Miembro del Tribunal

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “RUIDO Y VIBRACIONES EN EL AMBIENTE LABORAL Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS”, le corresponden exclusivamente a la Ing. Mayra Alexandra Peña Altamirano, Autora bajo la Dirección del Ing. Marco Antonio Zaldumbide Verdezoto Doctor, Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Mayra Alexandra Peña Altamirano

c.c. 1804021952

**AUTORA**



Ing. Marco Antonio Zaldumbide Verdezoto, Dr.


c.c. 1710906601

**DIRECTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Mayra Alexandra Peña Altamirano

c.c. 1804021952

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar deseo expresar mi agradecimiento a Dios que me ha guiado con sabiduría mi camino, de la misma manera quiero agradecer a mi familia que con cada acción han sido un aporte esencial para el desarrollo de este Trabajo. Gracias a mi familia, a mis padres, hermana y amigos.

De la misma manera agradezco a la Compañía RS ROTH S.A. que me brindo todas las facilidades para desarrollar este proyecto de investigación.

Mi agradecimiento al Ing. PHD Marco Zaldumbide, Tutor del presente Trabajo quien me apoyo con sus conocimientos para el desarrollo profesional del tema.

A todos, muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases quienes me dieron grandes enseñanzas y me ayudaron a llegar hasta aquí.

A mis familiares y amigos quienes me han sido mi apoyo incondicional, brindándome sus consejos.

# ÍNDICE GENERAL

## CONTENIDO

PORTADA.....	i
A LA UNIDAD ACADÉMICA .....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvi
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS.....	xvii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xviii
EXECUTIVE SUMMARY .....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Tema de Investigación.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.2.1. Contextualización.....	3
Árbol de Problemas .....	6
1.2.2. Análisis crítico.....	7
1.2.3. Prognosis .....	7
1.2.4. Formulación del problema.....	8
1.2.5. Interrogantes de la investigación.....	8
1.2.6. Delimitación de la investigación .....	8
1.3. Justificación.....	9
1.4. Objetivos .....	10
1.4.1. Objetivo General .....	10

1.4.2. Objetivos específicos.....	10
CAPÍTULO II.....	12
MARCO TEÓRICO .....	12
2.1. Antecedentes investigativos .....	12
2.2. Fundamentación filosófica .....	15
2.3. Fundamentación legal.....	15
2.5. Marco conceptual de las variables del problema.....	29
2.5.1. Variable independiente.....	29
2.5.1.1. Higiene ocupacional .....	29
2.5.1.2. Riesgos físicos .....	30
2.5.1.3. Ruido. ....	30
2.5.1.4. Vibraciones.....	34
2.5.2. Variable dependiente .....	39
2.5.2.1. Salud Ocupacional.....	39
2.5.2.2. Epidemiología laboral .....	39
2.5.2.3. Problemas de salud.....	40
2.6. Hipótesis .....	43
2.6. Señalamiento de variables .....	43
2.6.1. Variable independiente.....	43
2.6.2. Variable dependiente .....	43
3.1. Enfoque .....	44
3.2. Modalidad básica de la investigación.....	44
3.3. Nivel o tipo de investigación.....	45
3.4 Población y muestra .....	45
3.4.1 Criterios de inclusión.....	47
3.4.2 Criterios de exclusión.....	47
3.4.3 Criterios de eliminación .....	47
3.4.4 Consideraciones éticas .....	47
3.4.5 Instrumentos a utilizar .....	47
3.5 Operacionalización de variables Población y muestra .....	49
3.5.1 Variable independiente.....	49
3.5.2 Variable dependiente .....	50



3.5.3 Variables intervinientes .....	51
3.6 Recolección de información .....	51
3.7. Procesamiento y análisis .....	51
CAPÍTULO IV .....	53
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	53
4.1. Análisis e interpretación de resultados de la variable independiente....	53
4.1.1. Mediciones de ruido en áreas con riesgo.....	53
4.1.2. Mediciones de vibraciones en áreas con riesgo.....	65
4.1.3. Análisis de datos de morbilidad de los trabajadores .....	80
4.2 Análisis de resultados de la variable dependiente .....	85
4.2.1. Análisis de resultados incidencia .....	92
4.3 Comprobación de la hipótesis .....	92
4.3.1. Formulación de la hipótesis.....	92
4.3.2. Nivel de significancia.....	93
4.3.3. Elección de la prueba estadística.....	93
4.3.4. Cálculo estadístico.....	93
4.3.4.1 Diseño del proceso de validación.....	93
4.3.4.2 Formulación de las hipótesis estadísticas.....	94
4.3.4.3 Nivel de significancia.....	95
4.3.4.4 Estadístico para la prueba de hipótesis.....	95
4.3.4.5 Regla de decisión.....	95
4.3.4.6 Cálculo.....	95
4.3.4.7 Decisión.....	98
5.1 Conclusiones .....	101
5.2 Recomendaciones .....	102
CAPÍTULO VI.....	104
PROPUESTA DE CONTROL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS .....	104
6.1 Tema.....	104
6.2 Desarrollo de la propuesta.....	104
6.2.1. Introducción.....	104
6.2.2. Alcance.....	104

6.2.3. Fundamentación técnico – legal .....	105
6.2 Objetivos .....	105
6.2.1 Objetivo General .....	105
6.2.2 Objetivos Específicos .....	105
6.3. Definiciones.....	105
6.4 Asignación de responsabilidades.....	106
6.5. Gestión del Riesgos .....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de ruido .....	31
Tabla 2. Tiempo de exposición de acuerdo a nivel sonoro .....	32
Tabla 3. Tipos de vibraciones .....	34
Tabla 4. Límites permisibles para exposición a vibraciones.....	37
Tabla 5. Población y muestra por ocupación .....	45
Tabla 6. Duración mínima del muestreo en función del número de trabajadores del GEH.....	46
Tabla 7. Datos del sonómetro.....	48
Tabla 8. Datos del vibrómetro.....	48
Tabla 9. Operacionalización de la variable independiente.....	49
Tabla 10. Operacionalización de la variable dependiente.....	50
Tabla 11. Ficha puesto de trabajo Soldador .....	54
Tabla 12. Matriz de resultados con bandas de octava - Soldador .....	55
Tabla 13. Cálculo de dosis .....	57
Tabla 14. Ficha puesto de trabajo Conductor.....	60
Tabla 15. Cálculo de dosis .....	60
Tabla 16. Ficha puesto de trabajo GEH .....	63
Tabla 17. Cálculo de dosis .....	63
Tabla 18. Ficha puesto de trabajo Mecánico.....	67
Tabla 19. Matriz de resultados medición de vibraciones .....	68
Tabla 20. Valor de acción y valor límite para vibraciones mano brazo.....	70
Tabla 21. Dosis y tipos de riesgo .....	70
Tabla 22. Comparación de valores y dosis.....	71
Tabla 23 Ficha puesto de trabajo: Conductor .....	74
Tabla 24. Matriz de resultados de medición vibraciones cuerpo entero .....	75
Tabla 25. Valor de acción y valor límite para vibraciones cuerpo entero.....	77
Tabla 26. Comparación de valores y dosis.....	78
Tabla 27 Diagnóstico de salud Puesto: Analista de mantenimiento .....	80
Tabla 28 Diagnóstico de salud Puesto: Eléctrico.....	81
Tabla 29 Diagnóstico de salud Puesto: Mecánico.....	82

Tabla 30 Diagnóstico de salud Puesto: Operador .....	83
Tabla 31 Diagnóstico de salud Puesto: Conductor .....	84
Tabla 32 Diagnóstico de salud Puesto: Soldador .....	85
Tabla 33 Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Analista de Mantenimiento .....	86
Tabla 34. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Eléctrico .....	87
Tabla 35. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Mecánico .....	88
Tabla 36. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Operador .....	89
Tabla 37. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Conductor .....	90
Tabla 38. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Soldador .....	91
Tabla 39. Incidencia por puesto de trabajo .....	92
Tabla 40. Incidencia por puesto de trabajo .....	98
Tabla 41. Incidencia por puesto de trabajo .....	98
Tabla 42. Método de análisis espectral para selección de protectores auditivos (tapones).....	112
Tabla 43. Estimación de la Protección Auditiva en función del Nivel de presión sonora efectivo .....	112
Tabla 44. Método de análisis espectral para selección de copas auditivas .....	113
Tabla 45. Tipo de equipo de protección auditiva de acuerdo al nivel de ruido ..	114
Tabla 46 Matriz de resultados con bandas de octava - Soldador .....	129
Tabla 47 Calculo de nivel de presión continuo equivalente .....	133
Tabla 48 Nivel diario equivalente .....	134
Tabla 49 Tipo de ruido.....	135
Tabla 50 Cálculo del tiempo de exposición permitido.....	135
Tabla 51 Cálculo de dosis .....	136
Tabla 52 Matriz de resultados con bandas de octavo - Conductor .....	138
Tabla 53 Calculo de nivel de presión continuo equivalente .....	142
Tabla 54 Nivel diario equivalente .....	143
Tabla 55 Tipo de ruido.....	144
Tabla 56 Cálculo del tiempo de exposición permitido.....	145
Tabla 57 Cálculo de dosis .....	146
Tabla 58 Matriz # 1 de resultados con bandas de octavo - GEH.....	147

Tabla 59 Matriz # 2 de resultados con bandas de octavo - GEH.....	151
Tabla 60 Calculo de nivel de presión continuo equivalente .....	155
Tabla 61 Nivel diario equivalente .....	156
Tabla 62 Tipo de ruido.....	156
Tabla 63 Cálculo del tiempo de exposición permitido.....	157
Tabla 64 Cálculo de dosis .....	158

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Relación Causa-Efecto.....	6
Ilustración 2 Red de inclusiones conceptuales.....	25
Ilustración 3 Constelación de ideas variable independiente .....	26
Ilustración 4 Constelación de Ideas Variable independiente .....	27
Ilustración 5 Constelación de Ideas Variable independiente .....	28
Ilustración 6 A(8) es inferior al valor que da lugar a una acción.....	38
Ilustración 7 A(8) está comprendido entre el valor de acción y el valor límite ....	38
Ilustración 8 A(8) supera el valor límite .....	39

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Análisis de nivel equivalente de presión sonora Soldador.....	58
Gráfico 2 Análisis de dosis de exposición Soldador .....	59
Gráfico 3 Análisis de nivel equivalente de presión sonora Conductor .....	61
Gráfico 4 Análisis de Dosis de exposición Conductor.....	62
Gráfico 5 Análisis de nivel equivalente de presión sonora GEH.....	64
Gráfico 6 Análisis de Dosis de exposición GEH .....	65
Gráfico 7 Análisis de aceleración ponderadas Mecánico Industrial. ....	72
Gráfico 8 Análisis de dosis de exposición Mecánico Industrial .....	73
Gráfico 9 Análisis de aceleración ponderada Conductor .....	78
Gráfico 10 Análisis de dosis de exposición Conductor .....	79
Gráfico 11 Diagnóstico de salud Puesto de trabajo: Analista de mantenimiento .	80
Gráfico 12 Diagnóstico de salud Puesto: Eléctrico.....	81
Gráfico 13 Diagnóstico de salud Puesto: Mecánico .....	82
Gráfico 14 Diagnóstico de salud Puesto: Operador .....	83
Gráfico 15 Diagnóstico de salud Puesto: Conductor .....	84
Gráfico 16 Diagnóstico de salud Puesto: Soldador.....	85
Gráfico 17 Incidencia de enfermedades puesto de trabajo Analista de Mantenimiento .....	86
Gráfico 18 Incidencia de enfermedades puesto de trabajo Eléctrico .....	87
Gráfico 19 Incidencia de enfermedades puesto de trabajo Mecánico.....	88
Gráfico 20 Incidencia de enfermedades puesto de trabajo Operador .....	89
Gráfico 21 Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Conductor.....	90
Gráfico 22 Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Soldador .....	91

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Dosis diaria de ruido .....	32
Ecuación 2. Nivel de presión sonora.....	33
Ecuación 3. Tiempo permisible de exposición a ruido .....	33
Ecuación 4. Aceleración ponderada .....	35
Ecuación 5. Intensidad total de la vibración .....	36
Ecuación 6. Aceleración eficaz ponderada a 8 horas .....	37
Ecuación 7. Nivel equivalente de presión sonora total .....	56
Ecuación 8. Tiempo de exposición permitida ruido.....	56
Ecuación 9. Dosis de exposición permitida de ruido .....	57
Ecuación 10. Aceleración ponderada .....	69
Ecuación 11. Exposición diaria normalizada a 8 horas.....	69
Ecuación 12. Dosis de exposición vibraciones .....	70
Ecuación 13. Aceleración ponderada eje x .....	76
Ecuación 14. Aceleración ponderada eje y .....	76
Ecuación 15. Aceleración ponderada eje z .....	76
Ecuación 16. Aceleración ponderada eje x .....	76
Ecuación 17. Aceleración ponderada eje y .....	77
Ecuación 18. Aceleración ponderada eje z .....	77
Ecuación 19. Dosis para vibraciones cuerpo entero.....	77
Ecuación 20. Incidencia .....	86
Ecuación 21. Índice de reducción único .....	114



## ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Equipo electrógeno sin insonorización.....	109
Fotografía 2. Equipo electrógeno insonorizado .....	109
Fotografía 3. Colocación de pantallas de atenuación.....	109
Fotografía 4. Funcionamiento de pantallas de atenuación de ruido.....	110
Fotografía 5. Señalización de área de trabajo .....	110
Fotografía 6. Señalización de equipos electrógenos .....	110
Fotografía 7. Utilización de EPP.....	114
Fotografía 8. Utilización de protección auditiva.....	114

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

### **DIRECCIÓN DE POSGRADO**

#### **MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL**

**Tema:** “RUIDO Y VIBRACIONES EN EL AMBIENTE LABORAL Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS”

**Autor:** Ing. Mayra Alexandra Peña Altamirano.

**Director:** Ing. Marco Antonio Zaldumbide Verdezoto Dr.

**Fecha:** 16 de julio del 2018

### **RESUMEN EJECUTIVO**

La presente investigación se basa en conocer el estado de salud de los trabajadores que laboran en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos en todo su concepto, es decir a todos los involucrados directa o indirectamente, directamente el operador e indirectamente el personal de apoyo como lo son el soldador, eléctrico, mecánico, analista de mantenimiento y conductor, debido a que en los últimos años se han presentado casos de enfermedades, las mismas que aún no existe certeza que se hayan desarrollado por exposición a factores de riesgo en las labores cotidianas realizadas por los trabajadores.

Debido a estos antecedentes nace la preocupación de estudiar los factores de riesgos: ruido y vibraciones, que prevalecen en las actividades de la empresa; para ello se requiere evaluar cada uno de los puestos de trabajo expuestos como: analista de mantenimiento, mecánico, eléctrico, conductor y soldador.

Además de realizar mediciones de ruido y vibraciones para compararlos con los límites permisibles es necesario evaluar los datos de morbilidad del Departamento Médico, logrando así definir y analizar los resultados obtenidos. Entre las principales enfermedades detectadas se tienen las de tipo auditivo como: hipoacusia bilateral, hipoacusia lateral oído izquierdo y oído derecho y tinnitus; además enfermedades de trastornos músculo-esqueléticos como: alteraciones de columna vertebral y alteraciones en articulaciones.

De los resultados obtenidos de la investigación se determinará si la exposición es la causante de algún tipo de trastorno, y de ser así, se propondrán medidas de atenuación y para el personal que no tenga ningún problema se dispondrán medidas de prevención, con el fin de precautelar su salud, evitando así la incidencia de enfermedades ocupacionales, con exposición crónica a alguno de los factores de riesgo analizados en el presente trabajo.

La propuesta de base en controles de ingeniería y controles administrativos que permitan desarrollar una gestión adecuada de seguridad y salud ocupacional en bienestar del personal que labora en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.

**Descriptores:** Equipos electrógenos, factor de riesgos ruido, factor de riesgo vibraciones, exposición, enfermedades de tipo auditivo, trastornos músculo-esqueléticos, límites permisibles, hipoacusia, salud ocupacional y enfermedades ocupacionales.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTAL**

**Theme:** “NOISE AND VIBRATIONS IN THE LABOR ENVIRONMENT AND ITS INCIDENCE IN THE HEALTH OF WORKERS DURING THE OPERATION AND MAINTENANCE OF GENERATING GROUPS”

**Author:** Ing. Mayra Alexandra Peña Altamirano.

**Directed by:** Ing. Marco Antonio Zaldumbide Verdezoto Dr.

**Date:** 16 de julio del 2018

**EXECUTIVE SUMMARY**

The present investigation is based on knowing the state of health of the workers who work in the operation and maintenance of generators in all its concept, that is to all those directly or indirectly involved, directly the operator and indirectly the support personnel as they are the welder, electrician, mechanic, maintenance analyst and driver, because in recent years there have been cases of diseases, the same ones that still do not exist certainty that have developed due to exposure to risk factors in the daily tasks carried out for the workers.

Due to this background, there is a concern to study the risk factors: noise and vibrations, which prevail in the activities of the company; For this, it is necessary to evaluate each of the exposed jobs as: maintenance, mechanical, electrical, driver and welder analyst.

In addition to making noise and vibration measurements to compare them with the permissible limits, it is necessary to evaluate the morbidity data of the Medical Department, thus being able to define and analyze the results obtained. Among the main diseases detected are those of the auditory type such as: bilateral hearing loss, lateral hearing loss in the left and right ears and tinnitus; also diseases of musculoskeletal disorders such as: alterations of the spine and alterations in joints.

The results obtained from the investigation will determine if the exposure is the cause of some type of disorder, and if so, mitigation measures will be proposed and for the personnel that do not have any problem, preventive measures will be arranged, in order to protect your health, thus avoiding the incidence of occupational diseases, with chronic exposure to any of the risk factors analyzed in this work.

The basic proposal in engineering controls and administrative controls that allow to develop an adequate management of occupational health and safety in the well-being of the personnel that works in the operation and maintenance of generators.

**Descriptors:** Generating equipment, risk factor noise, risk factor vibrations, exposure, diseases of the auditory type, musculoskeletal disorders, permissible limits, hearing loss, occupational health and occupational diseases.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación tiene por tema: “Ruido y vibraciones en el ambiente laboral y su incidencia en la salud de los trabajadores durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos”. La importancia de este estudio radica en evaluar los factores de riesgo ruido y vibraciones para determinar la relación existente entre los casos de enfermedades detectadas y la exposición de los trabajadores.

La investigación se estructura por capítulos: Capítulo I designado como “EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN”, el mismo que contiene la contextualización desde un punto de vista maso, meso y micro del tema a desarrollarse. También se realiza el árbol de problemas donde se determina las causas y efectos del problema central de la investigación, que es la base para efectuar el análisis crítico, prognosis, delimitación, establecer las interrogantes para posterior planteamiento de objetivos.

En el Capítulo II denominado “MARCO TEÓRICO”, se detallan los antecedentes de la investigación, el marco legal aplicable al proyecto, la elaboración de las inclusiones conceptuales, constelaciones de ideas para las variables dependientes e independientes y se plantea la hipótesis respectiva.

El Capítulo III “METODOLOGÍA”, contiene el enfoque, modalidad y tipo de investigación. Adicional se determina la población y muestra que formara parte del estudio, estableciendo así indicadores, ítems básicos, técnicas e instrumentos para la operacionalización de las variables. También se estructura la metodología de recolección de información, procesamiento de datos y posterior análisis.

En el Capítulo IV, señalado como “ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS”, es donde se da a conocer las tablas y gráficos de los resultados obtenidos de las mediciones de ruido y vibraciones, así mismo se tabulan y grafican

los datos de las enfermedades que afecta al personal por puesto de trabajo. Cada uno de los resultados obtenidos se someten a un método estadístico para comprobar la hipótesis de la investigación desarrollada.

En el Capítulo V se desarrollan las “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES” para cada uno de los objetivos planteados en el trabajo de investigación.

El Capítulo VI denominado “LA PROPUESTA” se detalla las posibles soluciones del problema planteado.

Por último se desarrollan la bibliografía y anexos que complementan el proyecto realizado.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Tema de Investigación**

Ruido y vibraciones en el ambiente laboral y su incidencia en la salud de los trabajadores durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.

#### **1.2. Planteamiento del Problema**

##### **1.2.1. Contextualización**

###### **Macro**

El ruido industrial se origina por el funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas existentes en el lugar donde se desarrollan actividades de este tipo. El ruido industrial depende de una serie de factores: aumento del nivel de industrialización, la concentración de la actividad industrial en espacios donde existen asentamientos poblados y el aumento de la potencia de las máquinas para mejorar los procesos productivos.

El ruido laboral constituye un problema que se va enfatizando día a día en la mayoría de empresas donde este factor de riesgo es considerado uno de los principales a ser identificado, evaluado, medido y controlado; debido a que puede producir alteraciones físicas y psíquicas al personal que se encuentra expuesto.



Entre las principales alteraciones físicas que puede provocar una alta exposición a ruido es la hipoacusia, razón por la cual es primordial implementar medidas preventivas que eviten que el personal expuesto adquiera una enfermedad profesional.

El ruido se asocia con la concentración de actividades industriales convirtiéndose en un problema crónico que afecta a la población expuesta al mismo, disminuyendo su calidad con afectaciones a la salud.

Según Robledo (2014) indica: Las vibraciones son transmitidas al trabajador a través de zonas de contacto con el objeto vibrante, puede transmitirse como vibraciones mano brazo o vibraciones de cuerpo completo, dependiendo del tiempo de exposición, amplitud y frecuencia de la onda puede causar daños a la salud de manera especial trastornos musculoesqueléticos.

## **Meso**

Según datos estadísticos del IESS – Dirección de Riesgos del Trabajo, en el año 2017 se reportaron 859 enfermedades profesionales en general de las cuales 140 ya han sido calificadas y el restante se encuentra en trámite. Con respecto al año 2016 se tuvo un reporte de 611 enfermedades profesionales en general.

Estas cifras nos demuestran que el reporte de enfermedades profesionales está en aumento, como consecuencia de diversos factores de riesgos no controlados de manera eficiente, produciendo daños en la salud del trabajador.

Los daños a la salud desencadenan consecuencias graves para el trabajador: pérdida de empleo, depresión, estrés, etc.

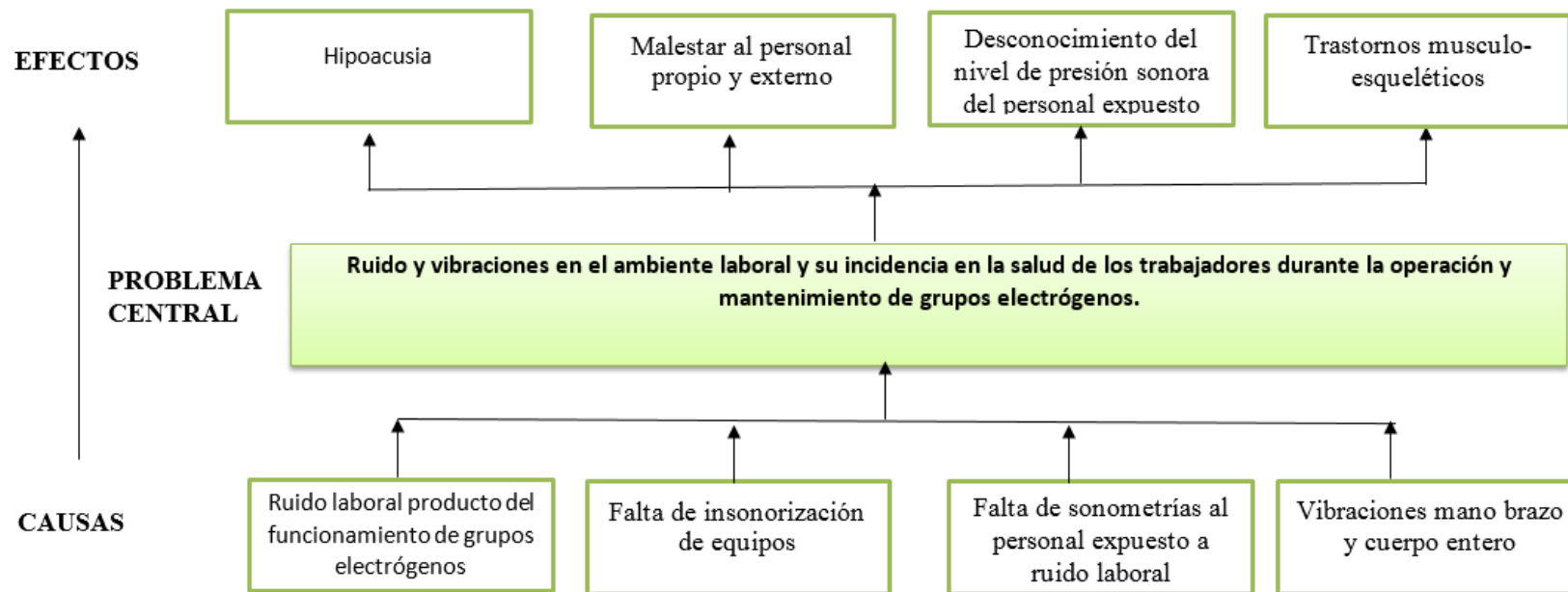
## **Micro**

En la Compañía que presta el servicio de grupos electrógenos, el nivel de riesgos físicos asociados a las labores de operación se encuentran en un nivel considerado como importante, razón por la cual se constituye una prioridad realizar las mediciones respectivas para determinar el grado de afectación que están produciendo a los trabajadores.

El ruido constituye uno de los principales riesgos asociados a las actividades de generación eléctrica, funcionan en línea de 1 a 5 generadores con una potencia desde 500 kW a 1800 kW, esto ocasiona un ruido considerable sin embargo hasta el momento no se ha establecido el nivel de presión sonora al cual el trabajador se encuentra expuesto.

Existen puestos de trabajo que además de exposición a ruido presentan una exposición frecuente a vibraciones por la utilización de maquinaria pesada que se requiere para el movimiento de generadores.

## Árbol de Problemas



*Ilustración 1 Relación Causa-Efecto*

Elaborado por: Investigador

### **1.2.2. Análisis crítico**

Debido a la industrialización que cada día va en aumento en las diferentes áreas productivas, existen cada vez mayor demanda de energía eléctrica por lo que las empresas que prestan este servicio ofertan grupos electrógenos de mayor potencia que al operar en instalaciones y facilidades petroleras constituyen uno de los principales focos emisores de ruido. Al no realizarse un control mediante mediciones de este factor de riesgos se dificulta el obtener datos verídicos que nos permitan establecer una línea base para iniciar controles en caso que se sobrepasen los límites permisibles de acuerdo a la normativa vigente. Debido al sector donde funcionan los equipos electrógenos no es posible contar con infraestructura apropiada para disminuir el ruido y vibración.

Adicional las vibraciones a las que se encuentran expuestas el personal de apoyo de las operaciones de grupos electrógenos, como mecánicos y conductores de maquinaria pesada, requieren ser monitoreadas debido a la posibilidad de afectaciones a la salud.

Los factores de riesgos físico: ruido y vibraciones constituyen riesgos importantes razón por la cual deben ser identificados, evaluados, medidos y controlados de manera efectiva que permitan asegurar el bienestar del trabajador en las labores que desempeña.

### **1.2.3. Prognosis**

La falta de mediciones de ruido y vibraciones en los trabajadores que operan grupos electrógenos, tiene como consecuencia el desconocimiento de la relación entre las enfermedades que presenta el personal de manera continua como hipoacusia y trastornos músculo-esqueléticos. Al obviar el control de estos factores de riesgos mediante monitoreos que están establecidos bajo normativa vigente, se presenta el riesgo de incumplimiento legal y adicional se suma el factor de prevalencia de enfermedades profesionales.

Al monitorear ruido y vibraciones obtenemos información necesaria para lograr comparar los valores resultados con los límites permisibles, logrando establecer un cumplimiento o no cumplimiento, estableciendo la línea base sobre la cual se tomarán las decisiones de control, con el fin de minimizar el impacto en la salud de los trabajadores.

#### **1.2.4. Formulación del problema**

¿Cuál es la incidencia del ruido y vibraciones en la salud de los trabajadores durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos por exposición a ruido y vibraciones en el ambiente laboral?

#### **1.2.5. Interrogantes de la investigación**

¿Cuál es el nivel de riesgo de exposición a ruido y vibraciones en el ambiente laboral de los trabajadores durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos?

¿Cuál es la incidencia del ruido y vibraciones del ámbito laboral en la salud de los trabajadores durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos?

Utilizando los indicadores de morbilidad del departamento médico ¿Se podrá identificar la presencia de enfermedades profesionales provocadas por la exposición a ruido y vibraciones en los trabajadores durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos?

¿Qué medidas preventivas y de control se pueden aplicar para minimizar el factor de riesgo ruido y vibraciones?

#### **1.2.6. Delimitación de la investigación**

**Campo:** Generación eléctrica

**Área:** Sistemas de control

**Aspecto:** Seguridad y prevención de riesgos laborales.

### **Delimitación espacial**

La investigación se realizará en el personal que labora en la operación y mantenimiento de equipos electrógenos.

### **Delimitación temporal**

La investigación tendrá lugar durante el período del último trimestre del 2017 y primer semestre del 2018. Para los datos de morbilidad se han tomado los datos de los años 2016, 2017 y primer trimestre del 2018.

### **Área de observación**

- Analista de Mantenimiento
- Eléctricos
- Mecánicos
- Operadores
- Conductores de maquinaria pesada
- Soldador

## **1.3. Justificación**

La generación de energía es considerada primordial en las actividades de tipo industrial, sin embargo es necesario cumplir con los monitoreos de los factores considerados como importantes una vez evaluados mediante la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos y adicional verificar el nivel de exposición a los factores de riesgo ruido y vibraciones que podrían conllevar la operación de grupos electrógenos, por esta razón, es de **interés** de toda empresa u organización conocer cómo afectan los factores de riesgos a ser estudiados al personal que labora bajo su dependencia.

La investigación se propone, analizar la dosis de exposición a ruido y vibraciones por la operación de grupos electrógenos a diésel que operan la empresa RS ROTH S.A Este estudio toma gran **importancia** desde el punto de vista humano, social y legal; ya que con él se determinarán los fundamentos técnicos para el establecimiento de medidas preventivas y de control, que permitirán cumplir con las disposiciones de la normativa vigente, **beneficiando** así a la empresa y a todas y cada una de las partes interesadas.

La medición y posterior evaluación del ruido ambiental, es totalmente **factible** de realización, porque se cuenta con equipos, que reúnen las características técnicas exigidas lo que hace posible el levantamiento de datos confiables, que garantizan la originalidad y veracidad de los resultados de la investigación.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la incidencia en la salud de los trabajadores durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos por el ruido y vibraciones en el ambiente laboral

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el nivel de riesgo de exposición a ruido y vibraciones en el ámbito laboral de los trabajadores durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.
- Establecer los diagnósticos de salud más frecuentes mediante los registros de morbilidad del área de Salud Ocupacional, que se presentan en los trabajadores durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.
- Identificar la presencia de enfermedades profesionales de los trabajadores involucrados en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos utilizando los registros de morbilidad del departamento médico.

- Establecer las medidas preventivas y de control que se pueden aplicar para minimizar el factor de riesgo ruido y vibraciones durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes investigativos**

Mediante la investigación acerca de la tesis y artículos científicos elaborados sobre riesgos físicos con orientación a ruido y vibraciones, se han identificado los siguientes estudios:

En la tesis doctoral que lleva por título “Ambientes laborales de ruido en el sector minero de la comunidad de Madrid: Clasificación, predicción y soluciones”, realizada en la Universidad Politécnica de Madrid por el Lcdo. Ignacio Pavón García, se concluye lo siguiente:

- Aunque los efectos que produce una continuada exposición al ruido laboral sobre el sistema auditivo son los más conocidos, no por ello son los únicos. En el apartado dedicado a los efectos del ruido sobre la salud se han estudiado las alteraciones otológicas producidas por exposición a ruido, que se manifiestan básicamente en una pérdida y deterioro de la audición, así como la influencia que determinadas sustancias denominadas ototóxicas pueden tener, causando efectos sinérgicos y multiplicadores del daños.
- Los resultados de la campaña de medida mediante técnicas y procedimientos tradicionales han demostrado la existencia de forma general, de nivel diarios de exposición sonora muy elevados donde un 90,2% de los puestos de trabajo

estudiados presentan un  $L_{EX,8 \text{ horas}}$  superior a 80 dBA, un 75,4 % superan los 85 dBA y casi la mitad de la muestra, un 47,5%, supera los 90dBA de nivel diario de exposición sonora.

- En lo que respecta a los niveles de presión sonora de pico con ponderación C, un 75% de los puestos de trabajo supera el 130dBC, un 61% se encuentra por encima del valor de 135 dBC y en un 43% de los casos se supera el nivel de 140dBC.
- Se ha encontrado una elevada tasa de no uso de protección auditiva, donde en un 54% de los casos (66 puestos de trabajo) no se utiliza protección auditiva alguna. En 39 de los 66 casos en los que no se utiliza protección auditiva se supera el nivel diario de 85 dBA (59%).
- En cuanto a las posibles soluciones al problema generado por los altos niveles de ruido encontrado en este sitio de explotaciones, es necesario volver a incidir en el concepto de prevención. Existen numerosos puestos de trabajo del sector en los que técnica y económicamente es difícil alcanzar una reducción de niveles hasta situarlos en unos márgenes razonables para la salud, pero como se comentó en párrafos anteriores, resulta paradójica la baja tasa de utilización de protección auditiva. En esta sentido obra especial relevancia la formación y educación de todos los actores implicados, desde los trabajadores, hasta la dirección de las empresas. El objetivo debe ser conseguir la concienciación de toda la población laboral implicada y que el ruido sea percibido como un factor de riesgos para la salud.
- En determinadas actividades los procedimientos de trabajo deben ir adaptándose paulatinamente hasta reducir los niveles de ruido a los que se encuentra expuesto el trabajador. Existen determinados puestos en donde los métodos empleados generan niveles de ruido difícilmente justificables.

En la tesis doctoral que lleva por título “Diseño y aplicación del programa de conservación auditiva para la prevención de alteraciones de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a ruido de los departamentos de equipos pesado y turbina de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador del Cantón

Shushufindi provincia de Sucumbíos”, realizada en la Universidad Nacional de Chimborazo por el Dr. Stalin Guillermo Amén Chinga, se concluye lo siguiente:

- El plan de conservación auditiva en los departamentos de equipo pesado y turbina, del campo Shushufindi permitió cumplir con las leyes y normativas legales vigentes ya que se evaluó, midió, y controló el factor de riesgo en este caso el ruido, generando niveles de control acorde a la exposición.
- Con la realización de mantenimiento y limpieza preventivo a las máquinas, evitando la propagación del ruido, y el uso obligatorios de los equipo protección personal dentro del programa de conservación auditiva permitió generar un ambiente sano, seguro y productivo
- El uso correcto de los aditamentos de protección auditiva en los trabajadores expuestos al ruido permite reducir los niveles de presión sonora y de esta manera estar dentro de los límites permisibles.

En la tesis que lleva por título “Estudio de la influencia de las vibraciones de baja magnitud sobre las osteopatías en el ser humano”, realizada en la Universidad de Piura por Andrea Lizbeth Borjas Chunga, se concluye lo siguiente:

- Las vibraciones mecánicas pueden tener efectos en los sistemas fisiológicos, cada uno de manera independiente, y dependerá de la frecuencia, intensidad y tiempo de exposición, desde un mareo, pérdida de estabilidad, calambres u hormigueos, trastornos vasculares, hasta enfermedades de tipo ocupacional en las manos, en los huesos y articulaciones, por lo que es importante la medición de vibración y el aislamiento y/o disminución de los niveles de vibración de tipo ocupacional.

En el proyecto que lleva por título “Estudio de la exposición a Vibraciones mano-brazo en el trabajo con máquinas herramienta portátiles”, realizada en la Universidad de Oviedo y el Instituto Asturiano de prevención de riesgos laborales por José Santurio Díaz, Jairo Rodríguez Carballido y Efrén Argüelles Bayón; se concluye lo siguiente:

- Se ha detectado que el nivel vibracional característico del 62,1 % de las máquinas muestreadas supera el límite de exposición, el 18,6 % tienen un nivel de vibración entre el límite de acción y el de exposición y tan solo el 19,2 % se quedan por debajo del nivel de acción.

No obstante, la utilización esporádica, por periodos cortos de tiempo y con intervalos distanciados, que suele ser habitual en el uso de estos equipos, pueden hacer que el nivel de exposición equivalente diario para 8 horas resultante del cálculo para evaluar el riesgo en un puesto de trabajo concreto, en buena parte de los casos se encuentre finalmente por debajo de los límites de riesgo.

- Se han encontrado casos de máquinas pertenecientes a un mismo tipo o grupo, que han presentado un comportamiento vibracional diferente debido a factores propios de estas y de la actividad en que eran empleadas. En algún caso, también en idénticos modelos de máquinas han resultado medidas diferentes. De la muestra total, 10 tipos de máquinas tienen un valor de vibración típico inferior a  $2,5 \text{ m/s}^2$ ; 11 tipos, valores comprendidos entre  $2,5 \text{ m/s}^2$  y  $5 \text{ m/s}^2$  y 26 tipos superan el valor límite de  $5 \text{ m/s}^2$ .

## **2.2. Fundamentación filosófica**

La presente investigación se fundamenta en el paradigma crítico – propositivo, siendo crítica por su enfoque en el análisis de un fenómeno vinculado a un grupo de estudio relacionado a una empresa, lo que le da un carácter social, desvinculándola de los métodos convencionales de investigación y se vuelve propositiva porque se buscan alternativas de solución al problema planteado.

## **2.3. Fundamentación legal**

La investigación se sustentará en una estructura legal contemplada en:

**Constitución de la República del Ecuador**

**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, Núm. 5.-** Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

### **Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decisión 584)**

**Art. 1, Lit. h).-** Condiciones y medio ambiente de trabajo: Aquellos elementos, agentes o factores que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. Quedan específicamente incluidos en esta definición:

- i. Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el lugar de trabajo;
- ii. La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo, y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia;
- iii. Los procedimientos para la utilización de los agentes citados en el apartado anterior, que influyan en la generación de riesgos para los trabajadores; y,
- iv. La organización y ordenamiento de las labores, incluidos los factores ergonómicos y psicosociales.

**Art. 2.-** Las normas previstas en el presente Instrumento tienen por objeto promover y regular las acciones que se deben desarrollar en los centros de trabajo de los Países Miembros para disminuir o eliminar los daños a la salud del trabajador, mediante la aplicación de medidas de control y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.

**Art. 7.** Con el fin de armonizar los principios contenidos en sus legislaciones nacionales, los Países Miembros de la Comunidad Andina adoptarán las medidas legislativas y reglamentarias necesarias, teniendo como base los principios de eficacia, coordinación y participación de los actores involucrados, para que sus respectivas legislaciones sobre seguridad y salud en el trabajo contengan disposiciones que regulen, por lo menos, los aspectos que se enuncian a continuación:

- a) Niveles mínimos de seguridad y salud que deben reunir las condiciones de trabajo;
- b) Restricción de operaciones y procesos, así como de utilización de sustancias y otros elementos en los centros de trabajo que entrañen exposiciones a agentes o factores de riesgo debidamente comprobados y que resulten nocivos para la salud de los trabajadores. Estas restricciones, que se decidirán a nivel nacional, deberán incluir el establecimiento de requisitos especiales para su autorización;
- c) Prohibición de operaciones y procesos, así como la de utilización de sustancias y otros elementos en los lugares de trabajo que resulten nocivos para la salud de los trabajadores;
- d) Condiciones de trabajo o medidas preventivas específicas en trabajos especialmente peligrosos;
- e) Establecimiento de normas o procedimientos de evaluación de los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores,

**Art. 18.-** Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar.

Los derechos de consulta, participación, formación, vigilancia y control de la salud en materia de prevención, forman parte del derecho de los trabajadores a una adecuada protección en materia de seguridad y salud en el trabajo.

## **Código de Trabajo**

**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. 42. Núm. 2.-** Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelan el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad.

### **Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (Resolución No. C.D. 513)**

**Artículo 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 (Comité de Valuación de Incapacidades y de Responsabilidad Patronal) 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 (Seguro General de Riesgos del Trabajo).

**Artículo 7.-** Criterios de diagnóstico para calificar Enfermedades Profesionales u Ocupacionales.- Para efectos de la concesión de las prestaciones del Seguro General de Riesgos del Trabajo, se consideran enfermedades profesionales u ocupacionales las que cumplan con los siguientes criterios:

**a) Criterio clínico:** Presencia de signos y síntomas que tiene el afiliado relacionados con la posible Enfermedad Profesional en estudio.

