



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**DEPARTAMENTO DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD EN EL  
TRABAJO**

**EVALUACIÓN DEL RIESGO DE HIPOACUSIA EN  
TRABAJADORES DE UNA FÁBRICA DE TEXTIL EN LA CIUDAD  
DE OTAVALO, PERÍODO DICIEMBRE DE 2016 A MAYO DE 2017.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de  
Magister en Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo**

**Autora:** Dra. Zoila Elizabeth Zúñiga Maldonado.

**Director:** Magister Pablo Marcelo Puente Carrera.

Cuenca-Ecuador

2017



## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis está dedicado a mi hijo y a mi esposo por apoyarme en todos los objetivos que me propongo, convirtiéndose en la fuerza que me ayuda a seguir adelante. A mi Madre y a mi familia que siempre han estado a mi lado aconsejando con mucho amor y paciencia en cada uno de mis pasos.



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por darme la vida, la salud y por protegerme en todos los viajes que he realizado a Cuenca para estudiar esta maestría. Al Ing. Marcelo Puente quien me ha guiado con mucha paciencia aportándome los conocimientos necesarios para el desarrollo y conclusión de este tema de tesis.

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en una fábrica textil de la ciudad de Otavalo, inició con un estudio de medición de ruido en 24 áreas que conforman la empresa, se obtuvo hasta 92 dB en el área de tejeduría, por lo que se decide realizar una evaluación del riesgo de hipoacusia en los trabajadores expuestos.

Las mediciones de ruido se realizaron con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 9612, el nivel de protección auditiva con la Norma IRAN 4060.2, el diagnóstico de pérdida de sensibilidad auditiva mediante un examen audiométrico. Como resultado se obtiene que 4 puestos de trabajo están en los límites de exposición permitida, 1 puesto de trabajo supera con 88dB por lo que se sugiere medidas preventivas para cumplir la normativa.

**PALABRAS CLAVE:** Hipoacusia, medición de ruido, nivel sonoro, estudios audiométricos, método NRR.

### ABSTRACT

This investigation was carried out in a textile factory located in Otavalo. The research began with a noise measurement study in the 24 areas that make up the factory. Ninety-two (92 dB) decibels were obtained in the weaving area; hence, an assessment of the risk factors for hearing loss was conducted in exposed workers. Noise measurements were made with the INEN-ISO 9612 Ecuadorian Technical Standard. The level of hearing protection was measure with the IRAN 4060.2 standard, and the diagnosis of hearing loss by audiometric examination. As a result, from the 4 workstations that are located within the permitted exposure limits, 1 workstation exceeded 88 dB; for that reason, preventive measures to comply with the regulations were suggested.

**KEYWORDS:** hearing loss, noise measurement, sound level, audiometric studies, NRR method.



UNIVERSIDAD DEL  
AZUAY  
Dpto. Idiomas



Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	
<b>CAPITULO I</b>	
1 Fundamento Teórico.....	15
1.1 El Sonido.....	15
1.1.1 Naturaleza y Propiedades del Sonido.....	15
1.1.1.1 Ondas Sonora.....	15
1.1.1.2 Partes de una Onda Sonora.....	15
1.1.2 Principios Generales del Sonido.....	16
1.1.3 Características del Sonido.....	17
1.2 Magnitudes Acústicas.....	19
1.2.1 Nivel de Presión Sonora.....	20
1.2.2 Nivel de Presión Sonora Ponderado A.....	20
1.3 El Ruido.....	20
1.3.1 Clasificación del Ruido.....	20
1.3.1.1 Ruido Continuo.....	20
1.3.1.2 Ruido Intermitente.....	21
1.3.1.3 Ruido de Impacto.....	22
1.3.2 Ruido Industrial.....	22
1.3.2.1 Características del Ruido Industrial.....	23
1.3.2.2 Factores del Ruido Industrial que Influyen en la Pérdida Auditiva.....	23
1.3.2.3 Efectos del Ruido Industrial en la Salud del Ser Humano.....	25
1.3.3 Hipoacusia Inducida por el Ruido.....	27
1.4 El Oído.....	27
1.4.1 Teoría de la Audición.....	28

1.4.1.1 Teoría del Teléfono.....	28
1.4.1.2 Teoría del Lugar.....	28
1.4.1.3 Teoría de la Periodicidad.....	28
1.4.2 Anatomía del Oído.....	29
1.4.2.1 El Oído Externo.....	29
1.4.2.2 Oído Medio.....	30
1.4.2.3 El Oído Interno.....	32
1.4.3 Fisiología del Oído.....	32
1.4.3.1 Oído Externo.....	32
1.4.3.2 Oído Medio.....	33
1.4.3.3 Oído Interno.....	33
1.4.4 Método de Diagnóstico del Oído.....	33
1.4.4.1 Audiometría.....	33
1.5 Norma Nacional de Normalización para Medición de Ruido.....	34
1.5.1 Norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).....	35
1.5.1.2 Metodología por Etapas de la Norma INEN.....	35
1.6 Descripción General de la Empresa Textil.....	40
1.6.1 Áreas de Trabajo de la Empresa.....	40
1.6.1.1 Área de Proceso Productivo.....	41
1.6.1.2 Área de Laboratorio Textil.....	42
1.6.1.3 Área de Tejeduría.....	42
1.6.1.4 Sección de Tejido Plano A, B Y C.....	43
1.6.1.5 Sección de Tejido Circular.....	43
1.6.1.6 Sección de Tejido Circular y Rectilíneo.....	43
1.6.1.7 Área de Tintura.....	43
1.6.1.8 Área de Acabados Textiles.....	43
1.6.1.9 Área de Diseño y Desarrollo.....	45

## **CAPITULO II**

2.1 Transición entre Teoría y Método.....	46
2.1.1 Problema de Investigación.....	46
2.2 Justificación.....	47
2.3 Objetivos.....	48
2.3.1 Objetivo General.....	48
2.3.2 Objetivos Específicos.....	48
2.4 Hipótesis.....	48

## **CAPITULO III**

3.1 Metodología.....	49
3.1.1 Universo y Muestra.....	49
3.1.2 Criterios de Inclusión.....	50
3.1.3 Criterios de Exclusión.....	50
3.1.4 Variables.....	51
3.1.5 Instrumentos.....	53
3.1.5.1 Instrumentos para la Evaluación del Ruido.....	53
3.1.5.2 Instrumentos para Tabular las Encuestas.....	53
3.1.5.3 Instrumentos para Realizar los Cálculos de los Equipos de Protección Auditiva.....	53
3.1.5.4 Instrumentos para Realizar el Examen Otoscópico.....	54
3.1.5.5 Instrumentos Usados para Realizar el Examen Audiométrico.....	54
3.1.6 Procedimiento.....	54
3.1.6.1 Procedimiento para Realizar las Mediciones de Ruido.....	54
3.1.6.2 Procedimiento para Usar el Sonómetro.....	55
3.1.6.3 Procedimiento para Realizar las Encuestas.....	56

3.1.6.4 Procedimiento para realizar el Cálculo del Nivel Sonoro Continuo Equivalente.....	57
3.1.6.5 Procedimiento para Calcular el Nivel de Protección Auditiva.....	70
3.1.6.6 Procedimientos Médicos.....	73
3.2 Consideraciones Éticas.....	74
3.3 Plan de Procesamiento y Análisis de datos.....	74
<b>CAPITULO IV</b>	
4 Resultados y Conclusiones.....	75
4.1 Resultado de las Mediciones de Ruido de la Empresa.....	75
4.2 Resultado de las Encuestas por Pregunta.....	76
4.3 Resultado de los Informes Audiometricos.....	78
4.4 Conclusiones.....	79
4.5 Recomendaciones.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Partes de una Onda Sonora.....	16
Figura N° 2: Tipos de Tono del Sonido.....	18
Figura N° 3: Tipos de Intensidad del Sonido.....	18
Figura N° 4: Tipos de Timbre del Sonido.....	19
Figura N° 5: Ruido Continuo.....	21
Figura N° 6: Ruido Intermitente.....	21
Figura N° 7: Ruido de Impacto.....	22
Figura N° 8: Anatomía del Oído.....	27
Figura N° 9: Oído Externo.....	29
Figura N° 10: Oído Medio.....	31
Figura N° 11: Oído Interno.....	32
Figura N° 12: Resultado de la Audiometría.....	34
Figura N° 13: Proceso Productivo.....	41



	10
Figura N° 14: Banda de Octava.....	55
Figura N° 15: Protector Auditivo Descartable.....	71
Figura N° 16: Protector Auditivo Reutilizable.....	72
Figura N° 17: Orejeras.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tiempo de Exposición al Ruido Según la Jornada Laboral.....	23
Tabla N° 2: Áreas de Trabajo y Número Total de Trabajadores.....	44
Tabla N° 3: Variables.....	51
Tabla N° 4: Puestos de Trabajo en Estudio- Area de Tejeduría.....	57
Tabla N° 5: Tareas y Tiempos que Realizan los Trabajadores en el Puesto de Tejido Circular.....	57
Tabla N° 6: Cálculo del N PS en Operadores del Puesto de Tejido Circular.....	58
Tabla N° 7: Cálculo del NPS en la escala A operadores de Tejido Circular.	58
Tabla N° 8: Tareas y Tiempos que Realizan en el Puesto de Trabajo de Tejido A.....	59
Tabla N° 9: Cálculo del Nivel de Presión Sonora del Puesto de Trabajo de Tejido Plano A.....	60
Tabla N° 10: Cálculo del NSC en escala A de Operadores de Tejido Plano A.....	60
Tabla N° 11: Tareas y Tiempos que se realizan en el Puesto de Trabajo Tejidos Circular y Rectilíneo.....	61
Tabla N°: 12 Cálculo del NPS en Operadores de Tejido Circular y Rectilíneo.....	62
Tabla N°: 13 Cálculo del NPS en la escala A en Operadores el puesto de Tejido Circular y Rectilíneo.....	62

Tabla N°: 14 Tareas y Tiempos que Realizan los Trabajadores en el puesto de Trabajo de Tejido Plano C.....	63
Tabla N°: 15 Cálculo del NPS en el Puesto de Trabajo de Tejido Plano C...	64
Tabla N°: 16 Cálculo del NPS en Escala A en el Puesto de Trabajo de Tejido Plano C.....	64
Tabla N°: 17 Tareas y Tiempos que Realizan los Trabajadores en el Puesto de Tejido Plano B.....	65
Tabla N°: 18 Cálculo del NPS en Puesto de Trabajo de Tejido Plano B	65
Tabla N°: 19 Cálculo del NPS en Escala A en el Puesto de Trabajo Tejido Plano B.....	66
Tabla N°: 20 Tareas y Tiempos que Realizan los Trabajadores en el Puesto de Mantenimiento.....	67
Tabla N°: 21 Cálculo del NPS en el Puesto de Trabajo de Mantenimiento	67
Tabla N°: 22 Cálculo del NPS en Escala A en el Puesto de Trabajo de Mantenimiento.....	68
Tabla N°: 23 Resultados del Nivel de Exposición al Ruido en 8 Horas de Trabajo.....	69
Tabla N°: 24 Resultado de las Mediciones de Ruido de la Empresa.....	75
Tabla N°: 25 Resumen de las Encuestas.....	76
Tabla N°: 26 Resultados Audiometricos.....	78

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Croquis de la Empresa.....	87
Anexo N° 2: Tipo de Sonómetro utilizado en la Medición de Ruido.....	88
Anexo N° 3: Certificado de Calibración Internacional del Sonómetro....	89
Anexo N° 4: Ficha de Observación Realizada a los Trabajadores de la Empresa.....	91



Anexo N° 5: Encuesta Aplicada a los Trabajadores del Área de Tejeduría.....	92
Anexo N° 6: Consentimiento Informado.....	95
Anexo N° 7: Otoscopio Macro View.....	97
Anexo N° 8: Cabina Isonorizada.....	98
Anexo N° 9: Mediciones de Ruido.....	99
Anexo N° 10:Elaboracion de Encuestas.....	101
Anexo N° 11: Examen Otoscópico.....	102
Anexo N° 12:Lavado de Oídos.....	103
Anexo N° 13: Elaboración de Audiometrías.....	104
Anexo N° 14: Mapa de Ruido.....	105

## INTRODUCCIÓN

La disminución auditiva producida por la exposición al ruido industrial es un problema que se viene presentando desde la antigüedad los primeros casos de sordera inducida por ruido se reportan en Gran Bretaña; a partir de la primera revolución industrial donde se transformó el proceso productivo reemplazando el trabajo manual por el uso de las máquinas (Hernández, 2007).

A partir del año 1977 la Organización Internacional del Trabajo realiza un convenio internacional en el que se da a conocer que todas las empresas al momento de su diseño deberán tener en cuenta medidas técnicas y medidas de organización del trabajo que permitan eliminar todo riesgo relacionado a ruido, vibraciones y a la contaminación del aire en el lugar de trabajo, ya que la exposición a estos factores de riesgo afectan la salud de ser humano (Organización Internacional del Trabajo, 2016).

Según datos de informes emitidos por la Organización Mundial de la Salud, registran 360 millones de personas con pérdida de la audición discapacitante producida por ruido, además de esto la población joven en edades comprendidas entre los 12 a 35 años presentan riesgo de pérdida auditiva por exponerse a ruido excesivo en áreas de recreación (Organización Mundial de la Salud, 2017).

El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) reporta que entre los 21 temas de investigación más importantes de este siglo está la pérdida de la audición inducida por el ruido en trabajadores expuestos, este es el segundo trastorno ocupacional más reportado, indican que la prevención es la manera más eficaz de evitar la pérdida de audición llevando a cabo programas que deben incluir evaluaciones de ruido, controles de ingeniería, audiometrías en los trabajadores, el uso apropiado de protectores auditivos, educación de los

empleados y evaluación de los programas de salud (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, 2015).

En el Ecuador, en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, dan a conocer disposiciones que deben ser aplicadas en toda actividad laboral y en todo centro de trabajo a nivel nacional; en el artículo 55 sobre el ruido continuo indica que se fija como límite máximo de presión sonora 85 decibeles escala A del sonómetro, con una exposición de 8 horas diarias de trabajo. Los trabajadores que estén bajo estas condiciones deben ser evaluados anualmente mediante un estudio audiométrico más evaluación médica; además, tienen derecho a recibir sus equipos de protección auditiva, charlas de salud y seguridad que les permita aprender cómo deben aplicar los planes de prevención para evitar enfermedades ocupacionales (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

En base a leyes, reglamentos y decretos internacionales y nacionales mencionados anteriormente, se realizó la evaluación del riesgo de hipoacusia en una fábrica textil de la ciudad de Otavalo en el periodo Diciembre 2016 a Mayo 2017, a través de un estudio observacional descriptivo, mismo que ayudó a determinar si la fábrica tiene expuestos a los trabajadores del área de tejeduría a riesgos de ruido que sobrepasan los 85 dB(A) y a brindar medidas de prevención que pueden seguir para evitar el daño auditivo de los obreros, en caso de que se hubieran detectado riesgos.

