



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS
DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA
CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN
AÉREA Y TERRESTRE

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD
MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

TEMA: “ANÁLISIS DE RUIDO EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA
EMPRESA DISPOSTES CÍA. LTDA., PARA LA PREVENCIÓN DE
ENFERMEDADES LABORALES, MEDIANTE UN SONÓMETRO
TES 1358 EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”.

AUTOR: RODRÍGUEZ VALLEJO GERSON FABRICIO

DIRECTOR: ING. BUÑAY CATOTA JUAN CARLOS

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**ANÁLISIS DE RUIDO EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA DISPOSTES CÍA. LTDA., PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES LABORALES, MEDIANTE UN SONÓMETRO TES 1358 EN LA CIUDAD DE LATACUNGA**” realizado por el señor **GERSON FABRICIO RODRÍGUEZ VALLEJO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **GERSON FABRICIO RODRÍGUEZ VALLEJO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 07 de enero del 2019

ING. BUÑAY CATOTA JUAN CARLOS
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **GERSON FABRICIO RODRÍGUEZ VALLEJO**, con cédula de identidad N° 0604098244, declaro que este trabajo de titulación **“ANÁLISIS DE RUIDO EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA DISPOSTES CÍA. LTDA., PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES LABORALES, MEDIANTE UN SONÓMETRO TES 1358 EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 07 de enero del 2019

GERSON FABRICIO RODRÍGUEZ VALLEJO
C.C. 0604098244



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

AUTORIZACIÓN

Yo, **GERSON FABRICIO RODRÍGUEZ VALLEJO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**ANÁLISIS DE RUIDO EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA DISPOSTES CÍA. LTDA., PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES LABORALES, MEDIANTE UN SONÓMETRO TES 1358 EN LA CIUDAD DE LATACUNGA**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 07 de enero del 2019

GERSON FABRICIO RODRÍGUEZ VALLEJO
C.C. 0604098244

DEDICATORIA

Lleno de felicidad, dedico este proyecto a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares fundamentales para seguir adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero, voluntad y perseverancia me lo he ganado.

A mis padres Carlos Rodriguez y Patricia Vallejo, porque ellos son la motivación de mi vida, quienes me han enseñado a triunfar y no rendirme a seguir siempre firme, pese a las adversidades han sabido apoyarme incondicionalmente y alentarme en cada instante de mi vida.

A mis hermanos Kevin y Dennys, quienes han estado presente en mi vida y con su alegría y entusiasmo han sabido apoyarme y enseñarme a soñar en grande y lograr lo anhelado.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

GERSON FABRICIO RODRÍGUEZ VALLEJO

AGRADECIMIENTO

Agradezco eternamente a Dios por bendecirme cada día con la vida, iluminado y permitido seguir adelante, con sabiduría, paciencia y hacer realidad una de mis aspiraciones.

A mis Padres porque son mi mayor ejemplo quienes han sabido plantar en mí la perseverancia, la constancia y las buenas virtudes que me han ido formando con el pasar de los años a un hombre respetuoso y de bien. Su amor y cariño es mi aliento para seguir y estoy eternamente agradecido con ustedes los mejores padres, este triunfo es para ustedes.

A mis hermanos que son parte fundamental de mi vida que con sus ganas de llegar a ser grandes y sus sueños me han alentado a cumplir los míos, apoyándome en cada momento de mis días.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas por haberme dado la apertura de cumplir mis sueños, de formarme como profesional y permitirme cumplir con mi proyecto de grado.

Al personal Docente y Administrativo que con su dedicación y paciencia han sabido inculcar en mí sabiduría y conocimiento en cada nivel transcurrido en mis años de formación.

Al director de carrera que ha sabido apoyarnos y alentarnos a triunfar y alcanzar nuestras metas.

A mi tutor del proyecto de grado, que con dedicación y voluntad para enseñarme cada uno de los pasos a seguir de este documento, y con sus conocimientos profesionales supo guiarme para culminar con mi proyecto de grado satisfactoriamente.

GERSON FABRICIO RODRÍGUEZ VALLEJO

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
CAPÍTULO I.....	13
1. PROBLEMA	13
1.1. Tema.....	13
1.2. Planteamiento del problema.....	13
1.2.1. Formulación del problema.....	14
1.3. Antecedentes	14
1.4. Justificación e importancia	17
1.5. Objetivos	18
1.5.1 Objetivo General.....	18
1.5.2 Objetivos Específicos	18
1.6. Alcance	18
CAPÍTULO II.....	20
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Factores de riesgo físico	20
2.2. Fundamentación teórica.....	21
2.2.1. Definición de sonido	22
2.2.2. Definición de ruido.....	23
2.2.3. Frecuencia.....	23
2.2.3. Ponderación del ruido.....	24
2.3. Clasificación del ruido	25
2.3.1. Espectro de frecuencia en ruido	28
2.3.1. Bandas de octava.....	29
2.4. Enfermedad profesional	29

2.5. Audiometría.....	33
2.5.1. Tipos de audiometrías.....	33
2.5.2. Concentración promedio por puesto de trabajo.....	34
2.6. Nivel de presión Sonora	35
2.7. Dosis de ruido	37
2.8. Método de evaluación de riesgos.....	39
2.8.1. Matriz de riesgo IPER.....	39
2.8.2. Matriz de riesgo INSHT	42
2.8.3. Estrategias de medición de ruido.....	46
2.8.4. Análisis y evaluación de riesgos-ruido.....	47
2.9. Acciones preventivas y correctivas	49
2.10. Fundamentación legal	54
2.11. Equipos de medición del ruido	55
CAPITULO III.....	58
3. DESARROLLO DEL TEMA.....	58
3.1. Descripción de la empresa.....	58
3.2. Descripción general de la instalación	60
3.3. Organigrama estructural.....	68
3.4. Metodología	69
3.4.1. Identificación de puestos de trabajo	69
3.4.2. Análisis y evaluación del riesgo	72
3.4.3. Estrategia de medición de ruido	73
3.4.4. Medición de ruido	80
3.5. Diagrama de Gantt.....	87
3.5.1. Costo beneficio.....	87
CAPÍTULO IV	89
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
4.1. Conclusiones.....	89
4.2. Recomendaciones.....	89
GLOSARIO DE TÉRMINOS	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS.....	Error! Bookmark not defined.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Factores de riesgos físicos	20
Figura 2 Clasificación de los contaminante	21
Figura 3 Escala de ponderación.....	25
Figura 4 Ruido fluctuante periódico.....	27
Figura 5 Ruido impulsivo.....	27
Figura 6 Distribución frecuencial	29
Figura 7 Flujograma identificación y evaluación de riesgos	43
Figura 8 Espectro del ruido	48
Figura 9 Flujograma para jerarquización del riesgo	49
Figura 10 Sonómetro de un solo indicador	56
Figura 11 Sonómetro con indicador de bandas de octava	57
Figura 12 Calibrador de sonómetro de clase 1	58
Figura 13 Calibrador de sonómetro de clase 2	58
Figura 14 Ubicación Geo-referencial de la Empresa.....	59
Figura 15 Fachada de la Empresa	61
Figura 16 Mapa general de la Empresa	62
Figura 17 Cortes para estribos.....	63
Figura 18 Cortes para estribos.....	63
Figura 19 Elaboración de estructura	64
Figura 20 Colocación de la estructura en la formaleta	65
Figura 21 Preparación de materia prima.....	65
Figura 22 Recepción de mezcla sobre la formaleta	66
Figura 23 Desencofrado.....	66
Figura 24 Porcentaje de cumplimiento de PHVA	68
Figura 25 Organigrama estructural	69
Figura 26 Sonómetro TES 1358 vista frontal	77
Figura 27 Flujograma de requerimientos de instrumento de ruido	79
Figura 28 Calibrador de sonido CENTER 326	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de riesgos físicos	21
Tabla 2 Nivel sonoro por jornada de trabajo para ruido continuo	26
Tabla 3 Niveles de exposición sonora máxima	28
Tabla 4 Niveles de dosis de ruido.....	38
Tabla 5 Probabilidad de ocurrencia	40
Tabla 6 Probabilidad de ocurrencia	40
Tabla 7 Evaluación y clasificación de riesgos.....	41
Tabla 8 Evaluación y clasificación de riesgos.....	41
Tabla 9 Nivel de riesgos	44
Tabla 10 Valoración de riesgos	45
Tabla 11 Identificación de puntos de ruido	67
Tabla 12 Identificación del patrón de trabajo	71
Tabla 13 Identificación de estrategia	74
Tabla 14 Aspectos generales de la medición de ruido	75
Tabla 15 Datos específicos de TES 1358	77
Tabla 16 Datos específicos del calibrador CENTER 326	80
Tabla 17 Medición de ruido in situ	81
Tabla 18 Método de bandas de octava NRR.....	82
Tabla 19 Determinación del NAeq.....	83
Tabla 20 Nivel de riesgo por puesto de trabajo	84
Tabla 21 Datos del fabricante de tapones 1270	84
Tabla 22 Método de bandas de octava - hormigonera	84
Tabla 23 Método de bandas de octava - armadores	85
Tabla 24 Método de bandas de octava - fundición	85
Tabla 25 Método de bandas de octava - arandelas.....	86
Tabla 26 Costos de ejecución del proyecto	87

RESUMEN

Este trabajo de investigación titulado: ANÁLISIS DE RUIDO EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA “DISPOSTES CIA. LTDA.”, PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES LABORALES, MEDIANTE UN SONÓMETRO TES 1358 EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, tiene como objetivo la recopilación de información y análisis sobre la seguridad ocupacional en base al factor de riesgo físico –ruido en el cual se verifica su importancia a través de la observación en áreas generadoras de ruido, por lo que se vio la necesidad de crear una matriz de identificación de riesgos donde se determine la existencia del nivel de ruido excesivo. Después, se efectuó la evaluación de resultados de acuerdo a las mediciones de campo realizadas con un Sonómetro tipo A “TES 1358”, donde se estableció que en el área de producción en el motor 1 y motor 2 los trabajadores se encuentran expuestos a este tipo de factor que podría encaminar en una posible enfermedad profesional ocasionando daños auditivos a corto, mediano y largo plazo. Por esta razón, se ha sugerido proponer un plan de medidas preventivas que estén orientadas al control y mitigación de este factor y la dotación de tapones auditivos adecuados que puedan mejorar las condiciones de los trabajadores del área operativa de la Empresa.

PALABRAS CLAVES:

- **FACTOR**
- **RIESGO**
- **FÍSICO**
- **SONÓMETRO**
- **MEDICIÓN**
- **RUIDO**

ABSTRACT

This research work entitled: "ANALYSIS OF NOISE IN THE OPERATIVE AREA OF THE "DISPOSTES CIA. LTDA." COMPANY, FOR THE PREVENTION OF OCCUPATIONAL DISEASES, THROUGH A TES 1358 SONOMETER IN LATACUNGA CITY", has as objective to collect information and analysis on occupational safety based on the physical risk factor-noise in which it verifies its importance through observation in noise generating areas. So, it was necessary to create a risk identification matrix where the existence of the excessive noise level is determined. Then, the evaluation of results was carried out according to the field measurements made with a type A "TES 1358" sonometer, where it was established that in the production area in Motor 1 and motor 2 workers are exposed to this type of factor that could lead to a possible occupational disease causing hearing damage in the short, medium and long term. For this reason, it has been suggested to propose a plan of preventive measures that are oriented to the control and mitigation of this factor and the endowment of ear plugs that can improve the conditions of workers in the company's operating area.

PALABRAS CLAVES:

- FACTOR
- RISK
- PHYSICAL
- SONOMETER
- MEASUREMENT
- NOISE

CHECKED BY:



Lcda. Cecibel Benavides
Docente UGT

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA

1.1. Tema

“ANÁLISIS DE RUIDO EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA DISPOSTES CÍA. LTDA., PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES LABORALES, MEDIANTE UN SONÓMETRO TES 1358 EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.”

1.2. Planteamiento del problema

La Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, ubicada en Latacunga, Barrio: San Buenaventura, Calle: San Francisco de Asís, la misma se dedica a la fabricación y comercialización de postes de hormigón de 12x500 kgF (kilogramo- fuerza) y 12x400 kgF (kilogramo fuerza) de 1 ½ pulgadas de dimensión; fabricando alrededor de 20 postes de hormigón por día, dependiendo la demanda del cliente, en esta fábrica se observa la incidencia de niveles altos de ruido que sumados a su limitación en infraestructura provocan dificultades en el desempeño óptimo de sus trabajadores.

En todos los países industrializados del mundo el incremento de la utilización de la maquinaria, herramientas manuales e inclusive el desarrollo de la tecnología en los procesos productivos de varias empresas ha generado que los factores de riesgos laborales y en específico el ruido se incrementen en los diversos puestos o estaciones de trabajo, ocasionando en muchos casos daños auditivos a corto, mediano y largo plazo en las personas que se encuentran expuestas a este tipo de factor de riesgo. Cuando se exceden los límites permisibles de ruido tal es la repercusión sobre el trabajador que se han elaborado leyes, decretos, acuerdos ministeriales, reglamentos, e inclusive los países desarrollan entidades para proteger al ser humano de la agresión acústica tanto en el ámbito laboral, así como en la vida cotidiana.

La contaminación por ruido industrial se ha incrementado notoriamente en el entorno de nuestro país en los últimos años, sobre todo en aquellas ciudades grandes que se las considera como metrópolis, que a la vez son ciudades en gran parte

industrializadas debido a la gran cantidad de empresas que existen en las mismas, afectando de forma directa a la clase obrera, sobre todo en cuanto a pérdidas auditivas ocasionadas por el ruido excesivo, desencadenado baja producción, eficiencia, estrés laboral, apatía, efectos fisiológicos que aumentan el riesgos de accidentes y enfermedades ocupacionales en los diversos puestos de trabajo de las entidades.

En la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, a través de la gerencia se ha propuesto dar solución a los problemas que acarrea en la actualidad con el ruido excesivo en sus procesos de fabricación, siendo esto una obligación de carácter prioritario, puesto que se detectó mediante deducción que los niveles de ruido excesivo han afectado a los trabajadores de forma directa e indirecta, además de que no se ha realizado una medición y valoración adecuada, dando como resultado el incumplimiento de las normas vigentes en nuestro país, pudiendo ocasionar demandas por responsabilidad patronal ocasionado por la exposición del personal a este factor físico, perjudicando a la empresa en varios ámbitos, ya sea tanto a nivel económico así como productivo, además de perder la credibilidad empresarial y el compromiso con la seguridad y la salud de sus trabajadores.

Finalmente debido a todo lo antes mencionado es necesario controlar esta clase de factor de riesgo laboral con el propósito de establecer ambientes laborales adecuados y sanos para el bienestar del trabajador.

1.2.1. Formulación del problema

¿Cómo influye el factor de riesgo físico – ruido, en posibles enfermedades ocupacionales en los trabajadores del área operativa de la Empresa DISPOSTES CÍA. LTDA.?

1.3. Antecedentes

El ruido en niveles excesivos ha sido siempre un problema para las personas, causando molestias a nivel del oído, perturbación en el sueño, afecciones, enfermedades, estrés laboral, sorderas, hipoacusia, por lo cual es importante

identificarlo, medirlo y evaluarlo para establecer medidas preventivas y correctivas que permitan generar ambientes adecuados de trabajo, ya que este factor genera un decrecimiento en la producción de cualquier Empresa que posea espacios de este riesgo físico.

El Señor Víctor Paul Llanos Canchig, realizó su trabajo de investigación con el tema “Evaluación del ruido ambiental generado por fuentes móviles en el casco urbano de la ciudad de Machachi Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, periodo 2015-2016”, con la colaboración de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Según (Llanos Canchig, 2016) menciona que: El ruido, es generado por fuentes móviles y fijas; su importancia es el desarrollo de investigaciones al respecto, ha encontrado que la exposición prolongada al ruido tiene como consecuencia la pérdida paulatina del carácter de las personas expuestas, daños fisiológicos que alteran el funcionamiento del ritmo cardíaco, respiratorio y el psiqué, en este último tiene que ver con el estrés, el mal humor, irritabilidad, etc., en el análisis de los resultados de ruido ambiental de esta investigación demuestran que, en la ciudad de Machachi, todos los niveles de ruido Leq sobrepasa a la normativa vigente en base a los cálculos establecidos por normas técnicas de prevención.

La investigación determina los parámetros generales de exposición al ruido adoptando criterios por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo para establecer el nivel de ruido en dBA (decibelios) determina las fórmulas acordes a las condiciones ambientales según la zona horaria, al tiempo de exposición, la identificación del tipo de ruido y los parámetros de comparación con la normativa legal.

El Señor Jaime Patricio Lliguicota Guarquilla realizó su trabajo de investigación con el tema “Evaluación del nivel de ruido ambiental en la ciudad de Sucúa, mediante la identificación de niveles de presión sonora, para proponer un proyecto de ordenanza al gobierno autónomo descentralizado”, con la colaboración de la Universidad Nacional de Loja en el año 2016.

Según (Lliguicota Guarquilla, 2016) menciona que: De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se ha visto pertinente elaborar una propuesta de Ordenanza Municipal para el control del ruido Ambiental en la Ciudad de Sucúa, estableciendo normas generales para la elaboración de la misma y la metodología para las mediciones de ruido según sea el caso, pero sobre todo establece actividades que deberán ser cumplidas por toda persona natural o jurídica, privada o pública y sus respectivas sanciones en el caso de incumplir las mismas.

El documento presenta el proceso adecuado para controlar el ruido ambiental, además de concientizar a las empresas sobre la importancia de la identificación, medición y evaluación de ruido, proponiéndola como de carácter obligatorio en el sector a través de una ordenanza y además indica como planificar las actividades anuales en relación a la implementación de medidas preventivas y correctivas, ya sea este en la fuente, medio o trabajador.

El señor Juan Carlos Aleaga Del Salto realizó su trabajo de investigación con el tema “El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de productos plásticos de la Empresa Holviplas S.A.”, con la colaboración de la Universidad Técnica de Ambato en el año 2017.

Según (Aleaga del Salto, 2017) de este trabajo de grado menciona que: En el análisis e interpretación de resultados se observa los cálculos necesarios para identificar, medir y evaluar el ruido en la planta de producción de productos plásticos de Holviplas S.A., además se desarrolla la verificación de la hipótesis mediante las encuestas, el proyecto realizado tiene como fin el desarrollo de un programa de Identificación, medición, evaluación y control de ruido, el cual contribuirá con la prevención de enfermedades profesionales a causa del ruido, además mejorará las condiciones de trabajo de los operarios. El Decreto Ejecutivo 2393 dice que una persona trabajando 8 horas debe estar expuesta a una presión sonora de 85dB como máximo, en la investigación se han planteado medidas técnicas y organizacionales para combatir este riesgo, además de las medidas técnicas en la fuente y en los receptores.