**b) Criterio ocupacional:** Es el estudio de la exposición laboral para determinar la relación causa- efecto y el nivel de riesgo de las actividades realizadas por el Afiliado, la cual se incluirá en el análisis de puesto de trabajo realizado por el profesional técnico en Seguridad y Salud en el Trabajo del Seguro General Riesgos del Trabajo a requerimiento del médico ocupacional de este Seguro a partir de un diagnóstico.

**c) Criterio higiénico-epidemiológico:** El criterio higiénico se establece acorde a los resultados obtenidos de los métodos técnicos utilizados para la evaluación del factor de riesgo aparente, causante de la enfermedad. Para documentar la exposición se podrán utilizar resultados basados en estudios o mediciones previas. El criterio epidemiológico determinará la presencia de casos similares en la Empresa, puesto de trabajo o exposiciones al factor de riesgo motivo de estudio (morbilidad por puesto de trabajo) o si es el primer caso en la Empresa se corroborará mediante estudios epidemiológicos científicamente sustentados que describan la existencia de una relación causa-efecto.

**d) Criterio de Laboratorio:** Incluyen los exámenes complementarios: laboratorio clínico, toxicológico, anatomo-patológico, imagenológico, neurofisiológico entre otros, que determinen la presencia y severidad de la enfermedad en estudio.

**e) Criterio Médico-Legal:** Se fundamenta en la normativa legal vigente que corrobore que la Enfermedad en estudio se trata de una Enfermedad Profesional.

**Artículo 8.-** Criterios de exclusión.- No se consideran enfermedades profesionales u ocupacionales aquellas que se originan por las siguientes causas:

- a) Ausencia de exposición laboral al factor de riesgo.
- b) Enfermedades genéticas y congénitas.



- c) Enfermedades degenerativas.
- d) Presencia determinante de exposición extra laboral.

**Artículo 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. Se considerarán enfermedades profesionales u ocupacionales las publicadas en la lista de la Organización Internacional del Trabajo, OIT y que constan en el Primer Anexo de la presente Resolución, así como las establecidas en la normativa nacional; o las señaladas en instrumentos técnicos y legales de organismos internacionales, de los cuales el Ecuador sea parte.

**Artículo 10.-** Relación Causa-Efecto.- Los factores de riesgo nombrados en el artículo anterior, se considerarán en todos los trabajos en los que exista exposición al riesgo específico, debiendo comprobarse la presencia y acción del factor respectivo. En todo caso, será necesario probar la relación causa-efecto.

**Primer Anexo.**

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
    - 1.2.2 Enfermedades causadas por vibraciones (trastornos de músculos, tendones, huesos, articulaciones, vasos sanguíneos periféricos o nervios periféricos)

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

**Art. 5.- DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL.-**

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, por intermedio de las dependencias de Riesgos del Trabajo, tendrá las siguientes funciones generales:

2. Vigilar el mejoramiento del medio ambiente laboral y de la legislación relativa a prevención de riesgos profesionales, utilizando los medios necesarios y siguiendo las directrices que imparta el Comité Interinstitucional.
3. Realizar estudios e investigaciones sobre prevención de riesgos y mejoramiento del medio ambiente laboral.

**Art. 11.- OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES.-** Son obligaciones

generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.

**Art. 53. CONDICIONES GENERALES AMBIENTALES:  
VENTILACIÓN, TEMPERATURA Y HUMEDAD.**

4. En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.

## **Art. 55. RUIDOS Y VIBRACIONES.**

1. La prevención de riesgos por ruidos y vibraciones se efectuará aplicando la metodología expresada en el apartado 4 del artículo 53.
2. El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos o vibraciones se efectuará con las técnicas que permitan lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico, aislamiento de la estructura o empleo de soportes antivibratorios.
3. Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y serán objeto de un programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos.
4. (Reformado por el Art. 31 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se prohíbe instalar máquinas o aparatos que produzcan ruidos o vibraciones, adosados a paredes o columnas excluyéndose los dispositivos de alarma o señales acústicas.
5. (Reformado por el Art. 32 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Los conductos con circulación forzada de gases, líquidos o sólidos en suspensión, especialmente cuando estén conectados directamente a máquinas que tengan partes en movimiento siempre y cuando contribuyan notablemente al incremento de ruido y vibraciones, estarán provistos de dispositivos que impidan la transmisión de las vibraciones que generan aquéllas mediante materiales absorbentes en sus anclajes y en las partes de su recorrido que atraviesen muros o tabiques.
6. (Reformado por el Art. 33 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido.

7. (Reformado por el Art. 34 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medido en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla:

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

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1.

En el caso de exposición intermitente a ruido continuo, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que excedan de 85 dB (A). Para tal efecto la Dosis de Ruido Diaria (D) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe ser mayor de 1:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_n}{T_n}$$

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

T = Tiempo total permitido a ese nivel.

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo.

8. (Agregado inc. 2 por el Art. 30 del D.E. 4217, R.O. R.O. 997, 10-VIII-88) Las máquinas-herramientas que originen vibraciones tales como martillos neumáticos,

apisonadoras, remachadoras, compactadoras y vibradoras o similares, deberán estar provistas de dispositivos amortiguadores y al personal que los utilice se les proveerá de equipo de protección antivibratorio.

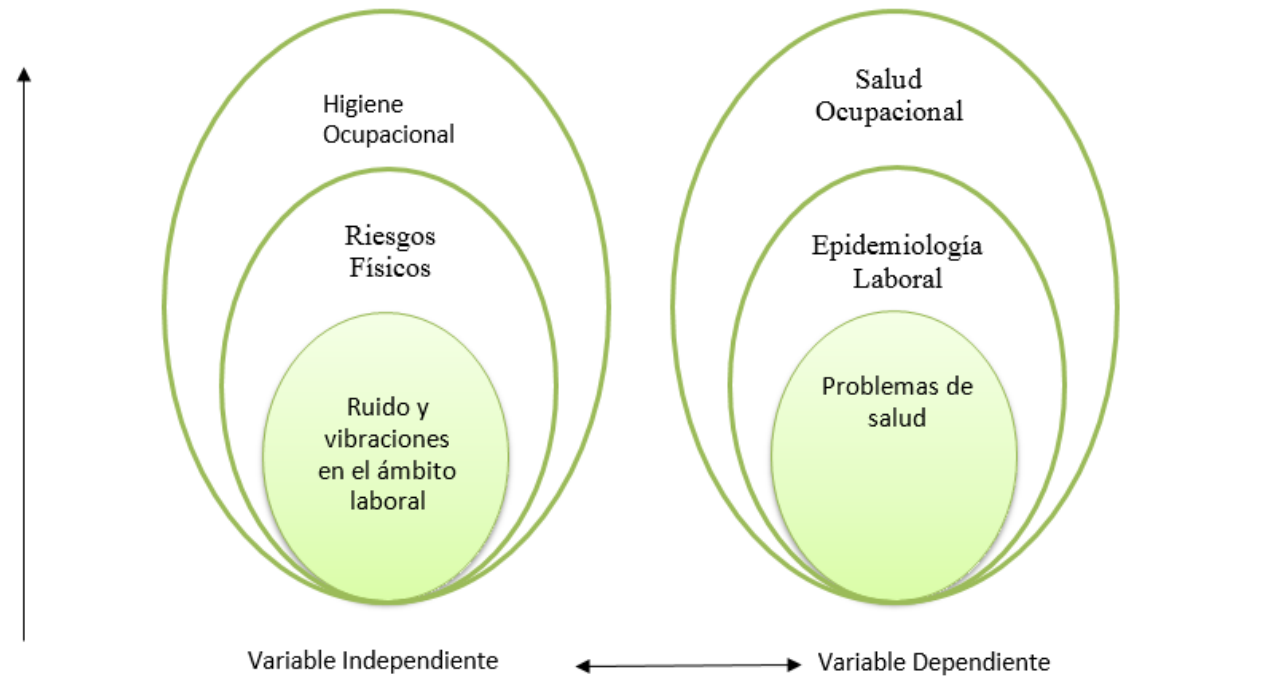
Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométrico.

9. (Reformado por el Art. 35, y agregado inc. 2 por el Art. 30 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Los equipos pesados como tractores, traíllas, excavadoras o análogas que produzcan vibraciones, estarán provistas de asientos con amortiguadores y suficiente apoyo para la espalda.

Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométrico.

## 2.4. Red de categorías fundamentales

### Red de inclusiones conceptuales



*Ilustración 2 Red de inclusiones conceptuales*

Elaborado por: Investigador

### Constelación de ideas de la variable independiente

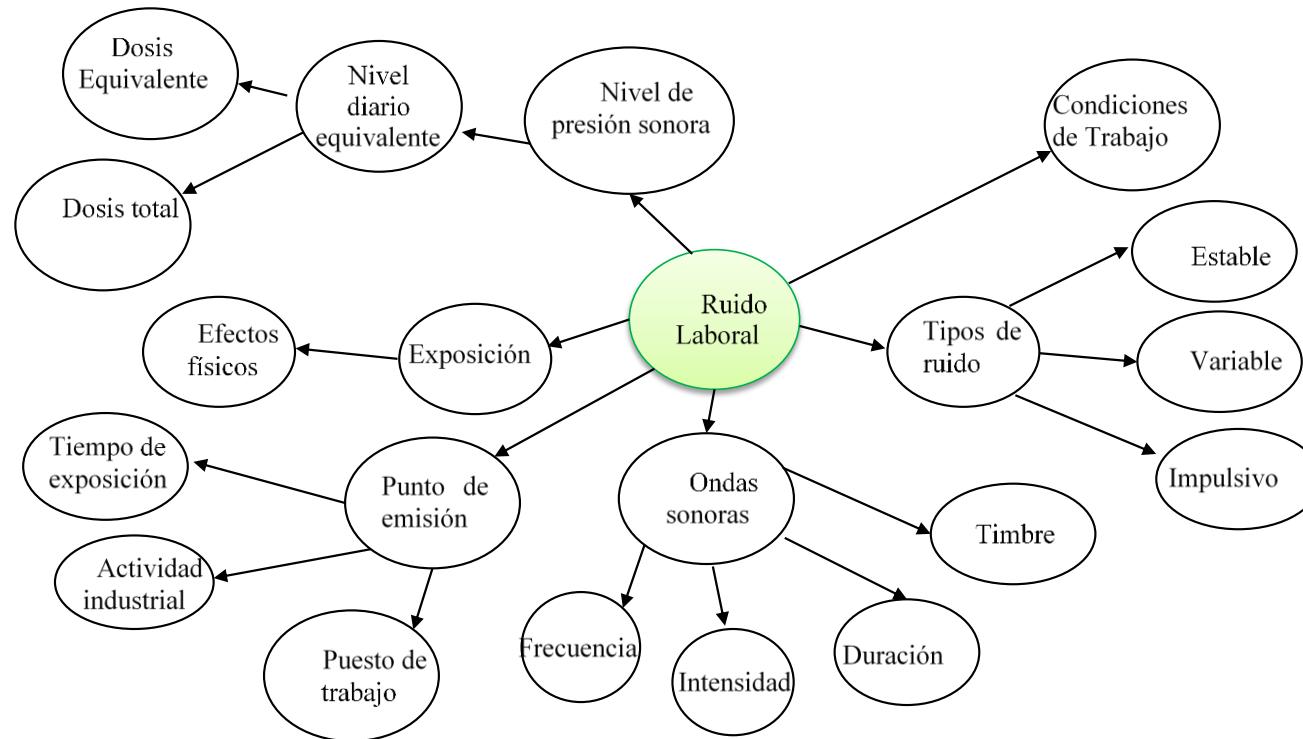
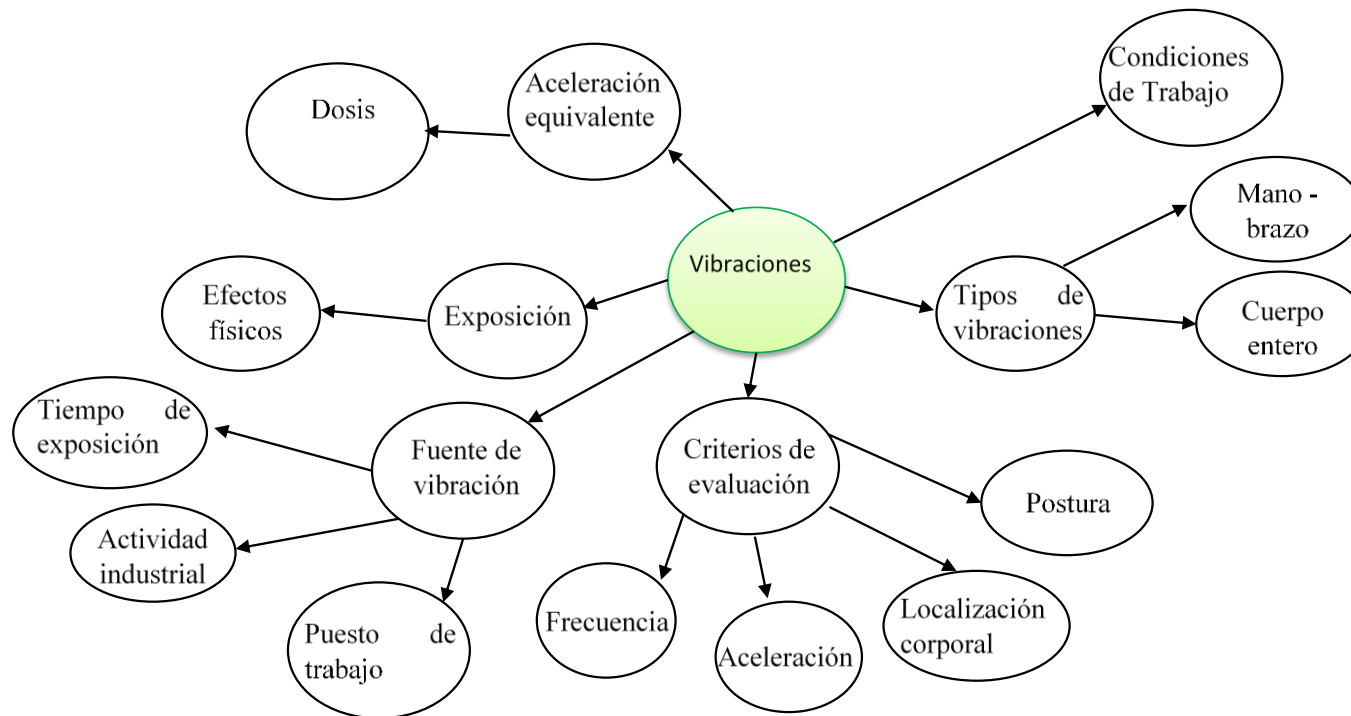


Ilustración 3 Constelación de ideas variable independiente

Elaborado por: Investigador

### Constelación de ideas de la variable independiente

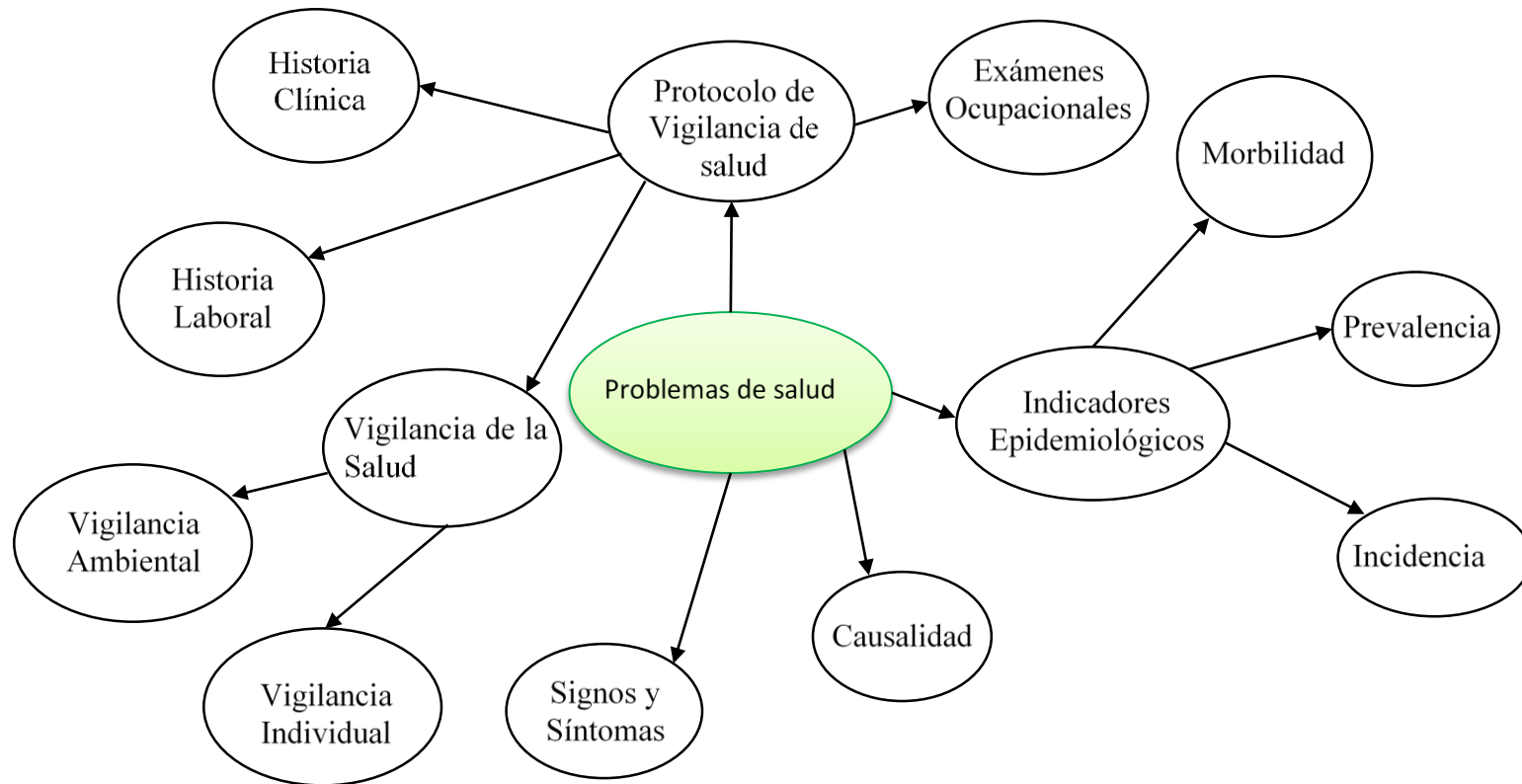


*Ilustración 4 Constelación de Ideas Variable independiente*

Elaborado por: Investigador



### Constelación de ideas de la variable dependiente



*Ilustración 5 Constelación de Ideas Variable independiente*

Elaborado por: Investigador

## 2.5. Marco conceptual de las variables del problema

### 2.5.1. Variable independiente

#### 2.5.1.1. Higiene ocupacional

La American Industrial Hygienist Association (AIHA) tiene una definición clásica de Higiene Ocupacional: “La Higiene Ocupacional es la ciencia dedicada a la identificación, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas en el lugar de trabajo y que pueden ocasionar enfermedades, destruir la salud y/o el bienestar, o crear algún malestar entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad”.

La Higiene Ocupacional tiene como objetivo la prevención de las enfermedades ocupacionales o laborales generadas por factores o agentes físicos, químicos o biológicos que se encuentran en los ambientes de trabajo y que actúan sobre los trabajadores pudiendo afectar su salud y su bienestar. Debe existir un manejo conjunto entre las áreas de ingeniería y salud en el trabajo, encaminado a evitar enfermedades ocupacionales mediante la identificación, evaluación, estudio, la prevención, eliminación o minimización del riesgo generado por los agentes que se encuentran en el ambiente de trabajo. (Prevención laboral RIMAC).

Las ramas básicas de la Higiene Ocupacional son las siguientes:

- **Higiene teórica.** - Estudia los efectos de los contaminantes sobre las personas, estableciendo los Valores Límites Permisibles conocidos también como los TLVs (Threshold Limit Values) de exposición del trabajador sin efectos a su salud.
- **Higiene de campo.** - Realiza los estudios de higiene ocupacional en los puestos de trabajo para establecer el grado de riesgo del trabajador.
- **Higiene analítica.** - Determina los valores de las concentraciones de los contaminantes captadas en las muestras tomadas en el campo en cada puesto de trabajo.

- **Higiene para el control operacional.** – Su objetivo es eliminar, sustituir, controlar o minimizar las situaciones de peligro detectadas, dentro del plan de gestión del riesgo, mediante la implantación de control operacional en tres frentes: ingeniería, controles administrativos y en el trabajador.

#### **2.5.1.2. Riesgos físicos**

Los Riesgos físicos son: “todos aquellos factores ambientales que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos, tales como: ruido, iluminación, radiación ionizante, radiación no ionizante, temperatura elevada y vibración, que actúan sobre los tejidos y órganos del cuerpo del trabajador y que pueden producir efectos nocivos, de acuerdo con la intensidad y tiempo de exposición de los mismos”. (Universidad del Valle, 2005)

Se evalúan mediante equipos que miden cada factor de riesgo, utilizando métodos de muestreo y se define la exposición del trabajador mediante el cálculo de dosis.

#### **2.5.1.3. Ruido.**

El ruido es un sonido indeseable que produce molestia y puede afectar a la salud y bienestar de las personas con trastornos físicos y psíquicos de mayor o menor importancia. (Henaó, 2014)

##### **Parámetros que los caracterizan al ruido**

Los parámetros que definen el ruido son: parámetros ondulatorios que abarcan principalmente: frecuencia, periodo, longitud de onda y amplitud, además presión sonora, intensidad del sonido, potencia sonora, nivel de presión sonora (Unidad decibeles dB) y nivel de ruido equivalente.

Dos parámetros básicos definen el ruido: su frecuencia, entendida como el número de variaciones de presión por segundo y el nivel de presión sonora, que es la amplitud de las fluctuaciones de presión. La unidad física en la que se mide este

último parámetro es el Pascal (Pa) pero se utiliza habitualmente el decibelio (dB) para simplificar el manejo de cifras relacionadas con la capacidad auditiva del oído.

### Clases de ruidos

En la tabla a continuación se tienen los tipos de ruido:

*Tabla 1. Clasificación de ruido*

<b>Clasificación de ruido</b>		
Clasificación de ruido	<b>Ruido constante</b>	Los niveles de presión sonora no presentan oscilaciones y se mantienen constantes a través del tiempo, con fluctuaciones inferiores o iguales a 5 dB (A) durante un periodo de medición de 1 minuto. Ejemplo: motores.
	<b>Ruido intermitente</b>	Tiene como característica aumentos bruscos y repentinos de la intensidad sonora en formas periódicas mayores a 5 dB (A). Ejemplo: accionar de una amoladora.
	<b>Ruido de impacto</b>	Presenta variaciones rápidas de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo entre pico y pico iguales o superiores a 1 segundo. Ejemplo: Uso de martillo.

**Fuente:** OSORIO R. (2015) Ruido Industrial.

### Exposición al factor de riesgo ruido

Según lo indicado por Osorio (2015): La exposición a niveles elevados de ruido puede provocar la pérdida temporal de la capacidad auditiva, un efecto que se conoce con el nombre de fatiga auditiva y que se recupera con el descanso sonoro, cuando no se han producido lesiones del nervio auditivo. Por otra parte, exposiciones de corta duración a ruidos muy intensos, como por ejemplo una súbita explosión, puede ocasionar la rotura del tímpano.

Para el caso de ruidos continuos, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla basada en el Decreto Ejecutivo 2393:

*Tabla 2. Tiempo de exposición de acuerdo a nivel sonoro*

Nivel sonoro /dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
<b>85</b>	8
<b>90</b>	4
<b>95</b>	2
<b>100</b>	1
<b>110</b>	0.25
<b>115</b>	1.25

**Fuente:** Decreto Ejecutivo 2393

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1.

En el caso de exposición intermitente a ruido continuo, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que excedan de 85 dB (A). Para tal efecto la Dosis de Ruido Diaria (D) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe ser mayor de 1.

*Ecuación 1. Dosis diaria de ruido*

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3}$$

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

T = Tiempo total permitido a ese nivel.

Nivel de Presión Sonora (NPS o SPL): Se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática:

*Ecuación 2. Nivel de presión sonora*

$$NPS = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

Donde:

P : valor eficaz de la presión sonora medida.

P<sub>0</sub>: valor eficaz de la presión sonora de referencia, fijado en 2x10<sup>-5</sup> [N/m<sup>2</sup>]

### **Determinación de la Dosis de ruido diaria**

En casos en los que se ha medido el NPSeq para las diferentes tareas o actividades realizadas por el trabajador a lo largo de su jornada efectiva, se deberá calcular la Dosis de Ruido Diaria. Para esto se tendrá que considerar por cada puesto de trabajo lo siguiente:

a) Tiempo efectivo de exposición al NPSeq medido para una determinada tarea o actividad (que no corresponde al tiempo de medición de dicho NPSeq).

b) NPSeq medido para una determinada tarea o actividad

c) Tiempo máximo de exposición permitido para el NPSeq medido. El Tiempo máximo de exposición permitido para cualquier NPSeq medido se obtendrá a partir de la siguiente ecuación:

*Ecuación 3. Tiempo permisible de exposición a ruido*

$$T_{permisible} = \frac{T_{referencial}}{2 \frac{NPS_{Referencial} - NPS_{eqi}}{q}}$$

**Donde:**

$T_{\text{permisible}}$ : Tiempo máximo de exposición permitido para el  $NPS_{\text{eq}}$  medido

$T_{\text{referencial}}$ : Tiempo de referencia (8 horas).

$NPS_{\text{referencial}}$ : Nivel de presión sonora de referencia para 8 horas, con un valor igual a 85 dB(A) lento.

$NPS_{\text{eq}i}$ : Nivel de presión sonora equivalente medido para la tarea  $i$

$q$ : Razón de cambio con valor igual a 3

#### 2.5.1.4. Vibraciones.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, en su nota técnica define como un movimiento oscilatorio continuo que se trasmite al cuerpo de trabajador por medio de elementos que producen vibraciones, lo que a largo plazo es un efecto nocivo en los músculos involucrados en la labor que reciben el movimiento continuo (vibraciones) normalmente brazos, aunque a veces las vibraciones también transmitirse desde el suelo.

*Tabla 3. Tipos de vibraciones*

<b>Tipos de vibraciones</b>	<b>Detalle</b>
<b>Vibraciones del cuerpo completo</b>	Se presentan cuando el cuerpo está apoyado en una superficie vibrante (por ejemplo, cuando la persona está sentada o apoyada sobre una superficie vibrante). Las vibraciones de cuerpo completo se presentan en todas las formas de transporte y cuando se trabaja cerca de maquinaria industrial.
<b>Vibraciones transmitidas a las manos</b>	Entran en el cuerpo a través de las manos. Están causadas por distintos procesos de la industria como: agricultura, minería y construcción, en los que se agarran o empujan herramientas o piezas vibrantes con las manos.

Fuente: INSHT

#### **Exposición al factor de riesgo vibraciones**

Según el Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo de España (INSSBT) indica que:

El criterio de evaluación de las vibraciones se basa en calcular el valor de A(8) (aceleración eficaz ponderada en frecuencia referida a 8 horas) en cada uno de los tres ejes del sistema ortogonal (x, y, z), y compararlo con el valor que da lugar a una acción y el valor límite establecidos.

El cálculo del valor de A(8) se realiza de forma diferente en función de si las vibraciones afectan a todo el cuerpo o al sistema mano-brazo, y también de si se considera una sola operación o varias.

Puesto que el daño producido por la vibración varía en función de la frecuencia, se utiliza un factor de ponderación  $w_i$ , correspondiente a cada una de las bandas de tercio de octava “i” en las que se agrupan las frecuencias. En el caso de las vibraciones de cuerpo entero este factor varía en función del eje a considerar (para el eje z se utilizan factores de ponderación diferentes de los usados para los ejes x, y), mientras que para las vibraciones mano-brazo el factor es siempre el mismo”

La aceleración eficaz ponderada en frecuencia en cada eje se obtiene mediante la expresión:

*Ecuación 4. Aceleración ponderada*

$$a_w = \sqrt{\sum_i (w_i a_i)^2}$$

En donde:

$a_w$ : aceleración eficaz ponderada en frecuencia en cada eje (m/s<sup>2</sup>)

$a_i$ : aceleración eficaz en cada banda de tercio de octava en cada eje (m/s<sup>2</sup>)

$w_i$ : factor de ponderación correspondiente a cada banda de tercio de octava “i”

### **Vibraciones transmitidas a todo el cuerpo**

El Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo considera:

Para este tipo de vibraciones el daño no sólo varía en función de la frecuencia, sino que, para una misma frecuencia, también depende de la dirección, por lo que



se introduce el factor de ponderación  $k_i$ , correspondiente a cada uno de los ejes “i” ( $i = x, y, z$ ) del sistema de referencia. Sus valores son  $k_x = k_y = 1,4$ ;  $k_z = 1$ .

### **Vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo**

El Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo indica que:

Para la evaluación del riesgo se consideran las bandas de tercio de octava cuya frecuencia central esté comprendida entre 6,3 y 1.250 Hz.

En este caso el valor de  $A(8)$  se debe comparar con el valor que da lugar a una acción y con el valor límite, que se han fijado en 2,5 y 5  $m/s^2$ , respectivamente.

La intensidad total de la vibración será:

*Ecuación 5. Intensidad total de la vibración*

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

### **En donde:**

$a_{hv}$ : intensidad total de la vibración

$a_{hwx}$ ,  $a_{hwy}$ ,  $a_{hwz}$ : aceleración eficaz ponderada en frecuencia en el eje x, en los ejes x, y, z, respectivamente ( $m/s^2$ ).

### **Dosis de exposición**

De acuerdo a la Nota Técnica de Prevención 839, para el caso de las vibraciones transmitidas por el sistema mano-brazo, la aceleración eficaz que se utilizará para la determinación de  $A(8)$  es la raíz cuadrada de la suma de cuadrados de los valores eficaces de la aceleración ponderada en frecuencia determinados según los tres ejes de referencia, mientras que en el caso de las vibraciones transmitidas al cuerpo entero, se toma el máximo de los valores  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$ ,  $a_{wz}$ .

El valor de  $A(8)$  que deberemos comparar con el valor que da a una acción y el valor límite se calcula mediante la expresión:

*Ecuación 6. Aceleración eficaz ponderada a 8 horas*

$$A(8) = a_{nv} \sqrt{\frac{T_e}{8}}$$

Donde:

A (8): Aceleración eficaz ponderada a 8 horas.

T<sub>e</sub>: tiempo de exposición.

Para el análisis de los datos recopilados se toma como referencia técnica la norma ISO 2631-1:2008, mediante la cual se puede calcular el valor de la exposición diaria normalizado para un periodo de 8 horas (A8), posteriormente se toma como referencia la NTP 839, la cual establece el límite permisible de exposición.

*Tabla 4. Límites permisibles para exposición a vibraciones*

<b>Tipo de vibración</b>	<b>Valor que da lugar a una acción</b>	<b>Valor límite</b>	<b>Normas</b>
<b>Vibraciones transmitidas al cuerpo entero</b>	0,5 m/s <sup>2</sup>	1,15 m/s <sup>2</sup>	NTP 839
<b>Vibraciones transmitidas a mano brazo</b>	2,5 m/s <sup>2</sup>	5,0 m/s <sup>2</sup>	NTP 839

Fuente: NTP 839

Se pueden tener tres opciones una vez calculada la exposición diaria:

- A(8) es inferior al valor que da lugar a una acción.

**Acciones:** Disponer las medidas para cumplir con lo establecido en cuanto a información, formación, consulta y participación de los trabajadores

- A(8) está comprendido entre el valor de acción y el valor límite.

**Acciones:** Establecer y ejecutar programa medidas preventivas, llevar a cabo vigilancia de la salud, disponer las medidas para cumplir con lo establecido en cuanto a información, formación, consulta y participación de los trabajadores

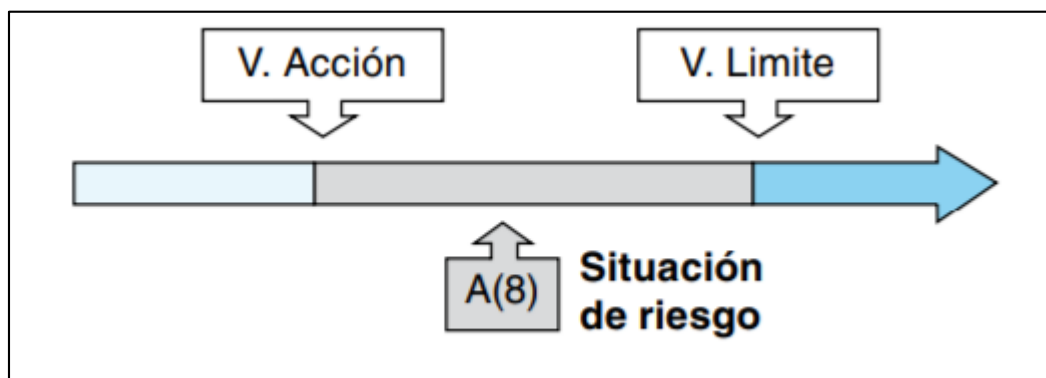
- A(8) es superior al valor límite

Acciones: Adoptar medidas inmediatas para reducir la exposición, vigilancia de la salud, disponer las medidas para cumplir con lo establecido en cuanto a información, formación, consulta y participación de los trabajadores.



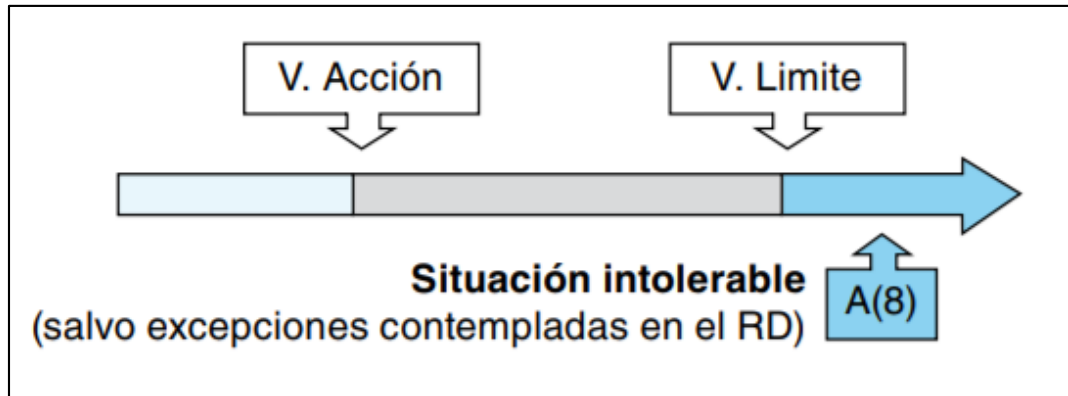
*Ilustración 6 A(8) es inferior al valor que da lugar a una acción.*

**Fuente:** NTP 839



*Ilustración 7 A(8) está comprendido entre el valor de acción y el valor límite*

**Fuente:** NTP 839



*Ilustración 8 A(8) supera el valor límite*

**Fuente:** NTP 839

## **2.5.2. Variable dependiente**

### **2.5.2.1. Salud Ocupacional**

Guillen (2006) afirma que la Salud ocupacional es una ciencia que busca proteger y mejorar la salud física, mental y social de los trabajadores en sus puestos de trabajo, repercutiendo positivamente en la empresa.

La organización Panamericana de la Salud la define como: “Es el conjunto de conocimientos científicos y de técnicas destinadas a promover, proteger y mantener la salud y el bienestar de la población laboral, a través de medidas dirigidas al trabajador, a las condiciones y ambiente de trabajo y a la comunidad, mediante la identificación, evaluación y control de las condiciones y factores que afectan la salud y el fomento de acciones que la favorezcan”.

### **2.5.2.2. Epidemiología laboral**

La Epidemiología Laboral trata de averiguar las causas que producen las alteraciones de la salud y de evaluar los resultados de las medidas aplicadas para su corrección. Es la técnica preventiva que, estudia las enfermedades relacionadas con el trabajo que aparecen en determinados sectores de actividad u ocupaciones, así como sus causas, su transmisión y métodos para combatirlas. (Remón, 2011).

La epidemiología del trabajo se ha definido como el estudio de los efectos de las exposiciones en el lugar de trabajo sobre la frecuencia y distribución de enfermedades y lesiones en la población. (Checkoway 1989).

### **2.5.2.3. Problemas de salud**

Si se conoce que una persona trabajaba en un determinado sector industrial, los resultados de su estudio sólo podrán relacionar los efectos sobre la salud con dicho sector. Si dispone de datos sobre la exposición de los trabajadores según su profesión, sólo podrá extraer directamente conclusiones en lo que se refiere a la profesión. (McMichael, 1994).

#### **Problemas de salud causados por exposición a ruido laboral**

Aunque las causas más comunes de pérdida de audición o hipoacusia son el ruido excesivo y la edad, que en ambos casos dan lugar a la muerte o daño de las células pilosas del oído interno, muchas personas también sufren alteraciones de audición como: Tinnitus, traumas acústicos.

#### **Hipoacusia**

Nos referimos a los problemas auditivos que pueden abarcar desde una dificultad ligera para comprender lo que se escucha, hasta una sordera profunda permanente, es decir hipoacusia de 90 dB HL o mayor como umbral promedio, para las frecuencias comprendidas entre 0.5 y 4 kHz. (Castillo, López; 2001)

La hipoacusia es la disminución de la sensibilidad auditiva. Puede presentarse en forma unilateral, cuando afecta a un solo oído, o ser bilateral cuando ambos oídos lo están. (Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos, 2017).

De acuerdo a la Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos, se presentan diferentes niveles de hipoacusia dependiendo el umbral auditivo:

- Hipoacusia leve: (umbrales entre los 20 y 40 dB mínimo) La persona que la padece puede mantener una conversación frente a frente con una persona o un grupo pequeño en un ambiente tranquilo aunque presenta dificultades para escuchar en reuniones, en ambientes ruidosos y a distancia.
- Hipoacusia moderada: (umbrales entre 40 y 70 dB mínimo) Existen dificultades de audición frente a frente aunque el ambiente sea tranquilo.
- Hipoacusia severa: (umbrales entre 70 y 90 dB mínimo) No percibe la voz, salvo que ésta sea fuerte.
- Hipoacusia profunda: (umbrales que superan los 90 dB mínimo) No percibe la voz aunque esta sea fuerte.
- Anacusia o cofosis: Pérdida total de la audición.

### **Tinnitus**

De acuerdo Instituto Nacional de la Sordera y otros Trastornos de la Comunicación, se define como un timbre o silbido en los oídos. También puede sonar como un rugido, chasquido, siseo o zumbido. Puede ser suave o fuerte, agudo o bajo. Se puede oír en uno o ambos oídos. (Instituto Nacional de la Sordera y otros de la Comunicación, 2014).

### **Problemas de salud causados por exposición a vibraciones laborales**

El malestar causado por la aceleración de la vibración depende de la frecuencia de vibración, la dirección de la vibración, el punto de contacto con el cuerpo y la duración de la exposición a la vibración. (Griffin Michael, 1992).

Helmut Seidel y Michael J. Griffin en su artículo sobre vibraciones indican los siguientes efectos en la salud por exposición a este factor de riesgo:

Vibraciones de cuerpo completo

Efectos agudos:

- Alteraciones de las funciones fisiológicas y neuromusculares
- Alteraciones cardiovasculares, respiratorias, endocrinas y metabólicas
- Alteraciones sensoriales y del sistema nervioso central

Efectos a largo plazo:

- Molestias lumbares
- Alteraciones del Sistema nervioso, órgano vestibular y audición
- Dolores de cabeza e irritabilidad.
- Alteraciones neurovasculares
- Hipertensión

Vibraciones mano brazo

- Trastornos vasculares
- Trastornos neurológicos periféricos
- Trastornos de los huesos y articulaciones
- Trastornos musculares

Efectos agudos:

- Trastornos esqueléticos
- Problemas neurológicos
- Trastornos musculares y vasculares
- Pérdida de audición
- Dolor de cabeza e irritabilidad
- Perturbación del sueño

## **2.6. Hipótesis**

El ruido y la vibración en el ámbito laboral inciden en los problemas de salud de los trabajadores involucrados en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.