## **CAPÍTULO I**

### **1. FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **1.1 El Sonido**

El sonido es un fenómeno físico que nos produce una sensación agradable al oído; se genera a partir del movimiento vibratorio de un cuerpo, al vibrar genera ondas mecánicas. Esta onda es una perturbación que no transporta masa pero si transporta energía y se propaga a través de un medio, por lo regular, un medio que se deforma y luego se recupera o sea, un medio elástico; este medio puede ser un gas, un sólido o un líquido; ningún sonido puede transmitirse en el vacío es decir en ausencia de materia (Izquierdo, 2013).

##### **1.1.1 Naturaleza y Propiedades del Sonido**

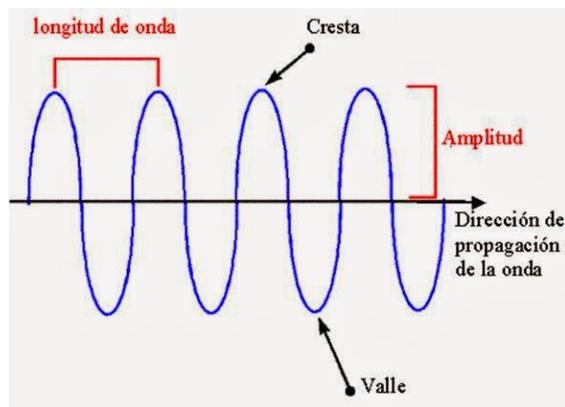
###### **1.1.1.1 Onda Sonora**

Es una onda de tipo longitudinal; se transportan por un medio líquido, sólido o gaseoso; la velocidad de propagación depende de las propiedades elásticas del medio en el que se mueven (Acústica Musical, 2013).

###### **1.1.1.2 Partes de una Onda Sonora**

La onda está formada por la línea de equilibrio que es el punto medio de vibración, el punto O que es el lugar donde inicia la onda, la cresta es el valor máximo de la onda, el valle es el valor más bajo de la onda y el nodo que es el punto que coincide con la línea de equilibrio (Salvador, 2016).

**Figura N° 1.** Partes de una Onda Sonora



**Fuente:** (Díaz, 2014)

### 1.1.2 Principios Generales del Sonido

Según el Manual de Higiene Industrial (1991) los principios de la onda sonora son:

- **Frecuencia:**

Es el número de vibraciones de una onda en un segundo. Se representa con el símbolo de  $F$  y su medida es el hercio Hz. Los sonidos audibles por el ser humano van de 20 a 20000 Hz; los infrasonidos van por debajo de 20Hz y los ultrasonidos están por encima de los 20000 Hz. Según la frecuencia; los sonidos se pueden clasificar en graves que son los de frecuencia baja y en agudos que son los de frecuencias altas.

- **Periodo:**

Se representa con el símbolo "T", su unidad de medida es el segundo "s". Periodo se define al tiempo que transcurre en completar un ciclo.

- **Longitud de la onda:**

Es la distancia recorrida por una onda durante un tiempo, su unidad de medida es el metro. La velocidad del sonido varía con la temperatura del aire

- **Fenómenos acústicos:**

Cuando se realiza la propagación de la onda puede ocurrir el fenómeno de reflexión y difracción, es decir; la onda se refleja al incidir sobre una superficie y en un segundo la traspasa (Hidalgo, Montero, & Gómez, 1991, págs. 897-900).

- **Amplitud de la onda** Es la distancia que hay de la línea media hacia la parte superior y hacia la parte inferior de la onda (Jalejos, s.f.).

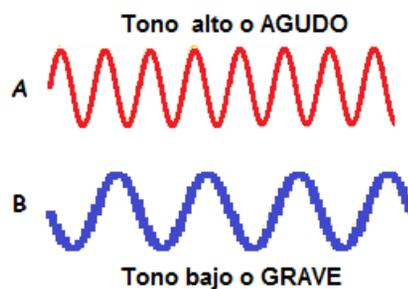
### 1.1.3 Características del Sonido

Según el Manual de Higiene Industrial (1991) menciona respecto a las características del sonido lo siguiente:

- **Tono:**

Es una característica que nos permite diferenciar los sonidos en agudos y graves, el tono depende de la frecuencia de la onda.

**Figura N° 2.** Tipos de tono del sonido

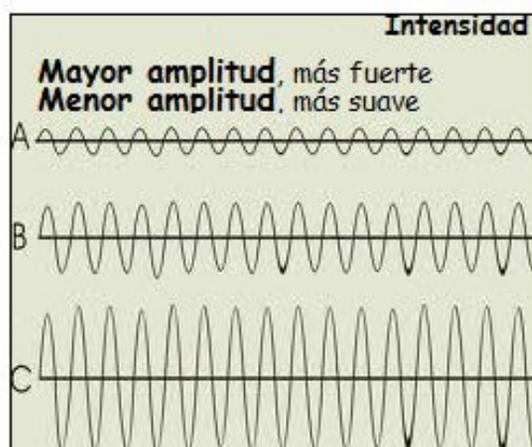


**Fuente:** (Posada, 2015)

- **Intensidad o Volumen:**

La intensidad depende de la amplitud de la onda; nos permite determinar si un sonido es fuerte o débil, a mayor amplitud mayor intensidad del sonido. La intensidad sonora se mide en decibelios dB, la percepción mínima que recibe el oído humano es conocida como intensidad umbral y va desde 0 dB a 120 dB que es el umbral en donde ya empezamos a sentir dolor.

**Figura N° 3:** Tipos de intensidad del sonido

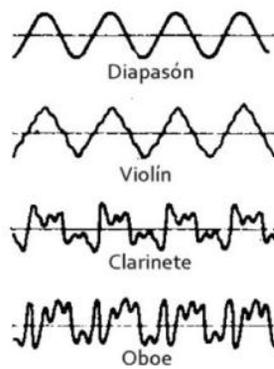


**Fuente:** (Posada, 2015)

- **Timbre:**

Es la cualidad del sonido que nos ayuda a diferenciar entre dos o más sonidos de igual intensidad e idéntico tono pero que son emitidos por voces o instrumentos diferentes.

**Figura N° 4:** Tipos de timbre del sonido



**Fuente:** (Castaño, 2016)

- **Duración:**

Es la prolongación del sonido en el tiempo (Hidalgo, Montero, & Gómez, 1991, pág. 895).

## 1.2 Magnitudes Acústicas

### 1.2.1 Nivel de Presión Sonora

La presión sonora es el resultado entre la diferencia de presión producida por un sonido y la presión atmosférica. Indica la cantidad de energía asociada al ruido; se representa con el símbolo de "Lp" por la amplitud del rango de los valores se utiliza una escala logarítmica en la que su unidad de medida es el decibel (Hidalgo, Montero, & Gómez, 1991, pág. 900).

### **1.2.2 Nivel de Presión Sonora Ponderado A:**

Nos indica la capacidad que tiene el ruido de dañar de forma irreversible la audición; se representa con el símbolo “L<sub>pa</sub>”; su unidad de medida es el decibelio dB(A) (Hidalgo, Montero, & Gómez, 1991, pág. 906).

## **1.3 El Ruido**

El ruido es un agente físico contaminante, es un sonido inarticulado, molesto, confuso que nos puede causar una sensación auditiva desagradable que puede afectar al ser humano produciendo varios trastornos como insomnio, estrés, depresión, ansiedad, pérdida de la capacidad auditiva, interfiere en el proceso comunicativo de las personas siendo un factor de riesgo para producir accidentes laborales (Gamine, Almeida, Robazzi, & al., 2010, pág. 893).

### **1.3.1 Clasificación del Ruido**

#### **1.3.1.1 Ruido Continuo**

Este tipo de ruido por lo general; se encuentra en maquinaria que trabaja del mismo modo sin interrupciones, el nivel de presión sonora es prácticamente constante en todo el tiempo de la medición y su fluctuación es de más o menos 5 dB. Por ejemplo, en las bombas y en ventiladores (Sanguineti, Tipos de ruido, 2006)

**Figura N°5:** Ruido Continuo

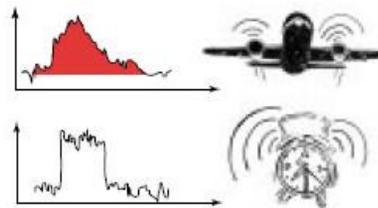


**Fuente:** (Sanguinetti, Tipos de ruido, 2006)

### 1.3.1.2 Ruido Intermitente

Son ruidos producidos cuando una maquinaria opera en ciclos o en intervalos regulares que pueden ser medibles, el nivel del ruido aumenta y disminuye bruscamente, ejemplo, el accionar de un taladro (Sanguinetti, Tipos de ruido, 2006).

**Figura N°6:** Ruido Intermitente

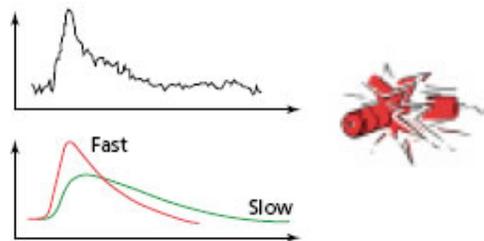


**Fuente:** (Sanguinetti, Tipos de ruido, 2006)

### 1.3.1.3 Ruido de Impacto

Se caracteriza por una elevación brusca del ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos, ejemplo, un disparo de arma de fuego (Sanguineti, Tipos de ruido, 2006).

**Figura N° 7:** Ruido de Impacto



Fuente: (Sanguineti, Tipos de ruido, 2006)

### 1.3.2 Ruido Industrial

Es un sonido estridente que se genera en un ambiente laboral principalmente producido por el uso de maquinaria industrial, los empleados que son obligados a trabajar expuestos a este factor de riesgo, con el paso del tiempo presentan efectos que van desde la irritación hasta la pérdida de la audición (Gamine, Almeida, Robazzi, & al., 2010, pág. 3).

En nuestro país se aplica la Norma Ecuatoriana Decreto Ejecutivo 2393 que establece que el trabajador permanente y ocasional debe desarrollar sus actividades laborales en un ambiente adecuado y propicio para el ejercicio de sus actividades físicas y mentales. Establece que la exposición al ruido continuo en el ambiente de trabajo puede ser el siguiente (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

**Tabla N°1:** Tiempo de Exposición al Ruido según la Jornada Laboral

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:** (Decreto Ejecutivo 2393, 1986)

### 1.3.2.1 Características del Ruido Industrial

Entre las principales características del ruido podemos mencionar las siguientes:

- En el medio ambiente no posee un efecto acumulativo, pero en el hombre la exposición prolongada si produce efectos negativos.
- Es un contaminante localizable ya que no se traslada movido por el viento.
- Una característica especial es que no necesita de mucha energía para poder ser emitido y es el más barato de producir, por este motivo se lo subvalora, pero las consecuencias que deja en la salud del ser humano son irreparables (Newtenberg, s.f.).

### 1.3.2.2 Factores del Ruido Industrial que Influyen en la Pérdida Auditiva

Entre los factores que determinan el riesgo de pérdida auditiva podemos mencionar los siguientes.

- **Nivel de presión sonora**

Está condicionado por el puesto de trabajo, las tareas que se desarrollan y carga laboral.

- **Tipo de Ruido**

Según las características del ruido podemos clasificarlos en continuo, intermitente y de impacto el oído humano tolera mejor la exposición a un tipo de ruido continuo que a un ruido discontinuo.

- **Intensidad**

Cuando es mayor el nivel de presión sonora, mayor es el daño acústico.

- **Tiempo de exposición al ruido**

Corresponde al tiempo que se expone el trabajador a un tipo de ruido, según el horario laboral de 8 horas, y el tiempo en años que lleva el trabajador en un puesto de trabajo.

- **Edad**

Se debe considerar que el nivel de audición va disminuyendo con la edad de la persona independientemente de exponerse o no al ruido; la llamamos presbiacusia.

- **Susceptibilidad Individual**

Es la particularidad que tiene cada individuo de responder ante la exposición al factor de riesgo.

- **Sexo**

Se considera que las mujeres son menos susceptibles al ruido.

- **Antecedentes Patológicos Previos**

Pueden ser todos aquellos trastornos o enfermedades que la persona pueda haber presentado antes de diagnosticar una pérdida auditiva.

### **1.3.2.3 Efectos del Ruido Industrial en la Salud del Ser Humano**

La exposición al ruido sobre la salud depende de la duración y del nivel de ruido al que se somete, puede ocasionar efectos extra-auditivos y auditivos.

#### **a) Efectos Auditivos**

Entre los efectos auditivos tenemos el zumbido de oídos. El desplazamiento temporal de la audición que se produce cuando una persona ha estado expuesta a ruidos de elevada intensidad y; como consecuencia, hay una ligera disminución de la audición que se recupera en un periodo menor a 16 horas (Rendiles, s.f.).

Otro efecto auditivo es el desplazamiento permanente del umbral de la audición que se caracteriza por una pérdida auditiva aguda o crónica (Gamine, Almeida, Robazzi, & al., 2010, pág. 5).

#### **b) Efectos Extra- Auditivos**

Para los autores Gamine, Almeida, Robazzi y otros (2010); los efectos extra-auditivos son:

- **Aparato Circulatorio**

Ocurre una reacción a nivel de las venas y arterias produciendo una vasoconstricción lo que hace que disminuya el flujo sanguíneo y aumenten los latidos cardiacos; como consecuencia a esta vasoconstricción se presenta una hipertensión arterial.

- **Aparato Respiratorio**

La exposición excesiva a ruidos de baja frecuencia puede causar la enfermedad vibroacústica en el estado leve de 1 a 4 años, manifestándose con dolor de pecho, cambios definidos de humor, insuficiencia respiratoria, fibrosis pulmonar y derrame pleural.

- **Gastrointestinal**

La digestión se hace más lenta debido a que hay una disminución de secreción gástrica.

- **Aparato muscular**

Aumenta la tensión muscular.

- **Efectos Psíquicos**

Principalmente produce irritabilidad, cambios en el estado de ánimo, disminución de la atención.

- **Comunicación**

En un ambiente ruidoso se ve afectada la comunicación oral ya que hay un enmascaramiento de la voz, esto puede producir accidentes laborales por mala recepción de la información (Gamine, Almeida, Robazzi, & al., 2010, pág. 6).

- **Efectos sobre el sueño**

Puede reducir la profundidad del sueño y producir dificultad para conciliar el mismo (Vidal, 2008).

### 1.3.3 Hipoacusia inducida por el Ruido

La hipoacusia es una patología del oído interno; ocurre por la exposición de forma repetida al ruido laboral que sobrepase los 85Dba para 8 horas de exposición diaria; 40 horas semanales; el daño es progresivo, indoloro e irreversible. La pérdida auditiva empieza en la zona extra conversacional por lo que no es percibida por el paciente, el acufeno es el síntoma principal por lo general se presenta después de concluir la jornada laboral (Gaynes, s.f.)