La investigación determina las causas básicas de los trastornos auditivos en los trabajadores, mediante la aplicación de fórmulas, para establecer los tipos de riesgos, según la dosis de exposición y en el transcurso del proceso aplicar procedimientos preventivos.

1.4. Justificación e importancia

Con la presente investigación se busca dar cumplimiento a la normativa legal vigente y establecidas en el Decreto Ejecutivo 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente, en cuyo Artículo 55 y Artículo 11, literal 2 señala: adoptar 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, además que no deberán sobrepasar los límites máximos permisibles y en caso de superarlos deberán aplicarse nuevas medidas de control, mejorando de esta forma la estabilidad de su lugar de trabajo, tratando de reducir el impacto de ciertas enfermedades profesionales que pueden aparecer a largo plazo; de igual forma beneficiará a la organización y evitará demandas laborales por el incumplimiento de estas normativas.

La Empresa "DISPOSTES CÍA. LTDA.", brindará apoyo para que se realice adecuadamente una evaluación de factores de riesgos físicos, enfocados a los niveles de ruido, permitiendo al personal trabajar bajo condiciones seguras que optimicen el desarrollo de sus actividades laborales y el nivel de seguridad en instalaciones, a través de la disminución del factor de riesgo físico encontrado, permitiendo mejorar la productividad de la Empresa y bienestar de sus empleados.

Es importante mencionar que el análisis técnico mediante el sonómetro TES 1358, permitirá conocer los valores reales de dosificación y exposición del ruido en los puestos de trabajo, de tal forma que se tomen medidas correctivas efectivas y pertinentes; acordes con la medición se determina las acciones de prevención de riesgos laborales destinados en la Empresa.

El presente trabajo, aplica los conocimientos adquiridos durante los años de formación académica en la Unidad de Gestión de Tecnologías, además de la disponibilidad y aprobación de la gerencia de la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, que permite la ejecución de la investigación, logrando una implementación de medidas preventivas que disminuyan el riesgo al que se encuentran expuestos sus trabajadores.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Analizar el ruido en el área operativa de la Empresa Dispostes Cía. Ltda., para la prevención de enfermedades laborales, mediante un sonómetro TES 1358 en la ciudad de Latacunga.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Obtener datos sobre los niveles de ruido en el área operativa de la Empresa “Dispostes Cía. Ltda.”, con el sonómetro TES 1358.
- Analizar en base a la Matriz de riesgos I.N.S.H.T., los niveles de ruido mediante datos obtenidos en el área operativa de la Empresa Dispostes Cía. Ltda., y correlacionarlos con las enfermedades ocupacionales.
- Proponer un plan de medidas preventivas que mejore las condiciones de trabajo la seguridad y salud de los trabajadores de la Empresa “Dispostes Cía. Ltda.”

1.6. Alcance

Los beneficiarios directos de este proyecto son tanto la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, así como sus veinte (20) trabajadores del área operativa, puesto que este proyecto de investigación gestiona la realización de medición y evaluación de

ruido en la mencionada área, mediante la utilización del sonómetro TES 1358, permitiendo analizar las medidas posibles de prevención aplicables en la fuente, en el medio ambiente laboral y de ser necesario la dotación de equipos de protección en los trabajadores de la Empresa, para la minimización de posibles riesgos laborales relacionados con este factor físico a corto, mediano y largo plazo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Factores de riesgo físico

Se refiere a todos aquellos factores ambientales que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos, tales como carga física, 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 (Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2000).



Figura 1 Factores de riesgos físicos

Fuente: (HispanaNetwork, 2007)

Por otra parte, el factor de riesgo físico también lo que se define como aquel factor ambiental que puede provocar efectos adversos a la salud del trabajador dependiendo de varios factores internos de recopilación, intensidad, tiempo de exposición y concentración del mismo, cuando se interactúan con formas de energía, como ruido,

vibraciones y presiones anormales que conforman esta primera división de riesgos físicos (Universidad de las Islas Baleares, 2003).

Tabla 1

Tipos de riesgos físicos

Riesgos Físicos	
Factor de riesgo	Ejemplo
- Iluminación	- Deficiente iluminación en bodegas
- Temperatura	- Excesivo nivel de temperatura de un silo
- Ruido	- Ruido de impacto en prensas de chatarra
- Químicos	- Exposición a gases y vapores químicos
- Vibraciones	- Desalineación del eje de un torno que provoca vibración excesiva
- Radiación	- Radiación ionizante (rayos X, alfa, beta, gama)

Fuente: (BOE N° 60, 2006)

Finalmente (Tapia Borja, 2016), los factores de riesgo físico se establecen como todo aquellos que se encuentran presentes en el ambiente o área de trabajo y son resultado de la ejecución de tareas o trabajos y la interacción del ser humano con el entorno y las condiciones o magnitudes físicas. La siguiente figura muestra un resumen de los tipos de contaminantes:

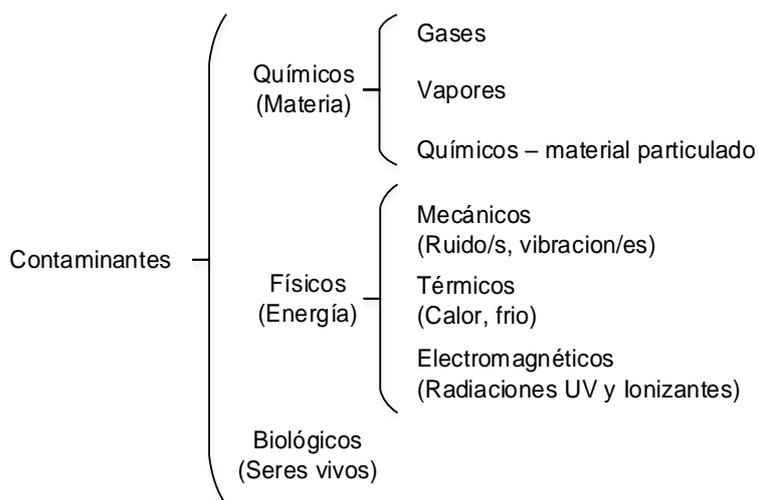


Figura 2 Clasificación de los contaminantes

Fuente: (SatirNet Safety, 2014)

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Definición de sonido

Es una alteración física producida por ondas sonoras, en un medio (un gas, líquido o sólido) que puede ser detectada por el oído humano, también puede definirse como la sensación auditiva excitada por una perturbación física en un medio. El medio por el cual viajan las ondas sonoras ha de poseer masa y elasticidad. Por tanto, las ondas sonoras no viajarán a través de un vacío (Scientífica Inc., 2017).

Los elementos indispensables para que exista el sonido en términos generales y laborales son:

- Fuente sonora (Fuente)
- Camino de transmisión (Medio)
- Receptor (Trabajador)

El sonido es una percepción sensorial y la forma compleja de los patrones de las ondas se denominan ruido, música palabra, etc. El ruido es un sonido no deseado (Recuer, C. 2009), y por lo tanto, corresponde a una clasificación subjetiva del sonido. Consecuentemente, no es posible definir el ruido exclusivamente en base de los parámetros físicos del ruido. Sin embargo, en algunas situaciones el sonido puede afectar negativamente a la salud debido a la energía acústica que contiene (HispanaNetwork, 2007).

Las oscilaciones de la presión del aire son provocadas por las ondas sonoras las cuales dan lugar a generar un sonido por lo cual estas oscilaciones se transforman adecuadamente a ondas mecánicas en el medio por lo cual necesita de un receptor de sonido el cual determina los impulsos generados de la misma.

El sonido necesita un medio para propagarse en el ambiente y dependiendo de las condiciones del sector o área a medirse además de considerar los factores físicos y químicos, variará su velocidad. En el aire, con una atmósfera de presión y una temperatura de 20°C, el sonido alcanza una velocidad de 340 metros/segundo (Náf Cortés, 2017).

2.2.2. Definición de ruido

Uno de los Factores de Riesgo Físico es el Ruido, considerado como cualquier del sonido superior a un Límite Máximo Permisible; siendo éste el causante de pérdidas auditivas de origen profesional (hipoacusia neuro-sensorial o sordera ocupacional), Otro Factor de riesgo son las vibraciones, las cuales son movimientos oscilatorios de un sistema mecánico, siendo éste el causante de efectos sobre el hombre como el Síndrome de Raynaud (Minsiterio de Salud Perú, 2008).

El ruido se define como un sonido no deseado. El grado de inestabilidad es, con frecuencia, una cuestión psicológica puesto que los efectos del ruido pueden variar desde una molestia moderada a la pérdida permanente de audición (Falagán. M, 2008).

Desde la perspectiva Psicofísica según (Llanos Canchig, 2016) el ruido se puede definir como un sonido no deseado. Otras formas de definir el ruido pueden ser:

- Sonido no querido por el receptor.
- Conjunto de sonidos no agradables.
- Sonido molesto, tanto en el lugar como a lo largo del tiempo.

2.2.3. Frecuencia

Se entiende por frecuencia, el número de oscilaciones o variaciones de presión en un segundo. Su unidad es el Hertzio, Hz, que equivale a un ciclo por segundo; los humanos percibimos los sonidos que se encuentran en el intervalo que comprende los 20 y los 20.000 Hz. Por debajo del umbral inferior de percepción se encuentran los infrasonidos, y por encima de dicho umbral se encuentran los ultrasonidos (Náf Cortés, 2017).

La frecuencia viene dada por la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1}{T}$$

Dónde:

T: Período de la onda o lo que es lo mismo, el tiempo necesario para cumplir un ciclo, expresado en segundos (sg).

2.2.3. Ponderación del ruido

Según (Instituto de Salud Pública, 2011) determina que el oído humano no tiene la misma sensibilidad para todas las frecuencias, resulta lógico que al efectuar una medición de ruido se tenga en cuenta esta particularidad. Para ello, se establecen y se han normalizado diferentes curvas de ponderación, las cuales siguen aproximadamente la misma ley que el oído en cuanto a sensibilidad y en función de la frecuencia.

Las escalas de ponderación permiten estimar el comportamiento del oído en función de las características del factor de riesgo analizado (ruido) y al que esté expuesto las personas, dependiendo del nivel de presión sonora y su espectro frecuencial, éste puede atenuarlo o amplificarlo según el criterio del analista (BOE N° 60, 2006).

El nivel sonoro más utilizado es con Ponderación A, ya que es la que más protege al hombre contra la agresión del ruido, por lo que cuando el nivel de presión sonora equivalente ponderado (A) se suele representar el valor acompañado con decibeles dB(A), obteniéndose así los Niveles sonoros ponderados (BOE N° 60, 2006), por lo tanto las curvas de ponderación se clasifican en cuatro (4) elementos indicados a continuación:

- **Curva A**, se aproxima a la curva de audición de baja sensibilidad, determinada para atenuación al oído soporta niveles menores de 55 decibeles (dB) a distintas frecuencias, utilizados para el nivel de presión acústica equivalente (BOE N° 60, 2006).
- **Curva B**, se aproxima a la curva de audición de media sensibilidad, se encuentra entre 55 a 85 decibeles (dB) (BOE N° 60, 2006).

- **Curva C**, se aproxima a la curva de audición de alta sensibilidad, utilizados para mayores de 85 decibeles (dB) utilizado usualmente para el nivel pico (BOE N° 60, 2006).
- **Curva D**, se aproxima más allá de la curva para muy altos niveles de presión sonora (BOE N° 60, 2006).

Para obtener una idea clara de las curvas anteriormente descritas se indica la figura de escalas (Ponderación dB VS Frecuencia HZ) a continuación:

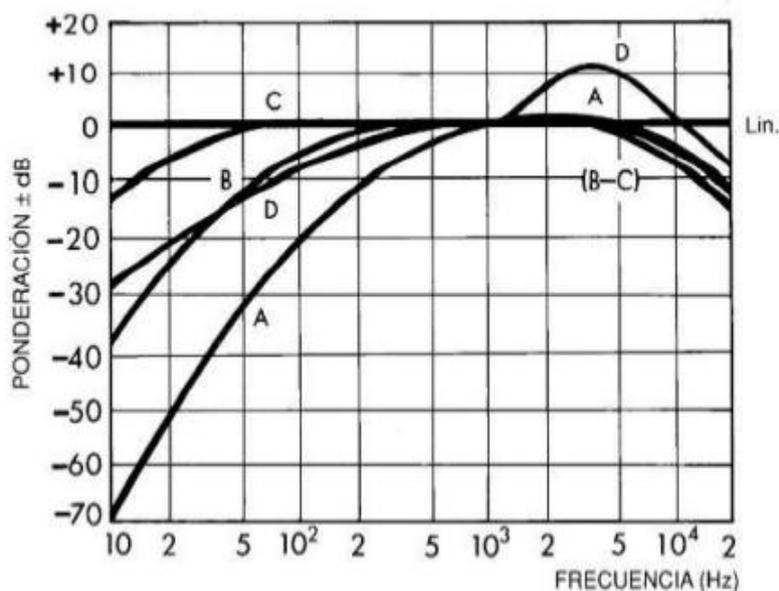


Figura 3 Escala de ponderación

Fuente: (SatirNet Safety, 2014)

2.3. Clasificación del ruido

En las diversas situaciones de nuestra vida habitual nos encontramos con todo tipo de ruidos desde los más agradables pasando por los tolerantes hasta los más desagradables e intolerantes, o desde los ruidos sumamente cortos, pero de gran intensidad (explosión, sirena, claxon) hasta los ruidos permanentes en el tiempo, pero de niveles bajos (aire acondicionado, ordenador). (ANSI S1.4-1971 (R1976), 2017). Clasificándose de la siguiente manera:

- **Ruido Estable**

Es el ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto. Se creará que un ruido es de tipo estable cuando la diferencia entre el NPS max y el NPS min conseguidos durante una medición de un minuto, es menor o igual a 5 dB(A) (BOE N° 60, 2006).

Del (IESS, 1986) Decreto Ejecutivo 2393 - Art. 55. Ruido y vibraciones. 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:

Tabla 2

Nivel sonoro por jornada de trabajo para ruido continuo

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

Fuente: (IESS, 1986)

- **Ruido fluctuante**

Es el ruido cuya intensidad varía a lo largo del tiempo. Las fluctuaciones pueden ser periódicas o aleatorias. Este tipo de ruido, surge dentro de los sistemas físicos y son producidos por fluctuaciones espontaneas como el movimiento término de los electrones libres dentro de un resistor, la emisión aleatoria de los electrones en válvulas de vacío y la generación aleatoria, recombinación y difusión de portadores (huecos y electrones) en semiconductores.

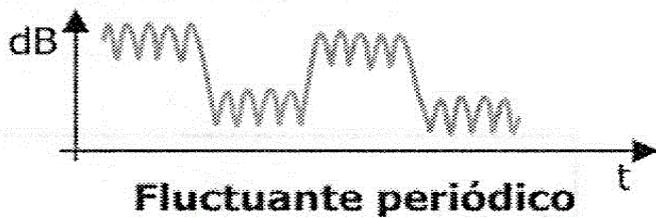


Figura 4 Ruido fluctuante periódico

Fuente: (Náf Cortés, 2017)

- **Ruido Impulsivo**

Es el ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a pausas superiores a 1 segundo. Se creará que un ruido es de tipo impulsivo cuando en el lugar que se presente, se produzcan impactos o sonidos muy breves (con una duración menor a 1 segundo) y de gran intensidad, como: golpes, caídas de materiales, disparos, entre otros.

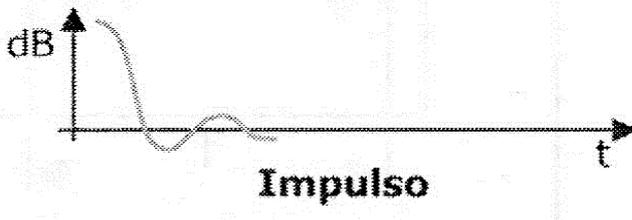


Figura 5 Ruido impulsivo

Fuente: (Náf Cortés, 2017)

- **Ruido Laboral**

Es el ruido presente en el ambiente laboral y se mide para determinar el riesgo de pérdidas de la audición, o las molestias que puede generar el ruido dentro de los estándares de la Ergonomía (Arenaz Erburu, 2012).

- **Ruido Ambiente**

Es aquel ruido total en un ambiente dado. La (Arenaz Erburu, 2012) define como ruido ambiental al sonido no deseado o nocivo generado por la actividad humana en

el exterior, incluido el ruido emitido por medios de transporte, emplazamientos industriales o edificios industriales. El ruido urbano incluye todas las fuentes de ruido excepto el ruido al interior de los lugares industriales de trabajo.

- **Ruido de Impacto**

Ruido de impacto es aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquel cuya frecuencia sea superior, se considera continuo. Los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerán del número total de impactos en períodos de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 3

Niveles de exposición sonora máxima

Numero de impulsos o impactos por jornada de 8 horas de trabajo	Nivel de presión sonora máxima (dB)
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

Fuente: (IESS, 1986)

2.3.1. Espectro de frecuencia en ruido

El espectro de un ruido se define como la representación de la distribución de la energía sonora en función de la frecuencia. Con los instrumentos de medición de ruido (sonómetros integradores-promediadores o dosímetros personales) el técnico puede obtener el nivel de presión sonora global. Algunos de estos instrumentos también facilitan el nivel de presión sonora por bandas de octava o por bandas de tercio de octava (Náf Cortés, 2017).

A continuación, se presenta una figura del nivel de presión sonora analizado por tercios de octava:

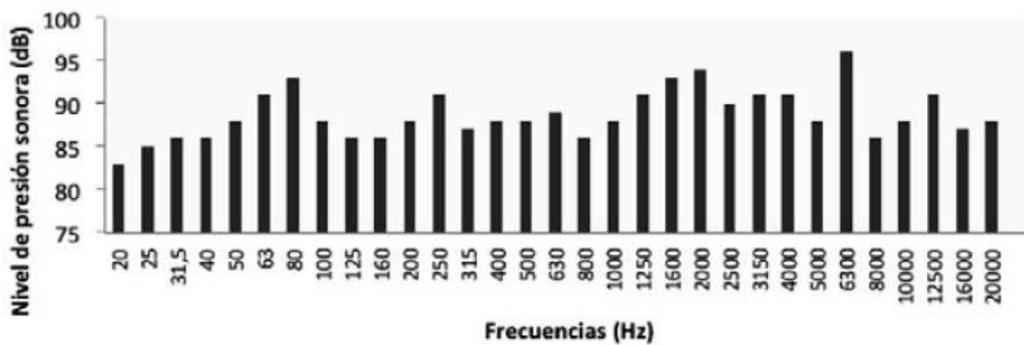


Figura 6 Distribución frecuencial

Fuente: (Náf Cortés, 2017)

2.3.1. Bandas de octava

Si un ruido complejo tiene componentes en la mayoría de las frecuencias comprendidas en el espectro audible, lo más práctico resulta dividir el espectro de frecuencias en grupos de frecuencias o bandas, de las cuales las más empleadas son las bandas de ancho proporcional, y en especial las bandas de octava. Una banda de octava es un grupo de frecuencias comprendidas entre f_1 y f_2 , siendo $f_2 = 2 \times f_1$. Así, entre un sonido de 100 y otro de 200 Hz., hay una octava de diferencia, del mismo modo que entre dos de 1000 y 2000 Hz (INSHT, 2010).