## **2.6. Señalamiento de variables**

### **2.6.1. Variable independiente**

Ruido y vibración en el ámbito laboral

### **2.6.2. Variable dependiente**

Problemas de salud



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Enfoque**

La presente investigación tiene dos enfoques, el primero cuantitativo por la realización de mediciones ocupacionales de ruido y vibraciones, con el fin de evaluar los factores de riesgo, mediante la utilización de equipos de medición y basados en normas nacionales e internacionales para su aplicación. También se recolectará la información de los índices de morbilidad del departamento médico determinar cuáles son los problemas de salud que prevalecen en personal y que son causados por la exposición a los factores de riesgos detallados.

El segundo enfoque es cualitativo, porque se realizará un análisis de puesto de trabajo para establecer la relación del puesto trabajo con posibles problemas de salud.

#### **3.2. Modalidad básica de la investigación**

##### **Bibliográfica – documental**

El presente trabajo es de carácter bibliográfico – documental porque sustenta su marco teórico en la información obtenida de libros especializados, publicaciones científicas, normativas y notas de divulgación técnica.

##### **De campo**

El estudio es de campo ya que de esta manera se tomará y recolectará datos, además se realizan mediciones y análisis de puestos de trabajo in situ, con el fin de recabar los datos necesarios para establecer la incidencia de las variables de investigación.

### 3.3. Nivel o tipo de investigación

#### **Exploratorio**

La tesis toma un nivel exploratorio porque existe un problema de investigación que se ha identificado, del cual no se han realizado estudios técnicos previos que determinen el nivel de incidencia de los factores de riesgo ruido y vibración con problemas de salud en el personal que opera grupos electrógenos.

#### **Descriptivo**

La investigación es de tipo descriptivo porque se establecen las condiciones de trabajo de un grupo humano, en torno a la exposición continua de los factores de riesgo: ruido y vibración.

#### **Correlacional**

El estudio busca establecer el nivel de asociación entre la incidencia del ruido y vibraciones en el diagnóstico de problemas de salud de una población en estudio, es decir, se evalúa el grado de relación existente entre dos variables, dando a la investigación un carácter correlacional.

### 3.4 Población y muestra

La investigación implica a todos los trabajadores que se encuentran expuestos a los factores de riesgo: ruido y vibraciones durante la operación y mantenimiento de grupos electrógenos, en una jornada de 20 días trabajados por mes con 12 horas laborables al día.

En la tabla a continuación se presentan los puestos de trabajo de la población y personal considerada para la investigación:

*Tabla 5. Población y muestra por ocupación*

<b>Ítem</b>	<b>Puestos de trabajo</b>	<b>Frecuencia</b>
-------------	---------------------------	-------------------

<b>1</b>	Analista de mantenimiento	5
<b>2</b>	Eléctricos	8
<b>3</b>	Mecánicos	16
<b>4</b>	Operadores	6
<b>5</b>	Conductores de maquinaria pesada	6
<b>6</b>	Soldador	4
<b>Total</b>	6 puestos de trabajo	45 personas

Fuente: Compañía R.S. ROTH S.A.

Acorde a los siguientes condicionantes: Objeto de la medición, complejidad de las condiciones de trabajo, el número de trabajadores expuestos, la duración de la exposición a lo largo de la jornada de trabajo, se define que la estrategia medición a utilizarse acorde a la norma: UNE ISO 9612, es la basada en el puesto de trabajo o denominada por función. La medición se realiza sobre trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo, difícilmente subdivisibles y, por lo general, en el marco de un Grupo Homogéneo de Trabajadores expuesto (GEH). (Instituto Nacional de Seguridad en el Trabajo).

*Tabla 6. Duración mínima del muestreo en función del número de trabajadores del GEH*

<b>Número de trabajadores del GEH</b> $n_G$	<b>Duración mínima acumulada de la medición a distribuir entre los miembros del GEH</b>
$n_G \leq 5$	5h
$5 < n_G \leq 15$	$5h + (n_G - 5) * 0,5 h$

$15 < n_G \leq 40$	$10h + (n_G - 15) * 0,25 h$
$n_G > 40$	17h ó subdividir el GEH

Fuente: INSHT

### 3.4.1 Criterios de inclusión

En la presente investigación participan los siguientes puestos de trabajo que cumplan con los siguientes criterios:

- Ser trabajadores con una antigüedad mayor a 1 año.

### 3.4.2 Criterios de exclusión

No participan en la presente investigación los siguientes puestos de trabajo:

- No cumplir con la antigüedad mínima requerida
- No pertenecer a los puestos de trabajos definidos

### 3.4.3 Criterios de eliminación

En el desarrollo de la investigación no se realizará la medición de las personas que presentan las siguientes características:

Trabajar en otras empresas expuesto a los mismos riesgos en medición.

### 3.4.4 Consideraciones éticas

La investigación se ha realizado con un marco ético y confidencial de la información suministrada con respecto a la Compañía donde se realiza el estudio.

### 3.4.5 Instrumentos a utilizar

Las mediciones se llevaron a cabo utilizando los siguientes equipos de medición:

*Tabla 7. Datos del sonómetro*

Equipo	Error	Sensibilidad		Características
		Min	Max	
<b>Sonómetro integrador portátil clase 1.</b>  (Anexo 1)	± 0.1 dB	0.1 dB	140 dB	Certificado de calibración. Sonómetro integrador portátil capaz de efectuar análisis espectrales y estadísticos Análisis espectrales para bandas de octava de 32Hz a 8kHz Mediciones en ambientes de trabajo.

Fuente: El Autor

*Tabla 8. Datos del vibrómetro*

Equipo	Error	Características
<b>Vibrómetro laboral modelo CESVA VC431</b>  (Anexo 2)	± 0.1	Certificado de calibración. Rango único (sin cambios de escala). Mide simultáneamente todos los parámetros -con la ponderación adecuada Evaluación de la exposición de los trabajadores a las vibraciones: Mano brazo (HA) 2002/44/CE ISO 5349-2 Cuerpo entero (WB) 2002/44/CE ISO 2631-1

Fuente: El Autor

### 3.5 Operacionalización de variables Población y muestra

#### 3.5.1 Variable independiente

Variable: Ruido y Vibraciones

*Tabla 9. Operacionalización de la variable independiente*

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems Básicos</b>	<b>Técnicas e Instrumentos</b>
<p>El ruido es un sonido exterior no deseado o nocivo generado por actividades humanas. Constituye una emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia.</p>	Exposición	<p>Dosis Enfermedades profesionales</p>	<p>¿Está expuesta la población trabajadora involucrada con la operación y mantenimiento de grupos electrógenos a una dosis de ruido y vibraciones mayor a la máxima permitida?</p>	<p>Medición de campo Sonómetro Vibrómetro laboral Sonometrías</p>
<p>Vibración es un movimiento de tipo oscilatorio, producido por la propagación de ondas elásticas a través del medio, se transmiten a través del cuerpo entero o de las manos.</p>	Ambiente laboral	<p>Evaluaciones de puestos de trabajo Condiciones sub estándar</p>	<p>¿Existen condiciones de riesgo para los trabajadores? ¿Cuáles son los límites permisibles de exposición a los factores de riesgo: ruido y vibración?</p>	<p>Observación directa Inspección de puestos de trabajos</p>

Elaborado por: Investigador

### 3.5.2 Variable dependiente

Variable: Problemas de salud

*Tabla 10. Operacionalización de la variable dependiente*

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems Básicos</b>	<b>Técnicas e Instrumentos</b>
<p>Los diferentes problemas de salud como: enfermedades músculo-esqueléticas, hipoacusias, y otras enfermedades de origen laboral; también se pueden evitar y merecen una especial atención, dado que su aparición no se evidencia inmediatamente sino con el paso del tiempo.</p> <p>Por eso hay que realizar revisiones médicas periódicas que identifiquen indicios de enfermedades cuyo origen se encuentra directamente relacionado con la actividad laboral, con el fin de prevenir su aparición.</p>	<p>Morbilidad</p> <p>Ambiente laboral</p>	<p>Registro de índices de morbilidad del departamento médico</p> <p>Diagnóstico de problemas de salud</p>	<p>¿Tienen los trabajadores involucrados en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos problemas de salud relaciones con los factores de riesgo: ruido y vibraciones?</p> <p>¿Existe un número significativo de trabajadores que presentan patologías relacionadas con los factores de riesgo: ruido y vibraciones?</p>	<p>Observación directa Datos estadísticos del departamento médico</p> <p>Cálculo de correlación</p>

Elaborado por: Investigador

### **3.5.3 Variables intervinientes**

- Tiempo de trabajo
- Tiempo de exposición a la tarea
- Área de trabajo
- Antecedentes médicos personales
- Antecedentes laborales anteriores

### **3.6 Recolección de información**

El estudio de campo requiere levantar información de las variables, la variable independiente, a través de la medición de los niveles de ruido y vibraciones (utilizando un sonómetro y vibrómetro laboral) existente en los puestos de trabajo descritos en el tabla N° 9 y tabla N° 10.

Posterior se realizará el análisis de las mediciones ruido y vibraciones de los trabajadores involucrados con la operación y mantenimiento de grupos electrógenos, con el fin de identificar y asociar los factores de riesgo con el diagnóstico de problemas de salud.

Finalmente, la recolección de datos para la variable dependiente se hará mediante los datos de morbilidad del departamento médico, que permita establecer los diagnósticos de problemas de salud más frecuentes que presenta la población en estudio.

### **3.7. Procesamiento y análisis**

El procesamiento y análisis de la información se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Evaluación del riesgo existente por exposición los factores de riesgo: ruido y vibraciones, en los puestos de trabajo determinados para el estudio.



- Identificación por medio monitoreo ocupacionales el número de trabajadores que está laborando con una dosis mayor a la permitida en los factores de riesgo de ruido y vibraciones.
- Determinación de las condiciones de trabajo de los trabajadores involucrados en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.
- Estudio de los antecedentes de morbilidad de los trabajadores, identificando cuales son los diagnósticos de problemas de salud que se asocian con la exposición a los factores de riesgos: ruido y vibración.
- Cálculo de la incidencia de los factores de riesgo: ruido y vibraciones en el diagnóstico de problemas de salud de trabajadores involucrados en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.
- Comparación de los resultados de las mediciones con los antecedentes de morbilidad encontrados, considerando la incidencia de otros factores de riesgo, ajenos al ruido y vibraciones.

Los resultados se exponen el en Anexo 3: Mediciones de Ruido, Anexo 4: Mediciones de vibraciones mano brazo y Anexo 5 mediciones de vibraciones cuerpo entero.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. Análisis e interpretación de resultados de la variable independiente**

El análisis de las variables independientes se basa en el cálculo de la dosis anual obtenida en base a las mediciones realizadas de ruido los días 12 y 13 de noviembre del 2017 y de vibraciones el mes de abril 2018, también se utilizaron los resultados de las dosimetrías de los últimos 3 años. Estos resultados se comparan con los límites de dosis establecidos por la legislación vigente para evaluar el riesgo.

##### **4.1.1. Mediciones de ruido en áreas con riesgo**

La medición se realizó en las instalaciones donde operan los grupos electrógenos, durante la jornada de trabajo al realizar la actividad de mantenimiento preventivo. Se utilizó el sonómetro integrador portátil clase 1 HD2010UC/A (Certificado de calibración el Anexo 1), utilizando la metodología dada en la normativa UNE ISO 9612 Acústica, determinación de la exposición al ruido en el trabajo.

## Puesto de trabajo: Soldador

Tabla 11. Ficha puesto de trabajo Soldador

Medición de ruido en el puesto de trabajo de Soldador		
<b>Proceso</b>	Taller de soldadura	
<b>Subproceso</b>	Soldadura	
<b>Actividad</b>	Soldadura manual	
<b>Tarea</b>	Desbaste	
<b>Fecha</b>	10 de noviembre del 2017	
<b>Descripción del puesto de trabajo:</b> Trabajos de corte de piezas, esmerilado y soldadura para armado de partes del grupo electrógeno.		

**Fuente:** El autor

En el proceso de desarrollo de la investigación uno de los parámetros a ser analizados es la medición de ruido en los puestos de trabajo, para el efecto a estos se los dividió en medición por tareas y medición por grupo de exposición homogéneo, en este sentido el grupo relacionado con soldadura y conducción de maquinaria pesada se lo midió aplicando la estrategia basada en tareas. Conforme a la norma NTP 951 que establece que si las tareas requieren para su desarrollo de más de 5 minutos, el proceso de medición duró al menos 5 minutos, se llevó a cabo 3 mediciones mínimas. Finalmente luego de haber ejecutado un total de 15 mediciones. Los resultados se los expone en la tabla N° 12:

Tabla 12. Matriz de resultados con bandas de octava - Soldador

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB))	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
1	Taller de Soldadura, (Soldador)	Solda eléctrica	Encendido	Oído trabajador	74	94	60	67	71	74	72	69	65	61	54	46	Cumple
2			Soldando	Oído trabajador	78	109	55	64	71	73	69	69	71	73	72	70	Cumple
3			Soldando	Oído trabajador	78	103	75	70	68	71	70	71	73	72	70	75	Cumple
1		Amoladora disco desbaste	Encendido	Oído trabajador	103	127	93	98	106	103	99	97	95	91	91	93	Con Riesgo
2			Desbastando	Oído trabajador	104	120	57	63	64	77	84	96	96	100	100	93	Con Riesgo
3			Desbastando	Oído trabajador	103	127	93	98	106	103	99	97	95	91	91	93	Con Riesgo
1		Amoldar piezas	Normal	Oído trabajador	106	132	65	74	83	83	89	94	99	104	95	84	Con Riesgo
2			Normal	Oído trabajador	104	120	57	63	64	77	84	96	96	100	100	93	Con Riesgo
3			Normal	Oído trabajador	103	127	93	98	106	103	99	97	95	91	91	93	Con Riesgo
1		Amoladora pequeña disco desbaste	Encendido	Oído trabajador	95	110	56	64	74	83	83	85	86	92	90	81	Con Riesgo
2			Desbastando	Oído trabajador	95	110	56	64	74	83	83	85	86	92	90	81	Con Riesgo
3			Desbastando	Oído trabajador	96	115.1	91	100	90	96	95	91	87	83	79	91	Con Riesgo
1		Oxicorte	Cortando	Oído trabajador	81	96	55	58	53	58	63	73	75	76	75	73	Cumple
2			Cortando	Oído trabajador	81	114,5	64	64	57	56	63	70	76	75	72	64	Cumple
3			Cortando	Oído trabajador	79	110.4	69	66	59	56	61	70	75	73	72	69	Cumple

Fuente: El autor

Para el análisis de los resultados y utilizando cada uno de los valores obtenido en cada tarea, el valor del nivel equivalente de presión sonora para cada operación se calcula mediante la aplicación de la ecuación (7) presentada a continuación:

*Ecuación 7. Nivel equivalente de presión sonora total*

$$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right]; \text{ dB (A)}$$

Donde:

$L_{Aeq(T)}$  = Nivel Equivalente de Presión Sonora total

N= número de mediciones tomadas de acuerdo a la estrategia de medición aplicada.

$L_{AeqT,m}$  = Nivel Equivalente de Presión Sonora de cada medición, tomando en cuenta las 3 mediciones para cada tarea.

Una vez obtenido el resultado del Nivel Equivalente de Presión Sonora total y tomando como referencia este valor se procede a calcular el tiempo de exposición permitida mediante la aplicación de la ecuación (8), los resultados se exponen a continuación:

*Ecuación 8. Tiempo de exposición permitida ruido*

$$\text{Tiempo de exposición permitida} = \text{Tiempo}_{\text{referencia}} * 2^{\frac{\text{NPS}_{\text{referencial}} - \text{NPSeq}_{\text{medido}}}{q}}$$

Donde:

$T_{\text{ref}}$ : Tiempo Criterio = 8 horas

$\text{NPS}_{\text{ref}}$ : Nivel Criterio = 85 dB(A)

q: Razón de Cambio = 3

$\text{NPS}_{\text{eq}}$  : NPS continuo equivalente representativo, medido en el puesto de trabajo

Una vez obtenidos los valores de nivel de presión sonora total y tiempo de exposición permitido, es necesario proceder con la evaluación del nivel de

exposición mismo que se catalogara como riesgo tolerable e intolerable, para ello se calcula la dosis permitida mediante la siguiente ecuación (9):

*Ecuación 9. Dosis de exposición permitida de ruido*

$$Dosis: \frac{C_1}{T_1}$$

$C_1 = tiempo_{real}$

$T_1 = tiempo_{permitido}$

Del valor obtenido de la ecuación (9), se compara con los siguientes parámetros para definir el tipo de riesgo:

- Dosis > 1 Riesgo intolerable
- Dosis < 1 Riesgo tolerable

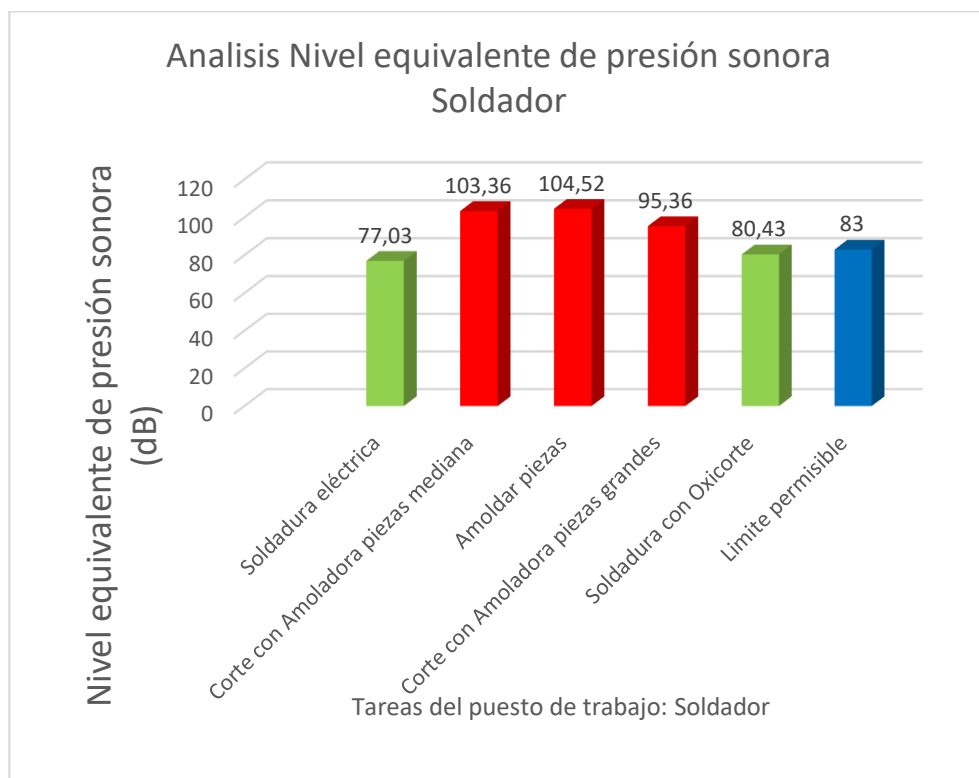
*Tabla 13. Cálculo de dosis*

Tareas	$L_{Aeq}(T)$	Tiempo de exposición permitida TEP (horas)	Tiempo real de exposición TRE (horas)	Dosis Total	Evaluación
Soldadura eléctrica	77,03	24	12	0,50	Dosis tolerable
Corte con Amoladora piezas mediana	103,36	0,12	12	100,00	Dosis intolerable
Amoldar piezas	104,52	0,09	12	133,33	Dosis intolerable
Corte con Amoladora piezas grandes	95,36	0,73	12	16,44	Dosis intolerable
Soldadura con Oxicorte	80,43	23	12	0,52	Dosis tolerable

**Fuente:** El autor

De la tabla N° 13. Se desprenden los resultados del tiempo de exposición permitida para cada tarea, en la tabla en la fila 2 se encuentra los niveles de presión sonora calculados con respecto a las tareas del puesto de trabajo, de donde se

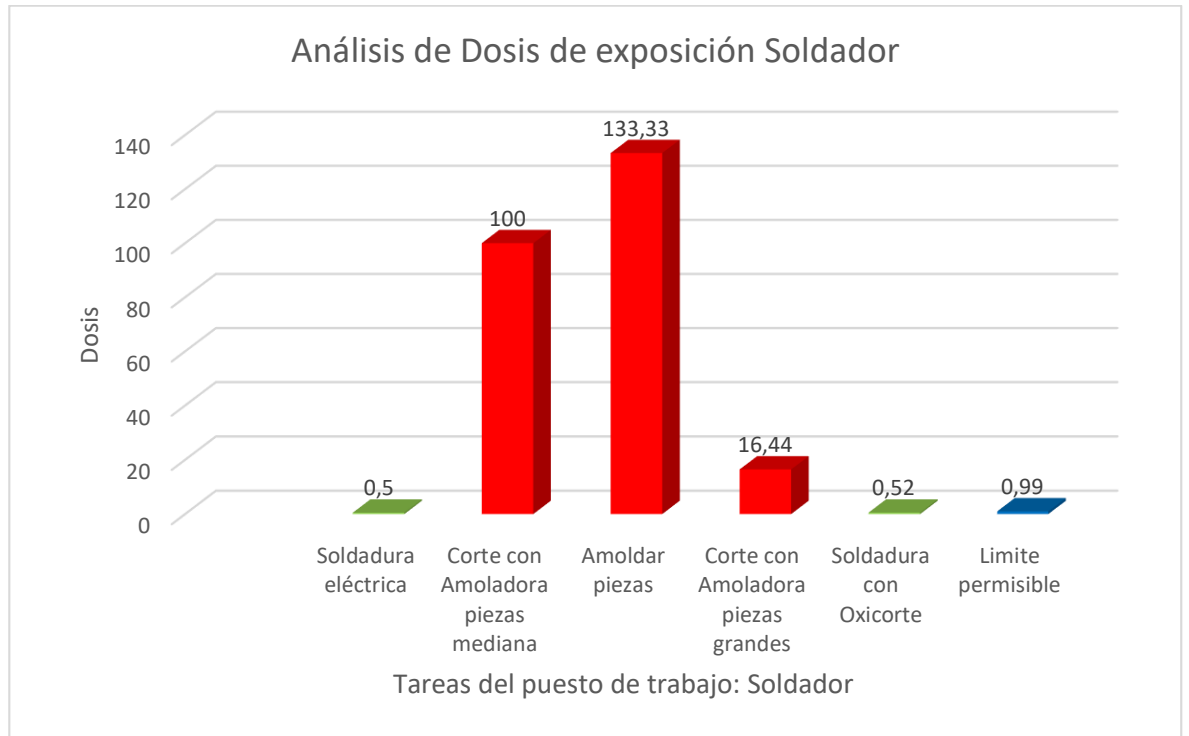
desprende que el tiempo permitido de exposición debe ser menor al que actualmente se mantiene como tiempo de exposición real. En este sentido con respecto a los niveles, tenemos como dosis intolerable es decir con un valor mayor a 1 a las siguientes tareas: corte con amoladora de piezas medianas y grandes y amoldadora de piezas. La tarea de soldadura eléctrica y soldadura con oxicorte presente un valor de dosis 0,50 y 0,52 respectivamente, razón por la cual se considera tolerable, es decir en los rangos permitidos.



*Gráfico 1 Análisis de nivel equivalente de presión sonora Soldador*

**Fuente:** Medicines de ruido Soldador

En el gráfico 1. Se observa el nivel de presión sonora medido para cada una de las tareas del puesto de trabajo de Soldador, las tareas que sobrepasan el límite establecido para 12 horas de trabajo con 83 dB, son: amoldar piezas (104,52), corte de pieza medianas con amoladora (103,36 dB) y corte de pieza grandes con amoladora (95,36dB).



*Gráfico 2 Análisis de dosis de exposición Soldador*


**Fuente:** Medicines de ruido Soldador

El gráfico 2. Se analiza el nivel de riesgo mediante dosis de exposición, donde los valores que son menores a 1, son considerados riesgos tolerables: soldadura eléctrica y soldadura mediante oxicorte. Las dosis superiores al valor de 1, son para las tareas de: amoldar piezas, corte de piezas medianas con amoladora, corte de piezas grandes con amoladora; las mismas que tienen el criterio de riesgo intolerable.



**Puesto de trabajo: conductor de maquinaria pesada**

*Tabla 14. Ficha puesto de trabajo Conductor*

<b>Medición de ruido en el puesto de trabajo: Conductor de maquinaria pesada</b>	
<b>Proceso</b>	Transporte
<b>Subproceso</b>	Transporte de equipos electrógenos
<b>Actividad</b>	Transporte de equipos electrógenos
<b>Tarea</b>	Carga y descarga de equipos electrógenos.
<b>Fecha</b>	10 de noviembre del 2017
	
<b>Descripción del puesto de trabajo:</b> Carga y descarga de grupos electrógenos.	

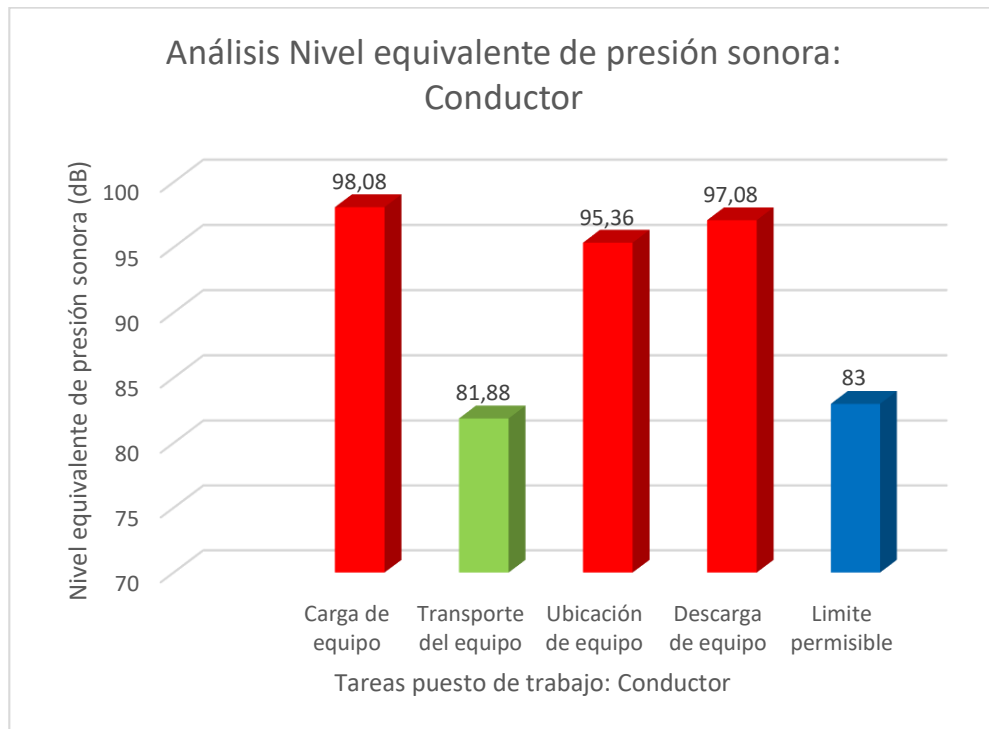
**Realizado por:** El autor

*Tabla 15. Cálculo de dosis*

<b>Tareas</b>	<b><math>L_{Aeq(T)}</math> (dB)</b>	<b>Tiempo de exposición permitida TEP (horas)</b>	<b>Tiempo real de exposición TRE (horas)</b>	<b>Dosis Total</b>	<b>Evaluación</b>
<b>Carga de equipo</b>	98,08	0,38	12	31,58	Dosis intolerable
<b>Transporte del equipo</b>	81,88	16,44	12	0,73	Dosis tolerable
<b>Ubicación de equipo</b>	95,36	0,73	12	16,44	Dosis intolerable
<b>Descarga de equipo</b>	97,08	0,49	12	24,49	Dosis intolerable

**Fuente:** El autor

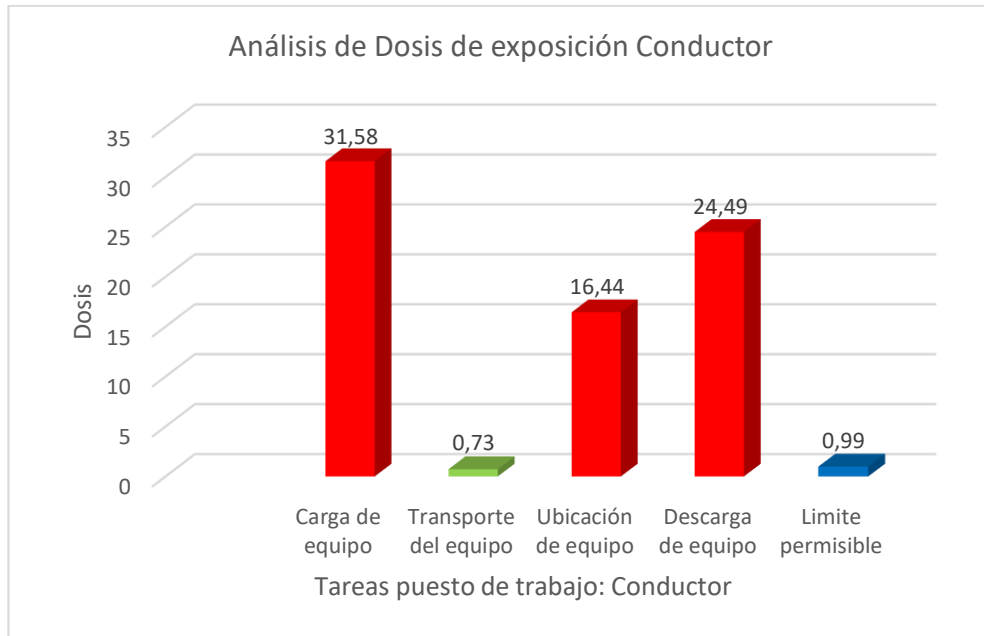
De la tabla N° 15 se desprenden los resultados del tiempo de exposición permitida para cada tarea donde se observa que tomando como referencia el nivel de presión sonora el tiempo permitido de exposición debe ser mucho menor al que actualmente se mantiene como tiempo de exposición real. Con respecto a la dosis, tenemos como dosis intolerable es decir con un valor mayor a 1 a las tareas de: carga, ubicación y descarga de equipo. La tarea de transporte de equipo presente un valor para dosis de 0,73; razón por la cual se considera tolerable



*Gráfico 3 Análisis de nivel equivalente de presión sonora Conductor*

**Fuente:** Mediciones de ruido Conductor

En el gráfico N° 3. Se observa el nivel de presión sonora medido para cada una de las tareas del puesto de trabajo conductor de maquinaria pesada, las tareas que sobrepasan el límite establecido para 12 horas de trabajo con 83 dB, son: carga de equipo (98,08 dB), ubicación de equipo eléctrico (95,36 dB) y descarga (97,08 dB). La tarea de transporte de equipo se encuentra bajo el límite permisible con un nivel de presión sonora de 81,88 dB.



*Gráfico 4 Análisis de Dosis de exposición Conductor*

**Fuente:** Mediciones de ruido Conductor

El gráfico 4. Nos permite analizar el nivel de riesgo mediante dosis de exposición, donde los valores que son menores a 1, son considerados riesgos tolerables: transporte de equipos electrógenos. Las dosis superiores al valor de 1, son para las tareas de: carga, ubicación y descarga de equipos; las mismas que tienen el criterio de riesgo intolerable.

**Puesto de trabajo: Grupo de exposición homogénea: Analista de mantenimiento, eléctrico, mecánico y operador.**

**Área de generación de energía eléctrica**

*Tabla 16. Ficha puesto de trabajo GEH*

<b>Medición de ruido en área de generación de energía eléctrica</b>		
<b>Proceso</b>	Generación de energía eléctrica	
<b>Subproceso</b>	Generación de energía eléctrica	
<b>Actividad</b>	Mantenimiento	
<b>Tarea</b>	Mantenimiento preventivo	
<b>Fecha</b>	12 de febrero del 2018	
<b>Descripción de equipo:</b> Operación y mantenimiento preventivo de grupos electrógenos en campo.		

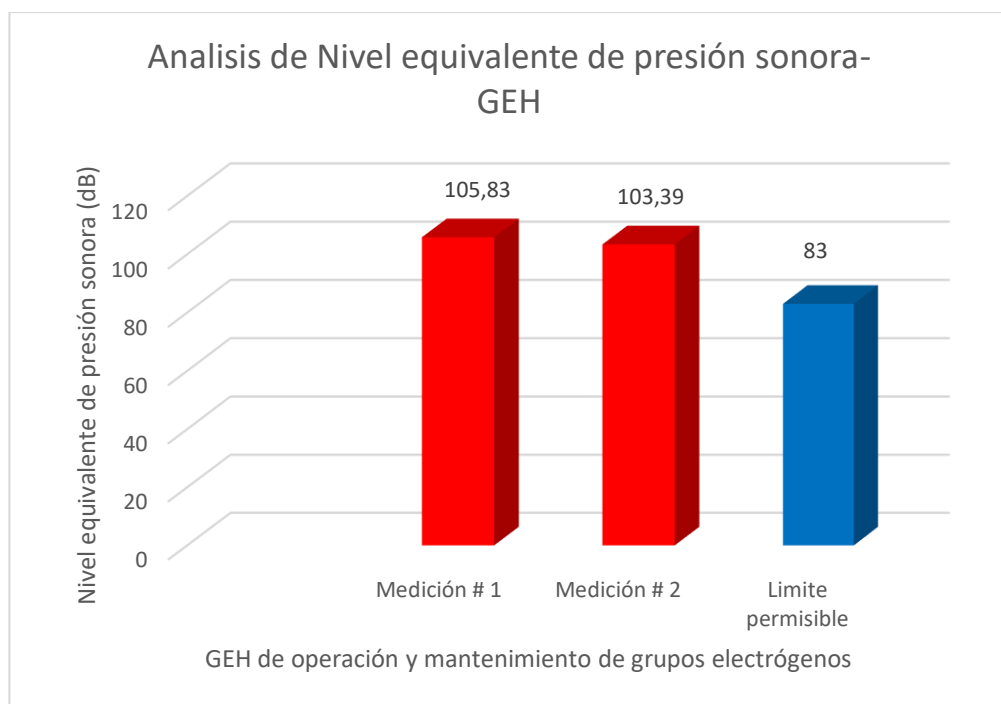
**Realizado por:** El autor

*Tabla 17. Cálculo de dosis*

<b>Tareas</b>	<b><math>L_{Aeq(T)}</math> dB (A)</b>	<b>Tiempo de exposición permitida TEP (horas)</b>	<b>Tiempo real de exposición TRE (horas)</b>	<b>Dosis Total</b>	<b>Evaluación</b>
<b>Medición # 1</b>	105,83	0,07	12	171,43	Dosis intolerable
<b>Medición # 2</b>	103,39	0,11	12	109,09	Dosis intolerable

**Fuente:** El autor

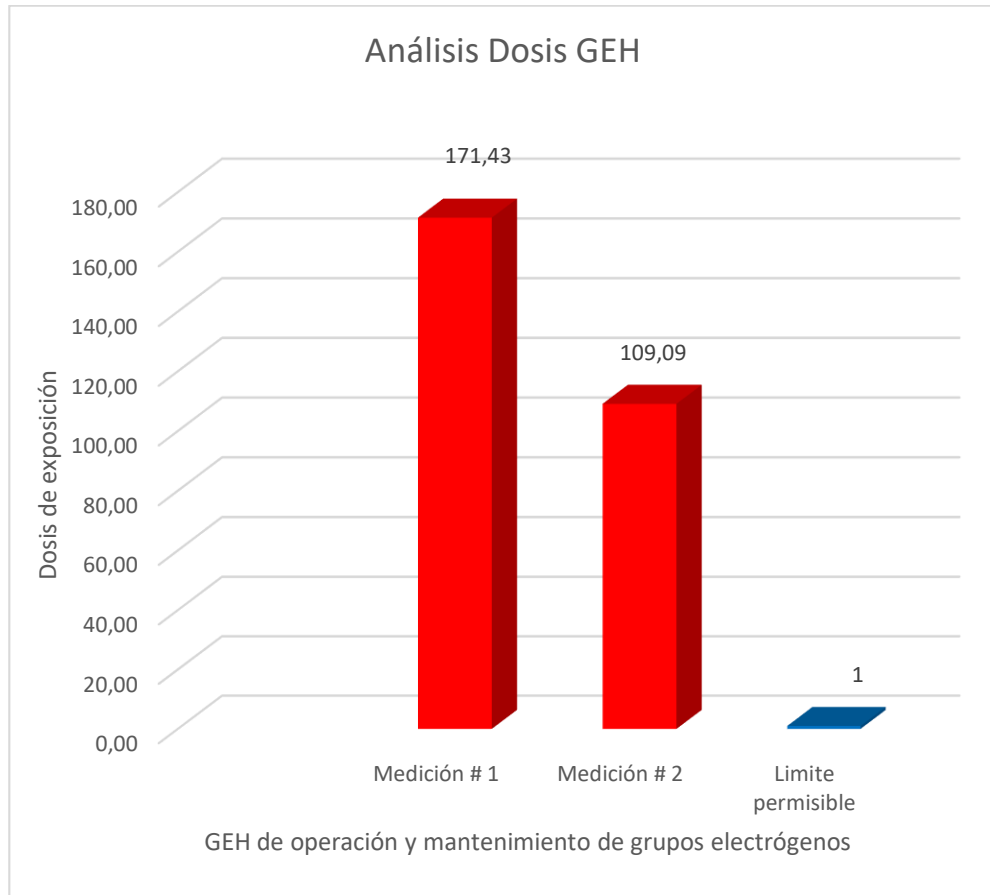
De la tabla N° 17 se desprenden los resultados del tiempo de exposición permitida para cada medición donde se observa que tomando como referencia el nivel de presión sonora el tiempo permitido de exposición no cumple los límites permisibles. Con respecto a la dosis, tenemos como dosis intolerable es decir con un valor mayor a 1 a las dos mediciones realizadas al Grupo de Exposición Homogénea (GEH). La medición #1 y #2 presenta los siguientes valores para dosis respectivamente 171,43 dB y 109,09 dB; razón por la cual se considera un riesgo intolerable.



*Gráfico 5 Análisis de nivel equivalente de presión sonora GEH*

**Fuente:** Mediciones de ruido GEH

En el gráfico N° 5. Se observa el nivel de presión sonora para las mediciones #1 y #2 del Grupo de Exposición Homogénea (GEH), sobrepasan el límite establecido de 83 dB para 12 horas de trabajo; los resultados de las mediciones son: medición #1 (105,83 dB) y medición # 2 (103,39 dB).



*Gráfico 6 Análisis de Dosis de exposición GEH*

**Fuente:** Mediciones de ruido GEH

El gráfico 6. Nos permite analizar el nivel de riesgo mediante dosis de exposición, donde los valores que son menores a 1, son considerados riesgos tolerables. Las dosis superiores al valor de 1, son para las mediciones # 1 y # 2; las mismas que tienen el criterio de riesgo intolerable.

#### **4.1.2. Mediciones de vibraciones en áreas con riesgo**

El proceso de medición y evaluación se lo desarrollo en las instalaciones donde se realiza la operación y mantenimiento de grupos electrógenos, durante la jornada de trabajo específicamente al realizar la actividad de mantenimiento preventivo. Para tomar las mediciones de vibraciones se utilizó un Medidor de vibración marca CESVA modelo VC431 y Acelerómetro (Certificado de calibración el Anexo 6 y Anexo 7), utilizando la metodología dada en la normativa norma UNE-EN ISO

5349-2:2002 título Vibraciones Mecánicas, Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas a mano-brazo.

La toma de medidas y parámetros necesarios se lo realizó durante las horas de operación. La duración mínima aceptada de las mediciones depende de las características de la operación, por ejemplo, para trabajos normales, el tiempo total de medida (es decir, el número de muestras multiplicada por la duración por cada medida) debe ser, al menos 1 minuto, deben de tomarse al menos 3 muestras de 20 segundos cada muestra, conforme a la norma señalada en la parte superior.

Para determinar la medición de vibraciones de cuerpo entero se utilizó el procedimiento específico cumpliendo la norma UNE-EN ISO 2631-1:2008 título Vibraciones y choques Mecánicos, Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. La medición se la realizó durante las horas de operación. La duración de la medición debe ser lo suficiente como para asegurar una precisión estadística razonable y que la vibración sea típica de las exposiciones que están siendo evaluadas. La duración mínima para cada medición debe ser de 108 segundos y se debe tomar 3 mediciones por cada muestra conforme a la normativa establecida.