### 1.4 El Oído

El oído es el órgano de la audición y de la regulación del equilibrio; está ubicado a ambos lados del cráneo, sobre el espesor del hueso temporal consta de tres porciones anatómicas. El oído externo, el oído medio y el oído interno (Segura, 2017).

#### Figura N° 8: Anatomía del oído



Fuente: (Rodríguez, s.f.)

## **1.4.1 Teoría de la audición**

### **1.4.1.1 Teoría del teléfono**

Esta teoría fue creada en 1886 por Rutherford quien sugiere que el oído actúa como un micrófono que transforma las ondas sonoras en señales eléctricas y las pasa directamente al cerebro sin realizar ninguna otra actividad (Domingo, 2010).

### **1.4.1.2 Teoría del lugar**

Fue desarrollada en el año de 1943 por Békésy, basándose en las ideas de Helmholtz; esta teoría se fundamenta en la resonancia. Indica que la membrana basilar presenta de un extremo al otro; una anchura y rigidez diferente, formando una serie de segmentos, cada segmento tiene una resonancia única por este motivo al producirse una señal sonora externa va a producir una excitación en la parte de la membrana basilar que tiene la misma frecuencia de resonancia, esto produce que las frecuencias altas vibren con mayor amplitud cerca de la ventana oval y lejos de ella para las frecuencias bajas. Por lo tanto, el cerebro solo decide que terminación nerviosa ha sido más estimulada (Domingo, 2010).

### **1.4.1.3 Teoría de la periodicidad**

También llamada teoría de la frecuencia fue propuesta por Ernest Gleen Wever y Charles Bray en el año de 1930. Indica que la cóclea no es sensible en frecuencias por bandas si no que la membrana basilar vibra en su totalidad reproduciendo las vibraciones del sonido en todas las frecuencias por igual. Los cilios transfieren todos los parámetros de la señal al sistema nervioso, esta teoría fue censurada ya que una fibra nerviosa no puede responder directamente más de 1000 veces por segundo, esto indica que no podría transferirse frecuencias

de más de 1000Hz lo que comprueba que no se podría interpretar todo el intervalo de frecuencias audibles (Domingo, 2010).

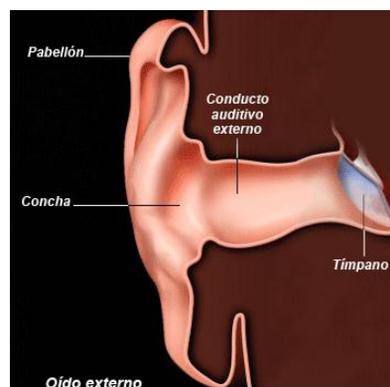
## 1.4.2 Anatomía del Oído

La anatomía del oído se divide en:

### 1.4.2.1 Oído Externo

Es encargado de recoger las ondas sonoras y dirigirlas hacia la membrana timpánica. Está formado por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo. El pabellón auricular es un cartílago recubierto de piel en su porción inferior está situado el lóbulo que no posee cartílago. El conducto auditivo externo es una cavidad que mide aproximadamente 2cm de largo, llega hasta la membrana timpánica, su función principal es de conducción, está cubierto de glándulas de cera que ayudan a lubricar el canal para evitar el ingreso de partículas extrañas al oído (Ayala, s.f.).

### Figura N° 9: Oído Externo



Fuente: (Minary, 2016)

### **1.4.2.2 Oído Medio**

El oído medio está ubicado en la porción petrosa del hueso temporal, va desde la membrana timpánica hasta la ventana oval, su función es transmitir los sonidos del oído externo hacia el oído interno, las partes que lo forman son la caja timpánica, los huesecillos del oído, los músculos de los huesecillos, las celdas mastoideas, la trompa de Eustaquio (Tamayo & Bernal, 1997).

#### **a) Membrana Timpánica**

Es una membrana delgada formada de tejido conectivo, por la parte externa está cubierta por piel y por la parte interna por mucosa, tiene una forma de embudo y está ubicada al inicio del oído medio, su función es de recibir las ondas sonoras del exterior para convertirlas en ondas mecánicas por medio del balanceo de la cadena de huesecillos (Chong M. , 2008).

#### **b) Caja Timpánica**

Tiene una forma como un lente bicóncavo tapizado por mucosa; esta cavidad está llena de aire, se comunica con las fosas nasales mediante la tuba auditiva, esto permite que la presión de aire contenido en la caja timpánica sea la misma que la del ambiente. Fuente (Chong M. , 2008).

#### **c) Huesecillos del oído**

El oído medio cuenta con tres huesos que son martillo, yunque y estribo; se unen en forma articulada con el objetivo de conectar la membrana timpánica con la membrana oval, actúan como un sistema de palanca actuando como un mecanismo para transformar las vibraciones del aire en vibraciones de sonido, el

musculo tensor del estribo, y el musculo tensor del tímpano tienen como función proteger al oído interno de ruidos intensos y súbitos que pueden causar lesión (Chong M. , 2008).

#### d) Trompa de Eustaquio

Es una estructura de cartílago, mide aproximadamente 4cm de largo en forma de tubo que va desde la caja del tímpano hasta la región rinofaringe, esta tapizada por una capa de mucosa, su función es controlar las presiones dentro del oído medio y a ambos lados del tímpano. En el caso de que las presiones no están bien equilibradas, el tímpano no podrá transmitir las ondas sonoras de una forma adecuada por la cadena de huesecillos hasta el nervio acústico (Ayala, s.f.).

**Figura N° 10:** Oído Medio

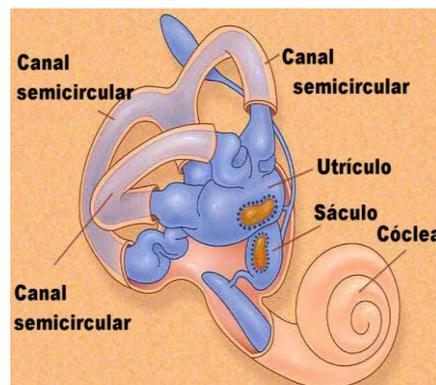


**Fuente:** (Chong, 2008)

### 1.4.2.3 Oído Interno

Es la parte más interna del oído, se encuentra dentro del hueso temporal, está formado por el laberinto óseo (vestíbulo, conductos semicirculares y cóclea) y el laberinto membranoso (El utrículo, el sáculo, 3 conductos semicirculares membranosos, el conducto coclear, órgano de Corti, nervio sensorial del oído) (Pimentel & Quezada, 2008).

**Figura N° 11:** Oído Interno



Fuente: (Delgado, 2012)

### 1.4.3 Fisiología Auditiva

#### 1.4.3.1 Oído Externo

El pabellón auricular u oreja contribuye a la localización y origen del sonido, capta las ondas sonoras en el plano horizontal y las envía a través del conducto auditivo externo hasta la membrana timpánica; de la misma forma los pliegues del pabellón auricular sirven para localizar el sonido en el plano vertical. El conducto auditivo externo conduce la onda sonora hasta la membrana timpánica y transforma las ondas sonoras en ondas planas (Sánchez, s.f.).

### **1.4.3.2 Oído Medio**

Las ondas sonoras se transmiten desde la membrana timpánica hasta el oído interno por medio de la cadena de huesecillos. El sistema de transmisión es mecánico; las moléculas del aire contenidas en el conducto auditivo externo vibran en la membrana timpánica, el mango del martillo se encuentra unido firmemente a esta membrana y actúa como un sistema de palancas transmitiendo la onda hacia el yunque y el estribo, este se inserta en la ventana oval orificio que constituye la vía de entrada del sonido al oído interno (Sánchez, s.f.).

### **1.4.3.3 Oído Interno**

Una vez que las ondas sonoras llegan al oído interno, específicamente a la cóclea, es allí donde se convierte la energía mecánica en impulsos eléctricos que viajan por el nervio vestíbulo-coclear para ser traducido por el sistema nervioso central donde finalmente es interpretado como sonido (Sánchez, s.f.).

### **1.4.4 Método de Diagnóstico para trastornos del oído.**

En el Ecuador el método más utilizado para diagnosticar enfermedades del oído en los pacientes es la Audiometría.

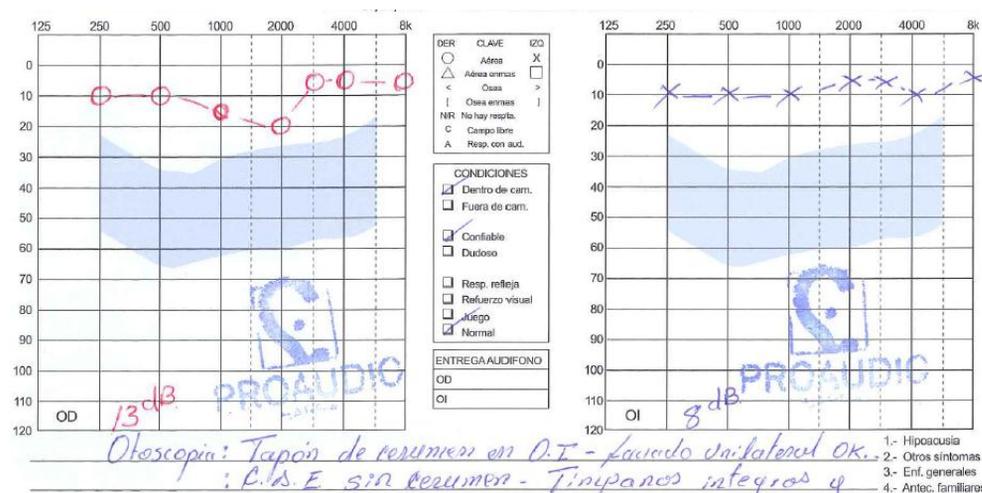
#### **1.4.4.1 Audiometría**

Es uno de los exámenes complementarios que se debe realizar a los trabajadores que se encuentran expuestos al ruido elevado, nos ayuda a evaluar la capacidad auditiva de una persona.

Para obtener el resultado de este examen se empieza estudiando el umbral de audición por vía aérea, enviando frecuencia a los 1000 Hz, y luego a los 2000Hz,

4000Hz, 6000Hz, 8000Hz y a 500 y 250 Hz. Los resultados obtenidos se van dibujando en un plano cartesiano de coordenadas en el que aparece la frecuencia en Hz en las abscisas y las intensidades en dB en las ordenadas (Saludemia, s.f.).

**Figura N° 12.** Resultado de la Audiometría



**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

## 1.5 Norma Nacional de Normalización para Medición de Ruido

### 1.5.1 Norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

**NORMA NTE INEN-ISO 9612** Esta es una Norma Técnica Ecuatoriana, es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 9612:2009 “Acoustics. Determination of occupational noise exposure. Engineering method”. Nos sirve para medir y calcular la exposición al ruido que se exponen los trabajadores en su entorno laboral; el método consta de varias etapas:

### 1.5.1.2 Metodología por Etapas de la Norma INEN

#### a) Etapa de Análisis del trabajo

En esta etapa se debe proporcionar suficiente información sobre el trabajo y los trabajadores sometidos al estudio, con la finalidad de que se pueda escoger la estrategia de medición más adecuada. Es importante Describir las actividades de la empresa, definir los grupos de exposición a estudiarse, determinar la jornada de trabajo en estudio, identificar las tareas que realiza cada trabajador y evaluar otras posibles causas de exposición a ruido.

#### b) Etapa de Selección de la Estrategia de Medición

Esta norma ofrece 3 estrategias de medición:

- Medición basada en la tarea: En este tipo de medición se analiza el trabajo realizado durante la jornada laboral y se lo divide por tareas y, para cada tarea, se hacen mediciones por separado.
- Medición basada en la función: En esta estrategia tomamos muestras aleatorias del nivel de presión sonora durante la realización de tareas particulares.
- Medición de una jornada completa: Se mide el nivel de presión sonora de forma continua lo largo de la jornada laboral.

#### c) Etapa de Mediciones

La magnitud de medición básica debe ser  $L_{P,A,eqT_e}$  que es igual al nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, para esto se seguirá el procedimiento de la estrategia de medición basada en el trabajo despejando la siguiente formula.

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \lg \left( \frac{1}{N} \sum 10^{0.1 \times L_{p,A,eqT,n}} \right) dB$$

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Donde

**$L_{p,A,eqT_e}$**  Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, de la medición n

**n** Es el número de la medición de la labor de trabajo

**N** Es el número total de mediciones de la labor de trabajo

Para la determinar el nivel diario de exposición al ruido ponderado A, se usara la siguiente formula.

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left( \frac{T_e}{T_0} \right) dB$$

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Donde:

**$L_{p,A,eqT_e}$**  Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A

**$T_e$**  Es la duración efectiva de la jornada laboral

**$T_0$**  Es la duración de referencia

#### d) Etapa de Tratamiento de Errores e Incertidumbres

Las principales fuentes de incertidumbre que pueden intervenir en el resultado las mencionamos a continuación:

- Las variaciones en el trabajo diario, las condiciones de funcionamiento, la incertidumbre en el muestreo.
- Los instrumentos y calibraciones.
- La posición del micrófono
- La exposición al viento a la ropa
- Un mal análisis.

#### e) Cálculos de las incertidumbres de medición y presentación de los resultados finales

El procedimiento para calcular la incertidumbre expandida para una medición basada en la tarea es mediante la siguiente ecuación:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[ \sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_0} 10^{0.1xL^*p;A,eq,T,m} \right] dB$$

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Donde

**T<sub>m</sub>** Es la medida aritmética de las duraciones de la tarea m

**T<sub>0</sub>** Es la duración de referencia T<sub>0</sub>=8h

**m** Es el número de tareas

**M** Es el número total de tareas

$$L^*p; A, eq, T, m = Lp; A, eq, T, m + Q2 + Q3$$

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Donde

**$L^*p; A, eq, T, m$**  Es la estimación del nivel verdadero de presión sonora continuo equivalente ponderado A para las tareas m

**$Q2$**  Es la corrección para el instrumento de medición utilizado para la determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A

**$Q3$**  Es la corrección para la posición del micrófono utilizado para la determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A

La incertidumbre típica de  $u1a, m$  del nivel de ruido debida al muestreo para la tarea m viene dada por:

$$u1a, m = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[ \sum_{i=1}^I (Lp; A, eq, T, mi - Lp, A. eqT, m)^2 \right]}$$

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Donde

$$\bar{L}_{p,A,eqT,m}$$

Es la medida aritmética del I niveles de presión sonora continuos

$$= \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_{p,A,eqT,mi}$$

equivalentes ponderados A para la letra m es decir

- i Es el número de muestra de la tarea
- I Es el número total de muestra de la tarea

En cuanto a la información que se deberá presentar en el informe final es la siguiente:

- Información General (Se describe los datos Generales de la Empresa y los trabajadores)
- Análisis de trabajo (Se describe las actividades laborales sometidas a investigación, tamaño de los grupos, tiempos de las tareas, estrategia de medición utilizada)
- Instrumentación (Identificación y clase de instrumento utilizado, configuración y calibración)
- Descripción del procedimiento para evaluar el ruido
- Resultados y conclusiones del Nivel de Presión Sonoro Continuo Equivalente ponderado A

## **1.6 Descripción General de la Empresa Textil**

La empresa textil en estudio, cuenta con 210 trabajadores, se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Otavalo, con varias sucursales en las ciudades de Atuntaqui, Quito y Guayaquil. Cuenta con más de 45 años de trayectoria, su permanencia en el mercado regional y local; se debe a que su objetivo se encuentra enfocado en satisfacer las necesidades del cliente, mediante la entrega de productos de calidad, para lo cual ha demostrado un desarrollo constante en la innovación de la maquinaria, en los procesos productivos y en la capacitación del personal técnico.