2.4. Enfermedad profesional

Una Enfermedad Profesional es aquella que es causada, de manera directa, por el ejercicio del trabajo que realice una persona y que le produzca incapacidad o muerte. Para ser considerada como Enfermedad Profesional, debe existir una relación causal entre el quehacer laboral y la patología que provoca la invalidez o la muerte. (AENOR, 2007)

- **Efectos del ruido en la salud**

Desde hace algunos años se viene considerando al ruido, como una forma de contaminación ambiental que es capaz de producir alteraciones en el medio ambiente, en las personas y en el ecosistema en general (Díaz, 2003).

Las pérdidas de la audición producidos por el ruido constituyen los efectos más conocidos de este sobre la salud humana, sin embargo, sus efectos se extienden a nivel de casi todos los órganos del cuerpo humano, estos efectos generalmente se subestiman o se ignoran por la poca sintomatología que presentan en sus inicios, pero si la exposición continua se producirá alteraciones orgánicas graves y algunas de ellas como la sordera de carácter irreversible (Díaz, 2003).

En el presente trabajo se hará una revisión de los efectos auditivos como extra-auditivos que produce los niveles elevados de ruido en los trabajadores que están expuestos, además de los criterios de prevención y control (Díaz, 2003).

El ruido está claramente establecido como contaminante acústico, fundamentalmente en sociedades industrializadas y en vías de desarrollo, pero sobre todo en los centros urbanos densamente poblados. Tanto la sensibilidad como la aceptación del ruido presentan variaciones entre diferentes sujetos y entre diferentes culturas (Díaz, 2003).

Sin embargo, los efectos nocivos del ruido no respetan patrones culturales. Sus efectos sobre la salud, entendida ésta como “situación de bienestar físico y psicológico y no como mera ausencia de enfermedad” (Organización Mundial de la Salud), son numerosos e importantes (Guyton, 2006).

Según (Avedaño, 2009), menciona que se puede subdividir los efectos del ruido sobre la salud en 3 grandes apartados:

- Efectos del ruido sobre la audición;
- Efectos del ruido ambiental sobre el organismo y
- Efectos psicológicos del ruido.

Es importante explicar que el ruido afecta de forma conjunta y simultánea a muchos de los sistemas y procesos de la persona, por lo que más que una enumeración debe verse diferentes aspectos de un mismo problema.

- **Efectos sobre la audición fisiología de la audición**

Según (harrinson, 2001) el aparato auditivo consta de 3 partes diferenciadas:

- 1) El oído externo (el pabellón auricular u oreja), que funciona a modo de antena receptora.
- 2) El oído medio, con el tímpano y la cadena de huesecillos, que funciona a modo de amplificador. Aquí existen unos pequeños músculos que en situaciones de ruido intenso se contraen dando rigidez a la cadena de huesecillos; esto provoca una mayor dificultad en el paso del sonido desde el oído externo al interno. Es un mecanismo de protección que desgraciadamente no funciona igual de bien en todas las personas.
- 3) El oído interno, es sin duda la parte más delicada. Está formado por varias estructuras, siendo la más importante la cóclea o caracol. Su lesión es la responsable de la pérdida de audición vinculada al ruido. Básicamente es una lámina de células altamente especializadas que está enrollada sobre si misma a modo de caracol. Las células localizadas en un punto determinado de dicha lámina solo son capaces de responder a una frecuencia determinada (a modo de diapasón), las de otra región a otra frecuencia y así sucesivamente hasta abarcar todo el espectro auditivo. Los diferentes estímulos son conducidos a la corteza cerebral donde se procesan para constituir nuestra "experiencia auditiva.

Las principales patologías desarrolladas por el ruido en la fisiología del odio son:

- **Hipoacusia inducida por ruido.**

Digamos antes que hay dos tipos de hipoacusias: las conductivas y las perceptivas. Las hipoacusias conductivas se originan en algún mal funcionamiento del oído externo o del oído medio, es decir, constituyen trastornos de la conducción del sonido. Pueden deberse a una razón tan simple como una obstrucción del conducto auditivo por un tapón de cerumen, a un desgarramiento del tímpano (que normalmente se regenera

en forma natural), al anegamiento del oído medio con mucosidad (en la llamada otitis media), o al esclerosamiento de la cadena de huesecillos (Flores, 2013).

Las hipoacusias perceptivas pueden afectar a las células ciliadas (hipoacusia coclear) o al nervio auditivo (hipoacusia retro coclear). En cualquiera de los dos casos son en general irreversibles.

Pueden originarse en malformaciones congénitas (muchas veces debidas a determinadas enfermedades de la madre, como la rubéola, durante las etapas del embarazo críticas para la formación del aparato auditivo) o por sobre estimulación, como en el caso de la exposición a ruidos muy intensos (Ecuacustica, 2010).

- **Trauma acústico**

El trauma acústico es una lesión del sistema auditivo en el oído interno provocada por un ruido muy fuerte, se produce con ruidos breves y de gran intensidad y ocasiona una pérdida auditiva permanente en todas las frecuencias. Son ruidos que alcanzan y superan los 140 dB(A), el trauma acústico es una causa común de hipoacusia sensorial. Exposición prolongada a ruidos altos (como música a alto volumen o maquinaria ruidosa) (BOE N° 60, 2006).

- **Elevación temporal y/o permanente del umbral auditivo**

“Se produce con exposición a ruidos de intensidad moderada o alta y durante tiempos más o menos largos. Son las alteraciones más frecuentes” (BOE N° 60, 2006).

El proceso normal suele ser de elevaciones temporales del umbral de audición tras exposiciones puntuales. La repetición de estos episodios desemboca en una elevación permanente que, progresivamente, puede ir agravándose. Esta pérdida auditiva afecta especialmente a las frecuencias agudas - en torno a los 4000 Hz -. Su causa radica en la muerte y pérdida progresiva de esas células especiales del oído interno. Y es por ello por lo que los efectos del ruido sobre la audición son

acumulativos a lo largo de toda la vida: una vez muertas estas células no se regeneran (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2000).

- **Consecuencias se derivan de la pérdida auditiva**

El efecto más importante es una interferencia para la comprensión del lenguaje hablado: las frecuencias agudas, las más afectadas por la pérdida auditiva, son las que transportan la información que nos permite distinguir unas palabras de otras. El sujeto oye que le hablan, pero no entiende la totalidad de lo que le dicen, pierde información. Para superarlo tanto el locutor como el receptor deben hacer esfuerzos suplementarios que en muchas ocasiones acaban en fatiga, irritación, agresividad, aislamiento del afectado o incluso en depresión. Los zumbidos o la sensación de amortiguamiento pueden acompañar a la pérdida auditiva (Flores, 2013).

2.5. Audiometría

La audiometría es un proceso que permite obtener un diagnóstico respecto al tipo de hipoacusia que presenta el sujeto. Consiste en realizar un estudio completo (umbrales aéreos, óseos logo-audiometría) y exámenes auditivos complementarios si fuera necesario (Avedaño, 2009).

Por otra parte, el (Avedaño, 2009), menciona que una audiometría es una prueba que permite medir la audición, para determinar la capacidad auditiva del paciente, indicando también posibles causantes de la pérdida auditiva en los casos en los que se detecte.

2.5.1. Tipos de audiometrías

De acuerdo al (Avedaño, 2009), establece tres tipos de audiometrías:

- **Audiometría Médico Ocupacional:** La audiometría ocupacional es el examen que tiene por objeto cifrar las alteraciones de la audición por riesgo a la exposición a ruido en el trabajo, resultados que se anotan en un gráfico denominado audiograma (Avedaño, 2009).
- **Audiometría de Base:** Es la realizada en la evaluación pre-ocupacional del trabajador; es un examen de referencia para evaluaciones posteriores. Consiste en el examen que permite determinar los umbrales de audición aéreos en el rango de frecuencias de 500 Hz a 8000 Hz in situ (Avedaño, 2009).
- **Audiometría de Campo:** (también llamada de terreno o tamizado auditivo modificado) consiste en determinar los umbrales de audición aéreos en el rango de 500 Hz a 8000 Hz, cuyos resultados se deben comparar con el audiograma base o con la última audiometría de terreno. Se puede realizar en el lugar de trabajo. De acuerdo a las especificaciones técnicas de audiometría de campo (Avedaño, 2009).

2.5.2. Concentración promedio por puesto de trabajo

Cuando el trabajo se compone de diferentes tareas de duración t_1 , t_2 , t_n , la concentración media C , (UNE - EN 689, 2016) se calcula ponderando en el tiempo las diferentes concentraciones medias obtenidas en las diferentes tareas C_1 , C_2 , ..., C_n de forma que:

$$C = \frac{C_i * t_i}{\sum_{i=1}^{i=\infty} t_i}$$

$$C = \frac{C_1 * t_1 + C_2 * t_2 + \dots + C_n * t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Dónde:

C: Concentración promedio por puesto de trabajo

C_i : Concentración i -ésima

t_i : Tiempo de exposición en horas de cada C_i

2.6. Nivel de presión Sonora

Según (Lliguicota Guarquilla, 2016) la presión sonora es una perturbación de la presión en la atmósfera, cuya intensidad está influenciada no sólo por la fuerza de la fuente, sino también por el entorno y la distancia entre la fuente y el receptor. El nivel de presión sonora es lo que nuestros oídos escuchan y lo que los instrumentos de medida son capaces de medir; por lo cual se ocupa la fórmula siguiente:

$$NPS (dB) = 10\text{Log}(10) \frac{P}{P_{ref}}$$

Donde:

NPS: Nivel de presión sonora

P: Presión sonora en N/m² ó Pascal

Pref: Presión de referencia 2x10⁻⁵ N/m² o Pascal

- **Nivel de presión acústica equivalente ponderada A**

El nivel sonoro continuo equivalente, Leq,T, se define como la media energética del nivel de ruido promediado en el intervalo de tiempo de medida. Puede considerarse como el nivel de un sonido, constante en todo el período de medida T, que tuviese la misma energía acústica que el sonido que se está valorando (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1999).

Este parámetro es básico para cualquier medida de ruido; el LAeq,T ponderado A se denota como LAeq,T., este parámetro no tiene sentido si no va acompañado de una base de tiempo o intervalo de observación, como se detalla en la siguiente fórmula:

$$LA_{eq,T} = 10x\text{Log}10 \left(10^{\frac{L1}{10}} + 10^{\frac{L2}{10}} + 10^{\frac{L3}{10}} + \dots + 10^{\frac{L1}{10}} \right)$$

Dónde:

Ln: Nivel de ruido medido en decibeles (dB)

- **Promedio ponderado de nivel sonoro**

El promedio ponderado de nivel sonoro en tiempo de ocho-horas (TWA, por sus siglas en inglés), (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1999), en decibeles, podría ser computado a partir de la dosis, en por ciento, por medio de la fórmula:

$$TWA = 16,61 \log\left(10 \left(\frac{D}{100}\right) + 90\right)$$

Dónde:

D: Dosis

- **Nivel de exposición diario equivalente, LAeq,d**

Es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado "A", LAeq,T, promediado a un tiempo de exposición de 8 horas, siendo su fórmula:

$$LAeq,d = LAeq,T + 10 \log\left(\frac{T}{8}\right)$$

Dónde:

LAeq, T: Nivel de Presión Acustico Equivalente Ponderada A

T: Tiempo de exposición al ruido , en horas/día

- **Nivel de exposición semanal equivalente, LAeq,s**

El nivel de exposición semanal equivalente, LAeq,s, podrá utilizarse en lugar del nivel de exposición diario equivalente, (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1999). LAeq,d, mantiene máximo siete (7) días por lo cual se determina la siguiente fórmula:

$$LAeq,s = 10 \log\left(\frac{1}{5}\right) \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1 LAeq,d,i}$$

Dónde:

i: Número de días a la semana con exposición al ruido

LAeq,d,i: Nivel de exposición equivalente correspondiente al día.

- **Nivel pico, Lpico**

Es el nivel máximo de la presión acústica instantánea a la que está expuesto un trabajador. Los niveles de presión acústica en pascales (con filtro de ponderación frecuencial "C"), (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1999) se convierten a niveles de presión acústica en decibelios mediante la siguiente fórmula:

$$L_{pico} = 10 \log \left(\frac{P_{pico}}{P_0} \right)^2$$

Dónde:

P_{pico} : Valor máximo de la presión acústica instantánea, en pascales, con el filtro de ponderación frecuencial "C"

P_0 : Presión de referencia, es decir, $2 \cdot 10^{-5}$ pascales.

2.7. Dosis de ruido

Para calcular una dosis se requiere conocer cuál es el valor correspondiente por lo cual dependerá de 2 factores: primero el tiempo de exposición y segundo el Nivel de Presión sonora (NPS) al que está expuesto el trabajador (Parada Valencia, 2016).

También conocido como índice de exposición, es la cantidad total de una sustancia a la cual el organismo es expuesto durante el tiempo de trabajo y en la cual se ha de contabilizar la cantidad de tóxico total por las diferentes vías de entrada, cualquier efecto tóxico, es proporcional a la dosis (Parada Valencia, 2016).

El nivel de riesgo hacia el trabajador depende de la concentración de contaminante y del tiempo de exposición (dosis), en cuyo caso para reducir el riesgo habrá que reducir la dosis del contaminante limitando dicho tiempo de exposición o reduciendo la concentración del contaminante tomando acciones sobre el foco contaminante, el medio ambiente o el receptor (Parada Valencia, 2016).

El valor obtenido de Dosis se evalúa en base a la siguiente tabla:

Tabla 4

Niveles de dosis de ruido

DOSIS	NIVEL DE RIESGO
$D < 0,5$	Bajo
$D 0,5 \rightarrow 1,0$	Medio
$D > 1,0$	Alto

Fuente: (INSHT, 2010)

Un valor de Dosis inferior a 0,5 determina un nivel de riesgo bajo, indica que se puede continuar con la actividad sin medidas correctivas o con medidas correctivas mínimas para mitigar el nivel de riesgo.

Un valor de Dosis ente 0,5 y 1,0 representa un nivel de riesgo medio, en cuyo caso se puede continuar con la actividad tomando las medidas correctivas necesarias para mitigar el riesgo a niveles aceptables.

Una Dosis superior a 1,0 representa un nivel de riesgo alto, el cual es inaceptable, por lo que deberá suspenderse la actividad por la existencia de un riesgo inminente, se deberán tomar medidas correctivas inmediatas para reducir el riesgo a niveles aceptables.

Según el (BOE N° 60, 2006), la Dosis de Ruido se puede entender como la energía sonora que una persona recibe durante su jornada de trabajo diaria. Expresada en función del tiempo, la Dosis de Ruido se define como la relación entre el Tiempo de Exposición (Te) a un determinado Nivel de ruido y el Tiempo Permitido (Tp) para que el trabajador permanezca expuesto a ese Nivel de ruido sin riesgo de pérdida auditiva. Se expresa a través de la siguiente relación:

$$D = \frac{TE}{TEP}$$

Dónde:

TE: Tiempo de Exposición

TEP: Tiempo Permitido

Según (ANSI S1.4-1971 (R1976), 2017) cuando la exposición al ruido en el turno de trabajo está compuesta de dos o más períodos de ruido de diferentes niveles, la dosis total de ruido en el día de trabajo está dada por D o a su vez detallada por la siguiente expresión:

$$D = 100 \left(\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} + \dots + \frac{Cn}{Tn} \right)$$

Dónde:

Cn: Tiempo total de exposición a un nivel específico de ruido

Tn: Duración de referencia para ese nivel recomendado

2.8. Método de evaluación de riesgos

2.8.1. Matriz de riesgo IPER

- **Identificación de los Factores de Riesgo.**

La primera parte de la Matriz de IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos) es contemplar la identificación de los factores de riesgo existentes en un lugar de trabajo, lo cual le corresponde al Profesional o también conocido como Responsable de Prevención de Riesgos; Técnico de Seguridad dependiendo el organigrama estructural de la Empresa (Instituto de Salud Pública, 2011). Para tal fin, el profesional mencionado deberá elaborar una pauta previa que permita reconocer el *puesto de trabajo a ser analizado*, independiente de su nivel de incidencia; identificando el nivel de riesgo a través de los dos parámetros, los cuales se detallan a continuación:

- **Determinación de la Probabilidad de que ocurra el daño**

La determinación de la variable “probabilidad” será asignada por el profesional de prevención de riesgos, según (Instituto de Salud Pública de Chile, 2013) se plasma el siguiente criterio del autor:

Tabla 5

Probabilidad de ocurrencia

CLASIFICACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	PUNTAJE
BAJA	El incidente potencial se ha presentado una vez o nunca en el área, en el período de un año.	3
MEDIA	El incidente potencial se ha presentado 2 a 11 veces en el área, en el período de un año.	5
ALTA	El incidente potencial se ha presentado 12 o más veces en el área, en el período de un año.	9

Fuente: (Instituto de Salud Pública de Chile, 2013)

- **Determinación de la Consecuencia o Severidad del Daño.**

La determinación según (Instituto de Salud Pública de Chile, 2013) es de la variable “consecuencia” (potencial severidad del daño) será asignada por el profesional en base a consideraciones como parte(s) del cuerpo que se pueda(n) ver afectada(s) y naturaleza del daño, a su vez, también corresponderá su asignación cuando se genere a la Empresa un daño material extenso e irreparable, junto con una pérdida de producción de proporciones estableciéndose la siguiente:

Tabla 6

Probabilidad de ocurrencia

CLASIFICACIÓN	SEVERIDAD O GRAVEDAD	PUNTAJE
LIGERAMENTE DAÑINO	Primeros Auxilios Menores, Rasguños, Contusiones, Polvo en los Ojos, Erosiones Leves.	4
DAÑINO	Lesiones que requieren tratamiento médico, esguinces, torceduras, quemaduras, Fracturas, Dislocación, Laceración que requiere suturas, erosiones profundas.	6
EXTREMADAMENTE DAÑINO	Fatalidad – Para / Cuadriplejía – Ceguera. Incapacidad permanente, amputación, mutilación.	8

Fuente: (Instituto de Salud Pública de Chile, 2013)

- **Determinación de la Magnitud del Riesgo**

La estimación cuantitativa del riesgo según (Instituto de Salud Pública de Chile, 2013) se expresa por la combinación de valores de la Probabilidad y Consecuencia de ocurrencia de un evento; por lo tanto se mantiene por la multiplicación de dichos factores de la siguiente manera:

$$MR = Probabilidad \times Severidad$$

Una vez determinada su multiplicación se determina en que cuadrante pertenece el nivel de riesgo y se procede a estimarlo cuantitativamente.