En las fichas y tablas a continuación se da a conocer los resultados obtenidos en el proceso de medición y tabulación de datos:

**Puesto de trabajo: Mecánico Industrial**

Tabla 18. Ficha puesto de trabajo Mecánico

<b>Medición de ruido en el puesto de trabajo Mecánico Industrial</b>	
<b>Proceso</b>	Taller industrial
<b>Subproceso</b>	Mecánica Industrial
<b>Actividad</b>	Mantenimiento
<b>Tarea</b>	Mantenimiento correctivo
<b>Fecha</b>	10 de abril del 2018
	
<p><b>Descripción del puesto de trabajo:</b> Trabajos de modificación, recuperación de partes para el equipo electrógeno (turbo, after-cooler, balancín de válvulas, cabezotes, pistones, rines, cigüeñal, bomba de aceite, dámper, cárter, block, radiador, silenciador, rotor, estator.)</p>	

**Fuente:** El autor

En el desarrollo de la investigación uno de los parámetros a ser analizados es la vibración en los puestos de trabajo, para el efecto a estos se los dividió en medición por tareas.

Para trabajos normales, el tiempo total de medida debe ser, al menos 1 minuto, y en este proceso deben tomarse al menos 3 muestras de 20 segundos.

Concluido el proceso de medición siguiendo la normativa definida en la parte superior los resultados obtenidos se los expone en la tabla N° 19:



Tabla 19. Matriz de resultados medición de vibraciones

MATRIZ DE RESULTADOS MEDICION DE VIBRACIONES MANO BRAZO														
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	Ah vx (m/s2)	Ah vy (m/s2)	Ah vz (m/s2)	Ah v (m/s2)	Tp (h)	Ahv (m/s2)	A8T (m/s2)	Valor que da lugar a una acción (m/s2)	Valor límite (m/s2)	Calificación (Exposición de horas)
1	Taller Industrial, (Mecánico Industrial)	Motor Tool	Mantenimiento Correctivo	Mano Brazo	3,7889 7	6,55516	16,749 5	18,38129	4	12,9975418	29,038 5	2,5	5,0	Con riesgo
2					5,1006 1	7,27896	20,401 5	22,2536	4	15,7356714				
3					7,0821 1	8,73923	26,960 1	29,2126	4	20,6564275				
1	Taller Industrial, (Mecánico Industrial)	Amoladora	Mantenimiento Correctivo	Mano Brazo	2,9239 4	8,67598	4,5967 6	10,2446	4	7,244026	12,191 4	2,5	5,0	Con riesgo
2					2,7357	8,68812	4,3590 7	10,098	4	7,140364				
3					2,7440 4	8,13796	4,0727 8	9,50493	4	6,721000				

Fuente: El autor

Para el análisis de los resultados y tabulación respectiva de cada una de las herramientas manuales medidas, se requiere la aplicación de la ecuación (10) Cálculo de la aceleración ponderada presentada a continuación:

*Ecuación 10. Aceleración ponderada*

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hvx}^2 + a_{hvy}^2 + a_{hvez}^2}; \frac{m}{s^2}$$

Donde:

$a_{hv}$  = aceleración ponderada

$a_{hvx}^2$  = aceleraciones ponderadas en frecuencia del eje x

$a_{hvy}^2$  = aceleraciones ponderadas en frecuencia del eje y

$a_{hvez}^2$  = aceleraciones ponderadas en frecuencia del eje z

Una vez obtenida la aceleración ponderada y tomando como referencia este valor se procede a calcular el valor de la exposición diaria normalizada para un período de 8 horas, mediante la aplicación de la ecuación (11), los resultados se presentan a continuación:

*Ecuación 11. Exposición diaria normalizada a 8 horas*

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T_e}{8}}; m/s^2$$

Donde:

$A(8)$  = exposición diaria normalizada para un periodo de 8 horas

$a_{hv}$  = aceleración ponderada

$T_e$  = tiempo de exposición

Con los datos obtenidos de la aplicación de la ecuación 10 y 11 se procede a evaluar el nivel de exposición en base a valor de acción y valor límite establecido en la NTP 839.

*Tabla 20. Valor de acción y valor límite para vibraciones mano brazo*

<b>Tipo de vibraciones</b>	<b>Valor que da lugar a una acción</b>	<b>Valor límite</b>
<b>Vibraciones transmitidas mano brazo</b>	2,5 m/s <sup>2</sup>	5 m/s <sup>2</sup>

**Fuente:** NTP 839

El nivel de exposición de riesgo se cataloga en base al cálculo de dosis permitida mediante la siguiente ecuación:

*Ecuación 12. Dosis de exposición vibraciones*

$$Dosis: \frac{A(8)}{\text{valor límite en norma}}$$

Donde:

$A(8)$  = Exposición diaria normalizada para un período de 8 horas

Valor límite establecido por norma: 5 m/s<sup>2</sup>

Del valor obtenido de la ecuación (12), se compara con los siguientes parámetros para definir el tipo de riesgo:

*Tabla 21. Dosis y tipos de riesgo*

<b>Dosis</b>	<b>Tipo de riesgo</b>
<b>Dosis &gt;1</b>	Riesgo intolerable
<b>Dosis &lt; 1</b>	Riesgo tolerable

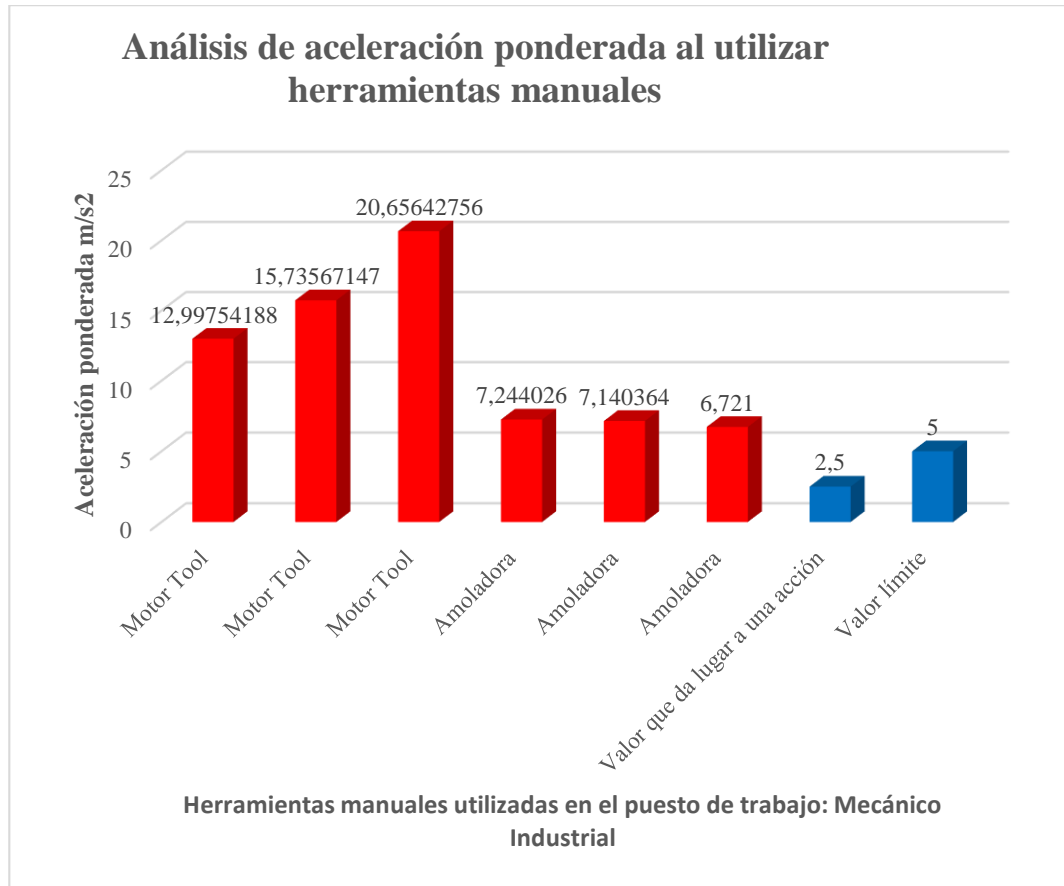
**Fuente:** NTP 839

Tabla 22. Comparación de valores y dosis

Herramienta utilizada	$a_{hv} = \sqrt{a_{hvx}^2 + a_{hvy}^2 + a_{hvx}^2};$ $m/s^2$	$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T_e}{8}};$ $m/s^2$	Valor que da lugar a una acción	Valor límite	Evaluación de valores	Dosis: $\frac{A(8)}{\text{valor limite}}$	Evaluación de dosis
Motor Tool	12,99754188	29,0385	2,5 m/s2	5 m/s2	Acción inmediata	5,8077	Dosis intolerable
	15,73567147				Acción inmediata		
	20,65642756				Acción inmediata		
Amoladora	7,244026	12,1914			Acción inmediata	2,4383	Dosis intolerable
	7,140364				Acción inmediata		
	6,721000				Acción inmediata		

Fuente: El autor

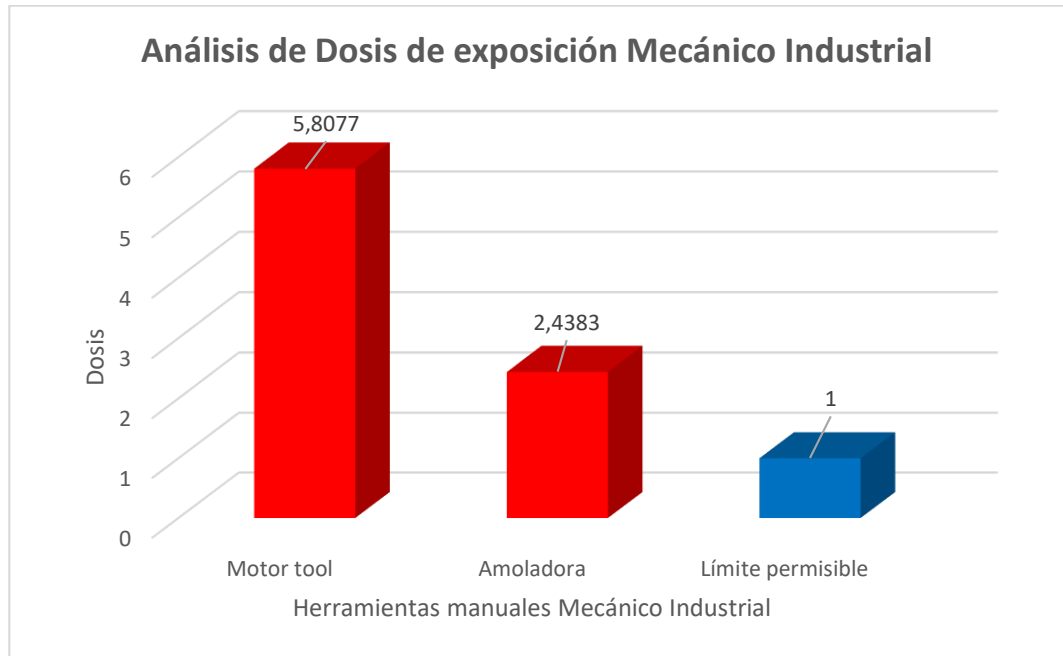
En la tabla N° 22 se observan los resultados de exposición diaria normalizada, valor con el cual se calcula la dosis de exposición, teniendo como resultado una dosis intolerable mayor a 1 en la utilización de las dos herramientas manuales para mantenimiento correctivo: motor tool y amoladora, que son las dos principales herramientas que se utiliza en el taller industrial.



*Gráfico 7 Análisis de aceleración ponderadas Mecánico Industrial.*

**Fuente:** Mediciones de vibraciones Mecánico Industrial

Del gráfico N° 7. Se observa que la aceleración ponderada para cada una de las herramientas manuales utilizadas por el Mecánico Industrial, sobrepasan los límites de acción y el límite permisible con valores superiores a 5 m/s<sup>2</sup>, teniendo así para la herramienta motor tool (12,99754188; 15,73567147; 20,65642756) m/s<sup>2</sup> y para la amoladora los siguientes valores (7,244026; 7,140364; 6,721) m/s<sup>2</sup>, de los datos se evidencia que los valores disminuyen de una herramienta a otra sin embargo no llegan a establecerse entre los límites permisibles.



*Gráfico 8 Análisis de dosis de exposición Mecánico Industrial*  
**Fuente:** Mediciones de vibraciones Mecánico Industrial

Del gráfico N° 8. Se observa que la dosis para cada una de las herramientas manuales utilizadas, sobrepasan el límite permisible de 1; teniendo así para las herramientas motor tool y amoladora valores de 5,8077 y 2,4383 respectivamente, de los datos se evidencia que los valores disminuyen de una herramienta a otra sin embargo no llegan a establecerse dentro de la dosis catalogada como riesgo tolerable.

**Puesto de trabajo: conductor de maquinaria pesada**

*Tabla 23 Ficha puesto de trabajo: Conductor*

<b>Medición de vibraciones en el puesto de trabajo: Conductor de maquinaria pesada</b>		
<b>Proceso</b>	Transporte	
<b>Subproceso</b>	Transporte de equipos electrógenos	
<b>Actividad</b>	Transporte de equipos electrógenos	
<b>Tarea</b>	Carga y descarga de equipos electrógenos.	
<b>Fecha</b>	10 de abril del 2018	
<b>Descripción del puesto de trabajo:</b> Carga y descarga de grupos electrógenos.		

**Fuente:** Autor

Para la medición de vibraciones para cuerpo entero, se ha tomado el puesto de trabajo de conductor de equipos electrógenos, la duración mínima para cada medición debe ser de 108 segundos, se debe realizar 3 mediciones por cada muestra. Los resultados se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 24. Matriz de resultados de medición vibraciones cuerpo entero

MATRIZ DE RESULTADOS MEDICION DE VIBRACIONES CUERPO ENTERO																
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo /	Condición de Medición	Tipo de	ax (m/s <sup>2</sup> )	ay (m/s <sup>2</sup> )	az (m/s <sup>2</sup> )	Ax (m/s <sup>2</sup> )	Ay (m/s <sup>2</sup> )	Az (m/s <sup>2</sup> )	Tp (h)	A8i (m/s <sup>2</sup> )	A8 (m/s <sup>2</sup> )	Valor que da lugar a una acción (m/s <sup>2</sup> )	Valor límite (m/s <sup>2</sup> )	Calificación (Exposición de horas)
1	Transporte	Transporte pesado de grupos electrógenos y equipos de sincronismo	Mantenimiento Correctivo	Cuerpo entero	0,52123	0,51483	1,08893	0,81585	0,805836	1,21746	10	A8x= 1,34283	1,974 231	0,5	1,15	Con riesgo
2					0,43205	0,40885	0,75986	0,67626	0,639951	0,84954	10	A8y= 1,35649				
3					0,52693	0,56466	1,16401	0,82477	0,883832	1,30140	10	A8z= 1,97423				

Fuente: El autor



Para el análisis de los resultados y utilizando cada uno de los valores obtenido en la medición de vibraciones cuerpo entero, el valor de aceleración se calcula mediante la aplicación de las siguientes ecuaciones (13, 14 y 15) presentadas a continuación:

*Ecuación 13. Aceleración ponderada eje x*

$$A_x(8) = 1,4 \times a_{wx} \times \sqrt{\frac{T_e}{8}}; m/s^2$$

*Ecuación 14. Aceleración ponderada eje y*

$$A_y(8) = 1,4 \times a_{wy} \times \sqrt{\frac{T_e}{8}}; m/s^2$$

*Ecuación 15. Aceleración ponderada eje z*

$$A_z(8) = a_{wz} \times \sqrt{\frac{T_e}{8}}; m/s^2$$

Donde:

$a_{wx}$  = Aceleración ponderada en frecuencia del eje x

$a_{wy}$  = Aceleración ponderada en frecuencia del eje y

$a_{wz}$  = Aceleración ponderada en frecuencia del eje z

$A_{x,y,z}(8)$  = Exposición diaria normalizado para un periodo de 8 horas para los ejes x,y,z.

$T_e$  = Tiempo de exposición

Una vez obtenida la aceleración ponderada y tomando como referencia este valor se procede a calcular el valor de la exposición diaria normalizada global, tomando en cuenta cada uno de los tres ejes:

*Ecuación 16. Aceleración ponderada eje x*

$$A_{x8} = \sqrt{A_{x,1}^2 + A_{x,2}^2 + A_{x,n}^2}; m/s^2$$

*Ecuación 17. Aceleración ponderada eje y*

$$A_{y8} = \sqrt{A_{y,1}^2 + A_{y,2}^2 + A_{y,n}^2}; m/s^2$$

*Ecuación 18. Aceleración ponderada eje z*

$$A_{z8} = \sqrt{A_{z,1}^2 + A_{z,2}^2 + A_{z,n}^2}; m/s^2$$

El máximo de estos tres valores de cada eje, es el valor que supera el valor límite. Una vez obtenido los valores de aceleración ponderada y exposición diaria normalizada para un período de 10 horas, es necesario evaluar el nivel de exposición en base a valor de acción y valor límite establecido en la NTP 839.

*Tabla 25. Valor de acción y valor límite para vibraciones cuerpo entero*

<b>Tipo de vibraciones</b>	<b>Valor que da lugar a una acción</b>	<b>Valor límite</b>
<b>Vibraciones transmitidas cuerpo entero</b>	0,5 m/s <sup>2</sup>	1, 15 m/s <sup>2</sup>

**Fuente:** NTP 839

El nivel de exposición de riesgo se cataloga en base al cálculo de dosis permitida mediante la siguiente ecuación:

*Ecuación 19. Dosis para vibraciones cuerpo entero*

$$Dosis: \frac{A(8)}{\text{valor límite establecido en norma}}$$

Donde:

$A(8)$  = Exposición diaria normalizada para un periodo de 8 horas

Valor límite establecido en norma= 1,15 m/s<sup>2</sup>

Del valor obtenido en la ecuación (19), se compara con los siguientes parámetros para definir el tipo de riesgo:

- Dosis >1 Riesgo intolerable

- Dosis < 1 Riesgo tolerable

Tabla 26. Comparación de valores y dosis

Puesto de trabajo	$A_i(8)$ m/s <sup>2</sup>	$A(8)$ m/s <sup>2</sup>	Valor de acción m/s <sup>2</sup>	Valor límite m/s <sup>2</sup>	Evaluación de valores	Dosis	Evaluación de dosis
Conductor de equipos electrógenos	A8x= 1,342835	1,97423	0,5	1,15	Acción inmediata	1,7167	Dosis intolerable
	A8y=1,35649				Acción inmediata		
	A8z=1,974231				Acción inmediata		

Fuente: El autor

De la tabla N° 26 se observan los resultados de exposición diaria normalizada con la cual procedemos a calcular la dosis, teniendo como resultado dosis intolerable mayor a 1 en el puesto de trabajo de conductor.

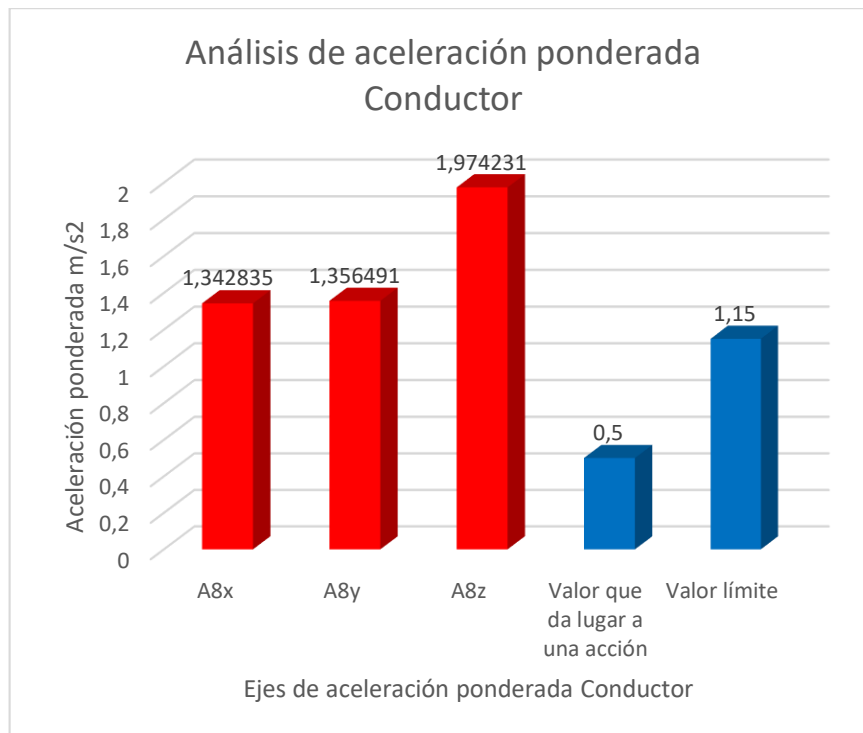
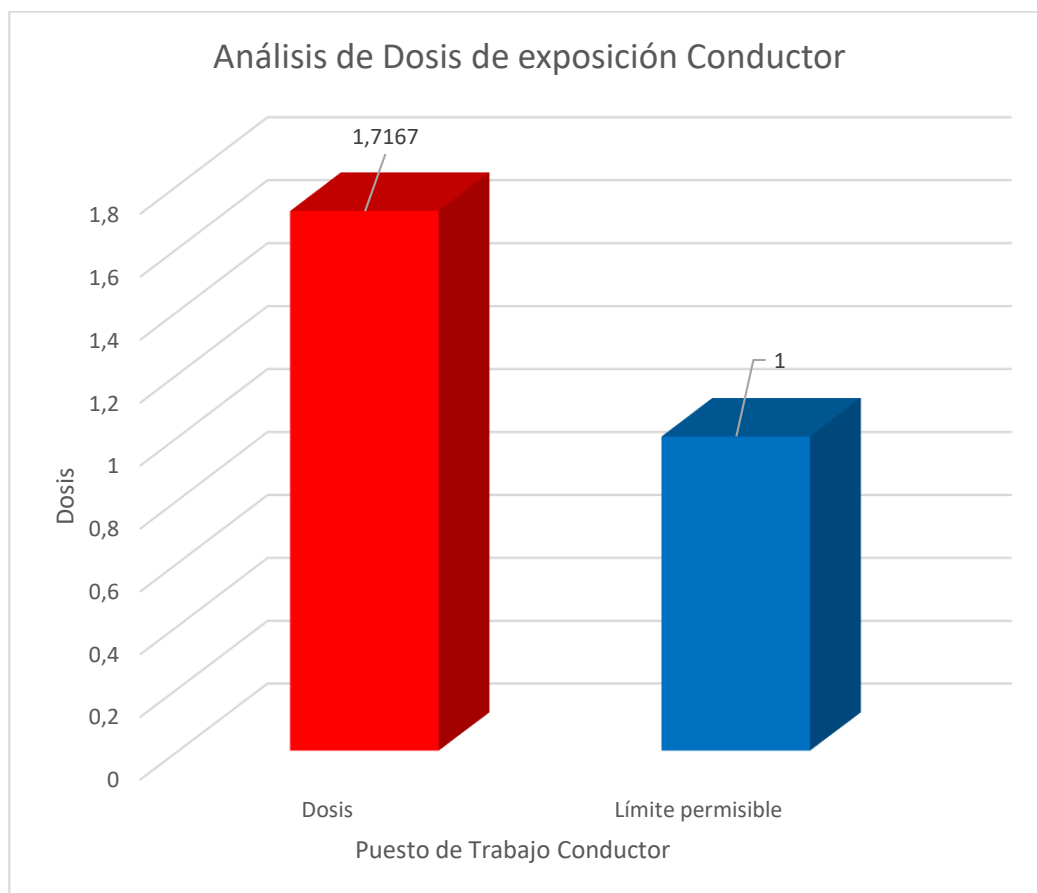


Gráfico 9 Análisis de aceleración ponderada Conductor

Fuente: Medicines de vibraciones Conductor

Del gráfico N° 9 se observa que la aceleración ponderada para cada uno de los ejes medidos para el puesto de Conductor, sobrepasan el valor límite establecido de

1,15 m/s<sup>2</sup>, el valor del eje z 1,974231 m/s<sup>2</sup> es el valor máximo que se considera para comparación de acuerdo a lo indicado por la NTP 839. Los ejes x y y presentan valores menores sin embargo no se llagan a establecerse dentro del límite permisible.



*Gráfico 10 Análisis de dosis de exposición Conductor*

**Fuente:** Medicines de vibraciones Conductor

Del gráfico N° 10. Se observa que la dosis para el puesto de trabajo de conductor sobrepasan el límite permisible de 1; teniendo un valor de 1,7167 considerándolo como dosis intolerable.

### 4.1.3. Análisis de datos de morbilidad de los trabajadores

En este numeral para el análisis de los datos de morbilidad se utilizan la información histórica del año 2016, 2017 y primer trimestre del 2018, misma que fue proporcionada por el Medico Ocupacional de la Empresa.

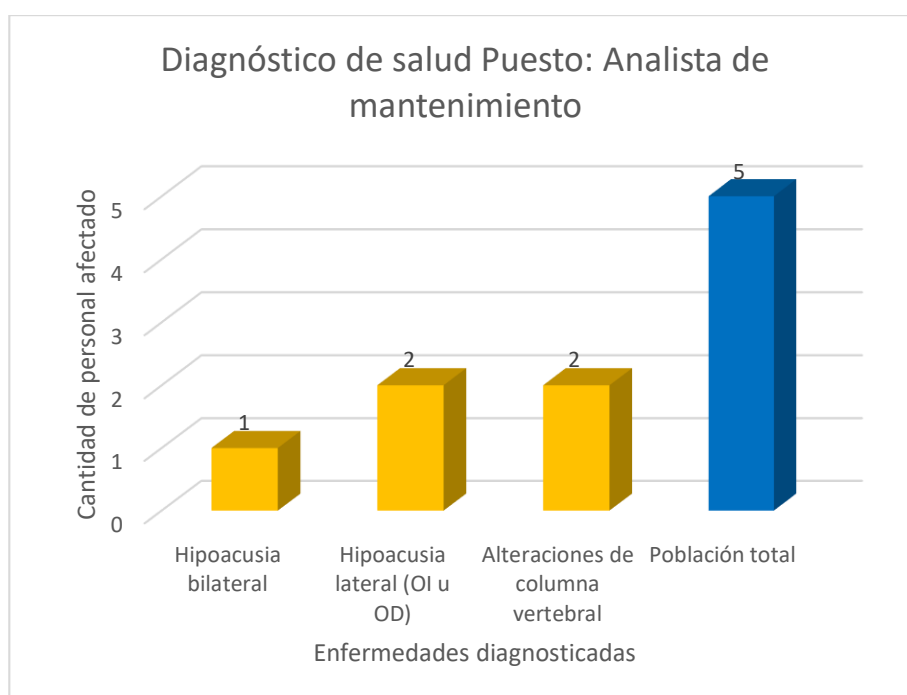
En las tablas inferiores se define los resultados obtenidos en el proceso de análisis y tabulación de la información obtenida

*Tabla 27 Diagnóstico de salud Puesto: Analista de mantenimiento*

<b>Enfermedades profesionales</b>	<b>Analista de mantenimiento</b>
<b>Hipoacusia bilateral</b>	1
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	2
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	2
<b>Población total</b>	5

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 11 Diagnóstico de salud Puesto de trabajo: Analista de mantenimiento*

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

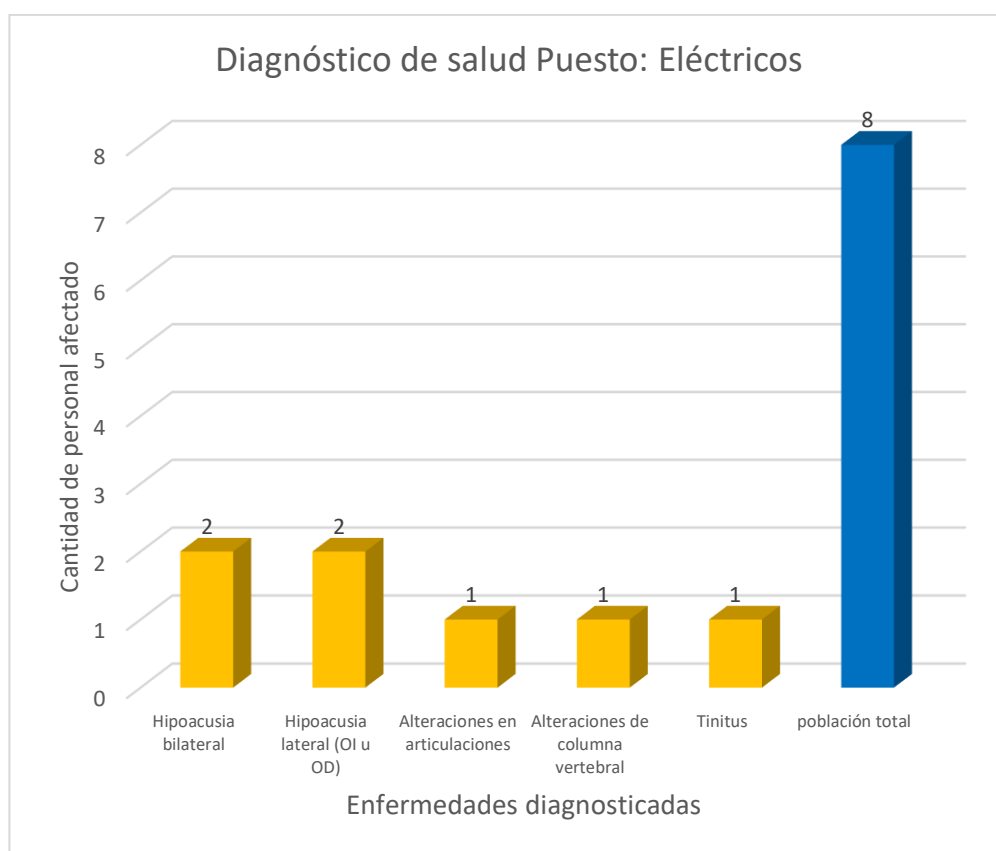
La tabla N° 27 y el gráfico N° 11 representan la tabulación de las enfermedades del personal que ocupa el puesto de Analista de Mantenimiento, de los resultados se verifica que el 100% del personal tiene afección a la salud.

*Tabla 28 Diagnóstico de salud Puesto: Eléctrico*

Enfermedades profesionales	Eléctricos
<b>Hipoacusia bilateral</b>	2
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	2
<b>Alteraciones en articulaciones</b>	1
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	1
<b>Tinnitus</b>	1
<b>Población total</b>	8

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 12 Diagnóstico de salud Puesto: Eléctrico*

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

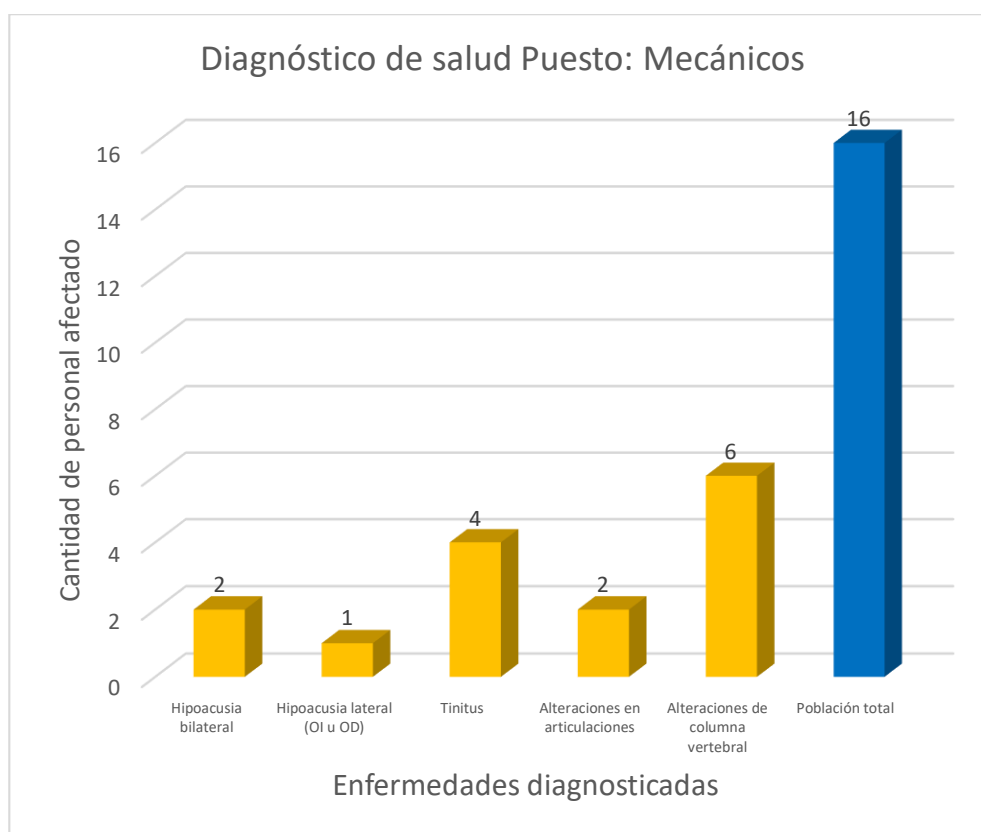
La tabla N° 28 y el gráfico N° 12 representan la tabulación de las enfermedades del personal que ocupa el puesto de Eléctrico, de los resultados se verifica que el 87,5% del personal tiene afección a la salud.

*Tabla 29 Diagnóstico de salud Puesto: Mecánico*

<b>Enfermedades profesionales</b>	<b>Mecánicos</b>
<b>Hipoacusia bilateral</b>	2
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	1
<b>Tinnitus</b>	4
<b>Alteraciones en articulaciones</b>	2
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	6
<b>Población total</b>	16

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 13 Diagnóstico de salud Puesto: Mecánico*

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

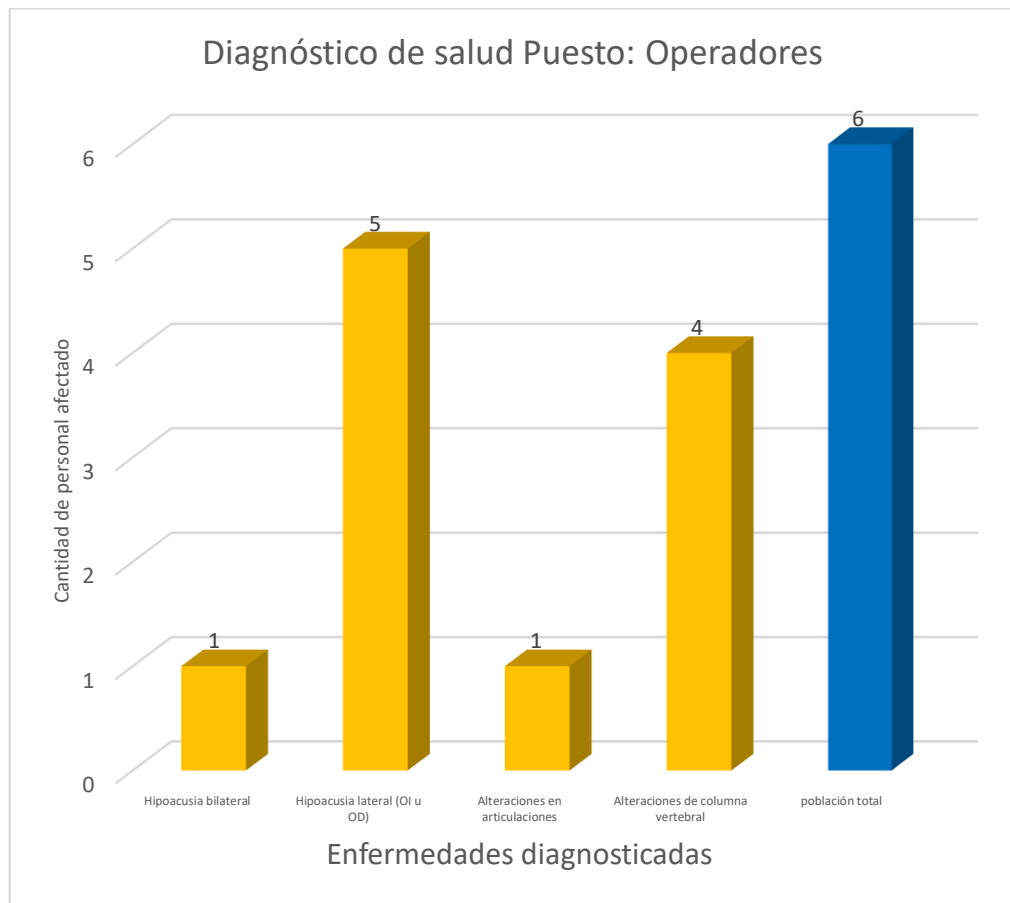
La tabla N° 29 y el gráfico N° 13 representan la tabulación de las enfermedades del personal que ocupa el puesto de Mecánico, de los resultados se verifica que el 93,75% del personal tiene afección a la salud.

*Tabla 30 Diagnóstico de salud Puesto: Operador*

<b>Enfermedades profesionales</b>	<b>Operadores</b>
<b>Hipoacusia bilateral</b>	1
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	5
<b>Alteraciones en articulaciones</b>	1
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	4
<b>Población total</b>	6

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 14 Diagnóstico de salud Puesto: Operador*

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa



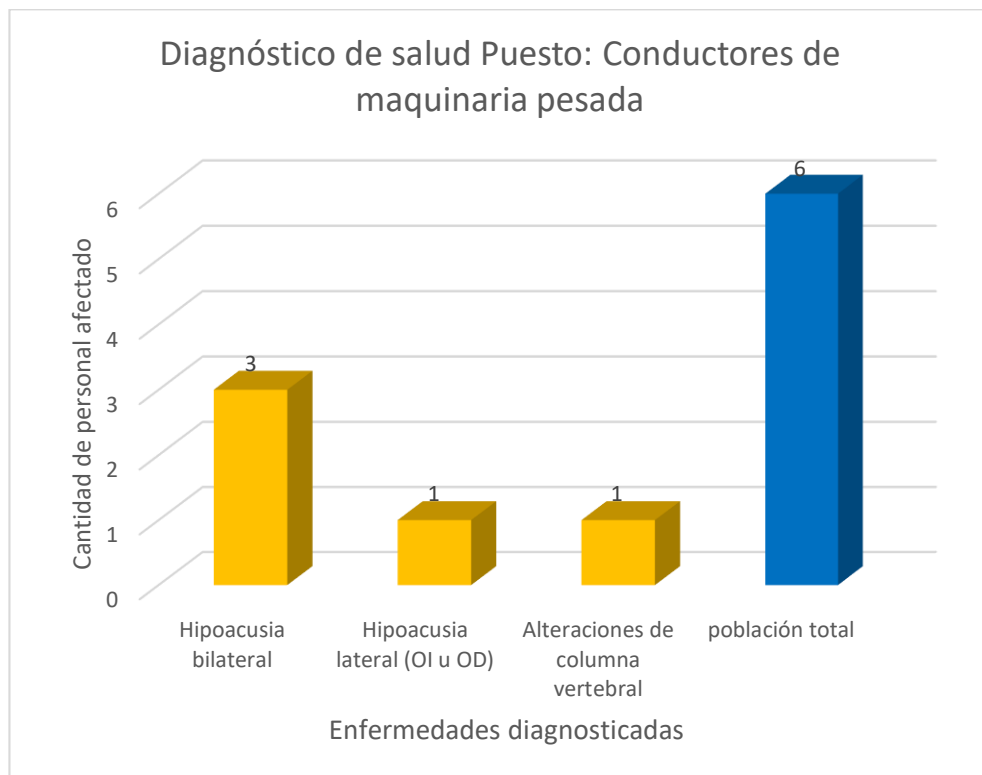
La tabla N° 30 y el gráfico N° 14 representan la tabulación de las enfermedades del personal que ocupa el puesto de Operador, de los resultados se verifica que el 100% del personal tiene afección a la salud.