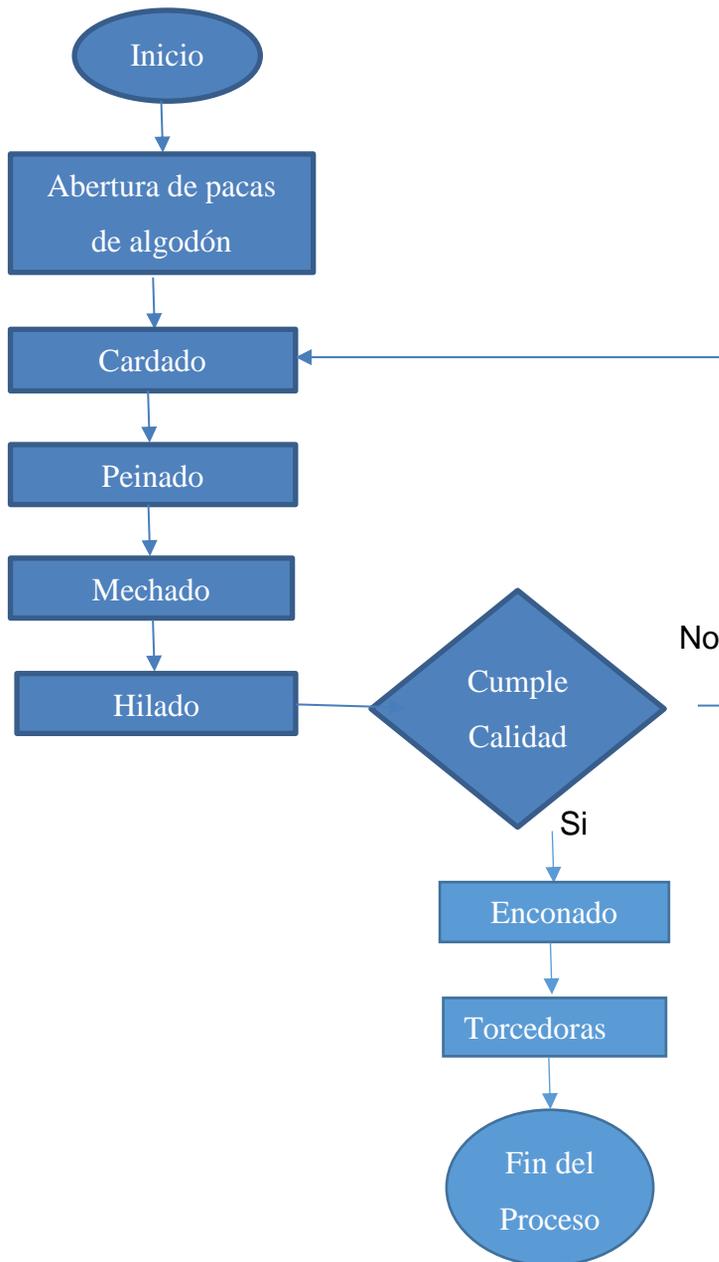
La misión que la empresa se ha planteado es: “Innovar la industria de la moda textil”; de la misma manera la empresa se proyecta al futuro con la visión de fortalecer la producción textil utilizando tecnología de punta con el objetivo de garantizar calidad en el producto terminado. En la actualidad trabaja con el sistema de calidad ISO 9001. Para conocer la disposición de la planta mediante un croquis ver en anexos.

### **1.6.1 Áreas de Trabajo de la Empresa**

#### **1.6.1.1 Área de Proceso Productivo**

Para la fabricación de tela como primer punto se realiza la selección de la materia prima en este caso usamos fibra de algodón, su proceso inicia en el área de hilado con la elaboración del hilo en diferente tipo de espesor para posteriormente pasar a la zona de tejeduría donde se fábrica la tela, una vez obtenida la tela es enviada a la sección de tintorería donde se da el color deseado.

**Figura N° 13: Proceso Productivo**



Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Elizabeth Zúñiga

El proceso productivo empieza en el área de hilado, con la elaboración del hilo, para realizar este trabajo seguimos el siguiente proceso: en la máquina abridora se procede a triturar el algodón y liberarlo de cualquier tipo de impurezas, una vez que se ha limpiado pasa por medio de conductos a la máquina carda, donde se vuelve a limpiar y se obtiene bandas delgadas de algodón; posteriormente en la máquina peinadora se clasifican las bandas de algodón según su tamaño en cortas y largas, finalmente en la máquina mechera y continua se procede a torcer y estirar las mechas de algodón formando el hilo. El hilo en la enconadora se transforma a madejas para poder realizar el mercerizado, secado y termofijado.

#### **1.6.1.2 Área de Laboratorio Textil**

Con el propósito de obtener una excelente calidad que pueda satisfacer la necesidad del cliente esta fábrica cuenta con un completo laboratorio textil con equipos de alta tecnología, en el cual se lleva a cabo una adecuada selección de la materia prima que nos permite garantizar el desarrollo y control del color, torsión de hilado, resistencia de tejidos, resistencia de frote y más factores que son de importancia para el aseguramiento de la calidad del producto final.

#### **1.6.1.3 Área de Tejeduría**

La sección de tejeduría cuenta con maquinaria para tejido plano y tejido de punto, se obtiene una gran variedad de tipos de tejidos como por ejemplo Toalla, Jersey, Pique, Polares; para lo cual se usa como materia prima el algodón, la microfibra, etc. Actualmente se tiene una capacidad de producción de tela de aproximadamente 300 000 kilos por mes en las variedades anteriormente mencionadas.

El área de tejeduría está conformada de las siguientes secciones.

#### **1.6.1.4 Sección de Tejido Plano A, B, C**

En esta área se fabrica telas como Pique, Interlock, Jersey que son las más usadas para la fabricación de prendas de vestir aquí encontramos maquinas Urdidoras que cuentan con un hilado de urdimbre que es el que va longitudinalmente en la formación de la tela y el hilado de trama que es el que va transversalmente formando el ancho de la tela, ambos hilos se cruzan en ángulo de 90 grados formando el tejido. El engomado de los hilos de urdimbre pasa por una solución de fécula, agua y otras sustancias adherentes que sirven para dar mayor resistencia y compactación a la tela.

#### **1.6.1.5 Sección de Tejido Circular**

Este tipo de tejido se usa para obtener tela de punto el tipo de máquina que realiza este proceso se llama Mayer depende del número de la máquina para hacer el tipo de tela.

#### **1.6.1.6 Sección de Tejido Circular y Rectilíneo**

En esta área encontramos máquinas tipo Stoll son usadas para la fabricación de tejido para cuello, puños y fajas.

#### **1.6.1.7 Área de Tintura**

En tintorería se cuenta con maquinaria para tintura de hilado y tintura de tela con capacidades que van desde los 40 a los 700 Kg por color.

#### **1.6.1.8 Área de Acabados Textiles**

En esta sección se realiza procesos de percha, tundido y esmerilado para satisfacer la demanda del cliente.

Los datos que se presentan a continuación son extraídos de la base de datos del área de Recursos Humanos de la fábrica textil.

**Tabla N°2.** Áreas de trabajo y número total de trabajadores de la fábrica textil

Área de Trabajo	Número de trabajadores por puesto de trabajo
Diseño y Desarrollo	5
Laboratorio Textil	4
Tejeduría Circular, Plano, Rectilíneo	20
Tintorería	16
Hilados	5
Acabados Textiles	25
Administrativos	29
Seguridad y Salud	1
Ventas	28
Mantenimiento	16
Bodega Hilos	3
Bodega de Químicos	4
Bodega de Tela Cruda	3
Bodega de Tela Terminada	26
Bodega de Repuestos	1
Bobinado	1
Aseo y Limpieza	1
Choferes y Conserjes	6
Comercial	15
<b>Total de trabajadores</b>	<b>210</b>

**Fuente:** Departamento de Recursos Humanos

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

#### **1.6.1.9 Área de Diseño y Desarrollo**

En esta área de trabajo se realiza una constante actualización sobre diseño textil y moda tomando en cuenta todos los factores claves para el desempeño del producto, con el objetivo de poder cubrir la necesidad y aplicación final a cada tipo de tela que se elabora.

## CAPÍTULO II

### 2.1 Transición entre Teoría y Método

#### 2.1.1 Problemática

El ruido es uno de los factores de riesgo que se encuentra principalmente en las fábricas textiles, el cual puede modificar de forma temporal o permanente la audición del trabajador, generando varios trastornos como sensación de acúfenos, estrés laboral, pérdida de sueño, dolores de cabeza, hipertensión arterial, cambios en la frecuencia cardiaca, interferencia en la comunicación hablada, trastornos digestivos, distracción y disminución de la productividad.

La hipoacusia o sordera profesional que es la pérdida irreversible de la audición de ambos oídos puede manifestarse al estar los trabajadores expuestos a ruidos mayores a 85 dB(A) en largas jornadas laborales.

Los trabajadores principalmente de las industrias textiles están expuestos al ruido generado por la maquinaria con la que laboran, al ser éste un agente físico que no tiene efectos visibles en la salud del ser humano su exposición puede provocar un exceso de confianza en el trabajador, dándonos como resultado una pérdida auditiva gradual, dependiendo del tiempo y de los niveles de ruido al que se exponga.

En la fábrica textil de la ciudad de Otavalo, específicamente en el área de tejeduría se ha registrado niveles de ruido que sobrepasan los 85dB(A), lo que podría estar afectando la audición de los trabajadores que se encuentran laborando en esta área. (Zúñiga, 2017)

## 2.2 Justificación

El presente trabajo de investigación busca evaluar el riesgo de hipoacusia en los trabajadores de la fábrica textil en el área de tejeduría de la ciudad de Otavalo, considerándose una temática útil y actual de ser estudiada, ya que existen antecedentes registrados por la Organización Mundial de la Salud, los cuales establecen que alrededor de 360 millones de personas en el mundo presentan pérdida de la audición discapacitante; esta cifra es alarmante por lo que las empresas industriales deben tomar medidas preventivas para precautelar la salud integral de los trabajadores.

El estudio fue factible de ser desarrollado, gracias al consentimiento informado otorgado por la fábrica textil, colaboración de los Jefes Departamentales y trabajadores de las diferentes áreas en la entrega de información requerida, indispensable para la elaboración del proyecto.

Los resultados de esta investigación beneficiarán directamente a los trabajadores que se exponen diariamente a este factor de riesgo, ya que se podrá tomar las medidas preventivas necesarias para evitar daños auditivos y mejorar la calidad de vida; otro beneficiario directo es la empresa, ya que al contar con obreros saludables aumenta la producción y disminuye el ausentismo laboral; además se evitará pérdidas económicas al cumplir la legislación aplicable en el Ecuador. Como beneficiarios indirectos tenemos a las familias de los trabajadores, pues se evitarán de tener una persona con discapacidad en sus hogares.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Evaluar la exposición al ruido para determinar el riesgo de hipoacusia en los trabajadores del área de tejeduría de una fábrica textil.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el nivel de ruido en el área de tejeduría.
- Evaluar el nivel de protección auditiva con los equipos de protección proporcionados por la empresa.
- Establecer si existe un nivel de pérdida de sensibilidad auditiva en la escala de 20 a 20000 HZ en los trabajadores del área de tejeduría.
- Recomendar las medidas de prevención y control con la finalidad de disminuir el riesgo de exposición al ruido.

## **2.4 Hipótesis**

La exposición al ruido sobre los 85dB(A) puede generar hipoacusia en los trabajadores del área de tejeduría de una fábrica textil.

## **CAPÍTULO III**

### **3.1 Metodología**

La siguiente investigación es un estudio Observacional Descriptivo, nos permitirá recopilar datos primarios y secundarios precisos y relevantes que son útiles para determinar riesgos de hipoacusia en los trabajadores del área de tejeduría de la fábrica textil de la ciudad de Otavalo.

La técnica que se aplicará en este tipo de investigación será la entrevista que utilizara como instrumento una encuesta en la que se recogerá datos personales y laborales del trabajador, además mediante la observación se especificara la tarea y el tiempo que permanecen realizando sus actividades que será registrado en una ficha. Se realizará las mediciones de ruido en cada puesto de trabajo siguiendo el procedimiento que indica la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9612 para determinar el nivel de ruido al que se exponen los trabajadores. Se realizarán estudios audiométricos donde observaremos la respuesta del individuo ante un estímulo, este examen nos ayudara a verificar un diagnóstico de hipoacusia.

#### **3.1.1 Universo y Muestra**

El universo poblacional está representado por 210 trabajadores que laboran en la fábrica textil de la ciudad de Otavalo, de los cuales se investigó únicamente a una muestra 10 obreros que corresponde al área de tejeduría, ya que éstos cumplían los criterios de inclusión.

### **3.1.2 Criterios de Inclusión**

- Personal que labora jornadas de 8 horas diarias en el puesto de trabajo de tejeduría.
- Personal que lleva más de 5 años laborando en el puesto de trabajo que se está evaluando.
- Personal en edades comprendidas entre 18 y 50 años.

### **3.1.3 Criterios de Exclusión**

- Personal que tenga diagnosticado algún tipo de patología auditiva previa auditiva.