Tabla 7

Evaluación y clasificación de riesgos

		SEVERIDAD		
		LIGERAMENTE DAÑINO (4)	DAÑINO (6)	EXTREMADAMENTE DAÑINO (8)
PROBABILIDAD	BAJA (3)	12 a 20 Riesgo Bajo	12 a 20 Riesgo Bajo	24 a 36 Riesgo Moderado
	MEDIA (5)	12 a 20 Riesgo Bajo	24 a 36 Riesgo Moderado	40 a 54 Riesgo Importante
	ALTA (9)	24 a 36 Riesgo Moderado	40 a 54 Riesgo Importante	60 a 72 Riesgo Crítico

Fuente: (Instituto de Salud Pública de Chile, 2013)

El nivel de riesgo determina la significancia la cual se debe registrar en la Matriz IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos), todos los riesgos “inaceptables” ya que se se analizarán para definir las medidas para su control en la Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de la Empresa, la misma que se debe verificar un plan de Acción y nuevas medidas de prevención para dichos riesgos. A lo menos una vez al año o cada vez que ocurra un cambio relevante, se deberá realizar una nueva identificación de Peligros / Evaluación de riesgos (Instituto de Salud Pública de Chile, 2013).

Para su control del Peligro la Matriz de Riesgos IPER Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos se determina según el Nivel de Riesgo obtenido; y el criterio si es “inaceptable” o “aceptable” como se indica a continuación:

Tabla 8

Evaluación y clasificación de riesgos

ÍTEM	NIVEL DE RIESGO "SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL"	CONTROL DEL PELIGRO "SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL"
------	---	---

INACEPTABLE		CRÍTICO	<p>SEGURIDAD: No se debe continuar con la actividad, hasta que se hayan realizado acciones inmediatas para el control del peligro. Posteriormente, las medidas de control y otras específicas complementarias, deben ser incorporadas en plan o programa de seguridad y salud ocupacional del lugar donde se establezca este peligro. Se establecerán objetivos y metas a alcanzar con la aplicación del plan o programa. El control de las acciones incluidas en el programa debe ser realizado en forma mensual.</p> <p>HIGIENE OCUPACIONAL: Incorporar puestos de trabajo al Programa de Control de HO orientado al agente que genera el NR Crítico, y las personas afectadas al Programa de Vigilancia Médica*, mediante la confección de INE cuando corresponda. Se dará prioridad al control de los casos con Nivel de Riesgo Crítico, desarrollándose acuerdos de control con empresa, para la posterior verificación de su cumplimiento y actualización del Programa de Seguimiento Ambiental/ Salud. NOTA (*) : No todos los agentes de HO, cuentan con Programa de Vigilancia Médica ACHS. Los riesgos de higiene presentes y no evaluados, se deben Incorporar a Programa de Evaluación Ambiental</p>
		IMPORTANTE	<p>SEGURIDAD: Se establecerá acciones específicas de control de peligro, las cuales deben ser incorporadas en plan o programa de seguridad y salud ocupacional del lugar donde se establezca este peligro. El control de las acciones debe ser realizado en forma trimestral.</p> <p>HIGIENE OCUPACIONAL: Incorporar puestos de trabajo al Programa de Control de HO orientado al agente que genera el NR Importante. Se efectuarán acuerdos de control con empresa, para la posterior verificación de su cumplimiento y actualización del Programa de Seguimiento Ambiental/ Salud.</p>
		MODERADO	<p>SEGURIDAD: Se establecerá acciones específicas de control, las cuales deberán ser documentadas e incorporadas en plan o programa de seguridad del lugar donde se establezca este peligro. El control de estas acciones debe ser realizado en forma anual.</p> <p>HIGIENE OCUPACIONAL: No aplicable</p>
ACEPTABLE		BAJO	<p>SEGURIDAD: No se requiere acción específica, se debe reevaluar el riesgo en un período posterior.</p> <p>HIGIENE OCUPACIONAL: Incorporar o actualizar puestos de trabajo a Programa de Seguimiento Ambiental /Salud.</p>

Fuente: (Instituto de Salud Pública de Chile, 2013)

2.8.2. Matriz de riesgo INSHT

Existen varios métodos simplificados de evaluación desarrollados en los últimos años en relación con los riesgos físicos, a continuación, se presenta el método desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), en el documento: Riesgo físico y en específico el ruido, la sistemática para la evaluación higiénica. El INSHT aporta información para hacer frente a la problemática del factor de riesgo físico (INSHT, 2010).

La metodología parte de la identificación de los peligros existentes en los puestos de trabajo, tareas, actividades, etc., y la posterior estimación del riesgo para cada uno de los peligros detectados, de acuerdo con el siguiente diagrama de flujo:

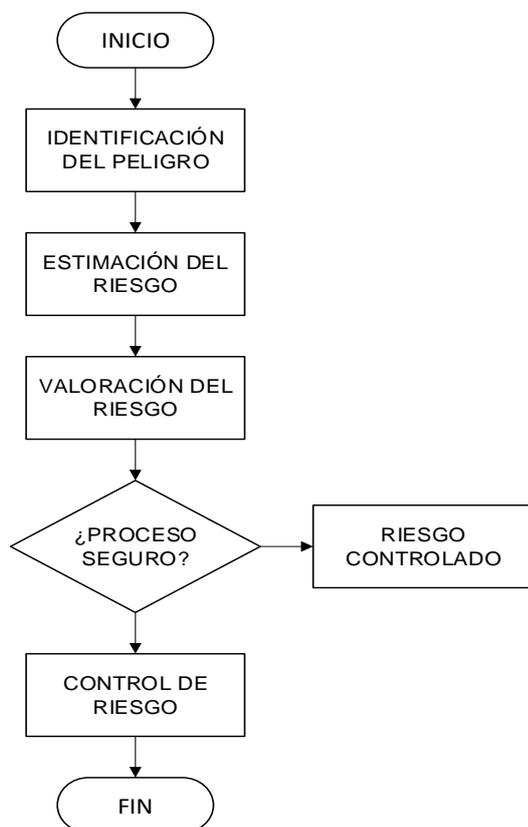


Figura 7 Flujograma identificación y evaluación de riesgos

Fuente: (INSHT, 2010)

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse (Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2001).

Por lo cual es importante la *Estimación del riesgo* en la Matriz INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) la cual determina el nivel a cuál está enfrentándose la empresa y la actuación directa en base a dos factores muy importantes (La severidad y la probabilidad del daño) indicados a continuación:

- **Severidad del daño**

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse: partes del cuerpo que se verán afectadas y naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

Ejemplo de ligeramente dañino: Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.

Ejemplo de dañino: Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.

Ejemplos de extremadamente dañino: Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales (INSHT, 2010).

- **Probabilidad de que ocurra el daño**

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre

Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones

Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces (INSHT, 2010).

A la hora de establecer la probabilidad de daño, se debe considerar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas. Los requisitos legales y los códigos de buena práctica para medidas específicas de control también juegan un papel importante (INSHT, 2010).

Por lo tanto, se estima de acuerdo con la siguiente tabla de Nivel de riesgos en forma sencilla y eficaz dependiendo el factor encontrado en el área o puesto de trabajo:

Tabla 9

Nivel de riesgos

	CONSECUENCIA
--	--------------

		Ligeramente daño LD	Daño D	Extremadamente Daño ED
PROBABILIDAD	Baja B	Riesgo Trivial T	Riesgo Tolerable TO	Riesgo Moderado MO
	Media M	Riesgo Tolerable TO	Riesgo Moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo Moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo Intolerable IN

Fuente: (INSHT, 2010)

Los niveles de riesgos indicados en la anterior tabla forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones.

En la siguiente tabla se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión. La tabla también indica que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control deben ser proporcionales al riesgo (INSHT, 2010).

Tabla 10

Valoración de riesgos

RIESGO	ACCIÓN TEMPORIZADA
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.

Moderado (M)	<p>Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.</p> <p>Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.</p>
Importante (I)	<p>No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.</p> <p>Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.</p>
Intolerable (IN)	<p>No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.</p>

Fuente: (INSHT, 2010)

- **Preparar un plan de control de riesgos**

El resultado de una evaluación de riesgos debe servir para hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos. Es necesario contar con un buen procedimiento para planificar la implantación de las medidas de control que sean precisas después de la evaluación de riesgos (INSHT, 2010)

2.8.3. Estrategias de medición de ruido

(Náf Cortés, 2017) Determina en la evaluación de la exposición al ruido deben tenerse en cuenta todos los eventos significativos, por lo que es fundamental seleccionar correctamente la estrategia de medición:

- **Medición basada en la tarea**

El trabajo realizado durante la jornada se analiza dividiéndolo en las distintas tareas efectuadas. Para cada una de ellas, se llevan a cabo mediciones por separado del nivel de presión sonora. Con objeto de que el resultado final sea coherente con la exposición real del trabajador, es necesario estimar adecuadamente la duración de las mismas, asegurándose de que todos los episodios de exposición al ruido queden incluidos en las tareas que se definan y en sus correspondientes mediciones (Náf Cortés, 2017).

- **Medición de una jornada completa**

El nivel de presión sonora durante una jornada laboral completa se mide de forma continua. Esta estrategia de medición asegura tener en cuenta todos los episodios significativos de ruido cuando el puesto tiene un patrón de trabajo complejo o impredecible, o en el caso de que se desconozca la exposición al mismo, al ser insuficiente el análisis de las condiciones del puesto de trabajo (Náf Cortés, 2017).

- **Medición basada en el muestreo durante el trabajo (función)**

Las mediciones se efectúan aleatoriamente a los trabajadores que sean integrantes de un mismo grupo homogéneo de exposición en distintos momentos de la jornada laboral. Es especialmente útil cuando no es operativo o adecuado realizar un análisis de las condiciones de trabajo muy detallado por tener el puesto un patrón de trabajo complejo y sin posibilidad de dividirlo en tareas claramente definidas (Náf Cortés, 2017).

2.8.4. Análisis y evaluación de riesgos-ruido

Se evalúa la posibilidad de que un trabajador pueda sufrir algún daño por la exposición al ruido, considerando los puntos de ignición que puede tener la Empresa y su condición ambiental (INSHT, 2010).



Figura 8 Espectro del ruido

Fuente: (INSHT, 2010)

La evaluación o estimación de riesgo se realiza con un Sonómetro Integrador el mismo que se programa en bandas de octava con el hecho de interpretar los Niveles Acústicos Equivalente en un dato interpretable de Decibeles vs Nivel de Exposición el mismo que determinará el nivel de riesgo está expuesto la persona y si es adecuado laborar en esa área.

Una vez determinados los factores de riesgo que involucra en la Empresa, se inicia la jerarquización de riesgos mediante la determinación de la existencia de correctivos sencillos que permitan mitigar dichos riesgos. De no ser posible se debe determinar el nivel de riesgo, en caso de ser bajo, finaliza la acción con un informe, si existen uno o varios riesgos con nivel medio o alto, deberán ordenarse en orden de prioridad, para posteriormente ser evaluados mediante un método específico que determine el nivel de afectación (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2000).

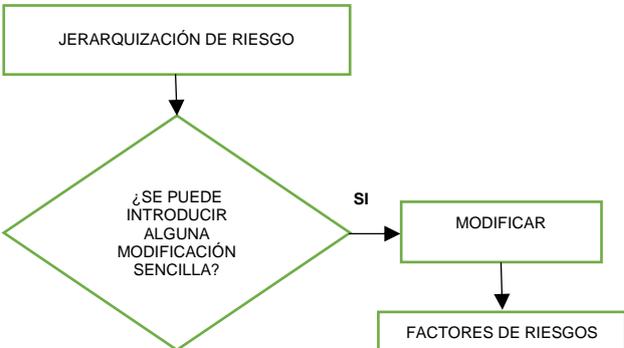


Figura 9 Flujograma para jerarquización del riesgo

Fuente: (INSHT, 2010)

En el caso de riesgo de exposición a ruido, se procede con la evaluación técnica de los niveles de exposición del ruido, la medición o muestreo permite determinar la necesidad o no de aplicar medidas preventivas adicionales a las existentes y el tipo de medidas a aplicarse (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2000) .

Son obligaciones del empleador determinar la existencia de ruido y evaluar los riesgos derivados del mismo, debe incluir las mediciones de niveles acústicos equivalente o las razones por las que no se han realizado estas mediciones. Es importante conocer no solamente cuáles son los puntos de ignición, sino también en qué concentración se encuentran por cada puesto de trabajo, para lo cual, es necesario realizar una serie de mediciones con una estrategia de muestreo definida (INSHT, 2010).

2.9. Acciones preventivas y correctivas

Según la (Hernández , 2005). Existe una jerarquía en las medidas de control que puede seguirse para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores:

- Eliminación de las fuentes de ruido;
- Control del ruido en su origen;
- Medidas colectivas de control a través de la organización del trabajo y la distribución del lugar de trabajo;
- Equipos de protección individual.

2.9.1. Eliminación de las fuentes del ruido

La eliminación de una fuente de ruido es la forma más eficaz de prevenir los riesgos que corren los trabajadores, y siempre debe considerarse al planificar nuevos equipos o lugares de trabajo. Una política de adquisición basada en el principio de «sin ruido o poco ruido» resulta generalmente la manera más eficaz de prevenir o controlar el ruido. Varios Estados miembros cuentan con bases de datos para ayudar a las empresas a seleccionar el equipo de trabajo (Hernández , 2005).

2.9.2. Control del ruido en su origen

Para la (Hernández , 2005), la reducción del ruido ya sea en su origen o en su trayectoria, debe ser una prioridad de los programas de gestión del ruido y debe considerar tanto el diseño como el mantenimiento del equipo.

Para ello se pueden utilizar diversos controles de ingeniería, como, por ejemplo:

- El aislamiento en la fuente por medio de la localización, confinación o amortiguación de las vibraciones mediante muelles metálicos o neumáticos o soportes de elastómeros;
- La reducción en la fuente o en la trayectoria, utilizando cercos y barreras o silenciadores en los tubos de escape, o bien reduciendo las velocidades de corte, de los ventiladores o de los impactos;
- La sustitución o modificación de la maquinaria, por ejemplo, reemplazando los accionamientos de engranaje por accionamientos de correa, o utilizando herramientas eléctricas en lugar de neumáticas;
- La aplicación de materiales más silenciosos, como forros de caucho en los cubos, transportadores y vibradores;

- La reducción activa del ruido (antirruído) en determinadas circunstancias;
- El mantenimiento preventivo, pues a medida que las piezas se desgastan, su nivel de ruido puede cambiar.

2.9.3. Medidas colectivas de control

De acuerdo con (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2000), cuando el ruido no puede controlarse debidamente en su origen, deben tomarse otras medidas para reducir la exposición de los trabajadores al ruido. Entre estas medidas se encuentra el cambio:

- Del lugar de trabajo: la absorción sonora de una estancia (por ejemplo, un techo que absorba sonidos) puede reducir considerablemente la exposición de los trabajadores al ruido;
- De la organización del trabajo (por ejemplo, empleando métodos de trabajo que requieran una menor exposición al ruido);
- Del equipo de trabajo: la forma en que se instala el equipo de trabajo y su localización pueden suponer una gran diferencia por lo que respecta a la exposición de los trabajadores al ruido.

Es necesario tener en cuenta la ergonomía de todas las medidas de control del ruido. Si las medidas de control del ruido impiden a los trabajadores hacer correctamente su trabajo, éstas pueden ser modificadas o eliminadas, con lo que quedan sin efecto.

2.9.4. Equipos de protección individual

Según (Hernández , 2005), los equipos de protección individual (EPI), como los tapones para los oídos o las orejeras, deben utilizarse como último recurso, una vez agotados todos los esfuerzos para eliminar o reducir el ruido en su origen. Al utilizarse EPI debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Asegurarse de que los EPI elegidos son adecuados para el tipo y la duración del ruido; asimismo, deben ser compatibles con otros equipos de protección;
- Los trabajadores deben poder elegir una protección auditiva adecuada, de modo que puedan encontrar la solución más cómoda;
- Muchos trabajadores, como los conductores, agentes de policía, pilotos y operadores de cámaras, necesitan orejeras o auriculares de comunicación, provistos de cancelación activa de ruido para garantizar una comunicación clara y reducir los riesgos de accidente;
- Los EPI deben ser objeto de almacenamiento y mantenimiento adecuados;
- Debe impartirse formación acerca de la necesidad de estos equipos, la forma en que deben usarse y su modo de almacenamiento y mantenimiento.

Para garantizar el Equipo de Protección Individual cumpla con las características de la estimación del riesgo a base de los datos obtenidos en el área o puesto de trabajo una cierta atenuación en respecto al proveedor del Equipo por cual es importante conocer el Nivel de Reducción de Ruido (NRR) la cual se especifica los siguientes métodos:

- **Método de bandas de octava**

Es el de mayor exactitud, si bien es necesario obtener los niveles de presión acústica continuo equivalente por bandas de octava y disponer de los valores de protección asumida por bandas de octava proporcionados por el fabricante del protector auditivo (Náf Cortés, 2017). Se calcula el nivel de presión acústica efectivo ponderado "A" que recibe el oído, por lo tanto, determina con la siguiente fórmula:

$$L'Aeq = 10 \log \sum_{f=63Hz}^{8000} 10^{0,1 (LAeq,f - APVf)}$$

Dónde:

f: Frecuencia central de cada banda de octava en Hz.

LAeq,f:

Nivel de presión acústica continuo equivalente por banda de octava ponderado “A”.

APVf: Valor de la protección asumida del protector auditivo por banda de octava.

- **Método de H, M, L**

Este método precisa disponer de los valores de atenuación H, M y L que proporciona el fabricante del protector auditivo y conocer los niveles de presión acústica continuos equivalentes ponderados “A” y “C” (LAeq y LCeq). Con esta información se calcula el valor de la reducción prevista del nivel de ruido, PNR (Náf Cortés, 2017). Adecuando dicha información el método determina la siguiente fórmula:

$$L'Aeq - PNR$$

Dónde:

L'Aeq: Nivel de presión sonora ponderado “A” en el lugar o puesto de trabajo objeto de estudio.

PNR: Reducción prevista de ruido mediante el uso del protector auditivo.

- **Método SNR**

Para utilizar este método es necesario conocer el nivel de presión sonora ponderado “C” en el lugar o puesto de trabajo objeto de estudio y el valor de atenuación SNR que proporciona el fabricante del protector auditivo. Este método es el que menos exactitud proporciona y probablemente, el más usado. El nivel de presión sonora ponderado “A” en el interior del protector auditivo se obtiene de la diferencia entre el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado “C” y el parámetro de atenuación global SNR, tal y como se expresa a continuación:

$$L'Aeq = LCeq - SNR$$

Dónde:

LCeq: Nivel de presión sonora ponderado “C” en el lugar o puesto de trabajo objeto de estudio;

SNR: Valor global de la atenuación del protector.

