



**Pontificia Universidad Católica del Ecuador**

**Sede Ibarra**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES**

**INFORME FINAL DEL PROYECTO**

**TEMA:**

“Análisis de la Contaminación Acústica Producida por Talleres Textiles en la Comunidad de Quinchuquí”

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

Línea de investigación gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos

**SUBLINEA:**

Desarrollo y sostenibilidad

**AUTOR:** INTI RAYMI MORALES TERÁN

**ASESOR:** PHD. RUBÉN DEL TORO DENIZ


Ibarra, junio de 2024

Ibarra, 15 de julio de 2024

PhD. RUBÉN DEL TORO DENIZ

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.


(f).....  


PhD. RUBÉN DEL TORO DENIZ

C.C.: 175754447-1


## PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f).....  



PhD. Rubén Del Toro Deniz

C.C.: 175754447-1

(f).....  


MSc. Moraima Cristina Mera Aguas

C.C.: 100174372-1

(f).....  


MSc. Diego Leopoldo Mejía Romo

C.C.: 100191296-1

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo INTI RAYMI MORALES TERÁN, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 15 de julio de 2024



f): .....

INTI RAYMI MORALES TERÁN

C.C.: 10048193-5

## **AUTORÍA**

Yo, INTI RAYMI MORALES TERÁN, portador de la cédula de ciudadanía N° 1004813935, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



f): .....

**INTI RAYMI MORALES TERÁN**

C.C.: 100481393-5

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, INTI RAYMI MORALES TERÁN, con C.C.: 1004813935, autor del trabajo de grado titulado: ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PRODUCIDA POR TALLERES TEXTILES EN LA COMUNIDAD DE QUINCHUQUÍ, previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Ambiental, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 15 de julio de 2024



f): .....

INTI RAYMI MORALES TERÁN

C.C.: 100481393-5

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,  
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA PRODUCIDA POR TALLERES TEXTILES EN LA COMUNIDAD DE QUINCHUQUÍ, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 08 de diciembre de 2023

Para constancia firma:

f):  .....

Inti Raymi Morales Terán  
Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación  
C.C/ Pasaporte: 100481393-5  
Carrera: Ingeniería Ambiental

Ibarra, 15 de julio de 2024

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo de investigación se lo dedico a Dios, por siempre estar conmigo en esta parte de mi vida, por darme a las personas máspreciadas que han sido mi soporte y mi compañía en los momentos buenos y malos.*

*A mis padres Luis y Rosa, quienes siempre se preocuparon por mí y fueron mis pilares, mi ejemplo y apoyo en momentos difíciles. Siempre me mostraron que se deber luchar, aunque las circunstancias estén en nuestra contra, ese es el camino para llegar a donde soñamos.*

*A mis dos hermanas, por el apoyo incondicional que me han dado desde siempre y desde que fui pequeño han sido grandes ejemplos, que juntos a sus enseñanzas han marcado mi vida con sus buenos valores.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por siempre darme la fuerza de seguir adelante con mis estudios, y valor para poder cumplir con mis metas.*

*A mis padres y hermanas, por apoyarme en esta etapa de mi vida, la cual ha estado llena de situaciones difíciles; sin embargo, ellos nunca han bajado las manos, teniendo siempre esperanzas en mí y en lo que pueda llegar a ser.*

*A mi tutor de este trabajo de titulación Dr. Rubén del Toro Deniz, que me dio sus consejos para llevar adelante este trabajo de la mejor manera.*

*A los profesores que tuve a lo largo de mi vida universitaria, los cuales siempre estuvieron dispuestos a ayudarme en mi formación como ingeniero, tanto en el ámbito educativo como en el personal.*

*A mis amigos y compañeros de carrera, que conocí a lo largo de mi vida personal y estudiantil, con los que compartí momentos divertidos, que llevaré en mi memoria por siempre, además siempre me brindaron su apoyo y su más sincera amistad.*