### 3.1.4 Variables

Las variables que fueron usadas en este estudio se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla N° 3. Variables**

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala
Sexo	Característica sexual que determina ser hombre o mujer	Biológica	Características sexuales visualizadas	Hombre Mujer
Edad	Tiempo que ha pasado desde el nacimiento hasta la actualidad	Temporal	Años cumplidos	De 20 – 39 años De 40-65 años De más de 65 años
Antigüedad en el puesto de trabajo	Tiempo que ha pasado desde que ingreso al cargo hasta la fecha actual	Temporal	Años cumplidos	Menos de 5 años De 5 a 10 años De 10 a más años
Nivel de Estudios	Nivel de estudios que ha realizado la persona	Social	Nivel de estudio	Primaria Secundaria Superior
Uso de audífonos musicales en la jornada laboral	Tiempo que la persona usa audífonos durante su jornada de trabajo	Temporal	Horas trabajadas con audífonos	1 Horas 3 Horas 4 y 8 Horas

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Uso de audífonos musicales en el tiempo extra laboral.	Tiempo que la persona usa audífonos fuera de su jornada laboral	Temporal	Acción extra laboral	1 Hora 2 Horas 4 Horas 8 Horas
Antecedentes de Enfermedades en los oídos	Enfermedad que se ha presentado en los oídos hasta la fecha actual	Biológica	Diagnóstico Médico	Si No
Antecedentes de traumatismo en los oídos.	Lesión que se ha presentado en los oídos hasta la fecha actual	Biológica	Diagnóstico Médico	Si No
Zumbido de oídos.	Sonido leve percibido por el trabajador después de exponerse al ruido	Biológico	Interrogatorio realizado al trabajador	Si No
Disminución de la audición.	Dificultad para escuchar sonidos a las frecuencias del habla	Biológica	Interrogatorio realizado al trabajador	Si No
Capacitación sobre equipos de protección auditiva	Tiempo en que la persona es instruida sobre un determinado tema	Temporal	Registros de capacitaciones	Si No

### **3.1.5 Instrumentos**

Los instrumentos que se han utilizado para realizar este trabajo se detallan continuación:

#### **3.1.5.1 Instrumentos para la Evaluación del Ruido**

Para realizar las mediciones de ruido en todas las áreas de la empresa se utilizó un sonómetro Optimus tipo CR: 162C el mismo que cuenta con su certificación internacional. Este sonómetro posee un rango de mediciones desde los 20 dB(A) a 140 dB(A) y simultáneamente hasta 143 dB(C). Está formado por un preamplificador, un micrófono, la capsula de micrófono, sensor de luz ambiente, la pantalla, los botones Soft, los botones de control y botones de encendido y apagado (Acustical, S.F). Además, se realizó un registro en el cual se fueron archivando todas las medidas realizadas para posteriormente realizar los cálculos.

#### **3.1.5.2 Instrumentos para Tabular las Encuestas**

Para la recopilación de la información necesaria para este estudio se elaboró un cuestionario con 15 preguntas. El que fue aplicado a los trabajadores el día que acudieron a realizarse las audiometrías para esto se utilizó una computadora portátil, una impresora y una cámara fotográfica.

#### **3.1.5.3 Instrumentos para Realizar los Cálculos de los Equipos de Protección Auditiva**

Para realizar esta actividad se realizó un registro y posteriormente se visitó cada puesto de trabajo para mediante la observación verificar que tipo de protección

auditiva usan los trabajadores en cada área de trabajo. Para realizar los cálculos nos ayudamos de una calculadora y una computadora.

#### **3.1.5.4 Instrumentos para Realizar el Examen Otoscópico**

Este examen fue realizado en el consultorio médico para lo cual se utilizó un Otoscopio Macro View, el que mediante su lupa nos permite visualizar el canal auditivo y la membrana timpánica para diagnosticar enfermedades como otitis, obstrucciones por cuerpos extraños, taponamientos por cerumen, etc.

#### **3.1.5.5 Instrumentos Usados para Realizar el Examen Audiométrico**

Este estudio se realizó en una cabina Insonorizada SIBELMEND que tiene un recubrimiento con paneles acústicos, cumple con las normas CEI 601.1, ANSI S3.1, ISO 8253.

#### **3.1.6 Procedimiento**

Para realizar el presente estudio se realizaron las siguientes actividades:

##### **3.1.6.1 Procedimiento para realizar las Mediciones de Ruido**

- f) Identificación del ruido en función del tiempo ya sea ruido continuo o intermitente y lo medimos en bandas de octava. En el caso del ruido de impacto o impulso se lo midió en tercio de bandas.
- g) Medimos en ruido en función de la frecuencia tomando en consideración las frecuencias de las bandas de octava.
- h) Medimos la intensidad del ruido en decibeles en cada una de las frecuencias, dependiendo del tipo de sonómetro nos da los valores en dB o en dB(A). Nuestro sonómetro nos da en dB(A).

- i) Se procede a identificar los puestos de trabajo y establecer las actividades que se realizan en ese puesto de trabajo, para identificar las áreas de exposición al ruido y el tiempo de permanencia.
- j) Con estos datos acudimos a cada una de las áreas hacer la medición del nivel de ruido.
- k) Con los datos obtenidos sobre el ruido, calculamos el Nivel Sonoro Continuo Equivalente para 8 horas de exposición y comparamos con el límite de exposición permitido en la legislación ecuatoriana.
- l) Si sobrepasa el límite permitido escogemos un protector auditivo y calculamos el nivel de atenuación del ruido.
- m) Finalmente se establece la frecuencia del examen audiométrico a realizarse y las medidas preventivas.

**Figura N° 14.** Banda de Octavas

**Frecuencias Centrales para la Banda de Octava**

16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
----	------	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	-------

**Fuente:** (Marin, s.f.)

### 3.1.6.2 Procedimiento para Usar el Sonómetro

- El preamplificador extraíble debe ser conectado en el anillo de seguridad que se encuentra ubicado en la base del sonómetro, se asegura solamente girando el anillo para evitar producir daños ya que es delicado.
- Colocar 4 pilas alcalinas AA en la parte posterior del sonómetro.
- Colocar la capsula del micrófono en la parte superior del preamplificador extraíble y ajustar.
- Para calibrar el equipo se introduce el micrófono en el orificio del calibrador sin realizar ningún otro tipo de movimiento.

- Encender el sonómetro del botón ON/OFF que se ubica en la parte derecha del sonómetro.
- Apretar el botón Calibrar, la nivelación de calibración debe ser de 0.075 dB en 5 segundos.
- La persona que realiza la medición de ruido, debe sostener el sonómetro con su mano lo más lejos posible de su cuerpo para evitar cualquier tipo de interferencia.
- La medición se inicia pulsando el botón Start, en los dos primeros segundos ya podemos obtener el resultado.

#### **3.1.6.3 Procedimiento para Realizar las Encuestas**

- Por parte de la autora del trabajo se elaboró las preguntas de acuerdo a las necesidades de la investigación.
- Se realizó la explicación de las preguntas de la encuesta y la firma del consentimiento informado a los trabajadores en estudio.
- Se tabuló y analizó el resultado de las encuestas.

### 3.1.6.4 Procedimiento para Realizar el Cálculo del Nivel Sonoro Equivalente

Los puestos de trabajo del área de tejeduría en los que se realizó el estudio fueron las siguientes:

**Tabla N°4.** Puestos de Trabajo en Estudio – Área de Tejeduría

N° de Puesto de Trabajo	Nominación del Puesto de Trabajo-Área de Tejeduría
1	Tejido Circular
2	Tejido Plano
3	Tejido Circular y Rectilíneo
4	Tejido Plano C
5	Mantenimiento

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

#### a) Puesto de Trabajo Tejido Circular

**Tabla N° 5.** Tareas y Tiempos que Realizan los Trabajadores en el Puesto de Tejido Circular

N°	Puesto de Trabajo	Tareas que realiza	Tiempo de Expos. (Min)
1	Tejido Circular	Cargar el hilo en la máquina. Controlar la máquina para que el tejido de la tela salga bien. Pasar el rollo de tela a la revisadora para controlar la calidad del tejido.	420 minutos
2	Comedor	Descanso y almuerzo.	60 minutos

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

**Tabla N° 6. Cálculo del Nivel de Presión Sonora en Operadores del Puesto de Tejido Circular**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS									
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	80	70	71	70	71	65	64	64	62
2	56	54	54	59	59	41	41	40	40
<b>A</b>	<b>-39,4</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,1</b>

**Fuente:** (Puente, 2001)

**Adaptado por:** Elizabeth Zúñiga

$$Lp1 = 10 \log (10^{8,0} + 10^{7,0} + 10^{7,1} + 10^{7,0} + 10^{7,1} + 10^{6,5} + 10^{6,4} + 10^{6,4} + 10^{6,2})$$

Resultado= **81**

$$Lp2 = 10 \log (10^{5,6} + 10^{5,4} + 10^{5,4} + 10^{5,9} + 10^{5,9} + 10^{4,1} + 10^{4,1} + 10^{4,0} + 10^{4,0})$$

Resultado= **64**

**Tabla N° 7. Cálculos de NPS en la Escala (A) Operadores de Tejido Circular**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS											
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	LIN
1	41	44	55	61	68	65	65	65	61	<b>73</b>	<b>81</b>
2	17	28	38	50	56	41	42	41	39	<b>57</b>	<b>64</b>
<b>A</b>	<b>-39,4</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,1</b>		

**Fuente:** (Puente, 2001)

**Adaptado por:** Elizabeth Zúñiga

$$Lp1(A) = 10 \log (10^{4,1} + 10^{4,4} + 10^{5,5} + 10^{6,1} + 10^{6,8} + 10^{6,5} + 10^{6,5} + 10^{6,5} + 10^{6,1}) = \mathbf{73}$$

$$Lp2(A) = 10 \log (10^{1,7} + 10^{2,8} + 10^{3,8} + 10^{5,0} + 10^{5,6} + 10^{4,1} + 10^{4,2} + 10^{4,1} + 10^{3,9}) = 57$$

### **Cálculo del Nivel Sonoro Continuo Equivalente**

$$\text{Nivel Sonoro Equivalente } Leq = 10 \log (1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Leq = 10 \log (1/480 (10^{7,3} \times 420 + 10^{5,7} \times 60))$$

$$\text{Nivel Continuo Sonoro Equivalente} = 72 \text{dB(A)}$$

### **b) Puesto de Trabajo de Tejido Plano A**

**Tabla N° 8. Tareas y Tiempos que Realizan en el Puesto de Trabajo de Tejido Plano A**

N°	Área de Trabajo	Tareas que realiza	Tiempo de Expos. (Min)
1	Tejido Plano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programar a la máquina, según la medida de la tela.</li> <li>• Cargar 8 hilos en la máquina.</li> <li>• Controlar la calidad del tejido.</li> <li>• Peser el tejido y pasar a tintorería.</li> </ul>	360 minutos
2	Tintorería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasladar la tela a tintorería</li> </ul>	60 minutos
3	Comedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descanso y almuerzo.</li> </ul>	60 minutos

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

**Tabla N° 9. Cálculo del Nivel de Presión Sonora del Puesto de Trabajo de Tejido Plano A**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS									
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	78	78	81	82	84	83	83	81	79
2	78	70	70	71	72	71	65	63	62
3	56	54	54	59	59	41	41	40	40
<b>A</b>	<b>-39,4</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,1</b>

**Fuente:** (Puente, 2001)

**Adaptado por:** Elizabeth Zúñiga

$$Lp1 = 10 \log (10^{7,8} + 10^{7,8} + 10^{8,1} + 10^{8,2} + 10^{8,4} + 10^{8,3} + 10^{8,3} + 10^{8,1} + 10^{7,9}) = 91$$

$$Lp2 = 10 \log (10^{7,8} + 10^{7,0} + 10^{7,0} + 10^{7,1} + 10^{7,2} + 10^{7,1} + 10^{6,5} + 10^{6,3} + 10^{6,2}) = 81$$

$$Lp3 = 10 \log (10^{6,1} + 10^{6,2} + 10^{6,4} + 10^{6,3} + 10^{6,2} + 10^{5,8} + 10^{5,7} + 10^{5,5} + 10^{4,5}) = 64$$

**Tabla N° 10. Cálculo del NPS en Escala (A) de Operadores de Tejido Plano A**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS											
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	LIN
1	39	52	65	73	81	83	84	82	78	<b>89</b>	<b>91</b>
2	39	44	54	62	69	71	66	64	61	<b>74</b>	<b>81</b>
3	17	28	38	50	56	41	42	41	39	<b>57</b>	<b>64</b>
<b>A</b>	<b>-39,4</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,1</b>		

**Fuente:** (Puente, 2001)

**Adaptado por:** Elizabeth Zúñiga

$$Lp1(A) = 10 \log (10^{3,9} + 10^{5,2} + 10^{6,5} + 10^{7,3} + 10^{8,1} + 10^{8,3} + 10^{8,4} + 10^{8,2} + 10^{7,8}) = 89$$

$$Lp2(A) = 10 \log (10^{3,9} + 10^{4,4} + 10^{5,4} + 10^{6,2} + 10^{6,9} + 10^{7,1} + 10^{6,6} + 10^{6,4} + 10^{6,1}) = 74$$

$$Lp3(A) = 10 \log (10^{1,7} + 10^{2,8} + 10^{3,8} + 10^{5,0} + 10^{5,6} + 10^{4,1} + 10^{4,2} + 10^{4,1} + 10^{3,9}) = 57$$

### Cálculo del Nivel Sonoro Equivalente

$$\text{Nivel Sonoro Equivalente } Leq = 10 \log (1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Leq = 10 \log (1/480 (10^{8,9} \times 360 + 10^{7,4} \times 60 + 10^{5,7} \times 60))$$

$$\text{Nivel Continuo Sonoro Equivalente} = 88\text{db(A)}$$

### b) Puesto de Trabajo de Tejido Circular y Rectilíneo

**Tabla N° 11. Tareas y Tiempos que se Realizan en el Puesto de Trabajo Tejido Circular y Rectilíneo**

N°	Área de Trabajo	Tareas que realiza	Tiempo de Expos. (Min)
1	Tejido Circular y Rectilíneo	Cargar el hilo en la máquina según la medida de la tela.  Controlar la máquina para que el tejido de la tela salga bien.  Pasar el rollo de tela a la revisadora para controlar la calidad del tejido.  Pesar el tejido y pasar a tintorería	180 minutos
2	Tejido Plano B	Montaje de Urdidos y revisión de calidad Telares Ruti	240 minutos
4	Comedor	Descanso y almuerzo.	60 minutos

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

**Tabla N° 12. Cálculo del NPS en Operadores de Tejido Circular y Rectilíneo**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS									
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	73	68	73	68	67	66	65	65	64
2	79	75	79	80	81	81	81	80	75
3	56	54	54	59	59	41	41	40	40
<b>A</b>	<b>-39,4</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,1</b>

**Fuente:** (Puente, 2001)

**Adaptado por:** Elizabeth Zúñiga

$$Lp1 = 10 \log (10^{7,3} + 10^{6,8} + 10^{7,3} + 10^{6,8} + 10^{6,7} + 10^{6,6} + 10^{6,5} + 10^{6,5} + 10^{6,4}) = 78$$

$$Lp2 = 10 \log (10^{7,9} + 10^{7,5} + 10^{7,9} + 10^{8,0} + 10^{8,1} + 10^{8,1} + 10^{8,1} + 10^{8,0} + 10^{7,5}) = 89$$

$$Lp3 = 10 \log (10^{5,6} + 10^{5,4} + 10^{5,4} + 10^{5,9} + 10^{5,9} + 10^{4,1} + 10^{4,1} + 10^{4,0} + 10^{4,0}) = 64$$

**Tabla N° 13. Cálculo de NPS en Escala (A) en el Puesto de Trabajo de Tejido Circular y Rectilíneo.**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS											
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	LIN
1	34	42	57	59	64	66	66	66	63	<b>72</b>	<b>78</b>
2	40	49	63	71	78	81	82	81	74	<b>87</b>	<b>89</b>
4	17	28	38	50	56	41	42	41	39	<b>57</b>	<b>64</b>
<b>A</b>	<b>-39,4</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,1</b>		