2.10. Fundamentación legal

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Art. 47.-El Estado garantizará políticas de prevención de las discapacidades y, de manera conjunta con la sociedad y la familia, procurará la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad y su integración social. (Constitucion del Ecuador , 2008)

Art. 48.- El Estado adoptará a favor de las personas con discapacidad medidas que aseguren:

1. La inclusión social, mediante planes, programas estatales y privados coordinados, que fomenten su participación política, social, cultural, educativa y económica.

Art. 326: El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

Numeral 5.- Determina que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.”; (Constitucion del Ecuador , 2008)

Art 389: El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

DECISIÓN 584 INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Artículo 11.- En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial. (Desicion 584, 2004)

Literal e) Diseñar una estrategia para la elaboración y puesta en marcha de medidas de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores. (Desición 584, 2004)

Literal k) Fomentar la adaptación del trabajo y de los puestos de trabajo a las capacidades de los trabajadores, habida cuenta de su estado de salud física y mental, teniendo en cuenta la ergonomía y las demás disciplinas relacionadas con los diferentes tipos de riesgos psicosociales en el trabajo". (Desición 584, 2004).

C.D. 513 REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO

Artículo. 55.- Mecanismos de la Prevención de Riesgos del Trabajo: Las empresas deberán implementar mecanismos de Prevención de Riesgos del Trabajo, como medio de cumplimiento obligatorio de las normas legales o reglamentarias (IESS, 2017), haciendo énfasis en lo referente a la acción técnica que incluye:

Acción Técnica:

- Identificación de peligros y factores de riesgo
- Medición de factores de riesgo
- Evaluación de factores de riesgo
- Control operativo integral
- Vigilancia ambiental laboral y de la salud
- Evaluaciones periódicas.

2.11. Equipos de medición del ruido

De acuerdo a (Floría , 2007). Un sonómetro es un instrumento de medida destinado a las medidas objetivas y repetitivas de la presión sonora; como ésta se valora de forma logarítmica, diremos que es un medidor de nivel de presión sonora.

En los sonómetros la medición puede ser manual, o bien, estar programada de antemano.

En la actualidad existen dos tipos de sonómetros considerados como instrumentos que miden el nivel de ruido en el ambiente con distintas variaciones por lo cual se determina lo siguiente:

- **Sonómetros generales**

Este tipo de sonómetros muestran el nivel de presión sonora instantáneo en decibelios (dB), este tipo de instrumento es útil para testear el ambiente sonoro del trabajo y/o en general del área, ahorrando tiempo y reservando los sonómetros diferentes gamas costosas, mantiene una sola medición instantánea como se puede observar en la figura a continuación:



Figura 10 Sonómetro de un solo indicador

Fuente: *(Dirección de Seguridad e Higiene ASEPEYO, 2016)*

- **Sonómetros integradores-promediadores**

Estos sonómetros tienen la capacidad de poder calcular el nivel continuo equivalente L_{eq} o NA_{eq} en bandas de octava al instante dependiendo de su clase de sonómetro ya que existe el tipo 0, tipo 1 y tipo 2.

De acuerdo con el estándar internacional IEC 651, reformado por la IEC 61672, los instrumentos de medida del sonido, de los cuáles los sonómetros constituyen una parte, se dividen en tres tipos dependiendo de su precisión en la medida del sonido (Vidal, Simó , & Toledo, 2016).

El tipo 0 es el más preciso (tolerancias más pequeñas), el tipo 1 se encuentra los límites de tolerancia en 1,9 (dB) y para y del tipo 2 son los menos precisos incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, y algunos análisis en frecuencia indicados en la pantalla en tiempo real como se aprecia en la figura a continuación:



Figura 11 Sonómetro con indicador de bandas de octava

Fuente: (Dirección de Seguridad e Higiene ASEPEYO, 2016)

De la misma forma para los sonómetros cualquiera que sea estos necesitan de sus respectivos calibradores se dividen en los mismos tipos dependiendo de su nivel de precisión y su capacidad de mantener un nivel estable, de forma que las medidas hechas con el sonómetro no queden desvirtuadas por una calibración imprecisa (Arenaz Erburu, 2012).

- **Calibrador acústico**

Los calibradores acústicos son propios de cada sonómetro, son utilizados para la calibración en terreno (in situ), concretamente las normas que rigen en los calibradores son de clase 1 y 2, los de clase 1 usualmente deben cumplir con la norma IEC 60942-2003 y requisitos de la norma ANSI S1.40-1984.



Figura 12 Calibrador de sonómetro de clase 1

Fuente: (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1999)

Mientras que el calibrador de clase 2 se mantiene por normas IEC y ANSI su caracterización se determina por su botonera es eficaz, liviano y mantiene una precisión de 94 dB a 114 dB se ajusta a ciertos modelos de micrófonos de sonómetros.



Figura 13 Calibrador de sonómetro de clase 2

Fuente: (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1999)

CAPITULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Descripción de la empresa

La Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, inicia sus actividades laborales el 24 de Abril del 2017; siendo una empresa en auge; determina controles de Seguridad y Salud Ocupacional por que ante la ley es considerada una Empresa de Construcción y por lo tanto de alto riesgo; ya que la misma se dedicada a la fabricación y comercialización de postes de hormigón de 12x500 kgF (kilogramo- fuerza) y 12x400 kgF (kilogramo fuerza) de 1 ½ pulgadas por su área de trabajo actualmente se fabrican alrededor de 20 postes de hormigón por día, dependiendo la demanda del cliente; su ubicación Geo-referencial se puede observar a continuación:

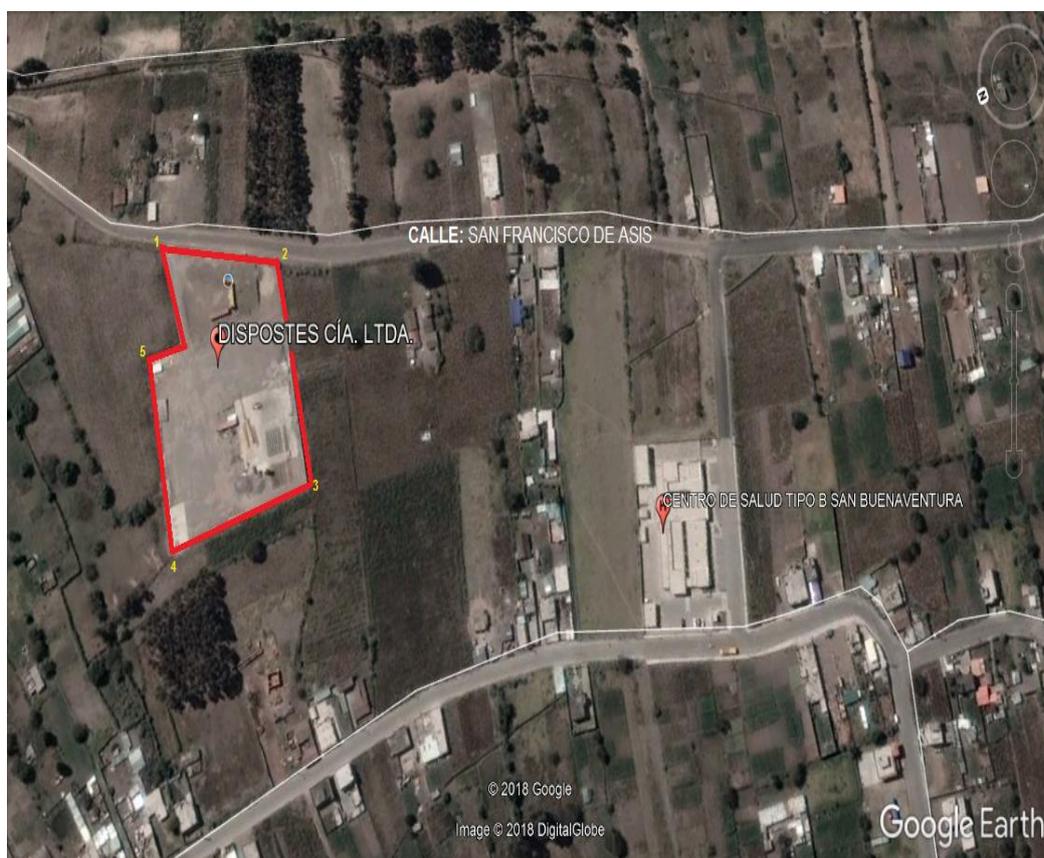


Figura 14 Ubicación Geo-referencial de la Empresa

Fuente: (Google Maps, 2018)

- **Misión**

“DISPOSTES CIA. LTDA” es una empresa dedicada a la promoción, fabricación y comercialización de Postes de Hormigón Armado. Se trabaja con el compromiso de satisfacer las necesidades de calidad y cumplimiento de sus clientes dentro de unas relaciones de mutuo respeto dentro del marco de sus obligaciones contractuales, para

beneficio del entorno social, cultural y económico, sin desatender el cuidado de nuestro medio ambiente en todo el territorio nacional (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017).

- **Visión**

Se busca un liderazgo local y nacional apoyado en la más alta tecnología y en la solvencia profesional de su grupo humano como base primordial para su proyección a mercados más amplios y sostener así un crecimiento nacional acorde con las condiciones de la demanda. Para fines de esta década la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.” quiere ser una de las empresas líderes en el Ecuador en calidad, tecnología y eficiencia en la fabricación, comercialización de postes de hormigón armado, trabajando en equipo con la mejor gente para buscar óptimos resultados y el reconocimiento como tal a nivel nacional (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017).

- **Valores**

- ✓ Calidad: productos que cumplan con sellos de calidad INEN 1965.
- ✓ Compromiso: hacia nuestros empleados y clientes.
- ✓ Justicia: garantizar el bienestar laboral, y fomentar políticas de crecimiento profesional.
- ✓ Responsabilidad: garantizar estabilidad y buenas condiciones laborales con nuestros empleados.
- ✓ Responsabilidad en la entrega de productos de calidad a nuestros clientes.
- ✓ Trabajo en equipo: integración de todos los miembros de la empresa al grupo laboral.
- ✓ Honestidad: en la entrega oportuna de los productos y de esta forma ganar la confianza de nuestros clientes (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017).

3.2. Descripción general de la instalación

La Empresa mantiene sus actividades a la intemperie como se observa en la Figura 15; es decir que no consta de un emplazamiento adecuado (techo fijo) en el

área de producción; por lo tanto las actividades laborales dependerán del clima del momento; esta condición afecta a la Empresa en términos de producción; además de considerar los puntos generadores de ruido (hormigonera, motores) eléctricos, no son ocupados cuando existe presencia de lluvia, ya que el riesgo físico afecta la integridad de los trabajadores de la Empresa.



Figura 15 Fachada de la Empresa

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

La Empresa se distribuye de la siguiente manera el área de producción se determina con actividades de fundición y armadores los cuales deben ser asistidos por la hormigonera, amarradores, arandelas sucesivamente; cabe recalcar que existe un área de estribos el cual pertenece al área de mantenimiento por lo cual se realiza lo siguiente:

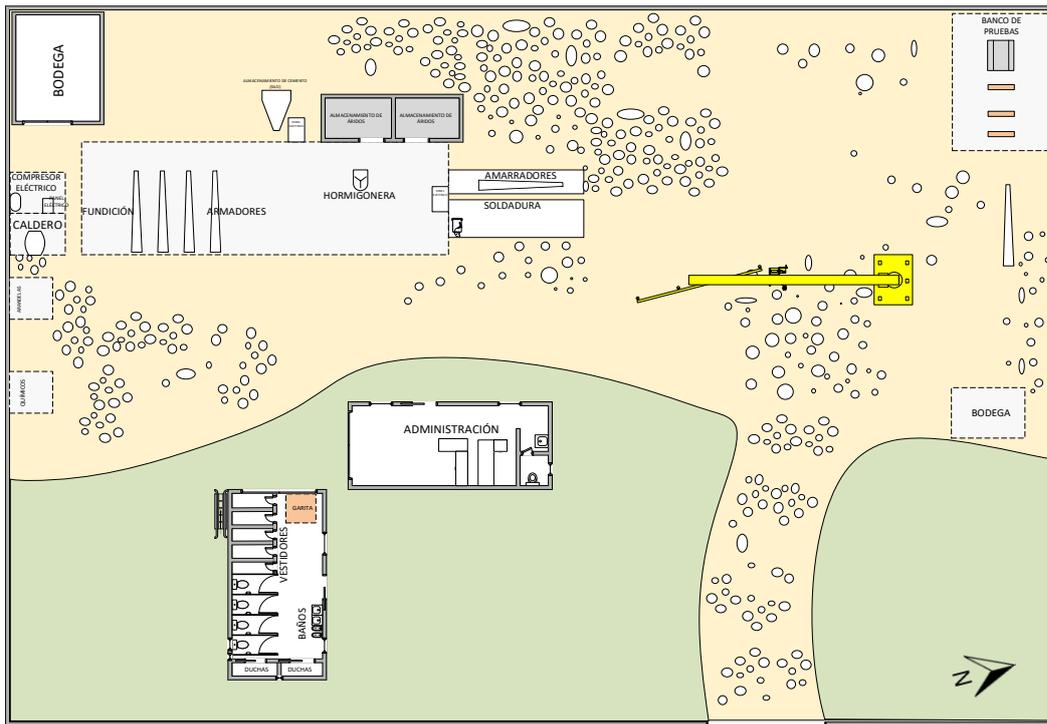


Figura 16 Mapa general de la Empresa

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

Para realizar los postes de hormigón el área de producción de la Empresa mantiene las actividades siguientes:

- **Elaboración de estribos**

- ✓ Se cortan varillas y se coloca un reductor trifásico de tambores que produce varilla en círculos de diferente diámetro de medida.
- ✓ Los diámetros son de 6cm hasta 24 centímetros
- ✓ Se procede a soldar el estribo en el área de soldadura.
- ✓ El producto terminado se apila para posteriormente ser usado en el armado de estructuras.



Figura 17 Cortes para estribos

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

- **Construcción de arandelas**

- ✓ Se mezcla los materiales: cemento y arena
- ✓ La mezcla se coloca en la máquina de arandelas, la misma está diseñada para la fabricación con diámetros de 6 cm y se centra un agujero de 12 mm.
- ✓ Se aplica agua en las arandelas para el respectivo fraguado y obtener mayor resistencia.
- ✓ El producto terminado se apila para posterior ser usado en el armado de estructura.



Figura 18 Cortes para estribos

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

- **Construcción de la estructura**

- ✓ Se traslada el hierro desde la zona de almacenamiento y se tiende en la zona de armado de estructura.
- ✓ Se corta el hierro dependiendo del diseño del poste a fabricar.
- ✓ Se coloca las arandelas en las varillas de hierro (12 por cada varilla).
- ✓ Se coloca cada 50 cm los estribos.
- ✓ Con alambre número 18 se amarra los estribos a las varillas.
- ✓ Se apila la estructura para posterior ser trasladadas a la formaleta.
- ✓ Colocación de estructura metálica en las formaletas (fundición).



Figura 19 Elaboración de estructura

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

- **Colocación de la estructura metálica en la formaleta (armadores)**
 - ✓ Limpieza de moldes.
 - ✓ Colocación de desmoldantes en el molde.
 - ✓ Colocación de estructura metálica en el molde.
 - ✓ Colocación de mandril.
 - ✓ Cierre de molde, ajuste de bisagras y colocación de pernos.
 - ✓ Control de calidad: Verificación visual de limpieza, colocación de desmoldantes adecuado, verificación posición del molde; verificación colocación armadura; verificación colocación de mandril.
 - ✓ Orden y limpieza del área de trabajo ya que genera desperdicios de varilla.



Figura 20 Colocación de la estructura en la formaleta

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

- **Preparación de la mezcla**

- ✓ Colocación de cemento, áridos en la máquina hormigonera con la medida adecuada según diseño.
- ✓ Colocación de agua según diseño.
- ✓ Colocación de aditivos según el diseño de postes.
- ✓ Mezcla de materias primas en la hormigonera.
- ✓ Vaciar la mezcla a las carretillas para el traslado hacia la zona de formaletas.
- ✓ Llenado de molde con la materia prima originada en la hormigonera (Fundición).



Figura 21 Preparación de materia prima

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

- **Recepción de mezcla sobre la formaleta**

- ✓ Con palas se ayuda a dispersar la mezcla en el molde.
- ✓ Mediante vibración de un sistema de mesa colocado en la superficie superior de la formaleta se fabrica el producto.
- ✓ Colocación de placa.
- ✓ Alisado y pulida del poste.
- ✓ Realización de perforaciones según diseño, si fuese el caso en el molde de hormigón.
- ✓ Jalado de mandriles.



Figura 22 Recepción de mezcla sobre la formaleta

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

- **Desencofrado**

- ✓ Sacar pernos, girar bisagras y abrir formaleta.
- ✓ Empleo de Telehandler para levantar el poste el mismo que llevara al almacenamiento de la Empresa.



Figura 23 Desencofrado

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

Una vez determinado las acciones de elaboración de postes se determinan los puntos generadores de ruido los mismos que se interpretaran en la siguiente tabla:

Tabla 11

Identificación de puntos de ruido

N°	EQUIPO Y DESCRIPCIÓN	CANTIDAD Y UBICACIÓN	RIESGOS DETECTADOS EN LA ZONA
1		Un motor trifásico ubicado en el área de arandelas	Golpe/s por objeto inmóvil Contacto indirecto eléctrico Ruido/Vibraciones
Fundición			
2		Un motor trifásico ubicado en el inicio del molde de poste	Golpe/s por objeto inmóvil Contacto indirecto eléctrico Ruido/Vibraciones
Armadores			
3		Un motor ubicado en el final del molde de poste	Golpe/s por objeto inmóvil Contacto indirecto eléctrico Ruido/Vibraciones
Hormigonera			
4		Una hormigonera ubicado a una distancia de 15 metros del área de áridos	Golpe/s por objeto inmóvil Contacto indirecto eléctrico Ruido/Vibraciones Atrapamiento por o entre objetos

Fuente: (INSHT, 2010)

- **Evaluación de seguridad ocupacional en base al PHVA**

Se realiza la evaluación del sistema de seguridad ocupacional en base al Planificar, Hacer, Verifica y Actuar (P.H.V.A.) el cual se determina el cumplimiento de

las acciones actuales; y en base a las generalidades de la materia que debe cumplir la Empresa "DISPOSTES CÍA. LTDA.";

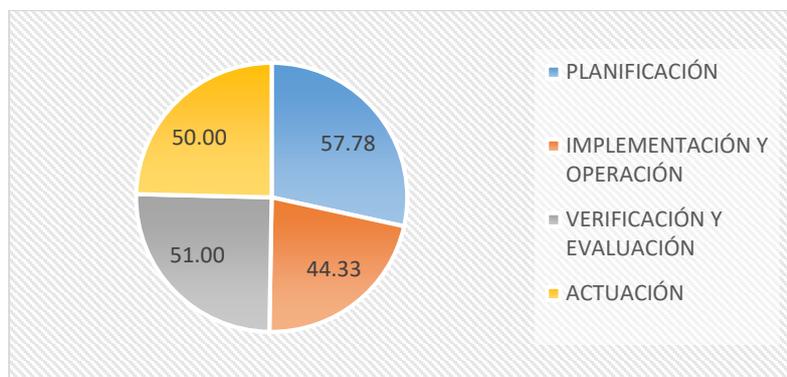


Figura 24 Porcentaje de cumplimiento de PHVA

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

La *planificar - planificación* se mantiene en 57,78% el cual existe varios déficit ya que la Empresa mantiene un año de labores; *hacer - implementación y operación* en consecuencia de la falta de factores de la planificación la Empresa cumple con un 44,33% de actividades; *verificar - verificación y evaluación* determina un 51% ya que las acciones son esporádicas existe gestión general por parte de la Empresa; *actuar - actuación* mantiene un 50% de las actuaciones propuestas por el Responsable de Prevención de Riesgos las cuales son en base a su Planificación Operacional Anual (P.O.A.); la cual toda su evaluación mantiene su justificación y se verifica en el *Anexo F: Diagnóstico inicial de seguridad y salud en el trabajo*.