*Tabla 31 Diagnóstico de salud Puesto: Conductor*

<b>Enfermedades profesionales</b>	<b>Conductores de maquinaria pesada</b>
<b>Hipoacusia bilateral</b>	3
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	1
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	1
<b>Población total</b>	6

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 15 Diagnóstico de salud Puesto: Conductor*

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

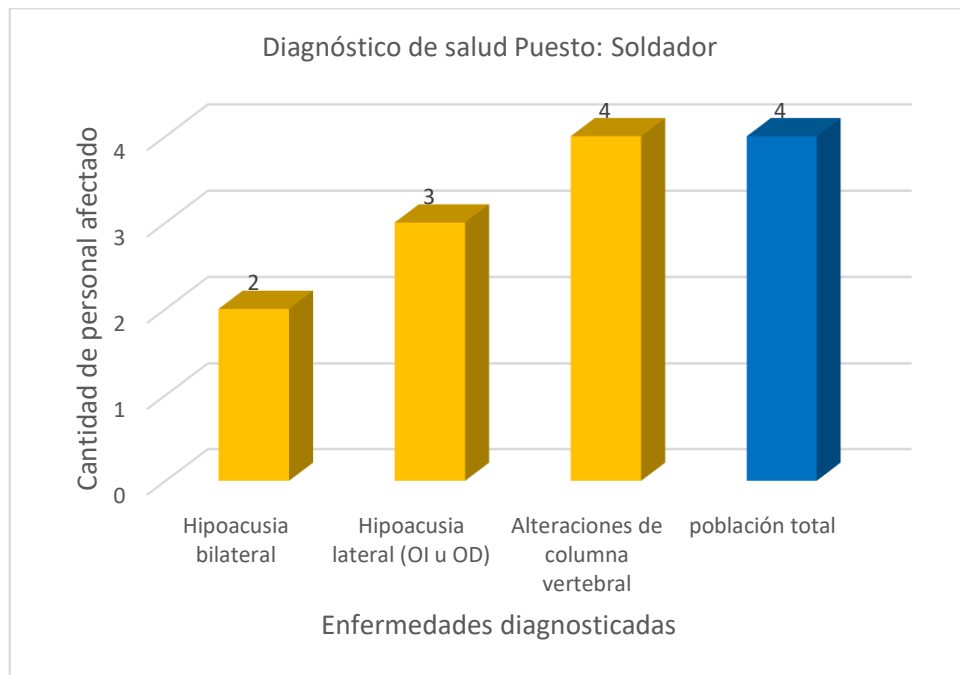
La tabla N° 31 y el gráfico N° 15 representan la tabulación de las enfermedades del personal que ocupa el puesto de Conductor, de los resultados se verifica que el 83,33% del personal tiene afección a la salud.

*Tabla 32 Diagnóstico de salud Puesto: Soldador*

Enfermedades profesionales	Soldador
<b>Hipoacusia bilateral</b>	2
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	3
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	4
<b>Población total</b>	4

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 16 Diagnóstico de salud Puesto: Soldador*

**Fuente:** Datos de morbilidad empresa

La tabla N° 32 y el gráfico N° 16 representan la tabulación de las enfermedades del personal que ocupa el puesto de Soldador, de los resultados se verifica que el 100% del personal tiene afección a la salud.

#### **4.2 Análisis de resultados de la variable dependiente**

Con los resultados obtenidos en el proceso de tabulación de las enfermedades ocupacionales que presenta el personal expuesto a los factores de riesgo: ruido y vibraciones, se procede a calcular la incidencia por enfermedad, mediante la

aplicación de la siguiente ecuación proveniente del libro Epidemiología laboral de Remón, B. (2011).

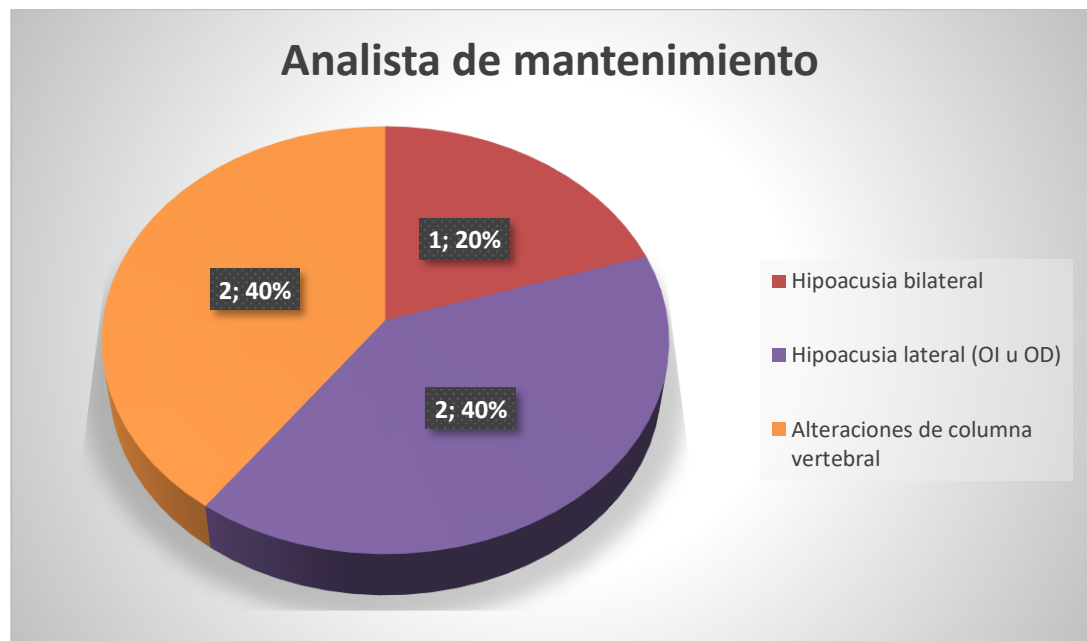
*Ecuación 20. Incidencia*

$$I = \frac{\text{número de casos nuevos de la enfermedad}}{\text{total de personas libres de la enfermedad}} * 100\%$$

*Tabla 33 Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Analista de Mantenimiento*

Enfermedades profesionales	Analista de mantenimiento	Incidencia por enfermedad (%)
Hipoacusia bilateral	1	20
Hipoacusia lateral (OI u OD)	2	40
Alteraciones de columna vertebral	2	40
Población afectada	5	100%
Población total	5	

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 17 Incidencia de enfermedades puesto de trabajo Analista de Mantenimiento*

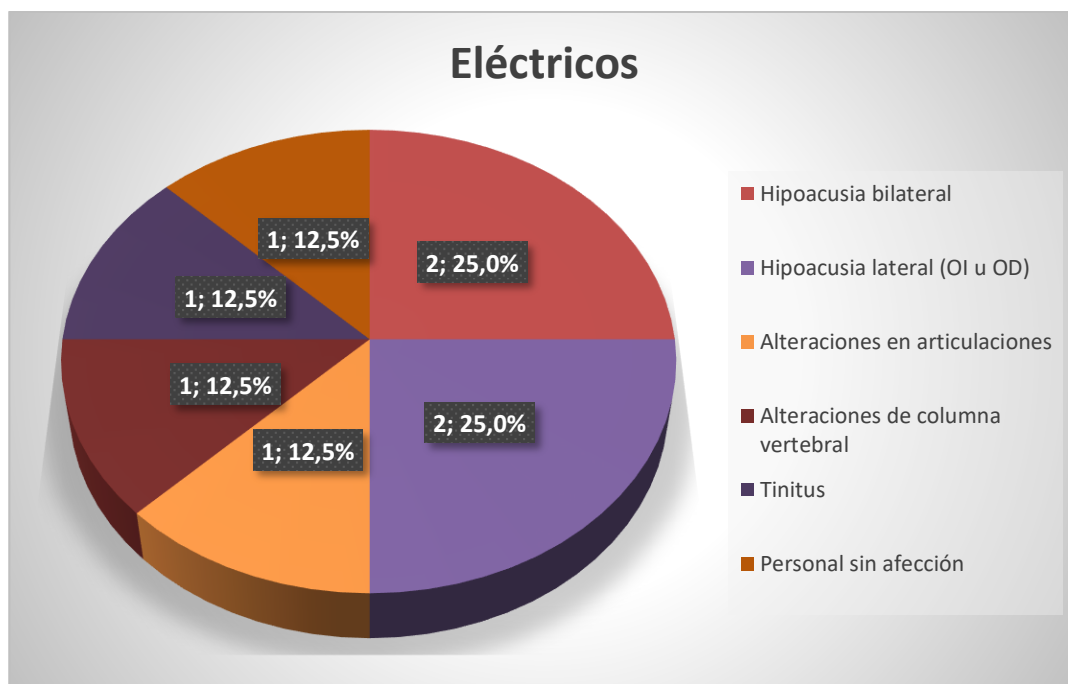
**Realizado por:** El autor

En el gráfico N° 17 se observa que de un total de 5 trabajadores con el puesto de Analista de Mantenimiento, el 100% de la población se presenta con enfermedades, de las cuales la incidencia calculada es del 20% para hipoacusia bilateral, 40% Hipoacusia lateral OI u OD y 40% alteraciones de columna vertebral.

*Tabla 34. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Eléctrico*

Enfermedades profesionales	Eléctricos	Incidencia por enfermedad (%)
<b>Hipoacusia bilateral</b>	2	25
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	2	25
<b>Alteraciones en articulaciones</b>	1	12,5
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	1	12,5
<b>Tinitus</b>	1	12,5
<b>Población afectada</b>	7	87,5
<b>Población total</b>	8	

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 18 Incidencia de enfermedades puesto de trabajo Eléctrico*

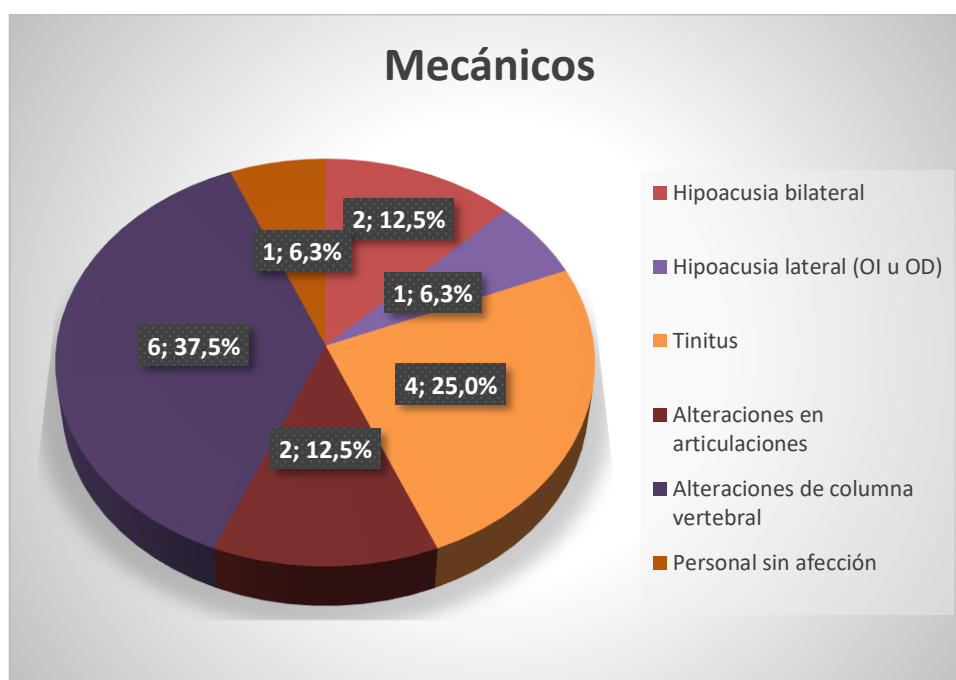
**Realizado por:** El autor

En el gráfico N° 18 se observa que el 87,5% de la población que pertenece al puesto de trabajo de eléctrico, se encuentra con alguna afección a su salud, teniendo un 25% con hipoacusia bilateral, 25% con hipoacusia lateral OI u OD, alteración en articulaciones del 12,5%, alteración en columna vertebral 12,5% y Tinitus 2,5 %.

*Tabla 35. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Mecánico*

Enfermedades profesionales	Mecánicos	Incidencia por enfermedad (%)
<b>Hipoacusia bilateral</b>	2	12,5
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	1	6,25
<b>Tinitus</b>	4	25
<b>Alteraciones en articulaciones</b>	2	12,5
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	6	37,5
<b>Personal sin afección</b>	1	6,25
<b>Población total</b>	16	100

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 19 Incidencia de enfermedades puesto de trabajo Mecánico*

**Realizado por:** El autor

En el gráfico N° 19 se observa que el 93,75% de la población que ocupa el puesto de trabajo de mecánico, se encuentra con alguna afección a su salud, teniendo un 12,5% con hipoacusia bilateral, 6,25% con hipoacusia lateral OI u OD, Tinitus 25 %, alteraciones en articulaciones 12,5% y alteraciones de columna vertebral 37,5%.

*Tabla 36. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Operador*

Enfermedades profesionales	Operadores	Incidencia por enfermedad (%)
<b>Hipoacusia bilateral</b>	1	9,09
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	5	45,45
<b>Alteraciones en articulaciones</b>	1	9,09
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	4	36,36
<b>Población total</b>	6	

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 20 Incidencia de enfermedades puesto de trabajo Operador*

**Realizado por:** El autor

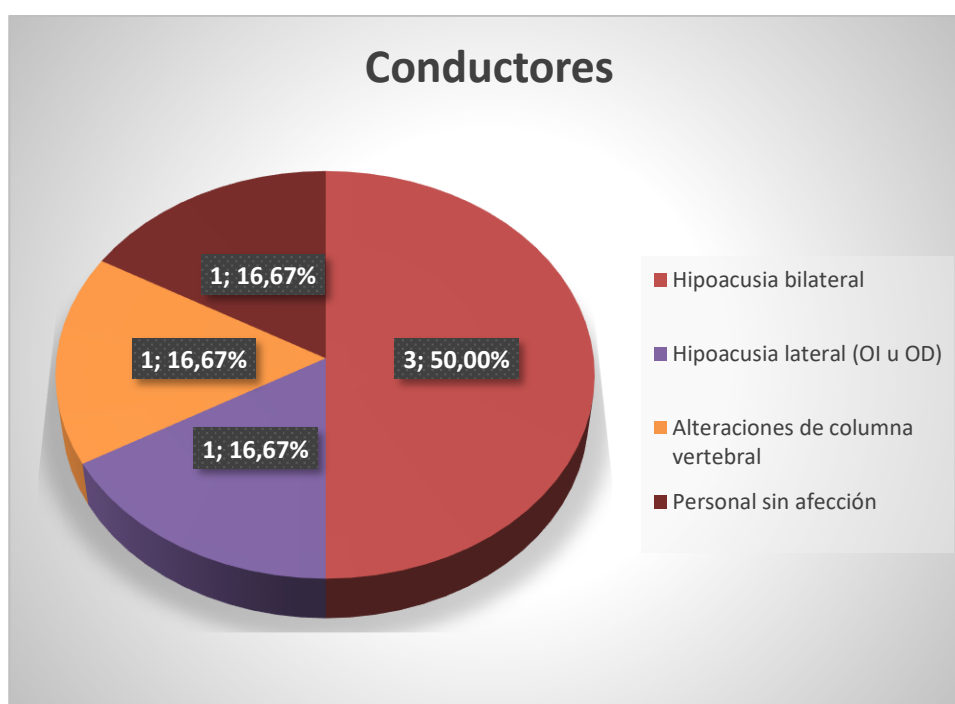
En el gráfico N° 20 se observa que el 100% de la población que ocupa el puesto de trabajo de operador, se encuentra con más de una afección a su salud, teniendo

un 9,09% con hipoacusia bilateral, 45,45% con hipoacusia lateral OI u OD, alteraciones en articulaciones 9,09% y alteraciones de columna vertebral 36,36%.

*Tabla 37. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Conductor*

Enfermedades profesionales	Conductores	Incidencia por enfermedad (%)
<b>Hipoacusia bilateral</b>	3	50
<b>Hipoacusia lateral (OI u OD)</b>	1	16,67
<b>Alteraciones de columna vertebral</b>	1	16,67
<b>Personal sin afección</b>	1	16,67
<b>Población total</b>	6	100

**Realizado por:** El autor



*Gráfico 21 Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Conductor*

**Realizado por:** El autor

En el gráfico N° 21 se observa que el 83,33% de la población que ocupa el puesto de trabajo de operador, se encuentra con afección a su salud, teniendo un 50% con hipoacusia bilateral, 16,67% con hipoacusia lateral OI u OD, y alteraciones de columna vertebral 16,67%.

Tabla 38. Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Soldador

Enfermedades profesionales	Soldador	Incidencia por enfermedad (%)
Hipoacusia bilateral	2	22,22
Hipoacusia lateral (OI u OD)	3	33,33
Alteraciones de columna vertebral	4	44,44
Población total	4	

Realizado por: El autor

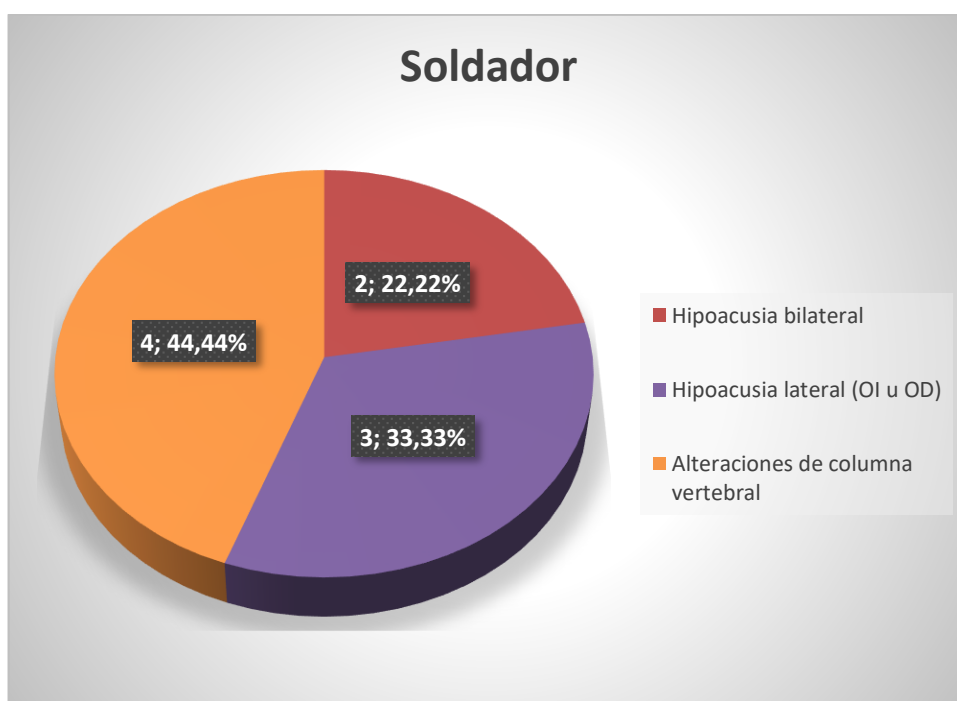


Gráfico 22 Incidencia de enfermedades en el puesto de trabajo: Soldador

Realizado por: El autor

En el gráfico N° 22 se observa que el 100% de la población que ocupa el puesto de trabajo de soldador, se encuentra con más de una afección a su salud, teniendo un 22,22% con hipoacusia bilateral, 33,33% con hipoacusia lateral OI u OD y alteraciones de columna vertebral 44,44%, de toda la población analizada en el puesto de trabajo de soldador.



#### 4.2.1. Análisis de resultados incidencia

Tabla 39. Incidencia por puesto de trabajo

Enfermedades Profesionales / Puestos de trabajo	Hipoacusia bilateral (%)	Hipoacusia lateral (OI u OD) (%)	Tinitus (%)	Alteraciones de columna vertebral (%)	Alteraciones en articulaciones (%)
Analista de mantenimiento	20	40	0	40	0
Eléctricos	25	25	12,5	12,5	12,5
Conductores de maquinaria pesada	50	16,67	0	16,67	0
Mecánicos	12,5	6,25	25	37,5	12,5
Operadores	9,09	45,45	0	36,36	9,09
Soldador	22,22	33,33	0	44,44	0

**Realizado por:** El autor

En la tabla N° 39 se detallan los resultados de incidencia de enfermedades por puesto de trabajo, se presentan valores desde el 9,09% hasta el 40% de personal que sufre alteraciones en su salud, lo que repercute en su calidad de vida y en su desarrollo profesional.

De los datos obtenidos por el medico ocupacional se constata que las enfermedades fueron adquiridas, sin embargo la responsabilidad de la empresa no es posible catalogarla debido a que los trabajadores no utilizan en forma correcta los equipos de seguridad personal.

### 4.3 Comprobación de la hipótesis

#### 4.3.1. Formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis se plantean la siguiente hipótesis nula y alerta:

H<sub>1</sub>: El ruido y la vibración en el ámbito laboral inciden en los problemas de salud de los trabajadores involucrados en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.

H<sub>0</sub>: El ruido y la vibración en el ámbito laboral no inciden en los problemas de salud de los trabajadores involucrados en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos.

#### **4.3.2. Nivel de significancia**

Se trabaja para el estudio con un nivel de significancia del 1%, es decir con un 99% de confiabilidad, en función del Test de Kruskal Wallis.

#### **4.3.3. Elección de la prueba estadística**

El análisis de estudio realizado presenta las siguientes características:

- Las variables de investigación tienen comportamiento que no se considera normal.
- Se desconoce la desviación estándar poblacional.
- Se tiene una muestra de los 6 puestos de trabajo: Analista de mantenimiento, Eléctricos, Mecánicos, Operadores, Conductores de maquinaria pesada y Soldador.
- Se tienen muestras relacionadas para el desarrollo del estudio.

Tomando en cuenta estas características se utiliza el método Test de Kruskal Wallis para determinar la correlación de las muestras.

#### **4.3.4. Cálculo estadístico**

##### **4.3.4.1 Diseño del proceso de validación**

Considerando que se analizan dos variables independientes como son el ruido laboral y las vibraciones mismas que se relacionan con la salud ocupacional, la cual

es una variable compleja que se analiza en función del número de casos y la incidencia de las patologías diagnosticadas en la empresa. A continuación se realizan dos pruebas de hipótesis, para comparar la relación de cada variable con los puestos de trabajo estudiados.

#### **4.3.4.2 Formulación de las hipótesis estadísticas**

##### **Razonamiento matemático**

##### **Ruido Laboral**

**H<sub>0</sub>** = La mediana de la dosis de ruido es igual en todos los puestos de trabajo.

**H<sub>1</sub>** = La mediana de la dosis de ruido es diferente en al menos un puestos de trabajo.

##### **Vibraciones**

**H<sub>0</sub>** = La mediana de la dosis de vibraciones es igual en todos los puestos de trabajo.

**H<sub>1</sub>** = La mediana de la dosis de vibraciones es diferente en al menos un puestos de trabajo.

##### **Modelo matemático de las hipótesis estadísticas**

$$H_0: \widetilde{X}_1 = \widetilde{X}_2$$

$$H_1: \widetilde{X}_1 \neq \widetilde{X}_2$$

#### 4.3.4.3 Nivel de significancia

Se ha escogido un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

#### 4.3.4.4 Estadístico para la prueba de hipótesis

- **Normalidad:** La distribución de los datos no es normal.
- **Tipo de datos:** Los datos son de tipo escalar, no normales, por lo tanto se requiere una prueba no paramétrica.
- **Tipo de muestreo:** Se pretende comparar más de dos muestras dependientes.
- **Prueba a utilizarse:** Test de Kruskal Wallis.

#### 4.3.4.5 Regla de decisión

Se valida  $H_0$  si el valor de prueba (sig. Bilateral) es mayor al nivel de significancia.

$$H_0: P_{valor} > \alpha$$

Se valida  $H_1$  si el valor de prueba (sig. Bilateral) es menor o igual al nivel de significancia.

$$H_0: P_{valor} \leq \alpha$$

#### 4.3.4.6 Cálculo

#### Variables

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Puesto	Númérico	8	2	Puesto de trabajo	{1,00, Anali...	Ninguna	18	Centrado	Nominal	Entrada
2	Patologías	Númérico	8	2	Patologías encontradas	{1,00, Hipoa...	Ninguna	18	Centrado	Nominal	Entrada
3	Frecuencia	Númérico	8	2	Casos diagnosticados	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrada
4	Dosis_ruido	Númérico	8	2	Dosis de ruido	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrada
5	Dosis_Vibra...	Númérico	8	2	Dosis de vibraciones	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala	Entrada
6											

**Elaborado por:** El autor

**Fuente:** Programa SPS

### Ingreso de datos

	Puesto	Patologías	Frecuencia	Dosis_ruido	Dosis_Vibraciones	var
1	Analista de mantenimiento	Hipoacusia bilateral	1,00	171,43	,00	
2	Analista de mantenimiento	Hipoacusia lateral	2,00	171,43	,00	
3	Analista de mantenimiento	Alteraciones de columna	2,00	171,43	,00	
4	Analista de mantenimiento	Alteraciones en articulacio...	,00	171,43	,00	
5	Analista de mantenimiento	Tinnitus	,00	171,43	,00	
6	Eléctrico	Hipoacusia bilateral	2,00	171,43	,00	
7	Eléctrico	Hipoacusia lateral	2,00	171,43	,00	
8	Eléctrico	Alteraciones de columna	1,00	171,43	,00	
9	Eléctrico	Alteraciones en articulacio...	1,00	171,43	,00	
10	Eléctrico	Tinnitus	1,00	171,43	,00	
11	Mecánico	Hipoacusia bilateral	2,00	171,43	5,81	
12	Mecánico	Hipoacusia lateral	1,00	171,43	5,81	
13	Mecánico	Alteraciones de columna	6,00	171,43	5,81	
14	Mecánico	Alteraciones en articulacio...	2,00	171,43	5,81	
15	Mecánico	Tinnitus	4,00	171,43	5,81	
16	Operador	Hipoacusia bilateral	1,00	171,43	,00	
17	Operador	Hipoacusia lateral	5,00	171,43	,00	
18	Operador	Alteraciones de columna	4,00	171,43	,00	
19	Operador	Alteraciones en articulacio...	1,00	171,43	,00	
20	Operador	Tinnitus	,00	171,43	,00	
21	Conductor	Hipoacusia bilateral	3,00	31,58	1,72	
22	Conductor	Hipoacusia lateral	1,00	31,58	1,72	

**Elaborado por:** El autor

**Fuente:** Programa SPS

## Aplicación del test seleccionado

The screenshot shows the SPSS 'Análisis' menu with the following options:

- Informes
- Estadísticos descriptivos
- Tablas
- Comparar medias
- Modelo lineal general
- Modelos lineales generalizados
- Modelos mixtos
- Correlaciones
- Regresión
- Loglineal
- Redes neuronales
- Clasificar
- Reducción de dimensiones
- Escala
- Pruebas no paramétricas**
  - Una muestra...
  - Muestras independientes...
  - Muestras relacionadas...
  - Cuadros de diálogo antiguos
    - Chi-cuadrado...
    - Binomial...
    - Rachas...
    - K-S de 1 muestra...
    - 2 muestras independientes...
    - K muestras independientes...**
    - 2 muestras relacionadas...
    - K muestras relacionadas...
- Superviv.
- Respuesta múltiple
- Análisis de valores perdidos...
- Imputación múltiple
- Muestras complejas
- Control de calidad
- Curva COR...

The dialog box 'Pruebas para varias muestras independientes' is shown with the following configuration:

- Lista Contrastar variables:** Dosis de ruido [Dos..., Dosis de vibracione..., Casos diagnosticad...
- Variable de agrupación:** Puesto(1 6)
- Tipo de prueba:**
  - H de Kruskal-Wallis
  - Mediana
  - Jonckheere-Terpstra

Buttons: Aceptar, Pegar, Restablecer, Cancelar, Ayuda, Exacta..., Opciones..., Definir rango...

**Elaborado por:** El autor  
**Fuente:** Programa SPS

## Resultados

Tabla 40. Incidencia por puesto de trabajo

Método	Dosis de ruido	Dosis de vibraciones
Chi-cuadrado	29,000	29,000
Grados de libertad	5	5
Significancia asintótica	,000	,000

**Realizado por:** El autor

#### 4.3.4.7 Decisión

Los resultados del cálculo muestran que el valor de prueba es menor al nivel de significancia ( $\alpha = 0,05$ ), en las pruebas realizadas para la dosis de ruido y vibraciones, y es mayor cuando se trata de los casos diagnosticados. Por lo tanto:

- “La mediana de la dosis de ruido es diferente en al menos un puesto de trabajo”.
- “La mediana de la dosis de vibraciones es diferente en al menos un puestos de trabajo”.

El análisis anterior permite establecer que el riesgo de exposición al ruido y vibraciones depende del puesto de trabajo. Por lo tanto, si se comparan las dosis en dichos puestos con el número de casos detectados, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 41. Incidencia por puesto de trabajo

Puesto de Trabajo	Patología	Nº. De Casos	Dosis de Ruido	Dosis de Vibraciones
<b>Analista de mantenimiento</b>	Hipoacusia bilateral	1	171,43	0
<b>Analista de mantenimiento</b>	Hipoacusia lateral	2	171,43	0
<b>Analista de mantenimiento</b>	Alteraciones de columna	2	171,43	0
<b>Analista de mantenimiento</b>	Alteraciones en articulaciones	0	171,43	0
<b>Analista de mantenimiento</b>	Tinnitus	0	171,43	0
<b>Eléctrico</b>	Hipoacusia bilateral	2	171,43	0

<b>Puesto de Trabajo</b>	<b>Patología</b>	<b>Nº. De Casos</b>	<b>Dosis de Ruido</b>	<b>Dosis de Vibraciones</b>
<b>Eléctrico</b>	Hipoacusia lateral	2	171,43	0
<b>Eléctrico</b>	Alteraciones de columna	1	171,43	0
<b>Eléctrico</b>	Alteraciones en articulaciones	1	171,43	0
<b>Eléctrico</b>	Tinnitus	1	171,43	0
<b>Mecánico</b>	Hipoacusia bilateral	2	171,43	5,81
<b>Mecánico</b>	Hipoacusia lateral	1	171,43	5,81
<b>Mecánico</b>	Alteraciones de columna	6	171,43	5,81
<b>Mecánico</b>	Alteraciones en articulaciones	2	171,43	5,81
<b>Mecánico</b>	Tinnitus	4	171,43	5,81
<b>Operador</b>	Hipoacusia bilateral	1	171,43	0
<b>Operador</b>	Hipoacusia lateral	5	171,43	0
<b>Operador</b>	Alteraciones de columna	4	171,43	0
<b>Operador</b>	Alteraciones en articulaciones	1	171,43	0
<b>Operador</b>	Tinnitus	0	171,43	0
<b>Conductor</b>	Hipoacusia bilateral	3	31,58	1,72
<b>Conductor</b>	Hipoacusia lateral	1	31,58	1,72
<b>Conductor</b>	Alteraciones de columna	1	31,58	1,72
<b>Conductor</b>	Alteraciones en articulaciones	0	31,58	1,72
<b>Conductor</b>	Tinnitus	0	31,58	1,72
<b>Soldador</b>	Hipoacusia bilateral	2	133,33	0
<b>Soldador</b>	Hipoacusia lateral	3	133,33	0
<b>Soldador</b>	Alteraciones de columna	4	133,33	0
<b>Soldador</b>	Alteraciones en articulaciones	0	133,33	0
<b>Soldador</b>	Tinnitus	0	133,33	0

**Realizado por:** El autor

Se puede asegurar que hay evidencia estadística suficiente para afirmar que: “El ruido y la vibración en el ámbito laboral inciden en los problemas de salud de los



trabajadores involucrados en la operación y mantenimiento de grupos  
electrógenos”.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se determinó la incidencia en la salud de los trabajadores, que se encuentran expuestos a ruido y vibraciones entre ellos: Analista de mantenimiento, Eléctricos, Mecánicos, Operadores, Conductores de maquinaria pesada y Soldador, teniendo valores de incidencia mayor a 50% en enfermedades auditivas y trastornos musculoesqueléticos.
- Las mediciones de ruido y vibración realizadas en los puestos de trabajo del personal expuesto entregaron resultados fuera del límite permisible en ruido para el grupo de exposición homogéneo (GEH), conductor y soldador, para vibraciones se incumplen los límites en el puesto de trabajo de conductor y mecánico.
- De acuerdo a los datos de morbilidad del área de Salud Ocupacional, se establecen los siguientes diagnósticos de salud en el personal ligado a las actividades de operación y mantenimiento de grupos electrógenos: Hipoacusia bilateral, Hipoacusia lateral (OI u OD), Tinnitus, Alteraciones de columna vertebral y Alteraciones en articulaciones. Los diagnósticos detallados constituyen los relacionados con los factores de riesgo físico analizados ruido y vibraciones.
- Una vez analizados los datos de morbilidad, se determina que las enfermedades que tienen relación con la exposición del factor de riesgo ruidos son: hipoacusia bilateral, lateral oído izquierdo y derecho y tinnitus;

la exposición al factor de riesgo de vibraciones son: alteraciones de columna vertebral y articulaciones.

## 5.2 Recomendaciones

- Debido a alto nivel de incidencia de enfermedades profesionales en los puestos de trabajo analizados se recomienda desarrollar una propuesta de control para la prevención y gestión de los riesgos identificados y que representan riesgos para la salud de los trabajadores.
- Es necesario definir mejores controles sobre las medidas de gestión uso de EPP, debido a que el personal es dotado de doble equipo de protección auditiva (tapones y copas auditivas), sin embargo se limitan al uso de una sola protección auditiva lo que ha repercutido en su salud evidenciando enfermedades relacionadas con la exposición a alto niveles de ruidos.
- Se requiere que los factores de riesgo identificados como importantes sean medidos al menos dos veces al año y sean controlados mediante acciones eficientes que permitan evitar el progreso de las enfermedades profesionales detectadas y no se presenten nuevos casos de secuelas en la salud de los trabajadores.
- El personal ligado a las actividades de operación y mantenimiento de grupos electrógenos, debido al nivel de riesgo establecido sin previas mediciones de ruido en los puestos de trabajos, planteó la utilización de doble protección auditiva sin embargo esta política establecida en el Reglamento Interno de Higiene y Seguridad Industrial de la Empresa no es acatada, una parte de los trabajadores indican que la doble protección auditiva les causa molestia en sus oídos, razón por la cual prefieren utilizar solo copas protectoras debido a que con este equipo de protección personal presentan una sensación de mayor atenuación de ruido; otro grupo de trabajadores indican que por el calor presente en la zona la mejor opción es solo utilizar tapones auditivos, evitando así la acumulación de sudor que se presenta al utilizar copas auditivas. En este sentido se recomienda que la empresa efectúe un control de calidad de los equipos entregados y en lo posible analice la

posibilidad de adquirir equipos apropiados para zonas con alta humedad y calor.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA DE CONTROL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS**

#### **6.1 Tema**

Propuesta de control para la prevención y gestión de los riesgos identificados que representan riesgos para la salud de los trabajadores que realizan operación y mantenimiento de grupos electrógenos.

#### **6.2 Desarrollo de la propuesta**

##### **6.2.1. Introducción**

La Empresa tiene el compromiso de garantizar a todas las personas involucradas en las actividades operacionales ambientes seguros y saludables de trabajo, para alcanzar este objetivo la empresa debe tener el compromiso de implementar la presente propuesta de control para la prevención y gestión de los riesgos identificados.

##### **6.2.2. Alcance**

Esta propuesta está dirigida el personal de la empresa y contratistas que realizan las labores de operación y mantenimiento de grupos electrógenos.

### **6.2.3. Fundamentación técnico – legal**

- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584
- Reglamento al Instrumento Andino de Seguridad y Salud. Resolución 957
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Decreto 2393
- Reglamento para el Funcionamiento de los Servicios Médicos de Empresas. Acuerdo No. 1404
- Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas. Acuerdo N° 174
- Convenios Internacionales OIT ratificados por la República del Ecuador

## **6.2 Objetivos**

### **6.2.1 Objetivo General**

Desarrollar una propuesta de control para la prevención y gestión de los riesgos identificados que representan riesgos para la salud de los trabajadores que realizan operación y mantenimiento de grupos electrógenos.

### **6.2.2 Objetivos Específicos**

- Plantear propuestas de controles en fuente, medio de transmisión y receptor a los factores de riesgos identificados en este estudio.
- Definir una propuesta para el nivel de protección auditiva requerida para el control del factor de riesgo ruido.
- Definir una técnica adecuada para el control del factor de riesgo vibraciones.

## **6.3. Definiciones**

**Ruido.-** Es un sonido indeseable que puede ser conducida por sólidos, líquidos o gases; en el ámbito laboral se expresa a través del Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE). Para su medición se utilizan los Decibeles, dB.

**Vibraciones.**- Se clasifican en vibraciones globales y parciales, según las partes del cuerpo que afectan.

**Peligro.**- Es toda condición con potencial de producir un daño.

**Riesgo.**- Es la probabilidad de ocurrencia de dicho daño.

**Acto inseguro.**- Se entiende como la violación de un procedimiento de seguridad aceptado, que favorece la producción del accidente.

**Condición insegura.**- Es toda condición o circunstancia física peligrosa que favorece la producción de un accidente.

**Accidente de trabajo.**- Es todo suceso imprevisto y repentino que sobrevenga por causa, consecuencia o con ocasión del trabajo originado por la actividad laboral relacionada con el puesto de trabajo, que ocasione en el afiliado lesión corporal o perturbación funcional, una incapacidad, o la muerte inmediata o posterior.

**Enfermedad profesional.**- Es la producida por causa del lugar o del tipo de trabajo. Existe un Listado de Enfermedades Profesionales en el cual se identifican cuadros clínicos, exposición y actividades en las que suelen producirse estas enfermedades y también agentes de riesgo (factores presentes en los lugares de trabajo y que pueden afectar al ser humano, como por ejemplo las condiciones de temperatura, humedad, iluminación, ventilación, la presencia de ruidos, sustancias químicas, la carga de trabajo, entre otros).

#### **6.4 Asignación de responsabilidades**

##### **Gerencia General**

- Asignar los recursos necesarios para la implementación de los controles de los factores de riesgo.

- Revisar y aprobar la Propuesta de control para la prevención y gestión de los riesgos identificados que representan riesgos para la salud de los trabajadores que realizan operación y mantenimiento de grupos electrógenos.

### **Seguridad, Salud y Ambiente**

- Elaborar la propuesta de control para la prevención y gestión de los riesgos identificados que representan riesgos para la salud de los trabajadores que realizan operación y mantenimiento de grupos electrógenos.
- Dar a conocer a los trabajadores de la Empresa la propuesta de control para la prevención y gestión de los riesgos identificados.

### **Medico Ocupacional**

- Implementar un plan de vigilancia de la salud en base a los riesgos identificados.
- Apoyar la implementación de la propuesta de control para la prevención y gestión de los riesgos identificados.

### **Trabajadores**

- Participar de manera activa en la propuesta de control para la prevención y gestión de riesgos identificados.
- Cumplir las disposiciones de Higiene y Seguridad Industrial enmarcadas en el marco legal y Reglamento Interno de Seguridad e Higiene Industrial de RS ROTH S.A.

## **6.5. Gestión del Riesgos**

### **Eliminación completa del peligro**



La eliminación total del peligro no es posible alcanzarla, al ser una empresa que se dedica a la operación y mantenimiento de grupos electrógenos, este giro de negocio mantiene exposición a los factores de riesgo de ruido y vibraciones.

### **Sustitución**

Reemplazar los grupos electrógenos actuales por equipos encabinados, estos equipos al tener todos sus componentes dentro de una cabina hermética, el ruido al exterior tiende a disminuir, logrando así que el personal involucrado en las operaciones disminuya su nivel de riesgos al factor de ruido al cual se encuentra expuesto.

Sin embargo esta propuesta deberá ser encaminada una vez que los equipos actuales cumplan con su periodo de vida o se planifique una remodelación o cambio en los mismos.

### **Controles de ingeniería**

Rediseñar los equipos que actualmente se encuentran en funcionamiento para colocarlos dentro de cabinas, la cabina contiene en su interior material aislante de ruido. La mayoría de equipos que mantiene la empresa son equipos en los que pueden iniciarse un proyecto de rediseño. Al aislar al equipo electrógeno en una cabina se asila las partes mecánicas consideradas más ruidosas: radiador, ventilador, motor y silenciador quedarían cubiertas bajo el material aislante, logrando así una atenuación significativa en el medio donde el trabajador desarrolla sus labores.

*Fotografía 1. Equipo electrógeno sin insonorización*



**Fuente:** El autor

*Fotografía 2. Equipo electrógeno insonorizado*



**Fuente:** El autor

Colocación de pantallas atenuantes de ruido para evitar la transmisión de ruido desde la fuente hacia el receptor que es el trabajador.

*Fotografía 3. Colocación de pantallas de atenuación*



**Fuente:** El autor

*Fotografía 4. Funcionamiento de pantallas de atenuación de ruido*



**Fuente:** El autor

### **Controles administrativos**

- **Señalización, advertencias**

La señalización que informe los principales factores de riesgos deberá estar expuesta a fin que el trabajador pueda visualizarla y entenderla de manera clara, dicha señalización debe estar tanto en el área de operación como en los grupos electrógenos.