**Fuente:** (Puente, 2001)

**Adaptado por:** Elizabeth Zúñiga

$$Lp1(A) = 10 \log (10^{3,4} + 10^{4,2} + 10^{5,7} + 10^{5,9} + 10^{6,4} + 10^{6,6} + 10^{6,6} + 10^{6,6} + 10^{6,3}) = 72$$

$$Lp2(A) = 10 \log (10^{4,0} + 10^{4,9} + 10^{6,3} + 10^{7,1} + 10^{7,8} + 10^{8,1} + 10^{8,2} + 10^{8,1} + 10^{7,4}) = 87$$

$$Lp3(A) = 10 \log (10^{1,7} + 10^{2,8} + 10^{3,8} + 10^{5,0} + 10^{5,6} + 10^{4,1} + 10^{4,2} + 10^{4,1} + 10^{3,9}) = 57$$

### Cálculo del Nivel Sonoro Equivalente

$$\text{Nivel Sonoro Equivalente } Leq = 10 \log (1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Leq = 10 \log (1/480 (10^{7,2} \times 180 + 10^{8,7} \times 240 + 10^{5,7} \times 60))$$

$$\text{Nivel Continuo Sonoro Equivalente} = 84 \text{ dB(A)}$$

### d) Puesto de Tejido Plano C

**Tabla N° 14. Tareas y Tiempos que Realizan los Trabajadores en el Puesto de Trabajo de Tejido Plano C**

N°	Área de Trabajo	Tareas que realiza	Tiempo de Expos. (Min)
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programar a la máquina, según la medida de la tela.</li> <li>• Cargar 8 hilos en la máquina.</li> <li>• Controlar la calidad del tejido.</li> </ul>	420 minutos
2	Comedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descanso y almuerzo.</li> </ul>	60 minutos

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

**Tabla N°15. Cálculo del NPS en el Puesto de Trabajo de Tejido Plano C**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS									
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	84	62	79	80	81	76	78	70	60
2	56	54	54	59	59	41	41	40	40
<b>A</b>	<b>-39,4</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,1</b>

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

$$Lp1 = 10 \log (10^{8,4} + 10^{6,2} + 10^{7,9} + 10^{8,0} + 10^{8,1} + 10^{7,6} + 10^{7,8} + 10^{7,0} + 10^{6,0})$$

Resultado= **88dB**

$$Lp2 = 10 \log (10^{5,6} + 10^{5,4} + 10^{5,4} + 10^{5,9} + 10^{5,9} + 10^{4,1} + 10^{4,1} + 10^{4,0} + 10^{4,0})$$

Resultado= **64 dB**

**Tabla N° 16. Cálculo de NPS en Escala (A) en el Puesto de Trabajo de Tejido Plano C**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS											
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	LIN
1	45	36	63	71	78	76	79	71	59	<b>84</b>	<b>88</b>
2	17	28	38	50	56	41	42	41	39	<b>57</b>	<b>64</b>
<b>A</b>	<b>-39,4</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,1</b>		

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

$$Lp1(A) = 10 \log (10^{4,5} + 10^{3,6} + 10^{6,3} + 10^{7,1} + 10^{7,8} + 10^{7,6} + 10^{7,9} + 10^{7,1} + 10^{5,9}) = \mathbf{84}$$

$$Lp2(A) = 10 \log (10^{1,7} + 10^{2,8} + 10^{3,8} + 10^{5,0} + 10^{5,6} + 10^{4,1} + 10^{4,2} + 10^{4,1} + 10^{3,9}) = \mathbf{57}$$

### Cálculo del Nivel Sonoro Equivalente

Nivel Sonoro Equivalente  $Leq = 10 \log (1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$

$Leq = 10 \log (1/480 (10^{8,4} \times 420 + 10^{5,7} \times 60))$

Nivel Continuo Sonoro Equivalente = **84 dB(A)**

### e) Puesto de Tejido Plano B

**Tabla N° 17. Tareas y Tiempos que Realizan los Trabajadores en el Puesto de Tejido Plano B**

N°	Área de Trabajo	Tareas que realiza	Tiempo de Expos. (Min)
1	Tejido Plano C	Programar a la máquina, según la medida de la tela.  Cargar 8 hilos en la máquina.  Controlar la calidad del tejido.	420 minutos
2	Comedor	Descanso y almuerzo.	60 minutos

Fuente: Fábrica Textil

Elaborado por: Elizabeth Zúñiga

**Tabla N° 18. Cálculo del NPS en Puestos de Trabajo de Tejido Plano B**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS									
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	58	42	41	43	42	41	40	30	28
2	56	54	54	59	59	41	41	40	40
A	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1,0	-1,1

Fuente: (Puente, 2001)

Adaptado por: Elizabeth Zúñiga

$$Lp1 = 10 \log (10^{5,8} + 10^{4,2} + 10^{4,1} + 10^{4,3} + 10^{4,2} + 10^{4,1} + 10^{4,0} + 10^{3,0} + 10^{2,8})$$

Resultado= **58 dB**

$$Lp2 = 10 \log (10^{5,6} + 10^{5,4} + 10^{5,4} + 10^{5,9} + 10^{5,9} + 10^{4,1} + 10^{4,1} + 10^{4,0} + 10^{4,0})$$

Resultado= **64 dB**

**Tabla N° 19. Cálculo de NPS en Escala (A) en el Puesto de Trabajo de Tejido Plano B**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS											
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	LIN
1	17	16	25	35	39	41	41	31	27	46	58
2	17	28	38	50	56	41	42	41	39	57	64
A	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1,0	-1,1		

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

$$Lp1(A) = 10 \log (10^{1,7} + 10^{1,6} + 10^{2,5} + 10^{3,5} + 10^{3,9} + 10^{4,1} + 10^{4,1} + 10^{3,1} + 10^{2,7}) = 46$$

$$Lp2(A) = 10 \log (10^{1,7} + 10^{2,8} + 10^{3,8} + 10^{5,0} + 10^{5,6} + 10^{4,1} + 10^{4,2} + 10^{4,1} + 10^{3,9}) = 57$$

### Cálculo del nivel sonoro equivalente

$$\text{Nivel Sonoro Equivalente } Leq = 10 \log (1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Leq = 10 \log (1/480 (10^{4,6} \times 420 + 10^{5,7} \times 60))$$

Nivel Continuo Sonoro Equivalente = **66 dB(A)**

e) **Operadores de Mantenimiento**

**Tabla N° 20. Tareas y Tiempos de Trabajo que se Realiza en el Puesto de Mantenimiento**

N°	Área de Trabajo	Tareas que realiza	Tiempo de Expos. (Min)
1	Área de tejido Circular	• Mantenimiento de maquinaria	75 minutos
2	Área de tejido Plano A	• Mantenimiento de maquinaria	180 minutos
3	Área de Circular y Rectilíneo	• Mantenimiento de maquinaria	105
5	Comedor	• Hora de Almuerzo	60

Fuente: Fábrica Textil .

Elaborado por: Elizabeth Zúñiga

**Tabla N° 21. Cálculo del NPS en el Puesto de Trabajo de Mantenimiento**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS									
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	80	70	71	70	71	65	64	64	62
2	78	78	81	82	84	83	83	81	79
3	73	68	73	68	67	66	65	65	64
4	56	54	54	59	59	41	41	40	40
A	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1,0	-1,1

Fuente: (Puente, 2001)

Adaptado por: Elizabeth Zúñiga

$$Lp1 = 10 \log (10^{8,0} + 10^{7,0} + 10^{7,1} + 10^{7,0} + 10^{7,1} + 10^{6,5} + 10^{6,4} + 10^{6,4} + 10^{6,2})$$

Resultado= **81**

$$Lp1 = 10 \log (10^{7,8} + 10^{7,8} + 10^{8,1} + 10^{8,2} + 10^{8,4} + 10^{8,3} + 10^{8,3} + 10^{8,1} + 10^{7,9})$$

Resultado= **91**

$$Lp1 = 10 \log (10^{7,3} + 10^{6,8} + 10^{7,3} + 10^{6,8} + 10^{6,7} + 10^{6,6} + 10^{6,5} + 10^{6,5} + 10^{6,4})$$

Resultado= **78**

$$Lp3 = 10 \log (10^{5,6} + 10^{5,4} + 10^{5,4} + 10^{5,9} + 10^{5,9} + 10^{4,1} + 10^{4,1} + 10^{4,0} + 10^{4,0})$$

Resultado= **64**

**Tabla N° 22. Cálculo de NPS en Escala (A) en el Puesto de Trabajo de Mantenimiento**

Nivel de Presión Sonora (dB): BANDAS DE OCTAVAS											
N°	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	LIN
1	41	44	55	61	68	65	65	65	61	<b>73</b>	<b>81</b>
2	39	52	65	73	81	83	84	82	78	<b>89</b>	<b>91</b>
3	34	42	57	59	64	66	66	66	63	<b>72</b>	<b>78</b>
4	17	28	38	50	56	41	42	41	39	<b>57</b>	<b>64</b>
<b>A</b>	<b>-39,4</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,1</b>		

Fuente: (Puente, 2001)

Adaptado por: Elizabeth Zúñiga

$$Lp1(A) = 10 \log (10^{4,1} + 10^{4,4} + 10^{5,5} + 10^{6,1} + 10^{6,8} + 10^{6,5} + 10^{6,5} + 10^{6,5} + 10^{6,1}) = \mathbf{73}$$

$$Lp2(A) = 10 \log (10^{3,9} + 10^{5,2} + 10^{6,5} + 10^{7,3} + 10^{8,1} + 10^{8,3} + 10^{8,4} + 10^{8,2} + 10^{7,8}) = \mathbf{89}$$

$$Lp3(A) = 10 \log (10^{3,4} + 10^{4,2} + 10^{5,7} + 10^{5,9} + 10^{6,4} + 10^{6,6} + 10^{6,6} + 10^{6,6} + 10^{6,3}) = 72$$

$$Lp4(A) = 10 \log (10^{1,7} + 10^{2,8} + 10^{3,8} + 10^{5,0} + 10^{5,6} + 10^{4,1} + 10^{4,2} + 10^{4,1} + 10^{3,9}) = 57$$

### Cálculo del nivel sonoro equivalente

$$\text{Nivel Sonoro Equivalente } Leq = 10 \log (1/T \sum 10^{L_{si}/10} \times t_i)$$

$$Leq = 10 \log (1/480 (10^{7,3} \times 75 + 10^{8,9} \times 180 + 10^{7,2} \times 165 + 10^{5,7} \times 60))$$

Nivel Continuo Sonoro Equivalente = **85 dB(A)**

### 3.1.6.5 Cálculos y Presentación de Intervalos de Confianza

**Tabla N° 23. Resultado del Nivel de Exposición al Ruido Ponderado A**

	Puesto de Trabajo	Nivel de Exposición al ruido ponderado diario A
1	Puesto Tejido Circular	72 dB(A)
2	Puesto Tejido Plano A	88 dB(A)
3	Puesto Tejido C y R	84 dB(A)
4	Puesto Tejido Plano C	84 dB(A)
5	Puesto Tejido Plano B	66 dB(A)
6	Puesto de Mantenimiento	85 dB(A)

En los puestos de trabajo 1, 3, 4, 5, y 6 durante las mediciones de ruido no se observó que exista ningún tipo de riesgo significativo para cometer errores de medición. Sin embargo en el puesto de Tejido Plano A se obtuvo un nivel de exposición de ruido ponderado diario A que sobrepasa la normativa legal por lo cual se determinó la incertidumbre expandida para una medición basada en la tarea.

Los resultados obtenidos en el Puesto de trabajo Tejido Plano A son:

a.- Cálculo del nivel de presión sonora continuo equivalente(A) = 88,2 dB(A)

b.- Cálculo del nivel de exposición al ruido diario= 88 dB(A)

C.-Cálculo de la Incertidumbre expandida para una medición basada en la tarea=90.5

Incertidumbre= 2,5 dB(A)

### **3.1.6.6 Procedimiento de Nivel de Protección Auditiva**

#### **a) Cálculo para Protectores Auditivos Mediante el Uso del Método NRR**

La forma de calcular la Norma IRAM 4060.2 es la siguiente:

**Uso del NRR=** Es un valor de atenuación que viene marcado en los protectores de Estados Unidos y que sirve para determinar con la fórmula:

$$\mathbf{LC-NRR=L'A}$$

Se mide el nivel sonoro utilizando la curva C de ecualización, que tiene una respuesta casi lineal, se resta el NRR y se obtiene el L'A

Es probable que no se tenga un medidor en la escala C. En este caso se procede a medir el ruido en escala A, luego sumamos 7 y le restamos el NRR. Este método es menos preciso.

$$\mathbf{LA+7-NRR=L'A}$$

Sirve bien para Frecuencias promedios no muy bajas

**SNR=** Este es el valor de protección asumido

En la empresa se entrega a los trabajadores tres tipos de protectores auditivos:

- **Protector auditivo descartable 1100-1110**

Este tipo de protector auditivo es desechable hipoalergénico NRR 29dB

**Figura N° 15:** Protector descartable



**Fuente:** Tríptico de Protección Auditiva

### **Fórmula**

$$LA+7-NRR= LA$$

$$87+7-29= 65$$

Respuesta: El paciente escucha 65 decibeles

- **Protector auditivo reusable 1270**

Este es un tipo de protector auditivo es reusable NRR 25Db

**Figura N° 16:** Protector Auditivo Reutilizable



**Fuente:** Tríptico de Protección Auditiva

**Fórmula**

$$LA+7-NRR= LA$$

$$87+7-25= 69$$

Respuesta: El paciente escucha 69 decibeles

- **Protectores Auditivos 3m PELTOR – Orejera**

Este tipo de protección auditiva posee un NRR de 23dB.

**Figura N° 17:** Orejeras



**Fuente:** Tríptico de Protección Auditiva

### **Fórmula**

$$LA+7-NRR= LA$$

$$87+7-23= 71$$

Respuesta: El paciente escucha 71 decibeles

### **3.1.6.7 Procedimientos médicos**

#### **a) Procedimiento del Examen Otoscópico**

Una vez que se determinó el personal que presentaba mayor riesgo de exposición al ruido se procedió a realizar un examen Otoscópico, en el cual se revisó el canal auditivo externo y la membrana timpánica para verificar que no presenten ningún tipo de obstrucción por cuerpo extraño. En el caso del personal que presento taponamiento auditivo por cerumen se realizó su respectivo lavado de oídos. (Ver Anexo 12-13).

- **Lavado de oídos con jeringa**

Para realizar este procedimiento el paciente debe estar ubicado en posición decúbito lateral a continuación se introduce 8 gotas de Anticerumen que es un líquido usado con la finalidad de diluir el tapón de cerumen se deja actuar aproximadamente por 30 minutos y posteriormente se procede a lavar con una jeringa cargada de gua.