3.3. Organigrama estructural

El presente diagrama estructural se compone de tres (3) partes, la primera se ubica la alta dirección, la segunda ubica los asesores externos y la tercera componente es donde se encuentran la unidad de línea u operacional de la Empresa por lo cual la Empresa "DISPOSTES CÍA. LTDA." mantiene el organigrama de la siguiente manera:

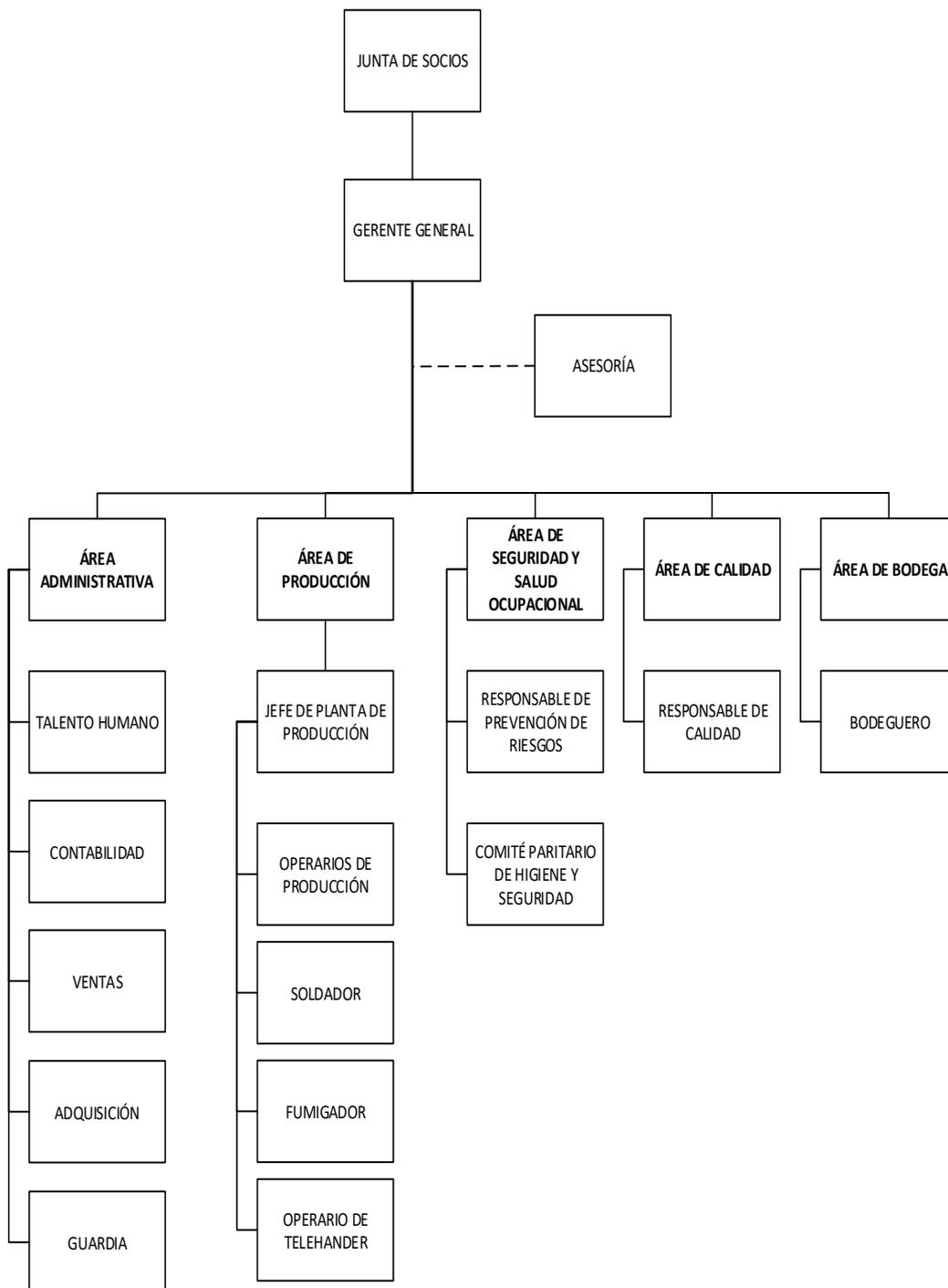


Figura 25 Organigrama estructural
Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

3.4. Metodología

3.4.1. Identificación de puestos de trabajo

En base al organigrama estructural de la Empresa DISPOSTES CÍA. LTDA., se mantiene en forma general la actividad de cada área:

Área Administrativa.- Determina funciones de la alta gerencia, área de financiero usualmente conocida como área funcional básica para cualquier Empresa.

Gerente General.- Dirige la Empresa adecuadamente según los estándares propuestos por la misma.

Talento Humano.- Organiza el mejoramiento de la cultura organizacional y gestiona al personal de la Empresa.

Contabilidad.- Realiza el control de registro financiero generados por la Empresa.

Ventas.- Investiga, sugiere y elabora planes de ventas que beneficien a la Empresa.

Adquisición.- Registra y adquiere contablemente las compras e insumos de la Empresa

Guardia.- Ejerce la vigilancia y protección de bienes muebles e inmuebles, así como la protección de las personas que pueda encontrarse en los mismos.

Para la presente investigación se realiza la investigación de la parte operativa de la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, de la siguiente manera:

Área de Producción.- También es conocida como departamento de operaciones, manufactura o de ingeniería, es el área o departamento de un negocio que tiene como función principal, la transformación de insumos o recursos hacia un producto terminado el cual se considera como el proceso de transformación de ciertos elementos (Materia prima).

Jefe de Producción.- Planea y ejecuta la interacción adecuada de los recursos dentro de los procesos establecidos por el área de ingeniería.

Operarios de producción.- Considerados como aquellas personas involucradas en el proceso de transformación, las mismas que colaboran en actividades de transformación de elementos buscando un trabajo digno en las instalaciones de la Empresa.

Armadores.- Recepción del hierro para el armado de las estructuras

Alimentador de áridos.- Coloca la cantidad exacta de áridos de acuerdo con el cálculo del hormigón usando parihuelas

Hormigonera.- Realiza el mantenimiento y correcto funcionamiento de la Hormigonera.

Arandelero.- Responsable de la elaboración de arandelas separadoras para las estructuras del poste según las órdenes de producción.

Fundición.- Realizan directamente la fundición del hormigón en los moldes.

Soldador.- Realizar la cantidad de estribos requeridos por el Jefe de Producción de acuerdo a las órdenes de trabajo.

Fumigador.- Determina la cantidad de sustancias que ocupan en el poste de hormigón.

Operario de Telehandler.- Responsable de máquina pesada y transporte de postes en la Empresa.

Área de Seguridad y Salud Ocupacional.- Por decretos, leyes establecen hoy en día que es necesario para Empresas de alto riesgos mantener Responsables de Seguridad y Salud Ocupacional los mismos que velarán por la integridad de los trabajadores y el beneficio de la Empresa.

Responsable de Prevención de Riesgos.- Gestiona buenas prácticas de Seguridad Ocupacional en la Empresa.

Área de Calidad.- Es fundamental para la supervisión y el funcionamiento de la Empresa, depende la correcta aplicación trazada por el Gerente General y la alineación de recursos para determinar adecuadamente el producto final.

Responsable de Calidad.- Determina la salida adecuada de postes con su respectivo control antes de la entrega con el cliente

Área de Bodega.- Genera en la Empresa proceso a utilizar parámetros para el Almacenamiento y el Control del Inventario de las materias primas, herramientas, equipos y en sí el producto terminado.

Bodeguero.- Realiza la entrega y recepción de materiales, herramientas y Equipos solicitados en producción.

En base a la recopilación de datos se identifica el patrón de trabajo para la presente investigación solo del área de producción u operativa de la Empresa DISPOSTES CÍA. LTDA., los mismo que determina si el puesto es móvil (la persona se traslada de un área a otra) o es fijo (la persona mantiene las actividades en una sola área) las cuales se indican en la tabla de la siguiente manera:

Identificación del patrón de trabajo

ÁREA/ PUESTO DE TRABAJO		PATRÓN DE TRABAJO	
OPERARIOS DE PRODUCCIÓN	ARMADORES	Puesto móvil	Tarea sencilla o única operación
	ALIMENTADOR DE ÁRIDOS	Puesto fijo	Tarea compleja o varias operaciones
	HORMIGONERA	Puesto fijo	Tarea compleja o varias operaciones
	ARANDELERO	Puesto fijo	Tarea sencilla o única operación
	OPERADOR DE TELEHANDLER	Puesto móvil	Tarea sencilla o única operación
	FUNDICIÓN	Puesto fijo	Tarea compleja o varias operaciones
	FUMIGADOR	Puesto móvil	Tarea sencilla o única operación

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

3.4.2. Análisis y evaluación del riesgo

En esta etapa se identifican los riesgos, analizando su probabilidad y consecuencias para obtener una estimación, en el caso de la probabilidad se toman en cuenta la frecuencia de exposición al riesgo de ruido en el área de producción y el área administrativa, esta estimación del riesgo nos proporcionara la magnitud de cada riesgo a través de la observación y los sentidos; además para la presente investigación se realiza el mapa de riesgos laborales (*Ver Anexo: G: Mapa de riesgos de la Empresa*).

La valoración de riesgos consiste en emitir un juicio directo sobre los riesgos detectados, para ello el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo estima el nivel del riesgo de acuerdo al cuadro de estimación el mismo que pondera cualitativamente al riesgo del método INSHT, una vez identificados y estimados los riesgos se procede a ponderarlos desde los más graves a los más leves, para

proceder a las medidas de prevención y protección (*Ver Anexo B: Matriz de riesgos laborales INSHT*).

Los niveles de riesgos indicados forman la base para decidir en la toma de decisión de la alta gerencia de la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, ya que se deben llevar a cabo según la ley las medidas de prevención en la fuente, en el medio y en el receptor, así como la temporización de las acciones a través de un plan de acción anexo en el presente documento (*Ver Anexo A: Plan de acción*).

3.4.3. Estrategia de medición de ruido

Las mediciones varían en función de la estrategia de medición, y por supuesto se considera el instrumento necesario, las horas del responsable de las mediciones y las indicaciones para los trabajadores ya que no se debe interferir en las actividades que realicen los trabajadores; ni ellos deben intervenir en las mediciones de ruido, entre otros aspectos; se debe seleccionar una estrategia de medición basada en la Tarea/Puesto de trabajo (función) y/o jornada descritas a continuación:

Medición basada en la tarea

La jornada de trabajo u objeto de estudio de la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, debe poder dividirse en tareas bien definidas y limitadas en el tiempo; en caso de que el trabajador deba desplazarse a más de dos sitios de trabajo, las mediciones se efectuarán con un dosímetro personal o un sonómetro integrador-promediador; esta estrategia de medición, se realiza con un análisis de las condiciones de trabajo y dispone una estimación fiable de la duración de cada una de las tareas usualmente analiza tiempos y movimientos.

Medición basada en el muestreo durante el trabajo (función)

En el transcurso de las tareas identificadas en la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, determina el análisis de las condiciones de trabajo se practican mediciones aleatorias de la exposición al ruido al menos de 30 segundos, habitualmente se realiza las mediciones con un dosímetro personal o un sonómetro integrador-promediador ya que constan en la mayoría de varias actividades, al conjunto de tareas realizadas por

un trabajador a lo largo de la jornada se le puede denominar función o por puesto de trabajo, en ocasiones, no es recomendable esta estrategia de medición cuando durante la jornada de trabajo puedan soportarse exposiciones a ruidos muy intensos; pese a eso se aplica con el propósito de mantener un estudio inicial en un segmento de ruido es el más ocupado en Seguridad Ocupacional.

Medición de una jornada completa

La medición debe cubrir la totalidad de la jornada laboral de la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.”, por lo que se registrarán los períodos con altas contribuciones de ruido es decir que ya se estimaron los niveles de presión sonora (test inicial), garantizando que el estudio se genere no solo un día si no varios días escogidos representando la exposición habitual al ruido; dichas mediciones son efectuadas usualmente con un dosímetro personal; esta estrategia garantizará que las mediciones tengan en cuenta todos los períodos significativos de la exposición al ruido; en base al análisis del responsable de prevención de riesgo de la Empresa y del analista de ruido se elabora la siguiente tabla:

Tabla 13

Identificación de estrategia

ÁREA/ PUESTO DE TRABAJO		ESTRATEGIA DE MEDICIÓN			OBSERVACIONES
		BASADA EN LA TAREA	BASADA EN EL PUESTO DE TRABAJO (FUNCIÓN)	BASADA EN LA JORNADA DE TRABAJO	
OPERARIOS DE PRODUCCIÓN	ARMADORES	-	APLICABLE	RECOMENDABLE	
	ALIMENTADOR DE ÁRIDOS	-	-	-	No cumple con ningún requisito latente; de igual manera no existe la presencia de ruido en esta área.
	HORMIGONERA	-	APLICABLE	-	
	ARANDELA	-	APLICABLE	RECOMENDABLE	

	OPERADOR DE TELEHANDLER	-	-	-	El operador no se ve afectado por los puntos de ruido detectados
	FUNDICIÓN	-	APLICABLE	-	
	FUMIGADOR	-	-	-	No se presencia que se ve afectado por los puntos de ruido

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

- **Aspectos de la medición de ruido**

Posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse en virtud del riesgo físico – ruido en base a la comparación con el Art. 54, del Decreto Ejecutivo 2393 y considerando el número de trabajadores implicados en este caso para la evaluación intervienen diez (10) personas aproximadamente en los cuatro (4) puestos que se analizan y se determina la siguiente tabla:

Tabla 14

Aspectos generales de la medición de ruido

NIVEL	ÁREA/PUESTO DE TRABAJO	NORMA DE EVALUACIÓN	NORMA DEL EQUIPO DE MEDICIÓN	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (HORAS)	TIPO DE RUIDO
01	HORMIGONERA	BOE N° 60, de 22 de Marzo	CEI – 804	7	CONTINUO /ESTABLE
02	ARANDELA	BOE N° 60, de 22 de Marzo	CEI – 804	4	CONTINUO /ESTABLE
03	FUNDICIÓN	BOE N° 60, de 22 de Marzo	CEI – 804	6	CONTINUO /ESTABLE
04	ARMADORES	BOE N° 60, de 22 de Marzo	CEI – 804	6	CONTINUO /ESTABLE
MUESTREO			MEDICIONES		

MEDICIONES POR PUESTO	5 muestras ruido estables	TIEMPO	Realiza mínimo 5 mediciones de 15 segundos según NTP 270
CONDICIONES	Critica (día de mayor carga laboral)	SOFTWARE	Run Slmeter TES
NÚMERO DE MEDICIONES POR SEGURO	SLOW (Configuración equipo)	BANDA DE OCTAVA	1/1
RUIDO CALCULADO POR EQUIPO	$L_{Aeq,t(i)}$	CURVA DE ATENUACIÓN	A
CÁLCULO FINAL	DOSIS DE EXPOSICIÓN (Comparación con límite recomendado art.55 lit.7 D.E.2393)		

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

- **Características del Equipo TES 1358 y CENTER 326**

La selección del instrumento es de acuerdo a si el trabajador ocupa puesto fijo o móvil; exposímetro o dosímetro para puesto móvil y sonómetro integrador - promediador para un puesto fijo; el instrumento en este caso a utilizarse es un TES 1358 de la Compañía Tes Electrical Electronic Copr.; la medición con el equipo si amerita la oportunidad o el espacio físico se ubica el instrumento a 10 cm del canal auditivo externo del oído más expuesto (sea este el oído izquierdo o el derecho); en caso de que la actividad sea recurrente se debe ubicar el sonómetro a 4 cm sobre el nivel del hombro verificando que no existan cables u otros elementos que estorben al trabajador en su labor; el equipo se puede observar en la figura siguiente:



Figura 26 Sonómetro TES 1358 vista frontal

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

Se resume las características del Sonómetro TES 1358 en la siguiente tabla de datos:

Tabla 15

Datos específicos de TES 1358

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
FABRICANTE	TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPORATION
EQUIPO	TES – 1358B
ESTÁNDAR DE FABRICACIÓN	IEC 60561 TIPO2, 60804 TIPO2, ANSI S1.4 TIPO2, IEC 1260 (1995)
PRECISIÓN	± 1.5 dB (REF. 94Db @ 1khz)
RANGO DE MEDICIÓN	25 Hz – 10kHz
RANGO DINÁMICO	100 dB (Modo de medición de nivel de sonido) 70 dB (Modo de análisis de sonido)
RANGO DE MEDICIÓN	30dB – 130 Db
RANGO DE NIVEL DE PRESIÓN DE SONIDO	Modo de medición de nivel de sonido (rango en pantalla 100 dB): 30dB – 130 dB Modo de análisis de frecuencia (rango en pantalla 70 dB): 20-90 dB, 30-100dB, 40-100dB, 50-120dB, 60-130dB.

MEDICIÓN DE FRECUENCIA	A, C, P (Plano)
MEDICIÓN DE TIEMPO	Rápido (Fast), Lento (Slow)
MICRÓFONO	Micrófono de ½ pulgada de condensador "electrec"
DESPLÉGADO INDICADOR DE ADVERTENCIAS	Indicador OVER (Señal entrante arriba de límite superior) Indicador UNDER (Señal entrante debajo de límite inferior)
TIEMPO DE CALENTAMIENTO	Inferior a 20 minutos
CAPACIDAD DE MEMORIA	Bloque de memoria manual y bloque de auto almacenamiento (separado).
SALIDA DE CORRIENTE	2Vrms en escala completa (FS).
IMPEDANCIA DE SALIDA	600Ω
SALIDA DE CORRIENTE	10 mV/Db
ALIMENTACIÓN	4 PIEZAS DE BATERIA ALCALINAS TAMAÑO "C" DE 1.5 V (LR 14) ELIMADOR DE BATERIAS DE 6 VCD, 1ª
DURACIÓN DE LA BATERÍA	Aprox. 2 horas
TEMPERATURA/HUMEDAD DE OPERACIÓN	0°C a 40° C, 10 a 90% HR
TEMPERATURA/HUMEDAD DE ALMACENAMIENTO	-10°C a 60, 10 a 75% HR (Removiendo las baterías)
PESO Y DIMENSIONES	64.5 (ALT) x 10 (LAR) x 6 (ANCHO) cm. Aprox. 950g (Incluyendo baterías)
OTROS DATOS	Manual de instrucciones, batería alcalina x 4, funda dura, CD-ROM, cable RS-232, (Cambiador de género de 9 a 25 pins), desarmador para ajuste, pantalla de viento, enchufe de φ 3.5 pulgadas y adaptador de corriente alterna.
ACCESORIOS OPCIONALES	Extensión de cable de micrófono (5m o 10m), calibrador de nivel de sonido (TES-1356), trípode.