*Fotografía 5. Señalización de área de trabajo*



**Fuente:** El autor

*Fotografía 6. Señalización de equipos electrógenos*



**Fuente:** El autor

- **Capacitaciones, entrenamientos**

Se requiere implementar una matriz de planificación de charlas, capacitaciones y entrenamientos donde consten los factores de riesgos estudiados con el fin de informar a las personas implicadas en la realización de actividades.

Todo el personal que realice trabajos de exposición a ruido y vibraciones cuando se va a llevar a cabo la tarea debe tener información suficiente de la implicación de peligrosos asociados a su exposición.

- **Programa de pausas activas**

Para el control del factor de riesgo ruido y vibraciones es necesario implementar un programa de pausas activas para lo cual hay que tomar en cuenta las siguientes pautas:

- Facilitar áreas de descanso ajenas a la zona de ruido para las pausas establecidas durante el trabajo.
- Establecer el tiempo de trabajo del personal expuesto. Por ejemplo, rotar a los empleados en los puestos de trabajo de los factores de riesgo identificado para evitar que su nivel diario de exposición sea excesivo.
- Organizar los horarios de forma que las tareas con mayor exposición se realicen con el mínimo de trabajadores presentes e incluyendo rotación del personal.

### **Equipo de Protección Personal**

En base a las mediciones realizadas del principal factor de riesgo, el personal está obligado a utilizar doble protección auditiva por el tiempo de exposición.

A continuación se realiza el cálculo de los equipos de protección auditiva que deben ser dotados al personal expuesto al factor de riesgo ruido:

Tabla 42. Método de análisis espectral para selección de protectores auditivos (tapones)

Frecuencia (Hz)	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz	
NPS (dB)	97	99	103	108	104	106	102	96	88	80	112,56
Ponderación A	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
NPS (dBA)	57,84	72,81	86,43	99,19	100,95	106,21	103,26	97,34	86,93	80,17	109,55
Atenuación del Tapón Auditivo 1270 3M		26,6	27,7	28,4	29,5	29,6	35,6	35,6	38,9		
Corrección para representar los valores de atenuación del tapón en el lugar de trabajo (-10dB)		16,6	17,7	18,4	19,5	19,6	25,6	25,6	28,9		
Desviación típica x 2		9,4	9,9	10,9	9,6	8,2	6,8	9,6	6,7		
Resultado de Atenuación	0	7,2	7,8	7,5	9,9	11,4	18,8	16	22,2	0	
Nivel de ruido estimado bajo el protector (dBA)	57,84	65,61	78,63	91,69	91,05	94,81	84,46	81,34	64,73	80,17	98,05

Fuente: El autor

En la tabla N° 40 se detallan los cálculos de atenuación realiza tomando en cuenta la hoja técnica del EPP tapones auditivos (Anexo 8), los cálculos se realizan para cada nivel de atenuación por cada banda de octava y el resultado final de exposición es de 98,05 dB que se considera una atenuación sonora insuficiente de acuerdo a la tabla N° 41.

Tabla 43. Estimación de la Protección Auditiva en función del Nivel de presión sonora efectivo

Nivel de presión sonora	Calificación de Atenuación Sonora
> 80 dB(A)	Insuficiente
60 dB(A) < 80 dB(A)	Adecuada
< 60 dB(A)	Excesiva

Fuente: NTP 951

Tabla 44. Método de análisis espectral para selección de copas auditivas

Frecuencia (Hz)	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz	
NPS (dB)	97	99	103	108	104	106	102	96	88	80	112,56
Ponderación A	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
NPS (dBA)	57,84	72,81	86,43	99,19	100,95	106,21	103,26	97,34	86,93	80,17	<b>109,55</b>
Atenuación de Orejera Optime 98		0	15,5	22	33,7	39,7	36,5	40,1	40,6		
Corrección para representar los valores de atenuación del tapón en el lugar de trabajo (-10dB)		-10	5,5	12	23,7	29,7	26,5	30,1	30,6		
Desviación típica x 2			5,4	7	5,2	4,8	5,2	5,6	5		
Resultado de Atenuación	0	-10	0,1	5	18,5	24,9	21,3	24,5	25,6	0	
Nivel de ruido estimado bajo el protector (dBA)	57,84	82,81	86,33	94,19	82,45	81,31	81,96	72,84	61,33	80,17	<b>95,84</b>

Fuente: El autor

En la tabla N° 42 se detallan los cálculos de atenuación realizada tomando en cuenta la hoja técnica del EPP copas auditivas (Anexo 9), los cálculos se realizan para cada nivel de atenuación por cada banda de octava el resultado final de exposición es de 95,84 dB que se considera una atenuación sonora insuficiente de acuerdo a la tabla N° 41.

Como conclusión se establece que debido al nivel de exposición al factor ruido el uso de un solo EPP no es suficiente razón por la cual se requiere el uso de doble protección auditiva.

Tabla 45. Tipo de equipo de protección auditiva de acuerdo al nivel de ruido

<80 dB(A)	≥80 a <85 dB(A)	≥85 a <87 dB(A)	≥87 a <90 dB(A)	≥90 a <100 dB(A)	≥100 a <105 dB(A)
NA	Opcional tapones	Obligatorio tapones	Obligatorio Tapones u orejeras	Obligatorio orejeras	Obligatorio Orejeras + tapones

Fuente: NTP 951

Calculo de atenuación con EPP combinado (Uso de doble protección auditiva)

*Ecuación 21. Índice de reducción único*

**Índice de reducción único SNR = 33log (0.4 SNR OREJERAS + 0.1 TAPONES)**

**Índice de reducción único SNR = 33 log (0.4 (25dB) + 0.1 (25dB))**

**Índice de reducción único SNR = 33 log (10 + 2,5)**

**Índice de reducción único SNR = 33 log (12,5)**

**Índice de reducción único SNR = 36,19 dB**

Fotografía 7. Utilización de EPP



Fotografía 8. Utilización de protección auditiva



Fuente: El autor

Recomendaciones:

Una vez analizada la información obtenida de las tablas de la parte superior con el fin de mejorar las condiciones de trabajo de los empleados así como también resguardar a la empresa se recomienda lo siguiente:

- Se requiere el uso de doble protección auditiva.
- Implementar políticas y sanciones administrativas al personal que no utiliza el equipo mínimo necesario.



## BIBLIOGRAFÍA

- Gómez M, Jaramillo JJ, Luna Y, Martínez A, Velásquez MA, Vásquez EM. (2012). Ruido industrial: efectos en la salud de los. Rev CES Salud Pública, 174-183.
- Haar, R. v. (2001). La Higiene Ocupacional en América Latina - Una Guía para su desarrollo. Organización Panamericana de la Salud, 48.
- Hernández Sánchez, Héctor, & Gutiérrez Carrera, Mabelys. (2006). Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. Revista Cubana de Medicina Militar, 35.
- Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo. (Enero de 2017). Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo. Obtenido de Vibraciones mecánicas : <http://calculadores.inssbt.es/Vibracionesmec%C3%A1nicas/Introducci%C3%B3n.aspx>
- J. Griffin Michael, S. H. (1992). Vibraciones. En S. H. J. Griffin Michael, ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO (págs. 50-67). España.
- Madrid, U. C. (01 de Enero de 2017). Manual de riesgos laborales. Obtenido de Manual de riesgos laborales: [http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/laboratorios/prevencion\\_riesgos\\_laborales/manual/riesgos\\_fisicos](http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/laboratorios/prevencion_riesgos_laborales/manual/riesgos_fisicos)
- Pública, M. d. (2012). Instructivo para la aplicación de agentes físicos. Instituto de Salud Pública de Chile, 11.
- Remón, B. (2011). Epidemiología laboral. Confederación de Empresarios de Navarra, 1-2.
- Robledo, F. H. (2014). Riesgos físicos I: ruido, vibraciones y presiones anormales. Bogotá: Ecoe ediciones.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1999) Guías para el ruido urbano. Ginebra.

ALFONSO DE ESTEBAN ALONSO (2003). Contaminación acústica y salud. Universidad Rey Juan Carlos, Facultad de Sociología, Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (UCM). Madrid, España.

SANTURIO DIAZ J., RODRIGUEZ J., ARGUELLES E. (2006). Estudio de exposición a vibraciones mano-brazo en el trabajo con máquinas – herramientas portátiles. Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales y Universidad de Oviedo. Madrid España.

DELGADO O., MARTÍNEZ J. (2015) Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca – Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging ordinario. Latin America Journals Online, Ciencias Espaciales ISSN: 2225-5249, Volumen 8 Número 1. Cuenca.

SEQUEIRA M. (2013). REDISEÑO ACÚSTICO ÓPTIMO DE RECINTOS INDUSTRIALES. Tesis de grado. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3720>

DE PAZ GIMENEZ J., OSORIO R. (2015) Ruido Industrial: Su control. SONAC. Pág. 113 – 115. [udla.edu.ec](http://udla.edu.ec).

GOMERO CUADRA, Raúl, Zevallos Enríquez, Carlos, & LLAP YESAN, Carlos. (2006). Occupational Medicine, Occupational and Environmental Medicine and Occupational Health. Revista Médica Herediana, 17(2), 105-108. Recuperado en 04 de abril de 2018, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1018-130X2006000200008&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2006000200008&lng=es&tlng=en).

Guillén Fonseca, Martha. (2006). Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional. Revista Cubana de Enfermería, 22(4) Recuperado en 04 de abril de 2018, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03192006000400008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192006000400008&lng=es&tlng=es).

Instituto Nacional de la Sordera y otros Trastornos de la Comunicación. (2014). Tinnitus. NIH Turning Discovery Into Health, 10.

Clascá Ricardo. (2017). Hipoacusia. Organización Mutuallidad Argentina de Hipoacúsicos (MAH).

Gómez M, Jaramillo JJ, Luna Y, Martínez A, Velásquez MA, Vásquez EM. (2012). Ruido industrial: efectos en la salud de los. Rev CES Salud Pública, 174-183.

IT, H. (2017). Mundo sobre la audición y la pérdida auditiva. HEART IT, <https://www.hear-it.org/>.

Montalvo, M. J. (2003). Programa de Prevención de Riesgos Laborales. Grupo RHM de Comunicación, 11-15.

# Anexo 1: Hoja Técnica y certificado de calibración sonómetro

 L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO <small>Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e IAC Signatory of EA, IAF and IAC Mutual Recognition Agreements</small>		
<b>CERTIFICATO DI ACCREDITAMENTO</b> <i>Accreditation Certificate</i>		
Accreditamento n° <i>Accreditation n°</i>	<b>124</b>	Rev. <b>26</b>
Si dichiara che <i>We declare that</i>	<b>DELTA OHM s.r.l.</b> Sede Legale ed operativa: Via G. Marconi, 5 35030 CASELLE DI SELVAZZANO (PD) - Italia	
è conforme ai requisiti della norma	UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 - Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura	
<i>meets the requirements of the standard</i>	<i>EN ISO/IEC 17025:2005 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories</i>	
Quale	<b>Laboratorio di Taratura</b>	
as	<b>Calibration Laboratory</b>	
<p>L'accREDITAMENTO attesta che il Laboratorio ha la competenza per operare quale Centro di taratura ACCREDIA per le grandezze, i campi e le incertezze di misura riportati nella tabella allegata al presente certificato di accreditamento. Il presente certificato non è da ritenersi valido se non accompagnato dalla tabella allegata e può essere sospeso o revocato in qualsiasi momento nel caso di inadempienza accertata da parte di ACCREDIA. La validità dell'accREDITAMENTO può essere verificata sul sito WEB (<a href="http://www.accredia.it">www.accredia.it</a>) o richiesta direttamente ai singoli Dipartimenti. Questo Laboratorio è accREDITATO in accordo alla norma internazionale UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005. L'accREDITAMENTO dimostra che il laboratorio possiede competenza tecnica per lo scopo definito e che opera secondo un sistema di gestione (si veda il comunicato congiunto ISO-ILAC-IAF del gennaio 2009).</p> <p><i>Accreditation attests that the Laboratory has the competence to operate as calibration Centre of ACCREDIA, for the physical quantities, the range and uncertainty of measurement reported in the table attached to the present accreditation certificate. The present certificate is valid only if associated to the annexed schedule, and can be suspend or withdrawn at any time in the event of non fulfillment as ascertained by ACCREDIA. The in force status of the accreditation may be checked in the WEB site (<a href="http://www.accredia.it">www.accredia.it</a>) or on direct request to relevant Departments. This laboratory is accredited in accordance with the recognised International Standard ISO/IEC 17025:2005. This accreditation demonstrates technical competence for a defined scope and the operation of a laboratory quality management system (refer joint ISO-ILAC-IAF Communiqué dated January 2009).</i></p>		
Data di 1ª emissione <i>1st issue date</i>	Data di modifica <i>Modification date</i>	Data di Scadenza <i>Expiring date</i>
1999-12-01	2011-12-01	2015-11-30
 Il Direttore di Dipartimento <i>The Department Director</i>	 Il Presidente <i>The President</i>	 Il Direttore Generale <i>The General Director</i>
<b>ACCREDIA</b>		
<small>Sede operativa: Strada delle Cacce, 91   10135 Torino - Italy   Tel. +39 011 3919729   Fax. +39 011 3919372 Sede legale: Piazza Mincio, 2   00198 Roma - Italy   Tel. +39 06 8440991   Fax +39 06 8841199 info@accredia.it   www.accredia.it   Partita IVA - Codice Fiscale 10566361001</small>		



**DELTA OHM S.r.l.**  
Via Marconi, 5  
35030 Caselle di Selvazzano (PD)  
Tel. 0039-0498771150  
Fax 0039-049635596  
e-mail: info@deltaohm.com  
Web Site: www.deltaohm.com

Centro di Taratura LAT N° 124  
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato  
di Taratura



LAT N° 124

Laboratorio Misure di Elettroacustica

Pagina 1 di 8  
Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 15003998  
Certificate of Calibration

- data di emissione date of issue	2015-10-29
- cliente customer	Ing. José M. Jalil Haas - Pasaje Fray Joaquin Auz E7-08 y Últimas Noticias - 170150 Quito (Pichincha - Ecuador)
- destinatario receiver	Ambindust S.A. - Selva Alegre Oe4-38 y Ruiz de Castilla - 170521 Quito (Pichincha - Ecuador)
- richiesta application	E15262.04.086.1085
- in data date	2015-08-27
<u>Si riferisce a</u> Referring to	
- oggetto item	Fonometro
- costruttore manufacturer	Delta Ohm S.r.l.
- modello model	HD2010UC/A
- matricola serial number	15102344179
- data delle misure date of measurements	2015/10/27
- registro di laboratorio laboratory reference	32287

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accertamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).  
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).  
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
Pierantonio Benvenuti



**DELTA OHM S.r.l.**  
Via Marconi, 5  
35030 Caselle di Selvazzano (PD)  
Tel. 0039-0498977150  
Fax 0039-049635596  
e-mail: info@deltaohm.com  
Web Site: www.deltaohm.com

Centro di Taratura LAT N° 124  
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato  
di Taratura



LAT N° 124

Laboratorio Misure di Elettroacustica

Pagina 1 di 5  
Page 1 of 5

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 15003999  
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2015-10-29
- cliente <i>customer</i>	Ing. José M. Jallil Haas Pasaje Fray Joaquin Auz E7-08 y Últimas Noticias 170150 Quito (Pichincha - Ecuador)
- destinatario <i>receiver</i>	Ambindust S.A. - Selva Alegre Oe4-38 y Ruiz de Castilla - 170521 Quito (Pichincha - Ecuador)
- richiesta <i>application</i>	E15262.04.086.1085
- in data <i>date</i>	2015-08-27
<b>Si riferisce a</b> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Filtri acustici
- costruttore <i>manufacturer</i>	Delta Ohm S.r.l.
- modello <i>model</i>	HD2010UC/A
- matricola <i>serial number</i>	15102344179
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2015/10/27
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	32291

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
Pierantonio Benvenuti

**CERTIFICATO DI CONFORMITÀ DEL COSTRUTTORE**  
*MANUFACTURER'S CERTIFICATE OF CONFORMITY*

**rilasciato da**  
*issued by*

**DELTA OHM SRL STRUMENTI DI MISURA**

<b>DATA</b> <i>DATE</i>	2015-10-29	<b>CERTIFICATO N°</b> <i>CERTIFICATE N°</i>	15000975R
----------------------------	------------	--	-----------

Si certifica che gli strumenti sotto riportati hanno superato positivamente tutti i test di produzione e sono conformi alle specifiche, valide alla data del test, riportate nella documentazione tecnica.

*We certify that below mentioned instruments have been tested and passed all production tests, confirming compliance with the manufacturer's published specification at the date of the test.*

La riferibilità delle misure ai campioni internazionali e nazionali è garantita da una catena di riferibilità che ha origine dalla taratura dei campioni di prima linea dei laboratori accreditati di Delta OHM presso l'Istituto Primario Nazionale di Ricerca Metrologica.

*The traceability of measures assigned to international and national reference samples is guaranteed by a reference chain which source is the calibration of Delta OHM accredited laboratories reference samples at the Primary National Metrological Research Institute.*

<b>Modello</b> <i>Model</i>	<b>Numero di serie</b> <i>Serial number</i>
Sound Level Meter HD2010UC/A Class 1	15102344179
Preamplifier HD2010PNE2	15027877
Microphone UC52/1	155487
Calibrator HD2020 Class 1	15030517

**Responsabile Qualità**  
*Head of Quality*

  
DELTA OHM SRL  
Via Marconi, 5 - Tel. +39 049635596  
35030 Caselle di Selvazzano (PD) Italy  
P.IVA 03383960281



**DELTA OHM SRL**  
**35030 Caselle di Selvazzano (PD) Italy**  
**Via Marconi, 5**  
Tel. +39.0498977150 r.a. - Telefax +39.049635596  
Cod. Fisc./P.Iva IT03363960281 - N.Mecc. PD044279  
R.E.A. 306030 - ISC. Reg. Soc. 68037/1998



**DELTA OHM S.r.l.**  
Via Marconi, 5  
35030 Caselle di Selvazzano (PD)  
Tel. 0039-0498977150  
Fax 0039-049635596  
e-mail: info@deltaohm.com  
Web Site: www.deltaohm.com

Laboratorio Misure di Elettroacustica

Centro di Taratura LAT N° 124  
Calibration Centre

Laboratorio Accreditato  
di Taratura



LAT N° 124

Pagina 1 di 4  
Page 1 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 124 15004001  
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2015-10-29
- cliente <i>customer</i>	Ing. José M. Jalil Haas Pasaje Fray Joaquin Auz E7-08 y Últimas Noticias 170150 Quito (Pichincha - Ecuador)
- destinatario <i>receiver</i>	Ambindust S.A. - Selva Alegre Oe4-38 y Ruiz de Castilla - 170521 Quito (Pichincha - Ecuador)
- richiesta <i>application</i>	E15262.04.086.1085
- in data <i>date</i>	2015-08-27
<b>Si riferisce a</b> <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Calibratore
- costruttore <i>manufacturer</i>	Delta Ohm S.r.l.
- modello <i>model</i>	HD2020
- matricola <i>serial number</i>	15030517
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2015/10/23
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	32269

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 124 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 124 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre  
Pierantonio Benvenuti



## Anexo 2: Hoja técnica y certificado de calibración del vibrómetro



### VC431

#### Vibrómetro triaxial

#### Aplicaciones

- Evaluación de la exposición de los trabajadores a las vibraciones:
  - Mano Brazo (HA)  
2002/44/CE  
ISO 5349-2
  - Cuerpo Entero (WB)  
2002/44/CE  
ISO 2631-1
- Evaluación de las vibraciones en el espacio interior de edificaciones:
  - ISO 2631-2 (Edificios)
- Evaluación del efecto de las vibraciones en las cimentaciones de edificios y en el terreno:
  - DB SE-C (Seguridad estructural cimientos)
  - UNE 22-381-93 (Voladuras)
  - DIN 4150-3 (Vibraciones estructurales)

#### Fácil manejo

- Mide todos los parámetros simultáneamente para cada aplicación (HA, WB, Edificación y Estructura).
- Escala única de medición, independientemente de la aplicación (HA, WB, Edificación y Estructura).
- Visualización de información proyectada durante la medición.
- Pantalla gráfica de gran tamaño 3,2" y alta resolución.
- Sólo 3 teclas de manejo (Soft key).

#### Características

- Gran capacidad de almacenaje; guarda la evolución temporal de la medición.
- Puerto de descarga y alimentación vía USB.
- Proyección de parámetros; evaluación de la exposición a las vibraciones para tiempos de medición inferiores al tiempo de exposición.
- Software: CESVA Capture Studio y CESVA Studio Editor.
- Acelerómetro distinto para cada aplicación (HA, WB, Edificación/Estructura).
- Vibrómetro conforme a la normas ISO 8041 y al Decreto 1311/2005.

El **VC431** es un vibrómetro de altas prestaciones, es el instrumento ideal para la medición de vibraciones según:

- La Directiva 2002/44/CE sobre los riesgos derivados de la exposición de los trabajadores a vibraciones; en España, transpuesta en el Real Decreto 1311/2005:

- Vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo (HA)
- Vibraciones transmitidas al cuerpo entero (WB)

El **VC431** permite evaluar de forma cómoda y sencilla la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.

- El Real Decreto 1367/2007, la Ley 37/2003 del Ruido y la Directiva 2002/49/CE:

- Vibraciones en el espacio interior de edificaciones

- Con **VC431** también es posible evaluar el efecto de las vibraciones en las cimentaciones de los edificios y en el terreno según:

- El código técnico de la edificación, documento básico Seguridad Estructural Cimientos (DB SEC-C)
- La norma UNE 22-381-93
- La norma DIN 4150-3.



Siguiendo la filosofía que caracteriza todos los instrumentos CESVA, el VC431 es un instrumento fácil de utilizar, con rango único (sin cambios de escala) y medición simultánea de todos sus parámetros.

Tiene una estructura de menús y opciones visuales e intuitivas. No es necesario configurar idiomas, ya que dispone de iconos fácilmente identificables y reconocibles.

Desde el menú principal se puede acceder a cualquiera de las aplicaciones o ajustes, para ello únicamente hay que seleccionar el icono deseado.

Dispone de cuatro modos de medición de vibraciones: Hand Arm (HA), Whole Body (WB), Whole Body para edificación (WBE) y Estructura (S). Estos cumplen con la directiva europea de riesgos laborales de vibraciones 2002/44/CE y con la ISO 2631-2.

El vibrómetro permite trabajar con diferentes acelerómetros triaxiales ya que cada uno de estos modos de medición requiere de un acelerómetro triaxial específico.

Para la comodidad del usuario, se guarda el ajuste de sensibilidad de diferentes acelerómetros, de esta manera se evita tener que efectuar un ajuste de sensibilidad cada vez que se realiza una medición en un modo distinto.

El VC431 permite medir simultáneamente todos los parámetros necesarios para evaluar la exposición a las vibraciones en  $m/s^2$  o dB (dB sólo disponibles para edificación), con las ponderaciones adecuadas:  $W_d$  [x,y] y  $W_k$  [z] para WB,  $W_h$  [x,y,z] para HA y  $W_m$  [x,y,z] para WBE. Y dispone de una gran memoria para guardar tanto los resultados finales como la evolución temporal de los parámetros medidos, pudiendo más tarde recalcularlos para cualquier tramo temporal.

Los registros guardados en memoria se podrán eliminar a través del menú de VC431. Este dispone de la posibilidad de eliminar todos los registros o bien seleccionar únicamente el que no interesa.

Además permite realizar mediciones de duración inferior al tiempo de exposición, ya que muestra en pantalla los parámetros proyectados al tiempo previsto de exposición (tiempo de proyección [t<sub>p</sub>] programable).

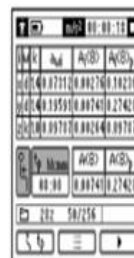
Con el vibrómetro se incluye el software para PC CESVA Capture Studio. Esta aplicación le permitirá descargar a través del puerto USB las mediciones realizadas con el instrumento y analizar los resultados obtenidos de una manera rápida y sencilla. Mientras está conectado al puerto USB de un PC, no necesita pilas ya que se alimenta a través del puerto USB del PC.

El VC431 no sólo le facilita la tarea de la evaluación y medición de las vibraciones. También le aporta todos los datos necesarios para realizar una correcta información y formación sobre el significado y riesgos potenciales de los resultados de las mediciones efectuadas.

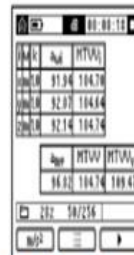
Su reducido peso, versatilidad y fácil manejo lo convierten en el instrumento de mano por excelencia para las evaluaciones de riesgos relacionados con las vibraciones.



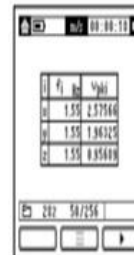
Modulo Hand Arm (HA)



Modulo Whole Body (WB)



Modulo Whole Body edificación (WBE)



Modulo Estructura (S)

Func.	Descripción Funciones Modo HAND ARM (HA)
$A_x$	Valor rms de aceleración en el eje x ponderado con $W_h$
$A_y$	Valor rms de aceleración en el eje y ponderado con $W_h$
$A_z$	Valor rms de aceleración en el eje z ponderado con $W_h$
$A_w$	Valor global de aceleración
A(t)	Exposición diaria de vibración
A(t) <sub>p</sub>	Exposición diaria de vibración proyectada
t <sub>p</sub>	Tiempo de proyección (programable)
t	Tiempo de medición

Func.	Descripción Funciones Modo WHOLE BODY (WB)
$A_x$	Valor rms de aceleración en el eje x ponderado con $W_d$
$A_y$	Valor rms de aceleración en el eje y ponderado con $W_d$
$A_z$	Valor rms de aceleración en el eje z ponderado con $W_d$
A(t)	Exposición diaria de vibración en el eje x
A(t) <sub>p</sub>	Exposición diaria de vibración en el eje x proyectada
A(t) <sub>y</sub>	Exposición diaria de vibración en el eje y
A(t) <sub>y</sub> <sub>p</sub>	Exposición diaria de vibración proyectada en el eje y
A(t) <sub>z</sub>	Exposición diaria de vibración en el eje z
A(t) <sub>z</sub> <sub>p</sub>	Exposición diaria de vibración proyectada en el eje z
A(t)	Exposición diaria de vibración
A(t) <sub>p</sub>	Exposición diaria de vibración proyectada
t <sub>p</sub>	Tiempo de proyección (programable)
t	Tiempo de medición

Func.	Descripción Funciones Modo WHOLE BODY en edificación (WBE)
$A_{xw}$	Valor rms de aceleración en el eje x ponderado con $W_m$
$A_{yw}$	Valor rms de aceleración en el eje y ponderado con $W_m$
$A_{zw}$	Valor rms de aceleración en el eje z ponderado con $W_m$
$A_w$	Valor rms de aceleración combinada
MTV <sub>x</sub>	Valor MTV de aceleración en el eje x ponderado con $W_m$
MTV <sub>y</sub>	Valor MTV de aceleración en el eje y ponderado con $W_m$
MTV <sub>z</sub>	Valor MTV de aceleración en el eje z ponderado con $W_m$
MTV	Máximo valor MTV de aceleración ponderado con $W_m$
MTV <sub>w</sub>	Valor MTV de aceleración total combinada (vector) ponderado con $W_m$
t	Tiempo de medición

Func.	Descripción Funciones Modo ESTRUCTURA (S)
$v_{px}$	Valor de pico del vector velocidad en el eje x
$v_{py}$	Valor de pico del vector velocidad en el eje y
$v_{pz}$	Valor de pico del vector velocidad en el eje z
f <sub>x</sub>	Frecuencia en la que se produce el valor $v_{px}$
f <sub>y</sub>	Frecuencia en la que se produce el valor $v_{py}$
f <sub>z</sub>	Frecuencia en la que se produce el valor $v_{pz}$
t	Tiempo de medición

West Caldwell Calibration Laboratories Inc.

# Certificate of Calibration

for

TRIAXIAL ACCELEROMETER

Manufactured by: CESVA  
Model No: AC033  
Serial No: 0906394  
Calibration Recall No: 28510

Submitted By:

Customer: GEOVANNY SANCHEZ  
Company: DEPROIN S.A.  
Address: SAMANTES 7 MZ. 2224 VILLA 1  
GUAYAQUIL, ECUA 090513

The subject instrument was calibrated to the indicated specification using standards traceable to the National Institute of Standards and Technology or to accepted values of natural physical constants. This document certifies that the instrument met the following specification upon its return to the submitter.

West Caldwell Calibration Laboratories Procedure No. AC033 CESV

Upon receipt for Calibration, the instrument was found to be:

Within ( X )

tolerance of the indicated specification. See attached Report of Calibration.

The information supplied relates to the calibrated item listed above.

West Caldwell Calibration Laboratories' calibration control system meets the requirements, ISO 10012-1 MIL-STD-45662A, ANSI/NCSL Z540-1, IEC Guide 25, ISO 9001:2008 and ISO 17025.

Note: With this Certificate, Report of Calibration is included.

Approved by: *Fc*

Calibration Date: 19-Feb-18

Felix Christopher (QA Mgr.)

Certificate No: 28510 - 1

QA Doc. #1001 Rev. 2.0 10/19/11

Certificate Page 1 of 1

ISO/IEC 17025:2005

West Caldwell Calibration Laboratories, Inc.  
uncompromised calibration  
1575 State Route 96, Victor, NY 14564, U.S.A.



Calibration Lab. Cert. # 1533.01

DEPROIN S.A.

Desarrollo de Proyectos Industriales

## **Anexo 3: Mediciones de Ruido**

### **Procedimiento de medición de ruido**

La metodología a seguir está planteada en la normativa UNE ISO 9612 Acústica, determinación de la exposición al ruido en el trabajo, método de ingeniería para lo cual se emplearán equipos con la calibración correspondiente, que cumplen con las exigencias de realización de los ensayos, se detalla a continuación:

Se analiza el trabajo realizado durante la jornada y se establece una estrategia de medición basada en el puesto de trabajo con la formación de grupos de exposición homogéneos (GEH) debido a que la tarea de operación y mantenimiento de grupos electrógenos está compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible.

El número de trabajadores expuestos son 4: mecánico, eléctrico, técnico de mantenimiento y operador, de acuerdo a la Tabla 3. Duración mínima del muestreo en función del nº de trabajadores del GEH, corresponde una duración mínima acumulada de la medición de 5 horas.

Por la tanto se realizan 5 mediciones de 1 h cada una para el Grupo de exposición homogénea.

Con respecto a la medición de los demás puestos de trabajo como soldador y conductor de maquinaria pesada se realizará en la estrategia de medición basada en tareas. Como cada tarea tiene un tiempo de exposición de más de 5 minutos, la medición durará, al menos, 5 minutos se llevarán a cabo 3 mediciones como mínimo. (NTP 951)

El sonómetro debe ser ubicado en la posición que ocupa usualmente la cabeza del trabajador (sentado o de pie, según corresponda), manteniendo siempre el micrófono a la altura y orientación a la que se encuentra el oído más expuesto del mismo. En los casos donde sea imposible efectuar la medición sin presencia del

trabajador, el micrófono del instrumento se deberá instalar en una esfera imaginaria de 60 cm de diámetro, la cual deberá rodear la cabeza del trabajador.

## Medición de ruido puesto de trabajo: Soldador

Tabla 46 Matriz de resultados con bandas de octava - Soldador

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
1	Taller de Soldadura, (Soldador)	Sueida eléctrica	Encendido	Oído trabajador	74	94	60	67	71	74	72	69	65	61	54	46	Cumple
2			Soldando	Oído trabajador	78	109	55	64	71	73	69	69	71	73	72	70	Cumple
3			Soldando	Oído trabajador	78	103	75	70	68	71	70	71	73	72	70	75	Cumple
1		Amoladora disco desbaste	Encendido	Oído trabajador	103	127	93	98	106	103	99	97	95	91	91	93	Con Riesgo

<b>MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA</b>																	
<b>Nº</b>	<b>Lugar de Medición</b>	<b>Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina</b>	<b>Condición de Medición</b>	<b>Tipo de Medición</b>	<b>LAeq (dB)</b>	<b>LCPeak (dB)</b>	<b>31.5Hz (dB)</b>	<b>63Hz (dB)</b>	<b>125Hz (dB)</b>	<b>250Hz (dB)</b>	<b>500Hz (dB)</b>	<b>1KHz (dB)</b>	<b>2KHz (dB)</b>	<b>4KHz (dB)</b>	<b>8KHz (dB)</b>	<b>16KHz (dB)</b>	<b>Calificación (Exposición de 12 horas)</b>
<b>2</b>			<b>Desbastando</b>	<b>Oído trabajador</b>	<b>104</b>	120	57	63	64	77	84	96	96	100	100	93	<b>Con Riesgo</b>
<b>3</b>			<b>Desbastando</b>	<b>Oído trabajador</b>	103	127	93	98	106	103	99	97	95	91	91	93	<b>Con Riesgo</b>
<b>1</b>		<b>Amoldar piezas</b>	<b>Normal</b>	<b>Oído trabajador</b>	<b>106</b>	132	65	74	83	83	89	94	99	104	95	84	<b>Con Riesgo</b>
<b>2</b>			<b>Normal</b>	<b>Oído trabajador</b>	<b>104</b>	120	57	63	64	77	84	96	96	100	100	93	<b>Con Riesgo</b>
<b>3</b>			<b>Normal</b>	<b>Oído trabajador</b>	103	127	93	98	106	103	99	97	95	91	91	93	<b>Con Riesgo</b>

<b>MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA</b>																	
<b>Nº</b>	<b>Lugar de Medición</b>	<b>Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina</b>	<b>Condición de Medición</b>	<b>Tipo de Medición</b>	<b>LAeq (dB)</b>	<b>LCPeak (dB)</b>	<b>31.5Hz (dB)</b>	<b>63Hz (dB)</b>	<b>125Hz (dB)</b>	<b>250Hz (dB)</b>	<b>500Hz (dB)</b>	<b>1KHz (dB)</b>	<b>2KHz (dB)</b>	<b>4KHz (dB)</b>	<b>8KHz (dB)</b>	<b>16KHz (dB)</b>	<b>Calificación (Exposición de 12 horas)</b>
<b>1</b>		<b>Amoladora pequeña disco desbaste</b>	<b>Encendido</b>	<b>Oído trabajador</b>	<b>95</b>	<b>110</b>	<b>56</b>	<b>64</b>	<b>74</b>	<b>83</b>	<b>83</b>	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>92</b>	<b>90</b>	<b>81</b>	<b>Con Riesgo</b>
<b>2</b>			<b>Desbastando</b>	<b>Oído trabajador</b>	<b>95</b>	<b>110</b>	<b>56</b>	<b>64</b>	<b>74</b>	<b>83</b>	<b>83</b>	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>92</b>	<b>90</b>	<b>81</b>	<b>Con Riesgo</b>
<b>3</b>			<b>Desbastando</b>	<b>Oído trabajador</b>	<b>96</b>	<b>115.1</b>	<b>91</b>	<b>100</b>	<b>90</b>	<b>96</b>	<b>95</b>	<b>91</b>	<b>87</b>	<b>83</b>	<b>79</b>	<b>91</b>	<b>Con Riesgo</b>
<b>1</b>		<b>Oxicorte</b>	<b>Cortando</b>	<b>Oído trabajador</b>	<b>81</b>	<b>96</b>	<b>55</b>	<b>58</b>	<b>53</b>	<b>58</b>	<b>63</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>75</b>	<b>73</b>	<b>Cumple</b>
<b>2</b>			<b>Cortando</b>	<b>Oído trabajador</b>	<b>81</b>	<b>114,5</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>57</b>	<b>56</b>	<b>63</b>	<b>70</b>	<b>76</b>	<b>75</b>	<b>72</b>	<b>64</b>	<b>Cumple</b>



<b>MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA</b>																	
<b>Nº</b>	<b>Lugar de Medición</b>	<b>Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina</b>	<b>Condición de Medición</b>	<b>Tipo de Medición</b>	<b>LAeq (dB)</b>	<b>LCPeak (dB)</b>	<b>31.5Hz (dB)</b>	<b>63Hz (dB)</b>	<b>125Hz (dB)</b>	<b>250Hz (dB)</b>	<b>500Hz (dB)</b>	<b>1KHz (dB)</b>	<b>2KHz (dB)</b>	<b>4KHz (dB)</b>	<b>8KHz (dB)</b>	<b>16KHz (dB)</b>	<b>Calificación (Exposición de 12 horas)</b>
<b>3</b>			<b>Cortando</b>	<b>Oído trabajador</b>	<b>79</b>	110.4	69	66	59	56	61	70	75	73	72	69	<b>Cumple</b>

**Fuente:** El autor

**Cálculo para la obtención de niveles de ruido:**

**a.) Nivel de presión continuo equivalente  $L_{AeqT}$**

El valor del nivel equivalente de presión sonora para cada operación se calcula mediante la ecuación (1):

$$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A) \quad \text{Ecuación 1}$$

**Ejemplo:**

Cálculo de ruido por tarea:

*Tabla 47 Calculo de nivel de presión continuo equivalente*

Tareas	$L_{AeqT,m1}$	$L_{AeqT,m2}$	$L_{AeqT,m3}$	$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$
<b>Soldadura eléctrica</b>	74	78	78	77,03
<b>Corte con Amoladora piezas mediana</b>	103	104	103	103,36
<b>Amoldar piezas</b>	106	104	103	104,52
<b>Corte con Amoladora piezas grandes</b>	95	95	96	95,36
<b>Soldadura con Oxicorte</b>	81	81	79	80,43

**Fuente:** El autor

**b.) Nivel diario equivalente  $L_{Aeq(d)}$**

El valor del nivel diario equivalente de presión sonora para cada operación se calcula mediante la ecuación (2).

$$L_{Aeq}(d) = L_{AeqT} + 10 \log \frac{T}{8}$$

El tiempo de exposición a las tareas es de 12 horas, se tiene una jornada especial para aprobada por el Ministerio de Trabajo.