#### **b) Procedimiento de las audiometrías**

Una vez que se ha realizado el examen Otoscópico y se ha verificado que el paciente no presenten ningún tipo de obstrucción auditiva sea por cerumen o

cualquier objeto extraño se procede a ingresar al paciente en un cabina isonorizada, donde se coloca un audífono en el oído derecho y luego en el oído izquierdo para escucha diferentes tipos de sonidos a distintas frecuencias esto se hace con el objetivo de estudiar la conducción aérea es decir, la transmisión del sonido a través del sistema auditivo y la conducción ósea para saber si el sistema nervioso entiende los sonidos que se está escuchando. (Ver Anexo 14-15-16).

### **3.2 Consideraciones Éticas**

Para realizar el presente trabajo se inició con la presentación del proyecto al gerente de la empresa textil, una vez aceptado el proyecto, se procedió a realizar las mediciones de ruido para verificar si existen niveles mayores a 85dB una vez concluida esta actividad se realizó la presentación y aprobación del proyecto por parte de la universidad del Azuay. Posteriormente se socializo con el médico y los trabajadores de la empresa sobre el contenido del estudio a realizarse y sus beneficios. Esta investigación no tuvo ningún riesgo para la salud de los trabajadores al contrario permitió beneficiarse en salud, se garantizó la confidencialidad de todos los datos recogidos en las encuestas para lo cual se firmó una autorización por parte de cada participante.

### **3.3 Plan de Procesamiento y Análisis de Datos**

El software utilizado para el análisis de estos datos fue Excel, se usó medidas estadísticas como uso de porcentajes que luego fueron representadas en tablas y gráficos.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1 Resultado de las Mediciones de Ruido de la Empresa

Después de haber realizado las mediciones de ruido en todas las áreas de la empresa se obtuvieron los siguientes datos.

**Tabla N° 24.** Resultado de las Mediciones de Ruido de la Empresa

Número de Medida	Área	Valor L-A
115	Consultorio	70
116	Comedor	64
117	Área Circulares	80
118	Área Circulares y rectilíneas	78
119	Área Rampas	76
120	Área Rampas	78
121	Área Rampas	84
122	Área Rampas	77
123	<b>Área de Calderas</b>	<b>92</b>
124	Área de Tintorería	81
125	<b>Área de Telares Planos A</b>	<b>91</b>
126	<b>Área Telares Planos B</b>	<b>89</b>
127	<b>Área Telares Planos C</b>	<b>89</b>
128	Área de Bodega de tela terminada	50
129	<b>Área de Bobinado</b>	<b>91</b>
130	Área de Acabados	75
131	Área de Mantenimiento	70
132	Área de Laboratorio	64
133	<b>Área de Compresores</b>	<b>90</b>
134	Área de Muestrarios	53

135	Área de Terminado	50
136	Área de Mecánica	66
137	Área de Cisternas	76
138	Área de Químicos	72

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

## 4.2 Resultados de las encuestas por pregunta

**Tabla N° 25.** Resultado de las Encuestas

Pregunta elaborada	Total en porcentaje	Análisis
1.-Marque su sexo	Hombres = 100%	Todos los encuestados fueron del sexo masculino.
2.-Que edad tiene usted.	20-39 años = 60% 40-65 = 40%	Del total de encuestados el 60% representa población joven, comprendida entre los 20 a los 39 años.
3.-Que tipo de instrucción tiene.	Primaria = 0% Secundaria = 20% Bachiller = 70%	El nivel de instrucción de los participantes en su mayoría es bachiller.
4.-Cuantos años trabaja en este puesto de trabajo.	Menos de 5 años = 0% De 5 a 10 años = 90% Más de 10 años = 10%	El 90% del personal se encuentra laborando en ese puesto de trabajo más de 5 años.
5.-Le han realizado cambios frecuentes de puesto de trabajo.	SI NO A veces 0% 80% 2%	Los cambios de puesto de trabajo de las áreas en estudio no han sido muy frecuentes ya que el 80% refiere no haber sido cambiado de puesto de trabajo.
6.-Su jornada laboral es de 8 horas diarias.	SI NO 100%	La jornada laboral es de 8 horas al día en todos los trabajadores encuestados.

Continuación de la tabla N ° 25				
7.-Usa audífonos musicales cuando realiza sus actividades laborales.	SI 10%	NO 90%		El uso de audífonos en horas laborales no es frecuente.
8.- Usa audífonos musicales en horas extra laborales.	SI 40%	NO 60%		Del total de encuestas se encontró que el 40% usa audífonos en horas extra laborales.
9.- Le han diagnosticado alguna enfermedad en sus oídos.	SI 20%	NO 80%		El 80% no refiere antecedentes de enfermedades previas en oído.
10.-Ha sufrido algún accidente en sus oídos.	SI 0%	NO 100%		El 100% de participantes no refiere haber sufrido ningún tipo de accidente en los oídos.
11.- Después de su jornada de trabajo ha presentado alguna sintomatología en oídos.	SI 20%	NO 80%		Un 80% de los encuestados refiere no haber presentado ningún síntoma después de su jornada de trabajo.
12.- Fuera de su jornada laboral se expone a ruido.	SI 10%	NO 80%		El 80% del personal no se expone a niveles elevados de ruido después de su jornada laboral.
13.-Presenta problemas para escuchar.	SI 20%	NO 80%		Existe un 20% de personas que si refieren presentar problemas para escuchar.
14.- Le han capacitado sobre el uso correcto de equipos de protección auditiva.	SI 60%	NO 40%		Solo el 60% del personal se encuentra capacitado sobre el uso adecuado de equipos de protección auditiva.
15.- Cada que tiempo le han realizado controles médicos en su empresa.	Nunca= 100%			A ningún trabajador se le ha realizado exámenes médicos de control.

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

### 4.3 Resultado de los Informes Audiométricos

**Tabla N°26.** Resultados Audiométricos

Puestos de trabajo	N° de pacientes	Resultado de otoscopia	Diagnóstico
Tejido Circular	2	2 Normal	2 Normoacusia- Audición bilateral normal
Tejido Plano	2	2 Normal	1 Hipoacusia Neurosensorial Bilateral Leve 1 Normoacusia-Audición bilateral normal
Tejido Cir. Y Rec.	2	1 Normal 1 Tapón de cera	2 Normoacusia-Audiometría normal
Tejido Plano C	2	1 Normal 1 Tapón de cera	2 Normoacusia-Audiometría normal
Mantenimiento	2	2 Normal	2 Normoacusia- Audición bilateral normal

**Fuente:** Fábrica Textil

**Elaborado por:** Elizabeth Zúñiga

#### 4.4 Conclusiones

- Una vez que se realizó el diagnóstico del nivel de ruido en todas las áreas de la fábrica textil, usando un sonómetro integrador, se determinó que en el área de Tejeduría existen niveles de ruido que sobrepasan los 85 dB(A).
- Utilizando el método de la Norma NTE INEN-ISO 9612 se llegó a determinar el nivel sonoro continuo equivalente para ocho horas diarias de trabajo y 40 horas semanales en los puestos de tejido circular, donde se obtuvo una exposición a 72 dB(A); tejido plano A 88 dB(A); tejido plano C 84 dB(A); tejido circular-rectilíneo 84 dB(A), mantenimiento 85 dB(A) puesto que se le ha considerado pertinente estudiarlo porque el trabajador rota permanentemente dentro del área de tejeduría. Se concluye que únicamente el puesto de trabajo de tejido plano A sobrepasa el estándar de decibeles permitidos.
- Los protectores auditivos usados para la protección de los trabajadores del área de tejeduría han ayudado a atenuar el ruido. Sin embargo, se ha comprobado que el 1% de trabajadores usan audífonos musicales para desempeñar su trabajo, exponiéndose a mayor ruido.
- Según los resultados obtenidos en las encuestas, se determinó que la fábrica textil no está realizando controles médicos anuales para prevenir enfermedades laborales.
- Se obtuvieron nueve diagnósticos de Normoacusia y una Hipoacusia Neurosensorial Bilateral Leve; sin embargo, en este último diagnóstico, la persona que presenta esta patología supera los 54 años de edad.

#### 4.5 Recomendaciones

- La fábrica textil debe tomar en cuenta la normativa vigente y dar cumplimiento a cada una de las disposiciones respecto a la protección de la exposición al ruido de los trabajadores en el área de tejeduría.
- Los supervisores de seguridad deben realizar regularmente inspecciones a los trabajadores que están expuestos al ruido, con la finalidad de controlar que los obreros cumplan con el Reglamento de Seguridad de la empresa.
- La fábrica textil a través del Departamento de Salud Laboral debe realizar planes de vigilancia de la salud y realizar los controles respectivos según el calendario programado, para evitar problemas patológicos.
- En el caso del paciente del área de tejeduría que fue diagnosticado con Hipoacusia Bilateral Leve; se recomienda usar sus protectores auditivos y realizarse controles cada 6 meses con la finalidad de hacer un seguimiento a su patología.

## BIBLIOGRAFÍA

Acústica Musical. (17 de 10 de 2013). *Física del sonido*. Recuperado el 02 de 12 de 2016, de [http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza//acustica/apuntes/material-viejo/fisica\\_r/](http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza//acustica/apuntes/material-viejo/fisica_r/)

Acustical, S. (S.F). *Calidad en Acústica*. Obtenido de Manual de usuario Sonómetro Optimus Red CR162C: <http://www.acustical.cl/wp-content/uploads/2011/06/UM-Optimus-CR-162C-ES-rev1.pdf>

Ayala, I. (s.f.). *Formación Vocal y Auditiva*. Recuperado el 17 de 12 de 2016, de Anatomía y fisiología del oído.

Castaño, E. (14 de 03 de 2016). *Cualidades del sonido*. Recuperado el 14 de 12 de 2016, de Timbre: <https://lidiakonlaquimica.wordpress.com/2016/03/14/las-cualidades-del-sonido/>

Chong, M. (03 de 11 de 2008). *Otorrinolaringología*. Obtenido de Oído Medio: [https://es.wikipedia.org/wiki/O%C3%ADdo\\_medio](https://es.wikipedia.org/wiki/O%C3%ADdo_medio)

Chong, M. (2008). *Otorrinolaringología*. Recuperado el 22 de 12 de 2016, de Departamento Académico de Cirugía: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/libros/medicina/cirugia/tomo\\_v/o\\_medio.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/libros/medicina/cirugia/tomo_v/o_medio.htm)

Delgado, F. (24 de 02 de 2012). *Anatomía Aplicada*. Obtenido de Oído Interno: <https://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Frecursos.cnice.mec.es%2Fbiosfera%2Falumno%2F3ESO%2FRelacor%2Fimagenes%2Flaberinto.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fanatomiaaplicadaartes.blogspot.com%2F2012%2F02%2F&docid=dstHTDRRMp52WM&tbnid=jZu7pUYp9QWEEM%3>

Díaz, N. (18 de 03 de 2014). *Física*. Recuperado el 29 de 09 de 2017, de Sonido: <http://nimagdimar.blogspot.com/2014/03/sonido.html>

Domingo, R. (2010). *Acústica Medioambiental* (Vol. II). San Vicente- España: Club Universitario.

Gamine, J., Almeida, L., Robazzi, M., & al., e. (06 de 2010). *Enfermería Global*. Recuperado el 05 de 12 de 2016, de El ruido como riesgo laboral: una revisión de la literatura: <http://scielo.isciii.es/pdf/eg/n19/revision1.pdf>

Gaynes, E. (s.f.). *NTP 287: Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica*. Recuperado el 13 de 12 de 2016, de Hipoacusia Laboral: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_287.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_287.pdf)

Hernández, A. (Septiembre de 2007). *Medicina y Seguridad del Trabajo*. Recuperado el 15 de 04 de 2016, de Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0465-546x2007000300003](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0465-546x2007000300003)

Hidalgo, A., Montero, A., & Gómez, C. e. (1991). *Manual de Higiene Industrial* (2da ed.). España: MAPFRE.

IESS. (17 de 11 de 1986). *Decreto Ejecutivo 2393*. Recuperado el 12 de 08 de 2016, de <http://www.utm.edu.ec/unidadriesgos/documentos/decreto2393.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (01 de 2014). NTE INEN-ISO9612. *Primera*.

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional. (21 de 01 de 2015). *Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional*. Recuperado el 16 de 12 de 2016, de Pérdida de la audición relacionada con el trabajo: [https://www.cdc.gov/spanish/NIOSH/docs/2001-103\\_sp/](https://www.cdc.gov/spanish/NIOSH/docs/2001-103_sp/)

Izquierdo, C. (01 de 04 de 2013). *Introducción a las ondas en medios elásticos*. Recuperado el 02 de 12 de 2016, de Ondas en medios elásticos: <https://www.youtube.com/watch?v=R2oqEt5Tf1o>

Jalejos. (s.f.). *Propiedades del sonido*. Recuperado el 04 de 12 de 2016, de Amplitud de la Onda: <http://jesubrik.eresmas.com/Propiedades%20del%20sonido.htm>

Marin, D. (s.f.). *Contaminantes Físicos*. Recuperado el 20 de 03 de 2017, de Ruido: [https://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimages.slideplayer.es%2F42%2F11618832%2Fslides%2Fslide\\_14.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fslideplayer.es%2Fslide%2F11618832%2F&docid=XTk0tlrOo2iRKM&tbnid=amLwF3g0IeTCpM%3A&vet=10ahUKEwiy1a2trYvVAhUFSSYKHROGD](https://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimages.slideplayer.es%2F42%2F11618832%2Fslides%2Fslide_14.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fslideplayer.es%2Fslide%2F11618832%2F&docid=XTk0tlrOo2iRKM&tbnid=amLwF3g0IeTCpM%3A&vet=10ahUKEwiy1a2trYvVAhUFSSYKHROGD)

Minary, P. (18 de 11 de 2016). *Oído Externo*. Recuperado el 19 de 12 de 2016, de Esquema del oído exetrno: <http://www.cochlea.eu/es/oido/oido-externo>

Newtenberg. (s.f.). *El contaminante más común*. Recuperado el 06 de 12 de 2016, de Características del ruido: <http://www.sinia.cl/1292/fo-article-26278.pdf>

Organización Internacional del Trabajo. (2016). *Convenio Sobre el Medio Ambiente de Trabajo*. Recuperado el 15 de 04 de 2016, de Contaminación del aire, ruido y vibraciones: [http://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_INSTRUMENT\\_ID:312293](http://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312293)

Organización Mundial de la Salud. (2017). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 15 de 04 de 2016, de Sordera y pérdida de la audición: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>

Pimentel, L., & Quezada, G. (2008). *Anatomía del oído*. Recuperado el 23 de 12 de 2016, de Oído Interno: <http://anatomiaideoido.blogspot.com/2008/10/odo-interno.html>

Posada, F. (30 de 03 de 2015). *Ondas Sonoras*. Recuperado el 04 de 12 de 2016, de Fénomenos Acústicos: <http://ondassonoras2015.blogspot.com/2015/03/fenomenos-acusticos.html>

Puente, M. (2001). *Higiene y Seguridad en el Trabajo*. Ibarra.