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

La calibración es importante en el proceso de medición de ruido ya que es una garantía que se encera el instrumento y determina la precisión y la exactitud en comparación de los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia, en el siguiente flujograma presenta los requisitos que deben cumplir los instrumentos para realizar las mediciones de ruido.

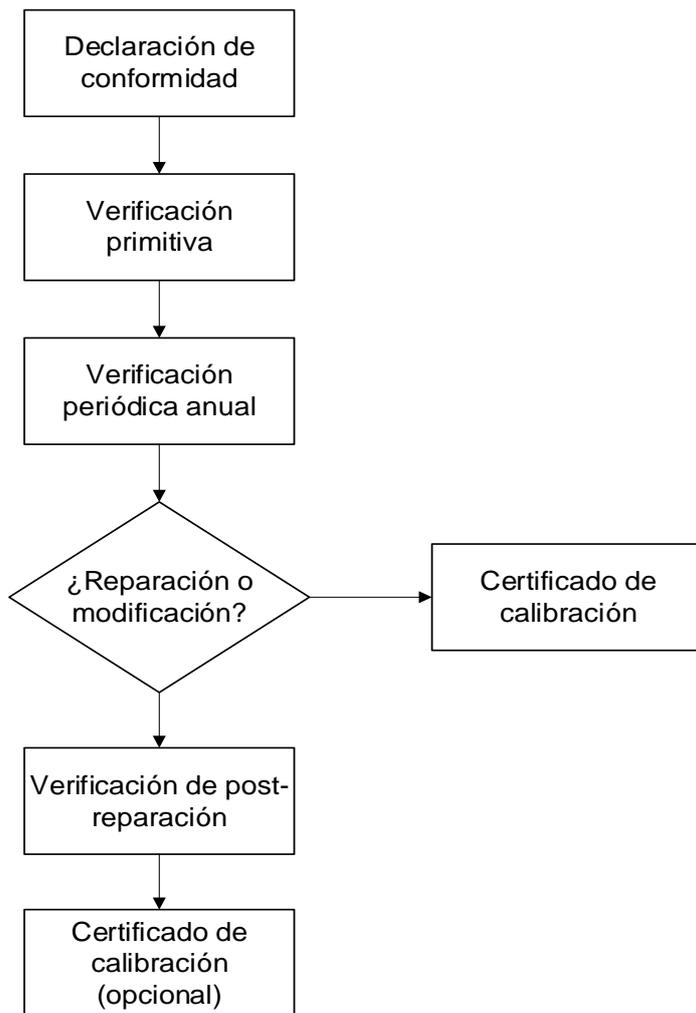


Figura 27 Flujograma de requerimientos de instrumento de ruido

Fuente: (Náf Cortés, 2017)

- **Calibración CENTER 326**

El equipo que se ocupa para la calibración in situ es un CENTER 326 el cual se detalla a continuación:



Figura 28 Calibrador de sonido CENTER 326

Fuente: (Center Technology Corp., 2003)

El calibrador de sonido CENTER 326 se ocupa en el lugar de trabajo, sus características se encuentran resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 16

Datos específicos del calibrador CENTER 326

ÍTEM	CARACTERÍSTICA
Niveles de presión sonora de salida	114 dB y 94dB re 20uPa bajo condiciones de referencia 100Hz +/- 2%
Frecuencia de salida	100Hz+/-2%
La distorsión armónica total	<3%
Condiciones de referencia	Temperatura 23 ° C (73 ° F) La presión estática 101,324Kpa Humedad relativa del aire 50%
Precisión de nivel de presión sonora	Condición entorno de referencia Understated +/- 0.5dB
Tipo de pila	Uno 006P batería de 9V
Prueba de batería	Operar: Indicador LED Verde
Duración de la batería	De batería baja: LED rojo
Dimensiones	Approx.40hours
Peso	113mm (L) x 63mm (W) x 44mm (H)
Temperatura de funcionamiento	Approx.170g
Temperatura de almacenamiento	0 ° C a 40 ° C
Accesorios	-10 ° C a 60 ° C
Otras normas aplicables	Cumple con la norma IEC 60942 (2003) de clase 2, ANSI S1.40-1984 94dB y 114dB calibrador acústico a 1 kHz Exacto y fácil de usar Se adapta y ½ micrófonos pulgadas 1 pulgada

Fuente: (Center Technology Corp., 2003)

3.4.4. Medición de ruido

En este caso el ruido es estable durante un periodo de tiempo (T) determinado de la jornada laboral, no es necesario que la duración total de la medición abarque la totalidad de dicho periodo. En caso de efectuar la medición con un sonómetro se tendrán en cuenta las características de estrategias y se realiza como mínimo 5 mediciones de una duración mínima de 15 segundos cada una y obteniéndose el nivel equivalente del periodo T (L Aeq, T) directamente de la media aritmética. Si la

medición se efectuase con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro se tendrían en cuenta, así mismo las características anteriormente mencionadas y se obtendría directamente el $L_{Aeq,T}$. Como precaución podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del periodo T y considerar como $L_{Aeq,T}$ la media aritmética de ellas (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, 2000).

Cálculos de ruido

Para comprender el proceso de cálculo se determina como un ejemplo en general del área de hormigonera una medición que se realiza considerando lo siguiente:

- Se determina según la metodología por medio de bandas de octava obteniendo lo siguiente:

Tabla 17

Medición de ruido in situ

NUMERO DE MEDICIONES	PUNTOS DE MEDICIÓN	ÁREAS	BANDAS DE OCTAVA								NAeqt dB(A)	
			PUESTO DE TRABAJO	31.5	63	125	250	500	1 k	2 k		4 k
1	Medición 1	HORMIGONERA	39.8	56.7	71.4	78.3	84.6	88.2	87.2	82.3	74.6	83,70

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

Se calcula el Nivel de ruido promedio por cada medición. ($L_{Aeq,t}$), con la ecuación:

$$L_{Aeq,t} = 10 * \log \frac{1}{n} \sum_{n=1}^{\infty} \left(10^{\frac{L_{Aeqti}}{10}} \right)$$

$$L_{Aeq,t} = 10 * \log_{10} \left(10^{\frac{39,8}{10}} + 10^{\frac{56,7}{10}} + 10^{\frac{71,4}{10}} + 10^{\frac{78,3}{10}} + 10^{\frac{84,6}{10}} + 10^{\frac{88,2}{10}} + 10^{\frac{87,2}{10}} + 10^{\frac{82,3}{10}} + 10^{\frac{74,6}{10}} \right)$$

$$L_{Aeq,t} = 83,70 \text{ dB}$$

Se procede al cálculo del tiempo de exposición permitido. (TEP) con la ecuación

$$TEP = \frac{16}{2^{\left(\frac{L_{Aeq,t}-80}{5}\right)}}$$

$$TEP = \frac{16}{2^{\left(\frac{83,70-80}{5}\right)}}$$

$$TEP = 9,58 \text{ horas}$$

Conociendo que el tiempo de exposición es de siete (7) horas se calcula la Dosis de exposición total (D) con la ecuación:

$$D = \text{Tiempo de exposición} / TEP$$

$$D = 7 \text{ horas} / 9,58 \text{ horas}$$

$$D = 0,73$$

Se procede a reemplazar el nivel de dosis y se calcula el Nivel de ruido diario ($L_{eq,d}$) con la ecuación:

$$L_{eq,d} = 9,966 \text{ Log}(Dosis) + 85$$

$$L_{eq,d} = 9,966 \text{ Log}(0,73) + 85$$

$$L_{eq,d} = 83,63 \text{ dB}$$

Por último, la Empresa ocupa tapones 1273 para lo cual se determina la atenuación en base a las tablas de atenuación del equipo y de la norma se aplica el método de bandas de octava la cual determina lo siguiente:

Tabla 18
Método de bandas de octava NRR

NIVEL DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRR)										GLOBAL
PUESTOS DE TRABAJO	NPSE	BANDA DE OCTAVA Hz 1/1								
	Frecuencias (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
HORMIGONERA	Leqdi (dB)	40,60	56,70	72,30	85,60	91,90	90,10	85,40	78,10	95,27
	Δf (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
	LA(dB)	14,40	40,6	63,7	82,4	91,9	91,3	86,4	77	95,52
	APVf	11,4	8,7	10,7	15,5	26,2	31,8	39,5	30,8	
	Σ	4,9	3,9	2,2	3,7	2,3	1,7	0,4	4,2	
	A'veF	6,5	4,8	8,5	11,8	23,9	30,1	39,1	26,6	
	LA' (dB)	7,90	35,8	55,2	70,6	68	61,2	47,3	50,4	72,92
	LA-LA' (NRR)	22,34								

Fuente: El autor

Según los cálculos se determina un nivel de reducción de ruido del 22,34 dB es decir que el equipo es adecuado para el sector que se está analizando con un 95% de efectividad según la NTP 638, además cabe recalcar que si no tuviese equipos de protección la ley ampara ya que en una jornada laboral de (8) ocho horas debe obtenerse un nivel de ruido de máximo de 85 decibeles (dB) por lo cual el trabajador no debería utilizar equipo en esta área ya que mantiene una exposición diaria de 83,63 decibeles considere que es un ejemplo de lo que se realizó a través de una toma de muestra.

- **Datos del instrumentación e interpretación**

El resultado se determina a través de los puntos de ignición o conocidas como fuentes generadoras de ruido en este caso son máquinas eléctricas tales como: una (1) hormigonera; tres (3) motores trifásicos jaula de ardilla; las cuales dos (2) cumplen con las mismas condiciones y características de fabricante mientras un (1) motor de ruido se determinan a través de la siguiente tabla:

Tabla 19
Determinación del NAeq

N°	PUNTOS DE MEDICIÓN	ÁREAS	BANDAS DE OCTAVA (Hz)								NAeqt dB(A)	
		PUESTO DE TRABAJO	31,5	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k		8 k
1	Medición 1	HORMIGONERA	39,8	56,7	71,4	78,3	84,6	88,2	87,2	82,3	74,6	83,70
2			40,3	56,4	72,2	78,4	84,9	89,3	88,2	83,4	75,6	84,90
3			40,5	56,1	72,3	78,1	85,2	89,9	88,8	84,8	77,7	85,50
4			40,6	56,4	72	77,8	85,6	90,8	89,9	85,1	78,1	86,20
5			40,4	56,1	71,6	77,1	86	91,9	90,1	85,4	77,2	86,90
1	Medición 2	ARMADORES	30,8	61	61,8	84,2	88,8	91,4	92,6	91,2	82,2	99,10
2			31,4	62,3	63,2	82,7	86,9	90,2	91,7	89,1	80,4	97,20
3			31,3	58,7	66,5	82,9	86,6	88,5	90	88,1	79,8	95,80
4			31,3	58,7	59,6	81,1	86	87,9	88,7	86,8	78,3	94,50
5			30,1	58,9	55,7	79,5	86,5	87,9	90,2	87,8	85	95,30
1	Medición 3	FUNDICIÓN	32,9	59,2	69,4	89,3	91,4	95,3	93,5	90,5	85,7	105,10
2			30,8	61	71,7	88,1	90,2	95,8	94,2	91	85,6	104,20
3			30,9	60	71,8	88,9	90,9	94,2	93,8	91,2	85,3	103,60
4			31,6	60,2	72,2	88,2	90,9	93,5	93,7	91,3	84,4	102,80
5			30,3	61,4	72,4	88,3	91	93,3	92,9	90,6	85,3	101,80
1	Medición 4	ARANDELAS	30,8	60	60,5	84,2	88,8	90,9	91,9	90,2	90,2	89,90
2			31,4	62,3	62,1	82,7	86,9	90,2	91,7	89,1	80,4	93,50
3			31,3	58,7	60,2	82,9	86,6	80,6	90	88,1	79,8	95,30
4			31,3	58,7	59,6	80,2	85,6	87,9	86,7	86,8	78,3	90,60
5			30,1	58,9	55,3	79,3	86,4	86,9	89,5	88,8	84,6	94,30

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

Para continuar con los demás datos se realiza una tabla el cual determina el Nivel de ruido equivalente promedio ($L_{Aeq,t}$), nivel de ruido en la jornada de 8 horas ($L_{Aeq,d}$), Tiempo de exposición permitido (TEP). Tiempo permitido y total (D).

Tabla 20

Nivel de riesgo por puesto de trabajo

PUNTOS DE MEDICIÓN	PUESTO DE TRABAJO	$L_{Aeq,t}$ (dB) promedio	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	TIEMPO PERMITIDO	DOSIS	$L_{Aeq,d}$ (dB)	NIVEL DE RIESGO
Medición 1	Hormigonera	85,57	7	7,39	0,95	84,77	MEDIO
Medición 2	Armadores	96,70	6	9,00	0,67	83,25	MEDIO
Medición 3	Fundición	103,65	6	0,60	9,95	94,94	ALTO
Medición 4	Arandelas	89,64	4	4,20	0,95	84,78	MEDIO

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

Aplicación del método de bandas de octava en base al Equipo de Protección Personal se debe conocer del fabricante la siguiente tabla en este caso la Empresa realiza la dotación de tapones auditivos a todos los trabajadores por lo cual se designa lo siguiente:

Tabla 21

Datos del fabricante de tapones 1270

TAPONES REUTILIZABLES 3M (ATENUACIÓN)										
Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k	SNR	23dB
Mf (dB)	16,3	12,6	12,9	19,2	28,5	33,5	42,9	35	H	31 dB
sf (dB)	4,9	3,9	2,2	3,7	2,3	1,7	0,4	4,2	M	20 dB
Mf - sf (dB)	11,4	8,7	10,7	15,5	26,2	31,8	39,5	30,8	L	13 dB

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

Estos valores se reemplazarán en la tabla de bandas de octava con la finalidad de determinar adecuadamente el Nivel de Reducción de Ruido de las áreas analizadas por lo tanto se considera (4) cuatro tablas las mismas condiciones de Equipo de Protección analizado.

Tabla 22

Método de bandas de octava - hormigonera

NIVEL DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRR)										GLOBAL
PUESTOS DE TRABAJO	NPSE	BANDA DE OCTAVA Hz 1/1 (Hz)								
	Frecuencias (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
HORMIGONERA	$Leqdi$ (dB)	40,60	56,70	72,30	85,60	91,90	90,10	85,40	78,10	95,27
	Δf (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
	LA (dB)	14,40	40,6	63,7	82,4	91,9	91,3	86,4	77	95,52
	APVf	11,4	8,7	10,7	15,5	26,2	31,8	39,5	30,8	

	Σ	4,9	3,9	2,2	3,7	2,3	1,7	0,4	4,2	
	A'veF	6,5	4,8	8,5	11,8	23,9	30,1	39,1	26,6	
	LA' (dB)	7,90	35,8	55,2	70,6	68	61,2	47,3	50,4	72,92
	LA-LA' (NRR)	20,34								

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

Cuando el ruido se mide y la atenuación se calcula según las clasificaciones del Equipo de Protección Personal analizado. En la hormigonera mantiene un promedio de 85,57 dB dato que se reemplaza en la siguiente fórmula:

Nivel de ruido atenuado = Nivel de ruido – NRR

Nivel de ruido atenuado = 85,57 dB – 20,34 dB

Nivel de ruido atenuado = 65,23 dB

Tabla 23

Método de bandas de octava - armadores

NIVEL DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRR)										GLOBAL
PUESTOS DE TRABAJO	NPSE	BANDA DE OCTAVA Hz 1/1 (Hz)								
	Frecuencias (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ARMADORES	Leqdi (dB)	61,00	72,40	89,30	91,40	91,90	90,10	91,30	85,70	98,16
	Δf (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
	LA (dB)	34,80	56,3	80,7	88,2	91,9	91,3	92,3	84,6	97,53
	APVf	14,3	13	17,7	30,2	37,2	34,1	30,4	37,9	
	Σ	1,9	1,6	2,5	2,3	2,1	2,4	4	2,3	
	A' veF	12,4	11,4	15,2	27,9	35,1	31,7	26,4	35,6	
	LA' (dB)	22,40	44,9	65,5	60,3	56,8	59,6	65,9	49	70,00
	LA-LA' (NRR)	19,98								

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

Nivel de ruido atenuado = Nivel de ruido – NRR

Nivel de ruido atenuado = 96,70 dB – 19,98 dB

Nivel de ruido atenuado = 76,72 dB

Tabla 24

Método de bandas de octava - fundición

NIVEL DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRR)										GLOBAL
PUESTOS DE TRABAJO	NPSE	BANDA DE OCTAVA Hz 1/1								
	Frecuencias (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

FUNDICIÓN	Leqdi (dB)	62,30	66,50	84,20	88,80	91,40	92,60	91,20	85,00	97,68
	Δf (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
	LA (dB)	36,10	50,4	75,6	85,6	91,4	93,8	92,2	83,9	97,84
	APVf	14,3	13	17,7	30,2	37,2	34,1	30,4	37,9	
	σ	1,9	1,6	2,5	2,3	2,1	2,4	4	2,3	
	A' veF	12,4	11,4	15,2	27,9	35,1	31,7	26,4	35,6	
	LA' (dB)	23,70	39	60,4	57,7	56,3	62,1	65,8	48,3	68,81
	LA-LA' (NRR)	19,13								

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

Nivel de ruido atenuado = Nivel de ruido – NRR

Nivel de ruido atenuado = 103,75 dB – 19,13 dB

Nivel de ruido atenuado = 84,62 dB

Tabla 25

Método de bandas de octava - arandelas

NIVEL DE REDUCCIÓN DE RUIDO (NRR)										GLOBAL
PUESTOS DE TRABAJO	NPSE	BANDA DE OCTAVA Hz 1/1								
	Frecuencias (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ARANDELAS	Leqdi (dB)	61,00	72,40	89,30	91,40	91,90	90,10	91,30	85,70	96,16
	Δf (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
	LA (dB)	34,80	56,3	80,7	88,2	91,9	91,3	92,3	84,6	97,53
	APVf	14,3	13	17,7	30,2	37,2	34,1	30,4	37,9	
	σ	1,9	1,6	2,5	2,3	2,1	2,4	4	2,3	
	A' veF	12,4	11,4	15,2	27,9	35,1	31,7	26,4	35,6	
	LA' (dB)	22,40	44,9	65,5	60,3	56,8	59,6	65,9	49	70,00
	LA-LA' (NRR)	20,15								

Fuente: (TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR., 2015)

Nivel de ruido atenuado = Nivel de ruido – NRR

Nivel de ruido atenuado = 89,64 dB – 20,15 dB

Nivel de ruido atenuado = 69,49 dB

En conclusión los tapones auditivos actualmente utilizados en la Empresa son adecuados para los puestos de trabajo analizados; por lo cual cabe recalcar que como el trabajo se encuentra en la intemperie sería óptimo ocupar orejeras para casco con la finalidad de conllevar una duración más extensa y a su vez evita que ingresen polvos u otros elementos por parte de los tapones auditivos.