Tabla 48 Nivel diario equivalente

Tareas	$L_{AeqT,m1}$	$L_{AeqT,m2}$	$L_{AeqT,m3}$	$L_{Aeq(T)}$ = $10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB(A)$	Nivel diario equivalente $L_{Aeq}(d)$
Soldadura eléctrica	74	78	78	77,03	78,79
Corte con Amoladora piezas mediana	103	104	103	103,36	105,12
Amoldar piezas	106	104	103	104,52	106,28
Corte con Amoladora piezas grandes	95	95	96	95,36	97,12
Soldadura con Oxicorte	81	81	79	80,43	82,19

Fuente: El autor

### c.) Tipo de ruido

Para conocer el tipo de ruido se debe aplicar la ecuación (3), donde se establece que una diferencia menor igual a 5 para ruido continuo y mayor a 5 para ruido fluctuante.

$$\text{Tipo de ruido} = \text{valor}_{\text{máximo}} - \text{valor}_{\text{mínimo}}$$

Tabla 49 Tipo de ruido

Tareas	$L_{Aeq(T)}$ $= 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	Nivel diario equivalente $L_{Aeq} (d)$	Diferencia de valores máximos y mínimos	Tipo de ruido
<b>Soldadura eléctrica</b>	77,03	78,79	1,76	Continuo
<b>Corte con Amoladora piezas mediana</b>	103,36	105,12	1,76	Continuo
<b>Amoldar piezas</b>	104,52	106,28	1,76	Continuo
<b>Corte con Amoladora piezas grandes</b>	95,36	97,12	1,76	Continuo
<b>Soldadura con Oxicorte</b>	80,43	82,19	1,76	Continuo

Fuente: El autor

#### d.) Tiempo de exposición permitida

Este valor es obtenido mediante la aplicación de la siguiente ecuación (4):

$$\text{Tiempo de exposición permitida} = \text{Tiempo}_{\text{referencia}} * 2^{\frac{\text{NPS}_{\text{referencial}} - \text{NPS}_{\text{eq medido}}}{q}}$$

Donde:

Tref: Tiempo Criterio = 8 horas

NPSref: Nivel Criterio = 85 dB(A)

q: Razón de Cambio = 3

NPS<sub>eq</sub>: NPS continuo equivalente representativo, medido en el puesto de trabajo

Tabla 50 Cálculo del tiempo de exposición permitido

Tareas	$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	Tiempo de exposición permitida (horas)
Soldadura eléctrica	77,03	24
Corte con Amoladora piezas mediana	103,36	0,12
Amoldar piezas	104,52	0,09
Corte con Amoladora piezas grandes	95,36	0,73
Soldadura con Oxicorte	80,43	23

Fuente: El autor

#### e.) Cálculo de dosis permitida

S calcula la dosis permitida mediante la siguiente ecuación (5):

$$\text{Ecuación 4: Dosis: } \frac{\text{tiempo}_{real}}{\text{tiempo}_{permitido}}$$

#### f.) Evaluación de riesgo, en base a la dosis:

Dosis > 1 Riesgos intolerable

Dosis < 1 Riesgo tolerable

Tabla 51 Cálculo de dosis

Tareas	$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	Tiempo de exposición permitida TEP (horas)	Tiempo real de exposición TRE (horas)	Dosis Total	Evaluación
Soldadura eléctrica	77,03	24	12	0,50	Dosis tolerable

<b>Corte con Amolador a piezas mediana</b>	103,36	0,12	12	100,00	Dosis intolerable
<b>Amoldar piezas</b>	104,52	0,09	12	133,33	Dosis intolerable
<b>Corte con Amolador a piezas grandes</b>	95,36	0,73	12	16,44	Dosis intolerable
<b>Soldadura con Oxicorte</b>	80,43	23	12	0,52	Dosis tolerable

**Fuente:** El autor

## Medición de ruido puesto de trabajo: Conductor de maquinaria pesada

Tabla 52 Matriz de resultados con bandas de octavo - Conductor

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
1	Puesto de trabajo: conductor de maquinaria pesada	Carga de equipo	Normal	Oído trabajador	99	114	61	65	85	82	88	89	92	95	91	86	Con Riesgo
2			Normal	Oído trabajador	98	118	62	59	65	72	79	84	90	92	96	98	Con Riesgo
3			Normal	Oído trabajador	97	110	56	60	69	74	81	88	91	94	86	78	Con Riesgo

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
1		Transporte del equipo	Normal	Oído trabajador	83	107	81	74	75	73	74	77	78	77	68	81	Cumple
2			Normal	Oído trabajador	78	105	80	72	73	70	72	73	72	70	66	80	Cumple
3			Normal	Oído trabajador	83	112	78	78	75	75	77	78	77	75	68	78	Cumple
1		Ubicación de equipo	Normal	Oído trabajador	95	108	59	59	63	74	82	89	91	90	82	75	Con Riesgo



MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
2			Normal	Oído trabajador	95	111	53	51	55	68	75	81	90	90	90	89	Con Riesgo
3			Normal	Oído trabajador	96	111	51	51	58	63	84	91	91	91	88	78	Con Riesgo
1			Normal	Oído trabajador	98	118	62	59	65	72	79	84	90	92	96	98	Con Riesgo
2		Descarga de equipo	Normal	Oído trabajador	97	110	56	60	69	74	81	88	91	94	86	78	Con Riesgo
3			Normal	Oído trabajador	96	113	82	88	94	97	94	93	88	81	74	67	Con Riesgo

Fuente: El autor



**Cálculo para la obtención de niveles de ruido:**

**a.) Nivel de presión continuo equivalente  $L_{AeqT}$**

El valor del nivel equivalente de presión sonora para cada operación se calcula mediante la ecuación (1):

$$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$$

**Ejemplo:**

Cálculo de ruido por tarea:

*Tabla 53 Calculo de nivel de presión continuo equivalente*

Tareas	$L_{AeqT,m1}$	$L_{AeqT,m2}$	$L_{AeqT,m3}$	$L_{Aeq(T)}$ = $10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$
<b>Carga de equipo</b>	99	98	97	98,08
<b>Transporte del equipo</b>	83	78	83	81,88
<b>Ubicación de equipo</b>	95	95	96	95,36
<b>Descarga de equipo</b>	98	97	96	97,08

**Fuente:** El autor

**b.) Nivel diario equivalente  $L_{Aeq(d)}$**

El valor del nivel diario equivalente de presión sonora para cada operación se calcula mediante la ecuación (2).

$$L_{Aeq}(d) = L_{AeqT} + 10 \log \frac{T}{8}$$

El tiempo de exposición a las tareas es de 12 horas, se tiene una jornada especial para aprobada por el Ministerio de Trabajo.

Tabla 54 Nivel diario equivalente

Tareas	$L_{AeqT,m1}$	$L_{AeqT,m2}$	$L_{AeqT,m3}$	$L_{Aeq(T)}$ $= 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	Nivel diario equivalente $L_{Aeq}(d)$
Carga de equipo	99	98	97	98,08	99,84
Transporte del equipo	83	78	83	81,88	83,64
Ubicación de equipo	95	95	96	95,36	97,12
Descarga de equipo	98	97	96	97,08	98,84

Fuente: El autor

### c.) Tipo de ruido

Para conocer el tipo de ruido se debe aplicar la ecuación (3), donde se establece que una diferencia menor igual a 5 para ruido continuo y mayor a 5 para ruido fluctuante.

$$\text{Tipo de ruido} = \text{valor}_{\text{máximo}} - \text{valor}_{\text{mínimo}}$$

Tabla 55 Tipo de ruido

Tareas	$L_{Aeq(T)}$ $= 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	Nivel diario equivalente $L_{Aeq} (d)$	Diferencia de valores máximos y mínimos	Tipo de ruido
Carga de equipo	98,08	99,84	1,76	Continuo
Transporte del equipo	81,88	83,64	1,76	Continuo
Ubicación de equipo	95,36	97,12	1,76	Continuo
Descarga de equipo	97,08	98,84	1,76	Continuo

Fuente: El autor

#### d.) Tiempo de exposición permitida

Este valor es obtenido mediante la aplicación de la siguiente ecuación (4):

$$Tiempo\ de\ exposición\ permitida = Tiempo_{referencia} * 2^{\frac{NPS\ referencial - NPSeq\ medido}{q}}$$

Donde:

Tref: Tiempo Criterio = 8 horas

NPSref: Nivel Criterio = 85 dB(A)

q: Razón de Cambio = 3

NPSeq : NPS continuo equivalente representativo, medido en el puesto de trabajo

Tabla 56 Cálculo del tiempo de exposición permitido

Tareas	$L_{Aeq(T)}$ $= 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	Tiempo de exposición permitida (horas)
Carga de equipo	98,08	0,38
Transporte del equipo	81,88	16,44
Ubicación de equipo	95,36	0,73
Descarga de equipo	97,08	0,49

Fuente: El autor

**e.) Cálculo de dosis permitida**

S calcula la dosis permitida mediante la siguiente ecuación (5):

Ecuación 4:  $Dosis: \frac{tiempo_{real}}{tiempo_{permitido}}$

**f.) Evaluación de riesgo, en base a la dosis:**

Dosis >1 Riesgos intolerable

Dosis < 1 Riesgo tolerable

Tabla 57 Cálculo de dosis

<b>Tareas</b>	$L_{Aeq(T)}$ $= 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	<b>Tiempo de exposición permitida TEP (horas)</b>	<b>Tiempo real de exposición TRE (horas)</b>	<b>Dosis Total</b>	<b>Evaluación</b>
<b>Carga de equipo</b>	98,08	0,38	12	31,58	Dosis intolerable
<b>Transporte del equipo</b>	81,88	16,44	12	0,73	Dosis tolerable
<b>Ubicación de equipo</b>	95,36	0,73	12	16,44	Dosis intolerable
<b>Descarga de equipo</b>	97,08	0,49	12	24,49	Dosis intolerable

Fuente: El autor

**Medición de ruido puesto de trabajo: Grupo de exposición homogéneo: Analista de mantenimiento, eléctrico, mecánico y operador.**

**Fecha:** 09 de diciembre del 2017

**Presión atmosférica:** 987,7 HPa

**Dirección del viento:** 0,8 m/s

**Temperatura:** 23,7 °C

**Clima:** Soleado

*Tabla 58 Matriz # 1 de resultados con bandas de octavo - GEH*

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
1	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	105	125	95	99	104	102	101	100	97	93	96	95	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
2	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	104	126	88	95	103	106	101	97	94	92	89	88	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
3	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	126	87	94	106	110	105	99	97	94	91	87	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales



MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
4	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	125	88	97	106	110	105	98	96	93	90	88	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
5	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	125	87	97	106	110	105	98	95	92	90	87	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
6	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	125	87	99	106	110	105	98	95	93	90	87	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
7	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	125	87	99	106	110	105	98	95	92	90	87	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
8	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	126	88	99	106	110	105	98	95	93	90	88	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
9	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	126	88	100	106	110	105	98	96	92	90	88	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
10	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	125	87	98	106	110	105	98	96	93	90	87	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
11	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	126	87	99	106	110	105	98	96	92	90	87	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
12	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	126	89	99	106	110	105	98	96	93	90	89	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
13	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	125	88	98	105	109	105	98	96	92	90	88	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
14	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	125	87	98	105	109	105	98	96	92	90	87	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
15	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	106	125	87	98	106	109	105	98	96	92	90	87	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales

**Fuente:** El autor

**Fecha:** 12 de febrero del 2018

**Presión atmosférica:** 982,6 HPa

**Dirección del viento:** 0,9 m/s

**Temperatura:** 29,1 °C

**Clima:** Soleado

*Tabla 59 Matriz # 2 de resultados con bandas de octavo - GEH*

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
1	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	103	120	93	92	94	103	99	100	96	89	82	75	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
2	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	120	83	92	97	99	99	97	94	89	86	83	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
3	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	104	119	88	92	96	101	102	100	96	90	83	77	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
4	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	109	125	97	99	103	108	104	106	102	96	88	80	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
5	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	105	122	94	94	99	104	101	103	98	92	85	79	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
6	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	120	82	92	97	99	100	97	94	88	86	82	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
7	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	101	120	84	94	98	100	99	97	94	88	87	84	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
8	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	120	85	94	98	100	100	97	94	89	87	85	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
9	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	121	84	95	99	100	100	97	94	89	87	84	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
10	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	120	86	95	101	100	100	97	94	89	87	86	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
11	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	120	85	94	101	100	100	97	94	89	87	85	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
12	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	120	84	93	98	100	100	97	94	89	87	84	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
13	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	121	84	93	100	100	101	98	94	89	85	84	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales
14	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	121	84	93	100	100	101	98	94	89	85	84	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales

MATRIZ DE RESULTADOS CON BANDAS DE OCTAVA																	
Nº	Lugar de Medición	Fuente: Herramienta/ Equipo / Máquina	Condición de Medición	Tipo de Medición	LAeq (dB)	LCPeak (dB)	31.5Hz (dB)	63Hz (dB)	125Hz (dB)	250Hz (dB)	500Hz (dB)	1KHz (dB)	2KHz (dB)	4KHz (dB)	8KHz (dB)	16KHz (dB)	Calificación (Exposición de 12 horas)
15	Área de generación eléctrica	Grupos electrógenos	Operación y mantenimiento de equipos electrógenos	Grupo de trabajo	102	121	85	94	100	100	101	98	94	89	85	85	Con riesgo a contraer enfermedades acústicas profesionales

Fuente: El autor

**Cálculo para la obtención de niveles de ruido:**

**a.) Nivel de presión continuo equivalente  $L_{AeqT}$**

El valor del nivel equivalente de presión sonora para cada operación se calcula mediante la ecuación (1):

$$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$$

**Ejemplo:**

Cálculo de ruido por tarea:

*Tabla 60 Calculo de nivel de presión continuo equivalente*

Mediciones	$L_{AeqT,m1}$	$L_{AeqT,m2}$
1	105	103
2	104	102
3	106	104
4	106	109
5	106	105
6	106	102
7	106	101
8	106	102
9	106	102
10	106	102
11	106	102
12	106	102
13	106	102
14	106	102
15	106	102
$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	105,83	103,39

**Fuente:** El autor



**b.) Nivel diario equivalente  $L_{Aeq(d)}$**

El valor del nivel diario equivalente de presión sonora para cada operación se calcula mediante la ecuación (2).

$$L_{Aeq(d)} = L_{AeqT} + 10 \log \frac{T}{8}$$

El tiempo de exposición a las tareas es de 12 horas, se tiene una jornada especial para aprobada por el Ministerio de Trabajo.

*Tabla 61 Nivel diario equivalente*

Tareas	$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	Nivel diario equivalente $L_{Aeq(d)}$
<b>Medición # 1</b>	105,83	107,59
<b>Medición # 2</b>	103,39	105,15

**Fuente:** El autor

**c.) Tipo de ruido**

Para conocer el tipo de ruido se debe aplicar la ecuación (3), donde se establece que una diferencia menor igual a 5 para ruido continuo y mayor a 5 para ruido fluctuante.

$$Tipo\ de\ ruido = valor_{m\acute{a}ximo} - valor_{m\acute{i}nimo}$$

Tabla 62 Tipo de ruido

Tareas	$L_{Aeq(T)} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] dB (A)$	Nivel diario equivalente $L_{Aeq(d)}$	Diferencia de valores máximos y mínimos	Tipo de ruido
<b>Medición # 1</b>	105,83	107,59	1,76	Continuo

<b>Medición # 2</b>	103,39	105,15	1,76	Continuo
---------------------	--------	--------	------	----------

Fuente: El autor

#### d.) Tiempo de exposición permitida

Este valor es obtenido mediante la aplicación de la siguiente ecuación (4):

$$\text{Tiempo de exposición permitida} = \text{Tiempo}_{\text{referencia}} * 2^{\frac{\text{NPS}_{\text{referencial}} - \text{NPS}_{\text{Seq medido}}}{q}}$$

Donde:

Tref: Tiempo Criterio = 8 horas

NPSref: Nivel Criterio = 85 dB(A)

q: Razón de Cambio = 3

NPS<sub>Seq</sub> : NPS continuo equivalente representativo, medido en el puesto de trabajo

Tabla 63 Cálculo del tiempo de exposición permitido

Tareas	$L_{Aeq(T)}$ $= 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT,m}} \right] \text{ dB (A)}$	Tiempo de exposición permitida (horas)
<b>Medición # 1</b>	105,83	0,07
<b>Medición # 2</b>	103,39	0,11

Fuente: El autor

#### e.) Cálculo de dosis permitida

S calcula la dosis permitida mediante la siguiente ecuación (5):

Ecuación 4:  $Dosis: \frac{tiempo_{real}}{tiempo_{permitido}}$

**f.) Evaluación de riesgo, en base a la dosis:**

Dosis >1 Riesgos intolerable

Dosis < 1 Riesgo tolerable


*Tabla 64 Cálculo de dosis*

Tareas	$L_{Aeq(T)}$ $= 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{0.1 \times L_{AeqT.m}} \right] dB (A)$	Tiempo de exposición permitida TEP (horas)	Tiempo real de exposición TRE (horas)	Dosis Total	Evaluación
Medición # 1	105,83	0,07	12	171,43	Dosis intolerable
Medición # 2	103,39	0,11	12	109,09	Dosis intolerable


**Fuente:** El autor

**Anexo 4: Mediciones de vibraciones.**

**Medición de vibraciones mano brazo al utilizar la herramienta manual:  
Motor Tool.**

		<b>MEDICIÓN DE VIBRACIÓN MANO-BRAZO</b>		
		<i>Medición No: DP.MAS.15-003-2018</i>		
<b>Proyecto:</b>	<b>AFECCIÓN DE RUIDO Y VIBRACIONES AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN EL ÁREA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RS ROTH</b>			
<b>Ubicación:</b>	Bonaxa OE7-13 y Santa María, Calderón - Quito.			
<b>Área analizada:</b>	Taller Industrial	<b>Instrumento:</b>	Acelerometro	
<b>Fecha de muestreo:</b>	10/04/2018	<b>Marca:</b>	Cesva VC431	
<b>Punto de muestreo</b>	V1	<b>Serie:</b>	T240002	
<b>Solicitado por:</b>	Ing. Mayra Peña	<b>Fecha de Calibración :</b>	01/05/2017	
<b>Punto V1: Motor Tool</b>				
<b>Medición 1</b>				
$A(\theta)$	0.48439	[m/s <sup>2</sup> ]	$A(\theta)_p$ 18.3813 [m/s <sup>2</sup> ]	
(kx=1, ky=1, kz=1)		tp 8 : 0 HH:mm		
ahxt	3.78897	[m/s <sup>2</sup> ]	Duración	0000:00:20
ahyt	5.55515		Inicio	10/04/2018 10:57:29
ahzt	16.7495		Fin	10/04/2018 10:57:48
ahvt	18.3813			
ahx1''	<b>4.36895</b>	[m/s <sup>2</sup> ]	10/04/2018 10:57:48	
ahy1''	<b>5.61768</b>			
ahz1''	<b>18.9721</b>			
<b>Medición 2</b>				
$A(\theta)$	0.58643	[m/s <sup>2</sup> ]	$A(\theta)_p$ 22.2536 [m/s <sup>2</sup> ]	
(kx=1, ky=1, kz=1)		tp 8 : 0 HH:mm		
ahxt	5.10061	[m/s <sup>2</sup> ]	Duración	0000:00:20
ahyt	7.27896		Inicio	10/04/2018 10:57:52
ahzt	20.4015		Fin	10/04/2018 10:58:11
ahvt	22.2536			
ahx1''	<b>7.14208</b>	[m/s <sup>2</sup> ]	10/04/2018 10:58:11	
ahy1''	<b>9.70352</b>			
ahz1''	<b>29.0804</b>			
<b>Medición 3</b>				
$A(\theta)$	0.76962	[m/s <sup>2</sup> ]	$A(\theta)_p$ 29.2126 [m/s <sup>2</sup> ]	
(kx=1, ky=1, kz=1)		tp 8 : 0 HH:mm		
ahxt	7.08211	[m/s <sup>2</sup> ]	Duración	0000:00:20
ahyt	8.73923		Inicio	10/04/2018 10:58:14
ahzt	26.9601		Fin	10/04/2018 10:58:53
ahvt	29.2126			
ahx1''	<b>7.08653</b>	[m/s <sup>2</sup> ]	10/04/2018 10:58:14	
ahy1''	<b>8.12696</b>			
ahz1''	<b>29.0352</b>			

## Medición de mano brazo al utilizar la herramienta manual Amoladora



**deproinsa**  
Desarrollo de Procesos Industriales S.A.

### MEDICIÓN DE VIBRACIÓN MANO-BRAZO

*Medición No: DP.MAS.15-003-2018*

**Proyecto:** AFECTACIÓN DE RUIDO Y VIBRACIONES AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN EL ÁREA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RS ROTH

**Ubicación:** Bonaxa OE7-13 y Santa María, Calderón - Quito.

**Área analizada:** Taller Industrial

**Fecha de muestreo:** 10/04/2018

**Punto de muestreo:** V2

**Solicitado por:** Ing. Mayra Peña

**Instrumento:** Acelerometro

**Marca:** Cesva VC431

**Serie:** T240002

**Fecha de Calibración:** 01/05/2017

**Punto V2: Amoladora**

**Medición 1**

$A(\theta)$	0.26997	[m/s <sup>2</sup> ]	$A(\theta)_p$	10.2446	[m/s <sup>2</sup> ]						
				tp	8 : 0 HH:mm						
(kx=1, ky=1, kz=1)											
ahxt	2.92394		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Duración</td><td>0000:00:20</td></tr> <tr><td>Inicio</td><td>10/04/2018 11:03:04</td></tr> <tr><td>Fin</td><td>10/04/2018 11:03:23</td></tr> </table>			Duración	0000:00:20	Inicio	10/04/2018 11:03:04	Fin	10/04/2018 11:03:23
Duración	0000:00:20										
Inicio	10/04/2018 11:03:04										
Fin	10/04/2018 11:03:23										
ahyt	8.67598										
ahzt	4.59676										
ahvt	10.2446	[m/s <sup>2</sup> ]									
ahx1''	<b>2.74036</b>		10/04/2018 11:03:04								
ahy1''	<b>7.66253</b>										
ahz1''	<b>4.00729</b>	[m/s <sup>2</sup> ]									


**Medición 2**

$A(\theta)$	0.2661	[m/s <sup>2</sup> ]	$A(\theta)_p$	10.099	[m/s <sup>2</sup> ]						
				tp	8 : 0 HH:mm						
(kx=1, ky=1, kz=1)											
ahxt	2.7357		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Duración</td><td>0000:00:20</td></tr> <tr><td>Inicio</td><td>10/04/2018 11:03:27</td></tr> <tr><td>Fin</td><td>10/04/2018 11:03:46</td></tr> </table>			Duración	0000:00:20	Inicio	10/04/2018 11:03:27	Fin	10/04/2018 11:03:46
Duración	0000:00:20										
Inicio	10/04/2018 11:03:27										
Fin	10/04/2018 11:03:46										
ahyt	8.68812										
ahzt	4.35907										
ahvt	10.098	[m/s <sup>2</sup> ]									
ahx1''	<b>2.67062</b>		10/04/2018 11:03:27								
ahy1''	<b>8.20027</b>										
ahz1''	<b>4.29173</b>	[m/s <sup>2</sup> ]									

**Medición 3**

$A(\theta)$	0.25048	[m/s <sup>2</sup> ]	$A(\theta)_p$	9.50493	[m/s <sup>2</sup> ]						
				tp	8 : 0 HH:mm						
(kx=1, ky=1, kz=1)											
ahxt	2.74404		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Duración</td><td>0000:00:20</td></tr> <tr><td>Inicio</td><td>10/04/2018 11:03:50</td></tr> <tr><td>Fin</td><td>10/04/2018 11:04:09</td></tr> </table>			Duración	0000:00:20	Inicio	10/04/2018 11:03:50	Fin	10/04/2018 11:04:09
Duración	0000:00:20										
Inicio	10/04/2018 11:03:50										
Fin	10/04/2018 11:04:09										
ahyt	8.13796										
ahzt	4.07279										
ahvt	9.50493	[m/s <sup>2</sup> ]									
ahx1''	<b>2.68128</b>		10/04/2018 11:04:09								
ahy1''	<b>7.70225</b>										
ahz1''	<b>3.46764</b>	[m/s <sup>2</sup> ]									

## Anexo 5. Medición de vibraciones cuerpo entero



**deproinsa**  
Departamento de Prevención y Salud

**MEDICION DE VIBRACION CUERPO ENTERO**

*Medición No: DP.MAS.16-003-2018*

**Proyecto:** AFECTACIÓN DE RUIDO Y VIBRACIONES AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN EL ÁREA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RS ROTH

**Ubicación:** Bonaxa OE7-13 y Santa María, Calderón - Quito.

**Área analizada:** Trailer Kenworth PCI-6012

**Fecha de muestreo:** 10/04/2018

**Punto de muestreo:** V1

**Solicitado por:** Ing. Mayra Peña

**Instrumento:** Vibrometro

**Marca:** Cesva VC431

**Serie:** T240002

**Fecha de Calibración:** 01/05/2017

**Punto V1: Trailer Kenworth PCI-6012**

**Medición 1**

$A(t)$  0,0673 [m/s<sup>2</sup>]      $A(t)_p$  1,08893 [m/s<sup>2</sup>]     Posición: Asiento

$t_p$  8 : 00 : 00 HH:mm

$(k_x=1, k_y=1, k_z=1)$

adk	0,52123	$A_x(t)$	0,0451	$A_x(t)_p$	0,72972	Duración	00:00:50
ady	0,51483	$A_y(t)$	0,04454	$A_y(t)_p$	0,72075	Inicio	10/04/2018 11:25:14
akz	1,08893	$A_z(t)$	0,0673	$A_z(t)_p$	1,08893	Fin	10/04/2018 11:27:03

adk1"	0,27001						
ady1"	0,30316						
akz1"	0,4591						10/04/2018 11:25:14

**Medición 2**

$A(t)$  0,04717 [m/s<sup>2</sup>]      $A(t)_p$  0,75885 [m/s<sup>2</sup>]     Posición: Asiento

$t_p$  8 : 00 : 00 HH:mm

$(k_x=1, k_y=1, k_z=1)$

adk	0,43205	$A_x(t)$	0,03755	$A_x(t)_p$	0,60487	Duración	00:00:51
ady	0,40885	$A_y(t)$	0,03854	$A_y(t)_p$	0,57239	Inicio	10/04/2018 11:27:12
akz	0,75885	$A_z(t)$	0,04717	$A_z(t)_p$	0,75885	Fin	10/04/2018 11:33:42

adk1"	0,20689						
ady1"	0,17676						
akz1"	0,42683						10/04/2018 11:27:12

**Medición 3**

$A(t)$  0,02226 [m/s<sup>2</sup>]      $A(t)_p$  1,16401 [m/s<sup>2</sup>]     Posición: Asiento

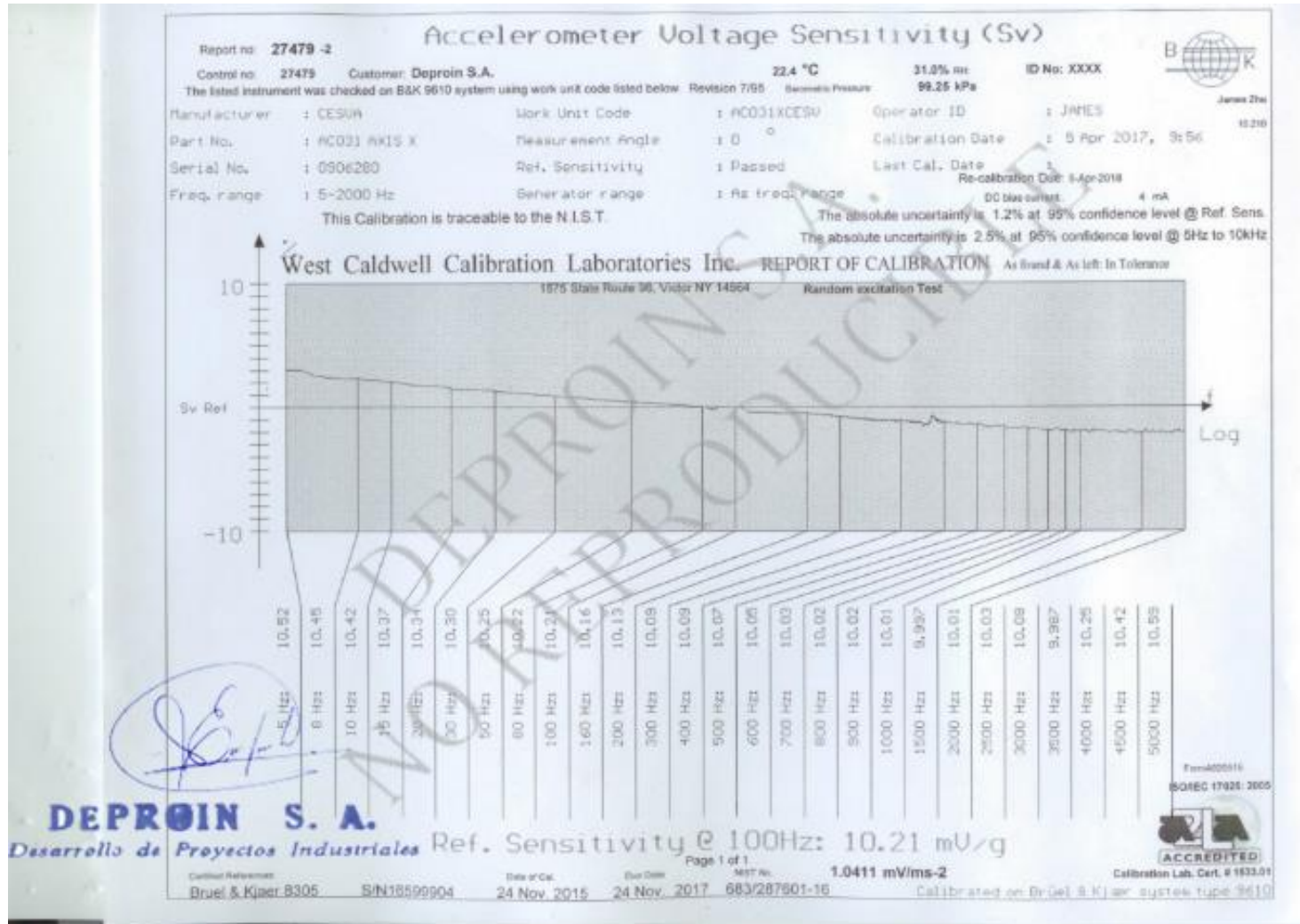
$t_p$  8 : 00 : 00 HH:mm

$(k_x=1,4, k_y=1,4, k_z=1)$

adk	0,52693	$A_x(t)$	0,0458	$A_x(t)_p$	0,7377	Duración	00:00:51
ady	0,56495	$A_y(t)$	0,04903	$A_y(t)_p$	0,79052	Inicio	10/04/2018 11:30:47
akz	1,16401	$A_z(t)$	0,07235	$A_z(t)_p$	1,16401	Fin	10/04/2018 11:35:41

adk1"	0,28007						
ady1"	0,22723						
akz1"	0,37559						10/04/2018 11:30:47

**Anexo 6: Certificados de calibración del medidor de vibración y acelerómetro para mediciones mano brazo**



**Accelerometer Voltage Sensitivity (Sv)**

Report no: **27479 -2**      22.4 °C      31.0% RH      ID No: XXXX

Control no: **27479**      Customer: **Deproin S.A.**      Revision 7/95      Barometric Pressure: **99.25 kPa**

The listed instrument was checked on S&K 9610 system using work unit code listed below.

Manufacturer : **CECUM**      Work Unit Code : **AC031VCE5U**      Operator ID : **JWHES**      James Zhu

Part No. : **AC031 AXIS Y**      Measurement angle : **0°**      Calibration Date : **5 Apr 2017, 10:02**      10.270

Serial No. : **0906260**      Ref. Sensitivity : **Passed**      Last Cal. Date :     

Freq. range : **5-2000 Hz**      Generator range : **As found range**      Re-calibration Due: **5-Apr-2018**      DO gas concent: **4 mA**

This Calibration is traceable to the N.I.S.T.      The absolute uncertainty is 1.2% at 95% confidence level @ Ref. Sens.  
The absolute uncertainty is 2.5% at 95% confidence level @ 5Hz to 10kHz

**West Caldwell Calibration Laboratories Inc. REPORT OF CALIBRATION**      As found & As left: In Tolerance

1575 State Route 96, Victor NY 14564      Random excitation Test

5 Hz	10.55
6 Hz	10.49
10 Hz	10.46
15 Hz	10.41
20 Hz	10.39
30 Hz	10.37
50 Hz	10.29
80 Hz	10.25
100 Hz	10.27
160 Hz	10.23
200 Hz	10.19
300 Hz	10.13
400 Hz	10.15
500 Hz	10.11
600 Hz	10.10
700 Hz	10.09
800 Hz	10.06
900 Hz	10.06
1000 Hz	10.06
1500 Hz	10.04
2000 Hz	10.06
2500 Hz	10.08
3000 Hz	10.13
3500 Hz	10.10
4000 Hz	10.11
4500 Hz	10.26
5000 Hz	10.59

Ref. Sensitivity @ 100Hz: **10.27 mV/g**

Page 1 of 1      1.0472 mV/ms-2

Calibrated on Brüel & Kjær system type 9610

**DEPROIN S.A.**  
Desarrollo de Proyectos Industriales

Form 920510  
ISO/IEC 17025:2005  
**ACCREDITED**  
Calibration Lab. Cert. # 1533-01

Certified Reference:      Date of Cal:      Due Date:      NIST No:      24 Nov. 2015      24 Nov. 2017      683/287601-16

Brüel & Kjær 8305      S/N16599904

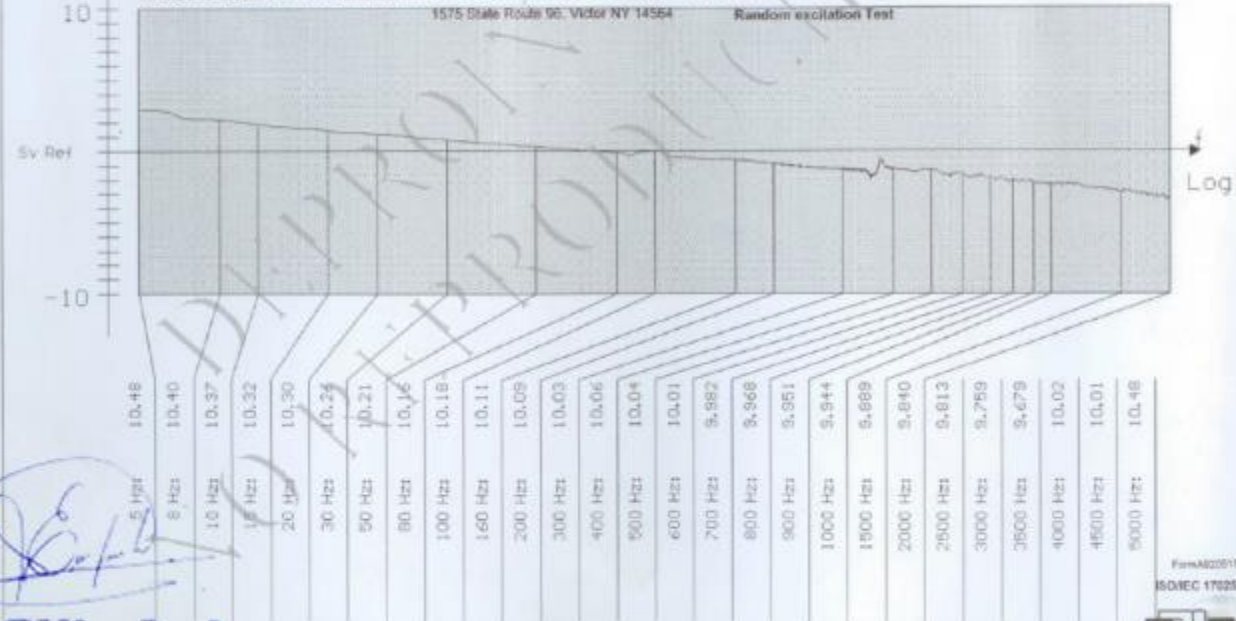


# Accelerometer Voltage Sensitivity (Sv)

Report no: **27479 -2**  
 Control no: **27479** Customer: **Deproin S.A.**  
 The listed instrument was checked on B&K 9610 system using work unit code listed below. Revision 795  
 Temperature: **22.4 °C** Barometric Pressure: **99.25 kPa** ID No: **XXXX**  
 Manufacturer: **CESON** Work Unit Code: **AC031ZCESU** Operator ID: **JAMES**  
 Part No.: **AC031 AXIS Z** Measurement Angle: **0 °** Calibration Date: **5 Apr 2017, 10:06**  
 Serial No.: **0906280** Ref. Sensitivity: **Passed** Last Cal. Date: **-**  
 Freq. range: **5-2000 Hz** Generator range: **As freq. range** Re-calibration Due: **5-Apr-2018**  
 DC bias current: **4 mA**

This Calibration is traceable to the N.I.S.T. The absolute uncertainty is 1.2% at 95% confidence level @ Ref. Sens.  
 The absolute uncertainty is 2.5% at 95% confidence level @ 5Hz to 10kHz

**West Caldwell Calibration Laboratories Inc. REPORT OF CALIBRATION** As found & As left - In Tolerance  
 1575 State Route 96, Victor NY 14564



*(Handwritten signature)*

**DEPROIN S. A.**  
 Desarrollo de Proyectos Industriales

Ref. Sensitivity @ 100Hz: **10.18 mV/g**

Page 1 of 1  
 Date of Cal: **24 Nov 2015** Due Date: **24 Nov 2017** NEXT No: **683/287801-18** **1.0431 mV/ms-2**  
 Calibration Lab. Cert. # **1533-01**  
 Calibrated on Brüel & Kjær system type 9610



## REPORT OF CALIBRATION

CESVA Human Vibration Meter

for  
 Model No.: VC431

Serial No.: T240002

Company : Deproin S.A.

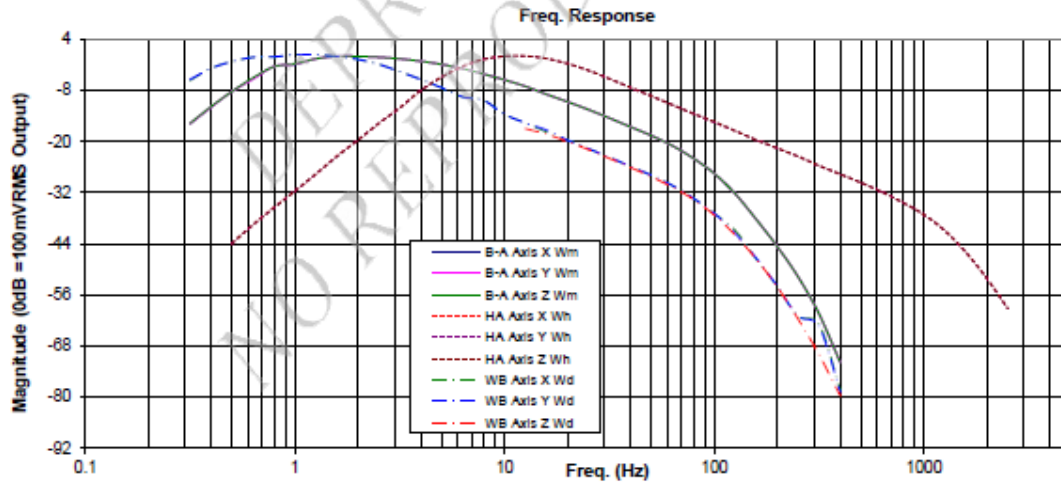
Calibration results:		Laboratory Environment:	
Sensitivity:	Pass	Ambient Temperature:	22 °C
Freq. Response:	Pass	Ambient Humidity:	33 % RH
All tests:	Pass	Ambient Pressure:	98.75 kPa
		Calibration Date:	1-May-2017
		Calibration Due:	1-May-2018
		Report Number:	27479 -1
		Control Number:	27479

The above listed instrument meets or exceeds the tested manufacturer's specifications.

This Calibration is traceable through NIST test numbers: 683/284413-14

The expanded uncertainty of calibration: 1.0dB at 95% confidence level with a coverage factor of k=2.

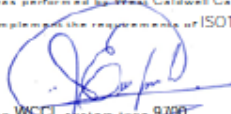
The curve is the response recorded with 1nF input capacitor and 1VRMS input. (0dB=100mV measured on weighted output)



The above listed instrument was checked using calibration procedure documented in West Caldwell Calibration Laboratories Inc. procedure : **Rev. 5.0 Sept. 10, 2010 Doc. # 1038 VC431CESVA**

Calibration was performed by West Caldwell Calibration Laboratories Inc. under Operating Procedures intended to implement the requirements of ISO10012-1, IEC Guide 25, ANSI/NCSL Z540-1, (MIL-STD-45662A) and ISO 9001:2008, ISO 17025

Calibrated on WCCCL system type 9788



Measurements performed by: JZI  
**James Zhu**

This document may not be reproduced, except in full, without the written approval from West Caldwell Cal. Labs, Inc.

Rev. 5.0 Sept. 10, 2010 Doc. # 1038 VC431CESVA

**DEPROIN S. A.**  
 Desarrollo de Proyectos Industriales

**West Caldwell Calibration Laboratories Inc.**

1575 State Route 96, Victor NY 14564  
 Tel. (585) 586-3900 FAX (585) 586-4327

**Calibration Data Record**

CESVA Human Vibration Meter Model No.: VC431 Serial No.: T240002

Company : Deproin S.A.