Rendiles, H. (s.f.). *Ruido Industrial*. Recuperado el 10 de 12 de 2016, de Formas Clínicas: <http://pdvsa.tripod.com/id27.htm>

Rodríguez, A. (s.f.). *Imágenes de google*. Recuperado el 17 de 12 de 2016, de Oído Externo:

<https://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.classe.es%2Fsalud%2Fimg%2Foido2.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.holadoctorcarrion.com%2Fdoctor-que-puedo-hacer%2F2-0-pediatria%2F2-1-pediatria%2F2-1-21-vegetaciones-sinusitis-otitis&docid=bhq8Lrjl3yW>

Salvador, F. (09 de 03 de 2016). *Propiedades de las ondas Físicas*. Recuperado el 03 de 12 de 2016, de Ondas Físicas: <https://www.youtube.com/watch?v=KtrWbRtwrPc>

Sánchez, E. (s.f.). *Fisiología Auditiva*. Recuperado el 07 de 01 de 2017, de Oído Externo: <http://seorl.net/PDF/Otologia/003%20-%20FISIOLOG%C3%8DA%20%20AUDITIVA.pdf?boxtype=pdf&g=false&s=false&s2=false&r=wide>

Sanguineti, J. (2006). *Tipos de ruido*. Recuperado el 10 de 12 de 2016, de <http://www.controlderuido.com.ar/tipos-de-ruidos.html>

Segura, N. (06 de 2017). *Facultad de Ciencias Medicas*. Recuperado el 15 de 12 de 2016, de Oído medio: <http://uvsfajardo.sld.cu/oido-medio-caracteristicas-morfologicas-y-funcionales-vinculacion-basicoclinica>

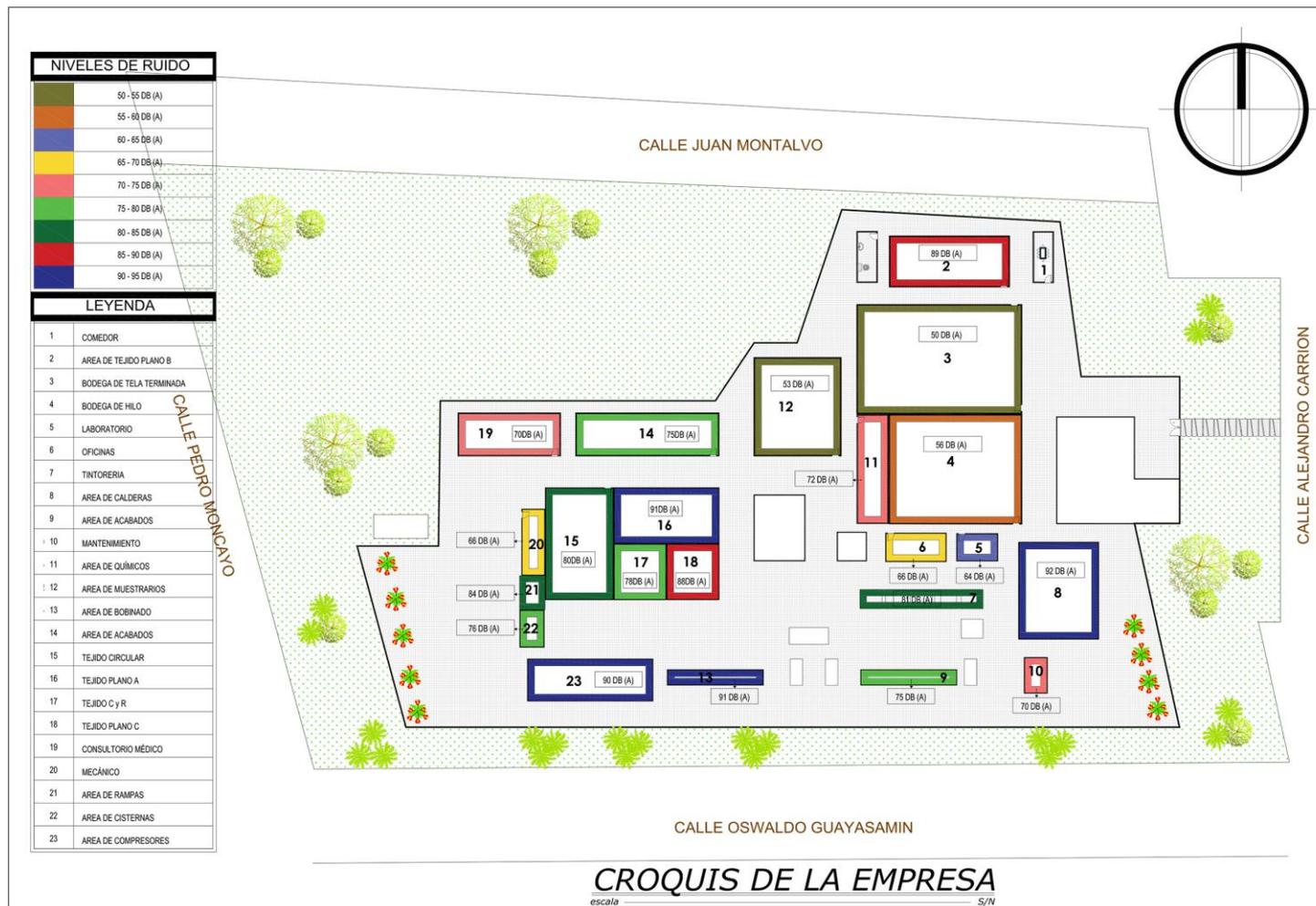
Tamayo, M., & Bernal, J. (1997). *Universidad Javeriana*. Recuperado el 22 de 12 de 2016, de Alteraciones Visuales y Auditivas de origen genético: [http://derechoaladesventaja.org/documentos/alteraciones\\_de\\_origen\\_genetico.pdf#page=21](http://derechoaladesventaja.org/documentos/alteraciones_de_origen_genetico.pdf#page=21)

Vidal, C. (04 de 01 de 2008). *Efectos del ruido en el ser humano*. Recuperado el 14 de 12 de 2016, de Efectos Psicológicos: <https://carmenvidal.wordpress.com/2008/01/04/efectos-del-ruido-en-el-ser-humano/>

Zúñiga, E. (2017). *Mediciones de ruido*. Informe Observacional, Otavalo.

## ANEXOS

### Anexo 1: Croquis de la Empresa



**Anexo 2:** Tipo de Sonómetro Utilizado para Medición de Ruido



**Anexo 3: Certificado de Calibración Internacional del Sonómetro**



## Certificate of Calibration

---

**Equipment Details**

Instrument Manufacturer: Cirrus Research plc  
 Instrument Type: CR114  
 Description: Acoustic Calibrator  
 Serial Number: 30300

---

**Calibration Procedure**

The acoustic calibrator detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual. The procedures and techniques used to follow the recommendations of the IEC standard Electroacoustic Standard Calibrators IEC 60942:2003, IEC 60942:1997, BS EN 60942:1998 and BS EN 60942:2003 where applicable. The calibrator's main output is 94 dB (B) (1 Pa) and this was set within the 0.01 dB resolution of the test system, i.e. one hundredth of a decibel. Readings in parentheses refer to the paragraph in IEC 60942.

---

**Calibration Traceability**

The calibrator above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards (A, B, C). The standards are:

Microphone Type	B&K C180	Serial Number	1893453	Calibration Ref.	3-8009
Pressure Type	B&K C220	Serial Number	813643	Calibration Ref.	3-2964

---

**Calibration Climate Conditions**

The climatic test conditions were all maintained within the permitted limits of IEC 60942:1997.

Temperature	(B.3.2)	Permitted band	15°C to 25°C
Humidity	(B.3.2)	Permitted band	30% to 90% RH
Static Pressure	(B.3.2)	Permitted band	85 kPa to 105 kPa
Ambient Noise Level	(B.3.3.6)	Max permitted level	54 (B) dB

---

**Measurement Results**

The figures below are the Calibration Laboratory test results for this model calibrator and have a smaller tolerance than those permitted in IEC 60942.

94 dB Output	94 (B) dB	Permitted band	93.95 to 94.05 dB
104 dB Output	dB	Permitted band	103.80 to 104.20 dB
Frequency	1000 Hz	Permitted band	996 to 1004 Hz

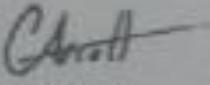
---

**Uncertainty**

With an uncertainty coefficient of k=2, i.e. a 95% confidence level, the uncertainty of each measure is:

94 dB Output	± 0.13 dB	104 dB Output	± 0.14 dB
Frequency	± 0.1 Hz	Level Stability	± 0.04 dB

---

Calibrated by: 

Calibration Date: 26 May 2014

Calibration Certificate Number: 218221

This Calibration Certificate is valid for 24 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hattisley, North Yorkshire, YO14 0PH  
 Telephone: +44 (0) 1723 891635 Fax: +44 (0) 1723 891742  
 Email: sales@cirrusresearch.co.uk

# Certificate of Calibration



## Equipment Details

Instrument Manufacturer Cirrus Research plc  
 Instrument Type CR:162C  
 Description Sound Level Meter  
 Serial Number G068418

## Calibration Procedure

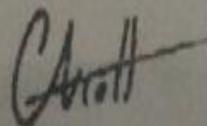
The instrument detailed above has been calibrated to the publish test and calibration data as detailed in the instrument hand book, using the techniques recommended in the latest revisions of the International Standards IEC 61672-1:2002, IEC 60651:1979, IEC 60804:2001, IEC 61260:1995, IEC 60942:1997, IEC 61252:1993, ANSI S1.4-1983, ANSI S1.11-1986 and ANSI S1.43-1997 where applicable.  
 Sound Level Meters: All Calibration procedures were carried out by substituting the microphone capsule with a suitable electrical signal, apart from the final acoustic calibration.

## Calibration Traceability

The equipment detailed above was calibrated against the calibration laboratory standards held by Cirrus Research plc. These are traceable to International Standards (A.0.6). The standards are:

Microphone Type	B&K4180	Serial Number	1893453	Calibration Ref.	S 6009
Pistonphone Type	B&K4220	Serial Number	613843	Calibration Ref.	S 5964

Calibrated by



Calibration Date

28 May 2014

Calibration Certificate Number

218215

This Calibration Certificate is valid for 24 months from the date above.

Cirrus Research plc, Acoustic House, Bridlington Road, Hunmanby, North Yorkshire, YO14 0PH  
 Telephone: +44 (0) 1723 891655 Fax: +44 (0) 1723 891742  
 Email: sales@cirrusresearch.co.uk

**Anexo 4: Ficha de Observación Realizada a los Trabajadores de la Empresa**

**FICHA DE OBSERVACIÓN**

**Área: Tejeduría**

**Puesto de Trabajo:**

**Fecha:**

**Hora:**

**Observado Por:**

N°	Puesto de Trabajo	Tareas que realiza	Total del Tiempo de Expos. (Min)
1			
2			

## Anexo 5: Encuesta aplicada a los Trabajadores del Área de Tejeduría

### ENCUESTA

#### INVESTIGACIÓN DE VARIABES DE DANO AUDITIVO

Nombres y Apellidos:

Área de trabajo:

1.- Marque su Sexo.

Hombre	
Mujer	

2.- Que edad tiene usted?

De 20-40 años	
De 40-65 años	
Más de 65 años	

3.- Señale qué tipo instrucción tiene?

Primaria	
Secundaria	
Bachiller	
Superior	

4.- Cuantos años trabaja en la empresa?

Menos de 5 años	
De 5 -10 años	
Más de 10 años	

5.- A usted le han realizado cambios frecuentes de puesto de trabajo?

Si

No

Algunas Veces

6.- Su jornada de trabajo es de 8 horas al día?

Sí                      No

7.- Usted usa audífonos musicales en lugar de los tapones auditivos entregados por la empresa, cuando realiza sus actividades laborales?

Si usa	No usa
1 Hora	
2Horas	
4 Horas	
8 Horas	

8.- Que tiempo usted utiliza audífonos musicales después de su jornada de trabajo?

Si usa	No usa
1 Hora	
2Horas	
4 Horas	
8 Horas	

9.- Usted presenta antecedentes de haber sido diagnosticado alguna enfermedad en sus oídos?

Sí      Cual.....                      No

10.- Ha sufrido algún tipo de accidente que le haya dejado secuelas en sus oídos?

Sí      Cual.....

No

11.- Después de la jornada de trabajo usted ha sentido sensación de zumbido de oídos?

Sí              No

12.- Fuera de su jornada de trabajo usted se expone a elevados niveles de ruido?

Sí            No

13.- Usted presenta problemas para escuchar cuando otra persona está hablando con usted?

Sí            No

14.- Usted ha recibido capacitaciones sobre el uso correcto de equipos de protección auditiva?

Sí            No

15.- Cada que tiempo le realizan controles médicos en la empresa?

Nunca

Cada 1 año

Cada 2 años

---

Firma del Responsable  
Trabajador

---

Firma del

## **Anexo 6: Consentimiento Informado**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Fecha:

Señor(a):

Yo, Dra. Zoila Elizabeth Zúñiga Maldonado, estudiante de la maestría de Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo de la Universidad del Azuay, le hago la cordial invitación para participar en el estudio sobre Evaluación del Riesgo de Hipoacusia en trabajadores de una fábrica de textil en la ciudad de Otavalo, período diciembre 2016 a mayo del 2017.

En este estudio se le realizara un cuestionario con el objetivo de identificar factores de riesgo que le puedan estar produciendo una disminución auditiva, también se le realizara un examen audiometrico que no le causara ningún tipo de dolor, ni costo económico el que nos ayudara a determinar si existe pérdida auditiva en sus oídos.

Se le solicitará que conteste varias preguntas como su sexo, edad, años que trabaja en la empresa, nivel de instrucción, cuantos años trabaja en la empresa, cambios de puesto de trabajo, uso de audífonos durante la jornada laboral y fuera de la jornada laboral, antecedentes patológicos previos de enfermedades de oído, antecedentes de traumatismos en los oídos, sensación de zumbido de oídos, disminución de la audición a las frecuencias habladas, capacitaciones por parte de la empresa sobre ruido y equipos de protección auditiva.

Usted decide si participar o no en la elaboración de esta investigación, los datos registrados no serán publicados con sus datos personales. En el caso que usted



desea dejar de participar de esta investigación lo puede realizar en cualquier momento y sin ningún inconveniente.

De antemano le agradezco su participación.

Yo..... después de haber sido informado sobre el estudio que se va a realizar y luego de haber aclarado mis dudas acepto voluntariamente formar parte de la investigación sobre Evaluación del Riesgo de Hipoacusia en trabajadores de una fábrica de textil en la ciudad de Otavalo, periodo diciembre de 2016 a mayo de 2017.

.....

Firma del Paciente

.....

Dra. Elizabeth Zúñiga

Anexo 7: Otoscopio Macro View



**Anexo 8: Cabina Isonorizada SIBELMEND**



**Anexo 9: Medición de Ruido en los Diferentes Puestos de Trabajo**





**Anexo 10:** Elaboración del Consentimiento Informado y Encuestas



**Anexo 11: Examen Otoscópico**



## Anexo 12: Lavado de Oídos



**Anexo 13:** Elaboración de audiometrías.





Anexo 14: Mapa de Ruido