3.5. Diagrama de Gantt

El costo beneficio, para la Empresa “DISPOSTES CÍA. LTDA.” es trascendental puesto que la inversión planificada es mínima en referencia al número de trabajadores que a corto, mediano y largo plazo se tendría que indemnizar debido a enfermedades profesionales resultantes de la exposición del ruido en cada uno de los puestos de trabajo evaluados, significando un ahorro económico muy importante para la Empresa. En este caso mínimo la empresa mantiene un ahorro de \$2.035, al mantener evaluaciones de ruido. Considerando que en la tabla de la Resolución C.D. 513 una sordera total se determina una pérdida de 3.000 jornadas de trabajo a un salario básico unificado de 386\$ dólares americanos; es decir que las jornadas perdidas se debe realizar la indemnización acorde con la edad del trabajador en este caso se supone que mantiene una edad de 35 años por los puestos analizados en la Empresa a través del cálculo mantiene una indemnización alrededor de 1'155.000 dólares americanos (Considerando que el señor gana una remuneración básica unificada). Además de permitir dar cumplimiento a las leyes y normativas vigentes relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo del Ecuador justificados en la siguiente tabla:

3.5.1. Costo beneficio

Tabla 26

Costos de ejecución del proyecto

DESCRIPCIÓN (material)	Costo	Actividad	Beneficio	Cantidad económica
Alquiler de Sonómetro TES 1358	\$400,00	-	-	-
Realización de mediciones	\$260,00	- Evaluación del ruido en áreas críticas	- Ponderación real de valores para medidas correctivas en las áreas de trabajo - Cumplimiento de la normativa legal de S.S.T. CD 513 y 2393	\$250,00
Implementación de EPPs (tapones auditivos) en áreas de mayor afectación	\$185,00	- Entrega de EPPs a los trabajadores	- Reducción de exposición al ruido, según el estándar permito en los trabajadores. - Menor incidencia de enfermedades profesionales auditivas a mediano y largo plazo. - No pago de indemnizaciones. - Cumplimiento de la normativa legal de S.S.T. CD 513 y 2393	\$1500,00

Capacitación de uso y cuidado de EPPs	\$60,00	- Capacitación de uso y cuidado de EPP'S al personal involucrado de la Empresa	- Cumplimiento de la normativa legal de S.S.T. CD 513 y 2393	\$950,00
Seguimiento del proyecto	\$120,00	- Evaluación de la efectividad de los EPPs - Modificación en la selección de EPP'S si se requiriere	- Mejora continua en el área de seguridad - Cumplimiento de la normativa legal de S.S.T. CD 513 y 2393	\$0,00
Total	1025,00		Total	\$2700

Fuente: (DISPOSTES CÍA. LTDA., 2017)

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Según los resultados obtenidos, existen dos (2) puntos de ruido obtenidos de la medición con el sonómetro TES 1358, ubicados en el área operativas, los cuales tienen un 80% de exceso de ruido de exposición, considerándose de nivel alto, los mismos que pueden afectar directamente a los trabajadores que manipulan tanto el Motor 1 y el Motor 2, donde por disposición estructural no se puede efectuar una atenuación del ruido en la fuente, siendo necesario la utilización de tapones auditivos del personal involucrado para atenuar un 30% del ruido de exposición para lograr el estándar de límite máximo permitido.
- La afectación del ruido en el área de producción se considera en un 70% de nivel de riesgo alto un 20% de nivel de riesgo medio y un 10% de nivel de riesgo bajo considerando el tiempo y los puntos de muestras generadoras según la medición, por lo que se realiza una estratificación del personal que debe utilizar equipos de protección personal según la exposición y dosis calculados.
- En el proceso de investigación de información la Empresa debe realizar procesos de salud ocupacional como menciona el Decreto Ejecutivo 2393, de tal forma que se incluya dentro de la planificación anual la realización de audiometrías a los trabajadores cumpliendo en un 100% el plan de acción efectuado en el área operativa de la Empresa, basados en las mediciones de ruido y su evaluación.

4.2. Recomendaciones

- De acuerdo con la ley vigente en nuestro país, se debe determinar los controles respectivos en la Fuente, Medio y Receptor por lo cual se recomienda realizar

un informe de control integral el cual mantenga aspectos de atenuación de ruido en el caso de ocupar E.P.P., o dispositivos que disminuyan el impacto tanto por tiempo de exposición y dosis del ruido en los trabajadores.

- Como existe un porcentaje considerable de nivel de riesgo alto se debe realizar una propuesta de medidas preventivas contra el ruido ante los puntos de ignición del mismo (Uso de Equipos de Protección Personal, ya sean estos tapones auditivos u orejeras, las mismas que deberán ajustarse y complementar al resto de los equipos de protección dotados ya por la empresa), tomando en cuenta el límite máximo permitido de ruido según la atenuación de los mismos frente al ruido por puesto de trabajo.
- Finalmente es importante mantener una gestión adecuada de entrega de equipos de protección en cuanto a su dotación, recambio y mantenimiento para el personal, adicionalmente generar un seguimiento estadístico en base a los estudios de audiometría anuales que presente la Empresa, complementándolos con capacitación permanente en cuanto a la identificación de riesgos laborales por puesto de trabajo al personal involucrado.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AMBIENTE DE TRABAJO.- Es el conjunto de condiciones que rodean a la persona que trabaja y que directa o indirectamente influyen en la salud y vida del trabajador.

ACCIÓN CORRECTIVA.- Acción tomada para corregir las causas de una no conformidad detectada u otra situación indeseable (accidente y /o enfermedad profesional / ocupacional).

CAPACITACIÓN EN PREVENCIÓN.- Para hacer capacitación en prevención se deben tener como base los manuales de seguridad, en los que se debe describir las

normas y los procedimientos correctos del trabajo. Para su desarrollo debe establecerse la siguiente metodología: Identificar oficios, equipos interdisciplinarios, procedimientos, riesgos y elementos de protección personal.

CALIBRACIÓN.- Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, las relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida y los valores correspondientes a esa magnitud realizados por patrones.

DOCUMENTO.- Información y su medio de soporte.

EVALUACIÓN DE RIESGOS: Proceso posterior a la identificación de los peligros, que permite valorar el nivel, grado y gravedad de los mismos, proporcionando la información necesaria para que la empresa esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la oportunidad, prioridad y tipo de acciones preventivas que debe adoptar.

FACTORES DE RIESGO.- Es la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o control del elemento agresivo. Se clasifican en: Físicos, químicos, mecánicos, locativos, eléctricos, ergonómicos, psicosociales y biológicos. Su identificación acertada y oportuna, contando con la experiencia del observador, son elementos que influyen sobre la calidad del panorama general de agentes de riesgo. Se deben identificar los factores de riesgo, en los procesos productivos, en la revisión de los datos de accidentalidad y las normas y reglamentos establecidos.

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD.- Aplicación de los principios de la administración moderna a la seguridad y salud, integrándola a la producción, calidad y control de costos.

HIGIENE INDUSTRIAL.- Es el conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo del ambiente de trabajo que puedan alterar la salud de los trabajadores, generando enfermedades profesionales. Su campo cubre los ambientes laborales mediante el panorama de factores de riesgo tanto cualitativo como cuantitativo, así como el estudio de la toxicología industrial.

MEDIDAS CORRECTIVAS.- Constituyen actos de intimidación, amenaza o amedrentamiento realizados al trabajador, con la finalidad de desestabilizar el vínculo laboral.

ORGANIZACIÓN: Es el arreglo ordenado de los recursos y de las funciones que deben desarrollar todos los miembros de la empresa para lograr las metas y los objetivos establecidos en la planeación.

PERSONAL EXPUESTO.- Es la cantidad de trabajadores expuestos a un factor de riesgo.

PLAN DE ANÁLISIS Y PRIORIZACIÓN.- Es elaborar un diagnóstico integral y la corrección de las variables de trabajo y de salud.

PREVENCIÓN.- es la acción y efecto de prevenir (preparar con anticipación lo necesario para un fin, anticiparse a una dificultad, prever un daño, avisar a alguien de algo).

RIESGO.- Es la probabilidad de ocurrencia de un evento. Ejemplo Riesgo de una caída, o el riesgo de ahogamiento.

SALUD.- Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud no solo es la ausencia de enfermedad, sino el completo bienestar físico, mental y social de las personas.

SEGURIDAD.- Son todas aquellas acciones y actividades que permiten al trabajador laborar en condiciones de no agresión tanto ambientales como personales, para preservar su salud y conservar los recursos humanos y materiales.

SEGURIDAD INDUSTRIAL.- es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria o laborales.

TIEMPO LIBRE.- Es el espacio que deja el trabajo para un quehacer diferente.

TOXICOLOGÍA INDUSTRIAL.- Por medio de ella se identifican las sustancias tóxicas en potencia para el ser humano, estableciendo las características físico-químicas y sus efectos. La información se agrupa en documentos específicos llamados Fichas toxicológicas, en donde se realiza una descripción pormenorizada de un elemento o una sustancia de acuerdo a sus características (físicas, químicas y de manipulación).

TRABAJADOR.- Toda persona, que desempeña una actividad de manera regular, temporal o no, por cuenta ajena y remunerada, o de manera independiente o por cuenta propia.

VISITAS DE INSPECCIÓN.- Las visitas de inspección se realizan con el fin de vigilar procesos, equipos, máquinas u objetos que en el diagnóstico integral de condiciones de trabajo y salud, han sido calificados como críticos por su potencial de daño. Estas inspecciones deben obedecer a una planificación que incluya los objetivos y

frecuencia de la inspección. Se definen dos tipos de inspecciones: las generales, durante las cuales se realiza una revisión general de la planta, y las específicas, cuando se realiza una visita dirigida hacia una problemática concreta, como serían las inspecciones a los sistemas de incendios, a las instalaciones eléctricas, etc. Se deben hacer con el fin de verificar el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene.

VULNERABILIDAD.- Es la condición en que se encuentran las personas y los bienes expuestos a una amenaza. Depende de la posibilidad de ocurrencia, medidas preventivas y propagación, de la frecuencia del evento, y la dificultad en el control. Para realizar un análisis de vulnerabilidad y riesgo se deben tener en cuenta el Panorama de riesgo y la infraestructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Náf Cortés, R. R. (Abril de 2017). *Guía práctica*. Obtenido de Analisis de ruido industrial: <https://prevencion.fremap.es/Buenas%20prcticas/LIB.018%20-%20Guia%20Prac.%20Analisis%20y%20Gestion%20Ruido%20Ind.pdf>
- AENOR. (2007). *Asociación Española de Normalización y Certificación*. Obtenido de UNE-EN 60079-11:2007 Atmósferas explosivas. Parte 11: Protección del equipo por seguridad intrínseca "i" (IEC 60079-11:2006): <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0040315#.WYtcVljhDcc>
- Aleaga del Salto, J. C. (2017). *repositorio.uta.edu.ec*. Obtenido de UTA: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25953/1/Tesis_t1281mshi.pdf
- ANSI S1.4-1971 (R1976). (2017). *Subcapítulo 7*. Obtenido de Ordenes Generales de Seguridad: https://www.dir.ca.gov/dosh/dosh_publications/NoiseRegSpan.htm
- Arenaz Erburu, J. C. (2012). *Centro Nacional de Condiciones de Trabajo*. Obtenido de NTP 320: Umbrales olfativos y seguridad de sustancias químicas peligrosas: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_320.pdf

- Avedaño, D. J. (01 de 01 de 2009). *Medicina Ocupacional en Ecuador*. Obtenido de Medicina Ocupacional en Ecuador: <http://medicinaocupacionalecuador.wordpress.com/tag/ruidointustrial>
- BOE N° 60. (01 de 01 de 2006). *Guía Técnica de ruido INSHT*. Obtenido de Guía Técnica de ruido INSHT: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_ruido.pdf
- Center Technology Corp. (2003). *Instruments*. Obtenido de Choise: https://www.instrumentchoice.com.au/_literature_45325/C326_Data_Sheet
- Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. (2000). *NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de*. Obtenido de MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES ESPAÑA: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_270.pdf
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (1999). *Guía para el control y prevención de la contaminación ambiental*. Santiago, Chile: COMANA.
- Constitución del Ecuador . (2008). Formas de trabajo y su retribución. En A. Cosntituyente, *Constitucion de la Republica del Ecuador* (pág. 152). Montecristi.
- Decisión 584, I. (2004). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo. En *Gestión de la Seguridad y Salud en Centros de Trabajo* (pág. 11).
- Díaz, J. M. (2003). *Técnicas de prevención de riesgos laborales*. Madrid: Editorial tébar, S.L.
- Dirección de Seguridad e Higiene ASEPEYO. (2016). *Instrumentos de medición y muestreo*. Madrid: ASEPEYO.
- DISPOSTES CÍA. LTDA. (2017). *Diselectric* . Obtenido de Ecuador: http://www.diselectricecuador.com/public_html/web/la-empresa/
- Ecuacustica. (01 de 01 de 2010). *Monitoreo de ruidos en Ecuador*. Obtenido de Monitoreo de ruidos en Ecuador: <http://www.ecuacustica.com/analisis-laboratorio-equipos-monitoreo-medicion-de-ruido-insonorizacion-ambiental-seguridad-industrial-ecuador.php?tablajb=servicios&p=15&t=Mediciones-de-Ruido-Laboral/Industrial/-Ocupacional&>
- Falagán. M. (2008). *Manual Básico de prevención de riesgos*. Perú: Riesgos del Trabajo.

- Flores, D. F. (2013). *Identificación de factores de riesgo y propuesta preliminar de un Sistema de Seguridad Industrial en una empresa Textil de fabricación de medias de la ciudad de Atuntaqui*. Atuntaqui: Universidad Tecnica Equinoccial.
- Floría , P. (2007). *Gestión de la higiene industrial en la empresa*. Madrid: FC.
- Google Maps. (2018). *Google.com*. Obtenido de Maps: <https://www.google.com/maps>
- Guyton, A. (2006). *Fisiología Médica*. Madrid: El sevier, S.L.
- harrinson, E. B. (2001). *Medicina interna* . New York: Copyrighted Material.
- Hernández , J. (2005). *Manual de la seguridad y salud en la edificación, obra industria y civil*. Barcelona: JHP.
- HispanaNetwork. (3 de septiembre de 2007). *glosario.net*. Obtenido de <http://ciencia.glosario.net/medio-ambiente-acuatico/contaminantes-10285.html>
- IESS. (1986). *Decreto Ejecutivo 2393*. Riesgos del trabajador.
- IESS. (01 de Junio de 2017). C.D. 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. En IESS. Quito: IESS.
- INSHT. (2010). *Riesgo físico - Ruido*. Madrid: Ministerio de trabajo e inmigración.
- Instituto de Salud Pública. (22 de Marzo de 2011). *Seguridad y salud ocupacional*. Obtenido de <http://fondorriesgoslaborales.gov.co/documents/Publicaciones/Guias/GUIA-TECNICA-EXPOSICION-FACTORES-RIESGO-OCUPACIONAL.pdf>
- Instituto de Salud Pública de Chile. (2013). *Guía para la identificación*. Obtenido de Ispch: <http://www.ispch.cl/sites/default/files/D003-PR.500.02.001%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20identificaci%C3%B3n%20y%20evaluaci%C3%B3n%20de%20riesgos%20de%20seguridad.pdf>
- Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (2000). *NTP 960: Ruido: control de la exposición (I). Programa de medidas técnicas o de organización*. Madrid: Ministerio de trabajo España.
- Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (2001). *NTP 952: Estrategias de medición y valoración de la exposición al ruido (III)*. Madrid: Ministerios de Trabajo de España.
- Llanos Canchig, V. P. (Febrero de 2016). *Repositorio*. Obtenido de UTC: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3254/1/T-UTC-00521.pdf>

- Lliguicota Guarquilla, J. P. (2016). *RepositorioUNL*. Obtenido de Universidad Nacional de Loja: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12291/1/TESIS%20FINAL%20EVALUACI%C3%93N%20DE%20RUIDO%20AMBIENTAL-%20JAIME%20LLIGUICOTA%20-%20UNL.pdf>
- Minsiterio de Salud Perú. (2008). *Guia de evaluación por exposición a ruido*. Obtenido de Guía de evaluación por exposición : [http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/4\)%20GEMO-003%20GUIA%20DE%20EVALUACION%20POR%20EXPOSICION%20A%20RUIDO.pdf](http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/4)%20GEMO-003%20GUIA%20DE%20EVALUACION%20POR%20EXPOSICION%20A%20RUIDO.pdf)
- Parada Valencia, L. (2016). *Ingenieria acústica*. Obtenido de Mundo Acústica: <http://ingenieriaacustica.cl/blog/como-calcular-dosis-exposicion-ruido-ocupacional/>
- SatirNet Safety. (3 de diciembre de 2014). *Agentes contaminantes*. Obtenido de <http://www.satirnet.com/satirnet/2014/12/03/tipos-de-contaminantes/#sthash.3wGdZn6k.dpbs>
- Científica Inc. (1 de septiembre de 2017). *Productos para análisis e investigación*. Obtenido de http://www.scientificainc.com/analisis_investigacion.html
- Tapia Borja, A. (2016). *Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de Repositorio de UTC: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3254/1/T-UTC-00521.pdf>
- TES ELECTRICAL ELECTRONIC COPR. (2015). *TES 1358*. Obtenido de Sound Level: http://www.energykala.ir/fa/hikashop-menu-for-products-listing/product/download/file_id-184.html.
- UNE - EN 689. (2016). *preventionworld*. Obtenido de prevención: <https://prevention-world.com/foro/viewtopic.php?f=2&t=4359>
- Universidad de las Islas Baleares. (2 de octubre de 2003). *Clasificación de los riesgos físicos*. Obtenido de <http://www.uib.cat/depart/dqu/dquo/dquo2/MasterSL/ASIG/PDF/2.2.2.pdf>
- Vidal, M., Simó , D., & Toledo, M. (12 de Julio de 2016). *Servicio de prevención del medio ambiente*. Obtenido de https://www.uv.es/sfpenlinia/cas/235_medidas_preventivas.html