**Frequency Response**

[Hz]	Building			Hand and Arm			Whole Body		
	Axis X	Axis Y	Axis Z	Axis X	Axis Y	Axis Z	Axis X	Axis Y	Axis Z
0.3162	-15.9	-15.8	-15.8				-5.7	-5.4	
0.398	-12.0	-11.9	-11.8				-2.8	-2.9	
0.501	-8.3	-8.3	-8.3	-43.9	-43.9	-43.9	-1.3	-1.2	
0.631	-5.3	-5.3	-5.1	-39.6	-39.6	-39.6	-0.3	-0.2	
0.794	-2.4	-2.4	-2.5	-35.5	-35.6	-35.7	-0.2	-0.1	
1.000	-1.8	-1.8	-1.8	-31.7	-31.7	-31.7	0.4	0.4	
1.259	-0.6	-0.6	-0.6	-27.7	-27.7	-27.6	0.4	0.4	
1.585	0.0	0.0	0.0	-23.4	-23.5	-23.6	0.0	0.0	
1.995	0.0	0.0	0.0	-19.7	-19.7	-19.7	0.7	-0.7	
2.512	-0.2	-0.2	-0.2	-15.8	-15.8	-15.8	-1.9	-1.9	
3.162	-0.6	-0.6	-0.6	-12.1	-12.1	-12.1	-3.6	-3.6	
3.98	-1.1	-1.2	-1.2	-8.1	-8.1	-8.1	-5.4	-5.4	
5.01	-1.9	-1.9	-1.9	-4.9	-4.9	-4.9	-7.4	-7.4	
6.31	-2.9	-2.9	-2.9	-2.4	-2.4	-2.4	-9.5	-9.5	
7.94	-4.2	-4.2	-4.2	-0.7	-0.7	-0.7	-10.3	-10.4	
10.00	-5.5	-5.5	-5.5	0.0	0.0	0.0	-13.6	-13.6	
12.59	-7.1	-7.1	-7.1	0.1	0.1	0.1	-15.6	-15.6	-17.0
15.85	-8.9	-8.9	-8.9	-0.5	-0.5	-0.5	-17.8	-17.3	-18.3
19.95	-10.7	-10.7	-10.7	-1.7	-1.7	-1.7	-19.7	-19.7	-20.0
25.12	-12.5	-12.5	-12.5	-3.3	-3.3	-3.3	-21.7	-21.7	-21.9
31.62	-14.5	-14.5	-14.5	-5.3	-5.3	-5.3	-23.7	-23.7	-24.0
39.81	-16.6	-16.6	-16.6	-7.3	-7.3	-7.3	-25.9	-25.8	-26.1
50.12	-18.6	-18.6	-18.6	-9.3	-9.3	-9.3	-28.0	-27.9	-28.3
63.10	-21.0	-21.0	-21.0	-11.4	-11.4	-11.4	-30.3	-30.3	-30.7
79.43	-23.9	-23.9	-23.9	-13.5	-13.5	-13.5	-33.3	-33.3	-33.6
100.00	-27.5	-27.5	-27.5	-15.5	-15.5	-15.3	-36.9	-36.9	-37.3
125.89	-32.3	-32.3	-32.3	-17.5	-17.5	-17.5	-40.9	-41.6	-42.0
158.49	-38.3	-38.3	-38.3	-19.6	-19.6	-19.6	-47.6	-47.4	-47.6
199.53	-44.6	-44.6	-44.6	-21.6	-21.6	-21.6	-54.0	-53.9	-54.1
251.19	-51.8	-51.8	-51.8	-23.5	-23.5	-23.5	-61.1	-61.1	-61.7
316.23	-60.5	-60.5	-60.5	-25.7	-25.7	-25.7	-62.8	-63.4	-70.0
398.11	-71.8	-71.8	-71.8	-27.7	-27.7	-27.7			
501.19				-29.7	-29.7	-29.7			
630.96				-31.9	-31.9	-31.9			
794.33				-34.4	-34.4	-34.4			
1000.00				-37.2	-37.2	-37.2			
1258.93				-41.0	-41.0	-41.0			
1584.89				-46.0	-46.0	-46.0			
1995.26				-52.2	-52.2	-52.2			
2511.89				-59.2	-59.3	-59.2			

Instruments used for calibration:	Date of Cal.	Traceability No.	Cal. Due Date
HP 33120A S/N SG400116	1-Nov-2016	.287708	1-Nov-2017
HP 34401A S/N MY440029	1-Nov-2016	.287708	1-Nov-2017
Bruel & Kjaer 2636 S/N 1487493	1-Nov-2016	683/284413-14	1-Nov-2017

Cal. Date: 1-May-2017

Tested by: *Jamie Z...*

Calibrated on WCCL system type 9700

This document does not in any way represent the written approval of West Caldwell Calibration Laboratories, Inc.

Rev. 5.0 Sept. 10, 2010 Doc. # 1038 VC431/CESVA

**DEPROIN S. A.**  
 Desarrollo de Proyectos Industriales

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN		CERTIFICADO No:		CC-1993-011-17		
Ciudadela Guayaquil, calle 1era. ma 21 entre 10 Guayaquil - Ecuador Pbx: 04-2282007 Fax: ext. 403 http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com				 Acreditación N° OAE LC C 19-899 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN		
						
Certificate No. 4286.01						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
EMPRESA:	DEPROIN SA					
DIRECCIÓN:	SAMANES 7 AV. FRANCISCO DE ORELLANA VILLA Y CALL DR ELEDORO ALVARADO OLEA					
TELÉFONO:	45120388					
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO:	TERMOHIGROMETRO	UNIDAD DE MEDIDA TEMPERATURA:	°C			
MARCA:	EXTECH	RESOLUCIÓN TEMPERATURA:	0,1			
MODELO/TIPO:	45170	RANGO TEMPERATURA:	NO ESPECIFICA			
SERIE:	NO ESPECIFICA	UNIDAD DE MEDIDA HUMEDAD:	%HR			
CÓDIGO DE CLIENTE:	DPE.MAS.1.15	RESOLUCIÓN HUMEDAD:	0,1			
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA	RANGO HUMEDAD:	NO ESPECIFICA			
EQUIPOS UTILIZADOS						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL.
EL.PC.002	TERMOHIGROMETRO PATRON	CONTROL COMPANY	4189	02112724	21-oct.-18	21-oct.-18
EL.PT.039	CAMARA DE ESTABILIDAD	ELICROM	NO APLICA	NO APLICA	12-ago.-18	12-ago.-17
EL.PT.305	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	40103600	01-abr.-17	01-abr.-18
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON TERMOHIGROMETRO PATRÓN Y CAMARA DE ESTABILIDAD					
PROCEDIMIENTO:	PEC EL D4					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ELICROM)					
TEMPERATURA MEDIA (°C):	21,4					
HUMEDAD MEDIA (%HR):	52,4					
Descripción	Unidad	Patrón	Equipo	Corrección	Incertidumbre	
Temperatura interna 1	°C	28,06	28,4	-0,3	1,0	
Temperatura interna 2	°C	25,03	25,5	-0,5	1,0	
Humedad 1	%HR	20,11	31,0	-9,8	4,9	
Humedad 2	%HR	45,19	49,9	-3,7	4,9	
Humedad 3	%HR	75,11	76,6	-1,5	4,9	
OBSERVACIONES:						
<p>El cálculo de la incertidumbre expandida se realizó en base a la guía OAE G02 R01, multiplicando la incertidumbre típica por el factor de cobertura <math>k=2,00</math>, que para una distribución <math>t</math> (de Student) con <math>\nu_{eff} = 16894</math> (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA-4/52. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo.</p>						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Sergio Rodríguez					
FECHA CALIBRACIÓN:	2017-07-10					
AUTORIZADO POR:	Ing. Sabine Pineda					
GERENTE TÉCNICO						
	RECIBIDO POR:  RESPONSABLE - CLIENTE					

**DEPROIN S. A.**  
Desarrollo de Proyectos Industriales

Anexo 7: Certificado de calibración para mediciones cuerpo entero

**West Caldwell Calibration Laboratories Inc.**

## Certificate of Calibration

for

**TRIAXIAL ACCELEROMETER**

Manufactured by: **CESVA**  
Model No: **AC033**  
Serial No: **0906394**  
Calibration Recall No: **28510**

Submitted By:

Customer: **GEOVANNY SANCHEZ**  
Company: **DEPROIN S.A.**  
Address: **SAMANTES 7 MZ. 2224 VILLA 1  
GUAYAQUIL, ECUA 090513**

The subject instrument was calibrated to the indicated specification using standards traceable to the National Institute of Standards and Technology or to accepted values of natural physical constants. This document certifies that the instrument met the following specification upon its return to the submitter.

West Caldwell Calibration Laboratories Procedure No. **AC033 CESV**

Upon receipt for Calibration, the instrument was found to be:

Within  ( X )

tolerance of the indicated specification. See attached Report of Calibration.  
The information supplied relates to the calibrated item listed above.  
West Caldwell Calibration Laboratories' calibration control system meets the requirements, ISO 10012-1 MIL-STD-45662A, ANSI/NCSL Z540-1, IEC Guide 25, ISO 9001:2008 and ISO 17025.

Note: With this Certificate, Report of Calibration is included. Approved by: *FC*

Calibration Date: **19-Feb-18** Felix Christopher (QA Mgr.)

Certificate No: **28510 - 1**

QA Doc. #051 Rev. 2.1 10/1/01 Certificate Page 1 of 1 ISO/IEC 17025:2005

**West Caldwell Calibration Laboratories, Inc.**  
uncompromised calibration  
1575 State Route 96, Victor, NY 14564, U.S.A.

**ACCREDITED**  
Calibration Lab. Cert. # 1535.01

**DEPROIN S.A.**  
*Desarrollo de Proyectos Industriales*

Report no: 28510 -1

# Accelerometer Voltage Sensitivity (Sv)

Control no: 28510

Customer: Deproin S.A

20.5 °C

29.9% RH

IDNo: XXXX



The listed instrument was checked on B&K 9610 system using work unit code listed below. Revision 7/96

Barometric Pressure:

99.99 kPa

Manufacturer : CESVA

Work Unit Code : AC033XCESV

Operator ID : JAMES

James Zhu

Part No. : AC033 AXIS X

Measurement Angle : 0 °

Calibration Date : 19 Feb 2018, 16:14

102200

Serial No. : 0906394

Def. Sensitivity : Dosed

Last Cal. Date :

Re-calibration Due: 19-Feb-2019

Freq. range : 5-250 Hz

Generator range : As freq. range

DC bias current: 4 mA

This Calibration is traceable to the N.I.S.T.

The absolute uncertainty is 1.3% at 95% confidence level @ Ref. Sens.

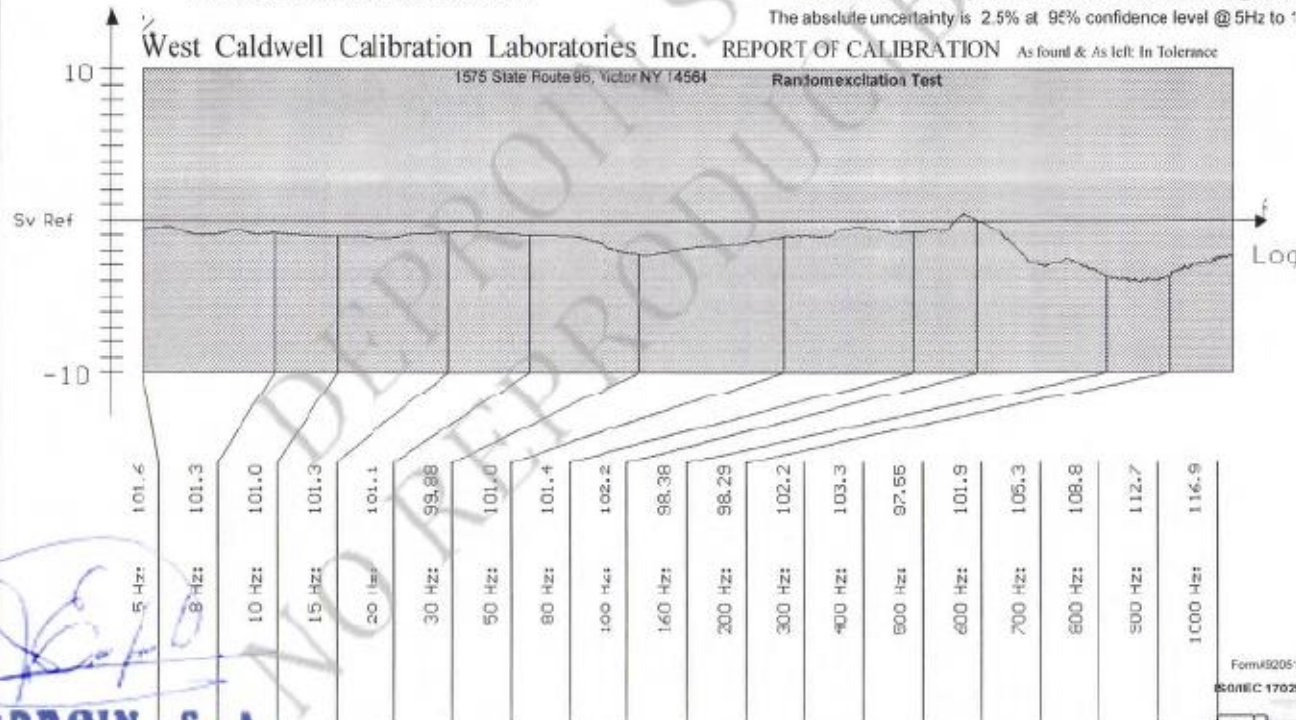
The absolute uncertainty is 2.5% at 95% confidence level @ 5Hz to 10kHz

## West Caldwell Calibration Laboratories Inc. REPORT OF CALIBRATION

1575 State Route 96, Victor NY 14564

Random excitation Test

As found & As left: In Tolerance



**DEPROIN S. A.**  
*Desarrollo de Proyectos Industriales*  
 Confid Referentes

Ref. Sensitivity @ 100Hz: 102.2 mV/g

Page 1 of 1

10.4211 mV/ms-2

Brüel & Kjær 8305

S/N16599904

Date of Cal: 27 Nov. 2017

Due Date: 27 Nov. 2019

NIST No. 683/287601-16

Calibrated on Brüel & Kjær system type 9610

Form 5205-5

ISO/IEC 17025: 2005



ACCREDITED

Calibration Lab. Cert. # 1533.01

Report no: 28510 -1

# Accelerometer Voltage Sensitivity (Sv)

Control no: 28510 Customer: Deproin S.A

20.5 °C

29.9% RH

ID No: XXXX



The listed instrument was checked on B&K 9610 system using work unit code listed below. Revision 7/95

Barometric Pressure

99.99 kPa

Manufacturer : CESVA

Work Unit Code : AC033YCESU

Operator ID : JAMES

James Zhu

Part No. : AC033 AXIS Y

Measurement angle : 0 °

Calibration Date : 19 Feb 2018, 16:21

Serial No. : 0906391

Ref. Sensitivity : Passed

Last Cal. Date :

Re-calibration Due: 19-Feb-2019

Freq. range : 5-250 Hz

Generator range : As freq. range

DC bias current : 4 mA

This Calibration is traceable to the N.I.S.T.

The absolute uncertainty is 1.3% at 95% confidence level @ Ref. Sens.

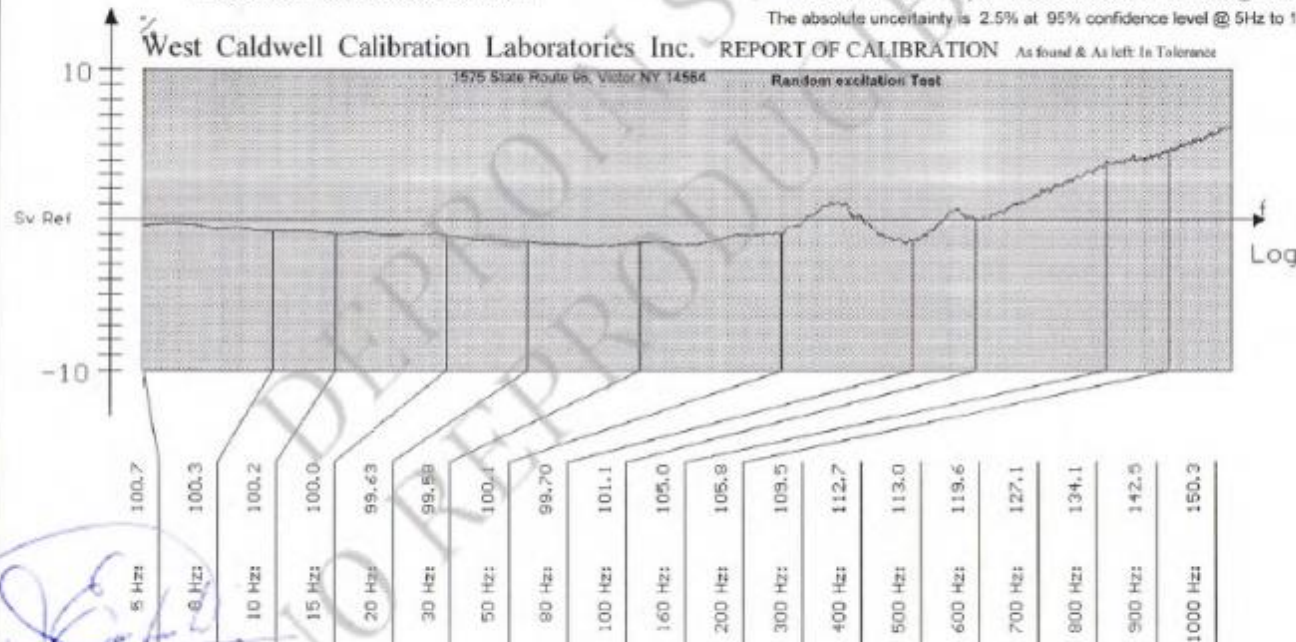
The absolute uncertainty is 2.5% at 95% confidence level @ 5Hz to 10kHz

## West Caldwell Calibration Laboratories Inc. REPORT OF CALIBRATION

1575 State Route 66, Victor NY 14564

Random excitation Test

As found & As left in Tolerance



*(Signature)*  
**DEPROIN S. A.**  
 Desarrollo de Proyectos Industriales

Ref. Sensitivity @ 100Hz: 101.1 mV/g

Certified References

Brüel & Kjær 8305

S/N16599904

Date of Cal

27 Nov. 2017

Due Date

27 Nov. 2019

Page 1 of 1

NIST No. 683/287601-16

10.3090 mV/ms<sup>2</sup>

Calibrated on Brüel & Kjær system type 9610

Form 920218  
ISO/IEC 17025:2005



Calibration Lab. Cert. # 1533.01

Report no: 28510 -1

# Accelerometer Voltage Sensitivity (Sv)

Control no: 28510 Customer: Deproin S.A

23.0 °C

30.2% RH

ID No: XXXX

The listed instrument was checked on BSK 9510 system using work unit code listed below. Revision 7/95

Barometric Pressure:

99.53 kPa



James Zhu

Manufacturer : CESVA

Work Unit Code : AC033ZCESV

Operator ID : JAMES

Part No. : AC033 AXIS Z

Measurement angle : 0°

Calibration Date : 20 Feb 2016, 14:55

Serial No. : 0906394

Ref. Sensitivity : Passed

Last Cal. Date :

Re-calibration Due: 20-Feb-2016

Freq. range : 5-250 Hz

Generator range : f/s freq. range

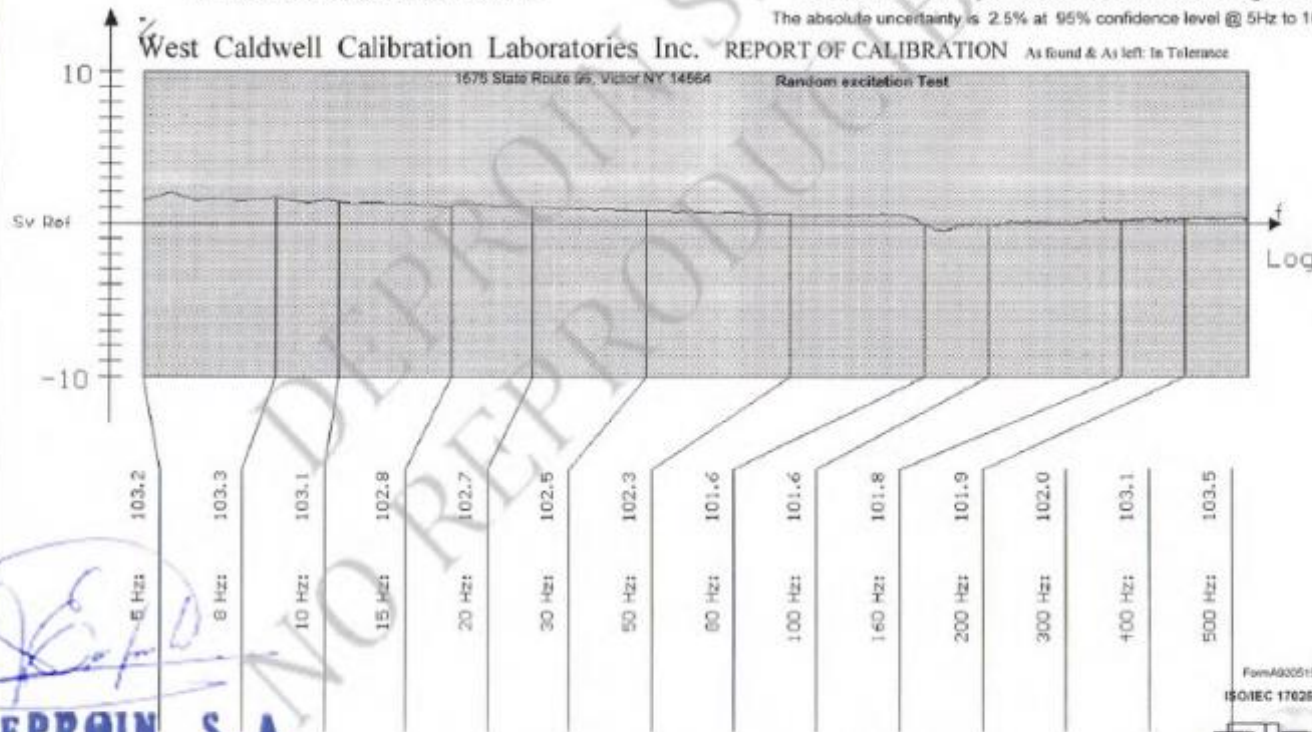
DC bias current: 4 mA

This Calibration is traceable to the N.I.S.T.

The absolute uncertainty is 1.3% at 95% confidence level @ Ref. Sens.

The absolute uncertainty is 2.5% at 95% confidence level @ 5Hz to 10kHz

West Caldwell Calibration Laboratories Inc. REPORT OF CALIBRATION As found & As left: In Tolerance



**DEPROIN S. A.**  
 Desarrollo de Proyectos Industriales

Ref. Sensitivity @ 100Hz: 101.6 mV/g

Brüel & Kjær 8305

S/N16599904

Date of Cal: 27 Nov. 2017

Due Date: 27 Nov. 2019

MSI No: 683/287601-16

10.3599 mV/ms<sup>2</sup>

Calibrated on Brüel & Kjær system type 9610

Form AQ00515  
ISO/IEC 17025: 2005



Calibration Lab. Cert. # 1533.01



## REPORT OF CALIBRATION

CESVA Human Vibration Meter

for  
 Model No.: VC431

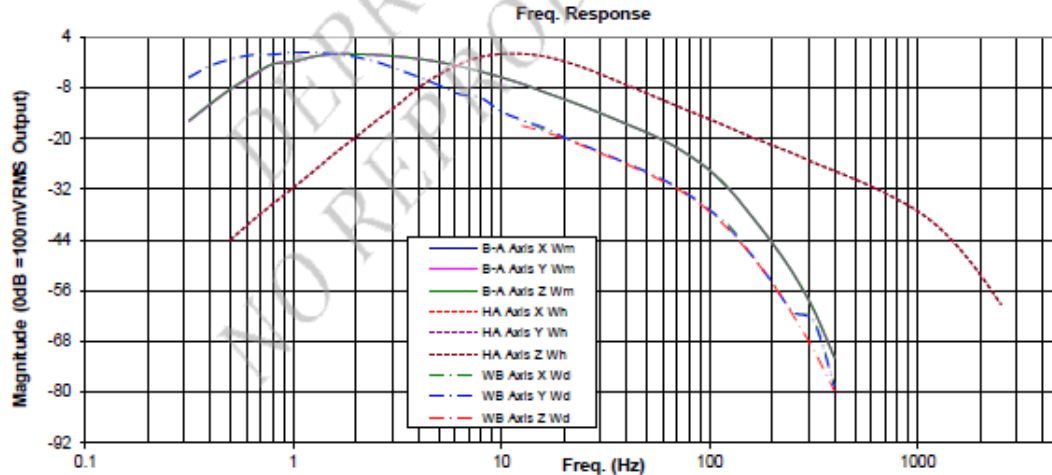
Serial No.: T240002

Company : Deproin S.A.

Calibration results:		Laboratory Environment:	
Sensitivity:	Pass	Ambient Temperature:	22 °C
Freq. Response:	Pass	Ambient Humidity:	33 % RH
All tests:	Pass	Ambient Pressure:	98.75 kPa
		Calibration Date:	1-May-2017
		Calibration Due:	1-May-2018
		Report Number:	27479 -1
		Control Number:	27479

This Calibration is traceable through NIST test numbers: 683/284413-14  
 The expanded uncertainty of calibration: 1.0dB at 95% confidence level with a coverage factor of k=2  
 The curve is the response recorded with 1nF input capacitor and 1VRMS input. (0dB=100mV measured on weighted output)

The above listed instrument meets or exceeds the tested manufacturer's specifications.



The above listed instrument was checked using calibration procedure documented in West Caldwell Calibration Laboratories Inc. procedure : **Rev. 5.0 Sept. 10, 2010 Doc. # 1038 VC431CESVA**

Calibration was performed by West Caldwell Calibration Laboratories Inc. under Operating Procedures intended to implement the requirements of ISO10012-1, IEC Guide 25, ANSI/NCSL Z540-1, (MIL-STD-45662A) and ISO 9001:2008, ISO 17025

  
 Calibrated on WCCL system type 9780

Measurements performed by: **James Zhu**

This document may not be reproduced, except in full, without the written approval from West Caldwell Cal. Labs. Inc.

Rev. 5.0 Sept. 10, 2010 Doc. # 1038 VC431CESVA

**DEPROIN S. A.**  
 Desarrollo de Proyectos Industriales

**West Caldwell Calibration Laboratories Inc.**

1575 State Route 96, Victor NY 14564  
 Tel. (585) 586-3900 FAX (585) 586-4327

**Calibration Data Record**

CESVA Human Vibration Meter for Model No.: VC431 Serial No.: T240002

Company : Deproin S.A.

**Frequency Response**

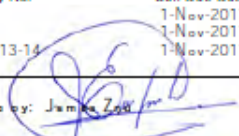
[Hz]	Building			Hand and Arm			Whole Body		
	Axis X	Axis Y	Axis Z	Axis X	Axis Y	Axis Z	Axis X	Axis Y	Axis Z
0.3162	-15.9	-15.8	-15.8				-5.7	-5.4	
0.398	-12.0	-11.9	-11.8				-2.8	-2.9	
0.501	-8.3	-8.3	-8.3	-43.9	-43.9	-43.9	-1.3	-1.2	
0.631	-5.3	-5.3	-5.1	-39.6	-39.6	-39.6	0.3	0.2	
0.794	-2.4	-2.4	-2.5	-35.5	-35.6	-35.7	0.2	0.1	
1.000	-1.9	-1.8	-1.8	-31.7	-31.7	-31.7	0.4	0.4	
1.259	-0.6	-0.6	-0.6	-27.7	-27.7	-27.6	0.4	0.4	
1.585	0.0	0.0	0.0	-23.4	-23.5	-23.6	0.0	0.0	
1.995	0.0	0.0	0.0	-19.7	-19.7	-19.7	0.7	0.7	
2.512	-0.2	-0.2	-0.2	-15.8	-15.8	-15.8	-1.9	-1.9	
3.162	-0.6	-0.6	-0.6	-12.1	-12.1	-12.1	-3.6	-3.6	
3.98	-1.1	-1.2	-1.2	-8.1	-8.1	-8.1	-5.4	-5.4	
5.01	-1.9	-1.9	-1.9	-4.9	-4.9	-4.9	-7.4	-7.4	
6.31	-2.9	-2.9	-2.9	-2.4	-2.4	-2.4	-9.5	-9.5	
7.94	-4.2	-4.2	-4.2	-0.7	-0.7	-0.7	-10.3	-10.4	
10.00	-5.5	-5.5	-5.5	0.0	0.0	0.0	-13.6	-13.6	
12.59	-7.1	-7.1	-7.1	0.1	0.1	0.1	-15.6	-15.6	-17.0
15.85	-8.9	-8.9	-8.9	-0.5	-0.5	-0.5	-17.8	-17.3	-18.3
19.95	-10.7	-10.7	-10.7	-1.7	-1.7	-1.7	-19.7	-19.7	-20.0
25.12	-12.5	-12.5	-12.5	-3.3	-3.3	-3.3	-21.7	-21.7	-21.9
31.62	-14.5	-14.5	-14.5	-5.3	-5.3	-5.3	-23.7	-23.7	-24.0
39.81	-16.6	-16.6	-16.6	-7.3	-7.3	-7.3	-25.9	-25.8	-26.1
50.12	-18.6	-18.6	-18.6	-9.3	-9.3	-9.3	-28.0	-27.9	-28.3
63.10	-21.0	-21.0	-21.0	-11.4	-11.4	-11.4	-30.3	-30.3	-30.7
79.43	-23.9	-23.9	-23.9	-13.5	-13.5	-13.5	-33.3	-33.3	-33.6
100.00	-27.5	-27.5	-27.5	-15.5	-15.5	-15.3	-36.9	-36.9	-37.3
125.89	-32.3	-32.3	-32.3	-17.5	-17.5	-17.5	-40.9	-41.6	-42.0
158.49	-38.3	-38.3	-38.3	-19.6	-19.6	-19.6	-47.6	-47.4	-47.6
199.53	-44.6	-44.6	-44.6	-21.6	-21.6	-21.6	-54.0	-53.9	-54.1
251.19	-51.8	-51.8	-51.8	-23.5	-23.5	-23.5	-61.1	-61.1	-61.7
316.23	-60.5	-60.5	-60.5	-25.7	-25.7	-25.7	-62.8	-63.4	-70.0
398.11	-71.8	-71.8	-71.8	-27.7	-27.7	-27.7			
501.19				-29.7	-29.7	-29.7			
630.96				-31.9	-31.9	-31.9			
794.33				-34.4	-34.4	-34.4			
1000.00				-37.2	-37.2	-37.2			
1258.93				-41.0	-41.0	-41.0			
1584.89				-46.0	-46.0	-46.0			
1995.26				-52.2	-52.2	-52.2			
2511.89				-59.2	-59.3	-59.2			

Instruments used for calibration:	S/N	Date of Cal.	Traceability No.	Cal. Due Date	
HP	33120A	S/N SG400116	1-Nov-2016	,287708	1-Nov-2017
HP	34401A	S/N MY440029	1-Nov-2016	,287708	1-Nov-2017
Broad & K <sub>UMR</sub>	2636	S/N 1487493	1-Nov-2016	683/284413-14	1-Nov-2017

Cal. Date: 1-May-2017

Calibrated on WCCL system type 9700

This document does not reproduce except in full without the written approval from West Caldwell Cal. Lab., Inc.

Tested by: 

Rev. 5.0 Sept. 10, 2010 Doc. # 1038 VC431CESVA  
**DEPROIN S. A.**  
 Desarrollo de Proyectos Industriales

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN		CERTIFICADO No:		CC-1993-011-17		
Ciudadela Guayaquil, calle Tera, mz 21 solar 10 Guayaquil - Ecuador Pbx: 04-2282907 Fax: ext. 403 http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com						
						
Certificate No. 4286.01						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
EMPRESA:	DEPRON SA					
DIRECCIÓN:	SAMANES 7 AV. FRANCISCO DE DRELLANA VILLA 1 CALL DR ELEODORO ALVARADO OLEA					
TELÉFONO:	45120969					
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO:	TERMOHIGROMETRO	UNIDAD DE MEDIDA TEMPERATURA:	°C			
MARCA:	EXTECH	RESOLUCIÓN TEMPERATURA:	0,1			
MODELO/TIPO:	45170	RANGO TEMPERATURA:	NO ESPECIFICA			
SERIE:	NO ESPECIFICA	UNIDAD DE MEDIDA HUMEDAD:	%HR			
CÓDIGO DE CLIENTE:	DPE.MAS.1.15	RESOLUCIÓN HUMEDAD:	0,1			
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA	RANGO HUMEDAD:	NO ESPECIFICA			
EQUIPOS UTILIZADOS						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL
EL-PC002	TERMOHIGROMETRO PATRÓN	CONTROL COMPANY	4189	102112724	21-oct-16	21-oct-18
EL-PT039	CAMARA DE ESTABILIDAD	ELICROM	NO APLICA	NO APLICA	12-ago-16	12-ago-17
EL-PT365	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	140103855	01-abr-17	01-abr-18
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON TERMOHIGROMETRO PATRÓN Y CÁMARA DE ESTABILIDAD					
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.04					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ELICROM)					
TEMPERATURA MEDIA (°C):	21,4					
HUMEDAD MEDIA (%HR):	52,4					
Descripción	Unidad	Patrón	Equipo	Corrección	Incertidumbre	
Temperatura interna 1	°C	28,06	28,4	-0,3	1,0	
Temperatura interna 2	°C	25,03	25,5	-0,5	1,0	
Humedad 1	%HR	25,11	31,0	-5,9	4,9	
Humedad 2	%HR	45,19	48,9	-3,7	4,9	
Humedad 3	%HR	75,11	76,5	-1,5	4,9	
OBSERVACIONES:						
<p>El cálculo de la incertidumbre expandida se realizó en base a la guía OAE G02 R01, multiplicando la incertidumbre típica por el factor de cobertura <math>k=2,00</math>, que para una distribución t (de Student) con <math>V_{eff} = 16894</math> (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 99,45%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA-4/02. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo.</p>						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Sergio Rodríguez					
FECHA CALIBRACIÓN:	2017-07-10					
AUTORIZADO POR:	Ing. Sabino Finaes					
GERENTE TÉCNICO						
						

**DEPRON S. A.**  
Desarrollo de Proyectos Industriales

## Anexo 8: Hoja técnica de tapones auditivos

### Tapones Auditivos 1270/1271 Ficha Técnica



#### Descripción

Los protectores auditivos del tipo tapón reusable 1270/1271 con cordón de 3M, son fabricados con materiales hipoalergénicos, brindan una efectiva e higiénica protección a los trabajadores que se desempeñan en áreas donde los niveles de ruido superan los límites establecidos en el Decreto Supremo N° 594, como por ejemplo, 85 dB(A) para exposiciones efectivas a ruido durante 8 hrs.

Su forma cónica y su superficie perfectamente lisa han sido específicamente diseñadas para adaptarse cómodamente a la mayoría de los canales auditivos. El color naranja del tapón 1270/1271 permite una fácil visualización y comprobación de uso en los lugares de trabajo.

La diferencia entre los modelos 1270 y 1271, es que el empaque de este último es un estuche plástico azul.

#### Aplicaciones

Los tapones auditivos 1270/1271 pueden utilizarse en aquellas áreas donde existan niveles de ruido que puedan resultar dañinos para la audición, tales como aquellas existentes en la construcción, manufacturas, minería, agroindustria, entre otros. Los protectores auditivos 1270/1271 están recomendados especialmente para condiciones de trabajo donde exista humedad y/o calor.

#### Atenuación

Los valores medios de atenuación para los tapones auditivos 1270/1271, según lo establecido en las normas ISO 4869, EN 352 y NCh1331 son los siguientes:

Frec. (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	SNR
Atenuac. (dB)	26,6	27,7	28,4	29,5	29,6	35,6	35,4	38,9	25 dB
Desv. Estándar	9,4	9,9	10,9	9,6	8,2	6,8	9,6	6,7	

SNR = 25dB; H: 27dB - M: 22dB - L: 20dB

De acuerdo a la norma ANSI S3.19-1974, el valor de reducción de ruido NRR es de 24dB.

#### Características

- Altamente ventajosos en ambientes muy ruidosos y/o con ruidos con predominancia en frecuencias graves.
- Confortables en ambientes calurosos y húmedos.
- Compatibles con cascos y lentes.
- Ideales para tener una doble protección fono-tapón.
- Cómodos.

#### Instrucciones de Ajuste

Para que los tapones entreguen la atenuación indicada, resulta fundamental su buena colocación, de lo contrario, la reducción de ruido indicada se puede ver altamente afectada. Para que esto no ocurra siga las siguientes instrucciones:

- 1) Lave sus manos con agua y jabón.
- 2) Pase el cordón de los protectores tras la nuca, dejando que los tapones cuelguen al frente.
- 3) Pase su mano derecha sobre la cabeza y levante con los dedos la punta de su oreja izquierda hacia arriba y atrás.
- 4) Con su otra mano, introduzca el tapón hasta el fondo del canal auditivo.
- 5) Repita la acción, pero esta vez levantando la punta de su oreja derecha, con su mano izquierda sobre la cabeza.

#### Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica. Ante esto, el cliente deberá presentar su inquietud a nuestro call center (600-300-3636), quienes le informaran como proceder según sea el caso (devolución, reembolso, reemplazo, etc.).

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal pérdida o daños ya sean directos o consecuentes que resulten del uso de este producto.

Antes de usarlo, el usuario deberá determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

#### Empaque

Pieza/Bolsa	Bolsa/Caja	Pieza/Caja
200	5	1000

## Anexo 9. Hoja Técnica de Orejeras

**3M**

**PELTOR**

### Orejeras Peltor H9P3E Optime 98 (Adaptables a Casco)

**OPTIME  
98**



#### Hoja Técnica

#### Descripción

- Los protectores auditivos PELTOR tipo Orejeras están diseñados para proveer efectiva protección contra ruido cuando se usan de acuerdo con las instrucciones de colocación y se aplican los criterios para la selección de equipos de protección auditiva.
- Las orejeras PELTOR modelo OPTIME son fabricadas con materiales hipoalergénicos y de muy bajo peso, brindando una efectiva e higiénica protección a los trabajadores que se desempeñan en áreas donde los niveles de ruido alcanzan hasta 98dB por jornada de trabajo.
- La tasa de reducción de ruido (NRR) de la Orejera Peltor H9P3E (Optime 98 Adaptable a Casco), es de 23dB, por lo que está sugerida para gran variedad de ambientes de trabajo con elevado nivel de ruido.
- El arco, en su extremo, cuenta con un conector para introducir en las ranuras para orejeras ubicadas a cada lado del casco de seguridad. Una vez colocadas presentan cuatro puntos de suspensión que distribuyen la presión y se adaptan a la mayoría de los perfiles faciales. Al ser de acero inoxidable, el arco de cada orejera es resistente a torceduras y deformaciones, y no pierde fuerza para realizar una cómoda presión, necesaria a fin de mantener el nivel de protección que el trabajador requiere durante su jornada de trabajo.
- Un arco de acero inoxidable significa mayor uniformidad en la atenuación durante el tiempo que la orejera esté siendo utilizada, presentando amplia ventaja sobre los arcos hechos de plástico.
- Las copas se unen al arco en puntos pivotantes, lo cual permite una mejor compatibilidad con el rostro del usuario. Para comodidad y eficiencia permite graduar la longitud de los brazos del arco en acople con las copas, tan sólo deslizándolos, adecuándose así a diversos tamaños de rostro.
- El diseño de la copa cubre a satisfacción el oído externo del usuario, y en conjunto con sus almohadillas y espuma interior brindan un mejor sellado (aún con lentes), y brindan mayor comodidad.

#### Aplicaciones

Empleables en gran número de labores que puedan implicar el riesgo de presencia de ruido, y asimismo en

condiciones en las que los trabajadores estén expuestos a polvo, grasa u otro tipo de sustancias.

#### Características

- Arco de acero inoxidable con conector para la gran mayoría de cascos de seguridad.
- Longitud ajustable de los brazos del arco; y copas pivotantes para mayor compatibilidad, seguridad y comodidad.
- NRR: 23dB. Indicación del máximo nivel de exposición de ruido (98dB) en las copas.
- Copas de ABS: cubierta de almohadilla de PVC, y espuma de poliuretano.

#### Aprobaciones

- Las Orejeras Peltor cumplen con la norma ANSI S3.19-1974 sobre protección de la audición.

#### Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica.

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal, pérdida o daños, ya sean directos o consecuentes del mal uso de este producto.

Antes de ser empleado, se debe determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

#### Para mayor información:

3M Perú S.A.  
División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental  
Av. Canaval y Moreyra 641 San Isidro, Lima 27  
Telf. 224-2728 Fax 224-3171  
Contactos: Zona Norte: (044) 94937-5633 / (076) 97633-1236  
Zona Centro: (01) 99751-0742 / (01) 98915-5208  
Zona Sur: (054) 95937-5623 / (054) 98915-5134  
Pág. Web: [www.3m.com/occsafety](http://www.3m.com/occsafety) / [www.3m.com/innuing/peru](http://www.3m.com/innuing/peru)  
E-mail: [3mperu@mmm.com](mailto:3mperu@mmm.com)

#### INFORMACIÓN DE ATENUACIÓN POR OCTAVA DE BANDA (dB)

ANSI S3.19-1974

Código de Producto	Descripción	NRR	Frecuencia Hz	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000
H9P3E	Protector auditivo tipo orejera para adaptarse a casco	23	Media	14.0	20.7	31.2	36.6	36.6	40.5	38.4	38.1	39.0
			Desviación Estándar	3.2	3.6	3.0	2.9	2.8	2.9	3.6	2.3	3.6