## ÍNDICE

CERTIFICA:.....	i
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS .....	iii
AUTORÍA.....	iv
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN .....	v
DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
ÍNDICE .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I.....	3
INTRODUCCIÓN .....	3
CAPÍTULO II .....	6
OBJETIVOS .....	6
CAPÍTULO III.....	7
ESTADO DEL ARTE .....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
CAPÍTULO V .....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
CAPÍTULO VI.....	58
CONCLUSIONES .....	58
CAPÍTULO VII .....	60
RECOMENDACIONES.....	60
CAPÍTULO VIII.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
ANEXOS .....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Niveles de ruido según su intensidad</i> .....	12
<b>Tabla 2.</b> <i>Tiempo de exposición por jornada laboral - Decreto Ejecutivo 2393</i> .....	13
<b>Tabla 3.</b> <i>Niveles máximos (L<sub>K</sub>eq) para fuentes fijas</i> .....	15
<b>Tabla 4.</b> <i>Equipos de protección personal auditiva</i> .....	20
<b>Tabla 5.</b> <i>Coordenadas de ubicación de los talleres en la comunidad de Quinchuquí</i> .....	26
<b>Tabla 6.</b> <i>Puntos de medición de ruido por taller</i> .....	26
<b>Tabla 7.</b> <i>Nivel de presión sonora (dBA) maquinaria de los talleres textiles</i> .....	36
<b>Tabla 8.</b> <i>Puntos de medición del ruido</i> .....	37
<b>Tabla 9.</b> <i>Leq promedio por Taller textil – Horario 1</i> .....	37
<b>Tabla 10.</b> <i>Leq promedio por Taller textil – Horario 12</i> .....	38
<b>Tabla 11.</b> <i>Ruido Residual (dB) Taller 1 - horario 1 y horario 2</i> .....	41
<b>Tabla 12.</b> <i>Ruido Residual (dB) Taller 2 - horario 1 y horario 2</i> .....	42
<b>Tabla 13.</b> <i>Ruido Residual (dB) Taller 3 - horario 1 y horario 2</i> .....	43
<b>Tabla 14.</b> <i>Ruido Residual (dB) Taller 4 - horario 1 y horario 2</i> .....	45
<b>Tabla 15.</b> <i>Ruido Residual (dB) Taller 5 - horario 1 y horario 2</i> .....	46
<b>Tabla 16.</b> <i>Promedio de nivel de presión sonora dBA de cada taller textil</i> .....	46
<b>Tabla 17.</b> <i>Tiempo máximo de exposición en horas calculado para los trabajadores</i> .....	48
<b>Tabla 18.</b> <i>Dosis de ruido diaria de cada taller textil</i> .....	48
<b>Tabla 19.</b> <i>Propuesta de mitigación para la contaminación acústica para los propietarios de los talleres textiles de la comunidad de Quinchuquí</i> .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Ubicación del área de estudio</i> .....	23
<b>Figura 2.</b> <i>Ubicación de los talleres textiles estudiados de la comunidad de Quinchuquí</i> .....	25
<b>Figura 3.</b> <i>Puntos de medición por taller textil seleccionado</i> .....	27
<b>Figura 4.</b> <i>Resultado de la encuesta a trabajadores, sobre las máquinas más ruidosas</i> .....	35
<b>Figura 5.</b> <i>Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 1</i> .....	40
<b>Figura 6.</b> <i>Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 2</i> .....	41
<b>Figura 7.</b> <i>Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 3</i> .....	42
<b>Figura 8.</b> <i>Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 4</i> .....	44
<b>Figura 9.</b> <i>Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 5</i> .....	45
<b>Figura 10.</b> <i>Respuestas sobre la jornada laboral de los trabajadores en talleres textiles seleccionados.</i> ....	47
<b>Figura 11.</b> <i>Mapa de dispersión acústica – Horario 1 de 9:00 am a 12:00 pm</i> .....	50
<b>Figura 12.</b> <i>Mapa de dispersión acústica - Horario 2 de 14:00 pm a 17:00 pm</i> .....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Registro fotográfico .....	67
<b>Anexo 2.</b> Niveles de presión sonora máximos y mínimos. ....	70
<b>Anexo 3.</b> Cumplimiento de la Norma Vigente de las FFR. ....	71
<b>Anexo 4.</b> Encuesta sobre Contaminación Acústica en los Talleres Textiles. ....	73
<b>Anexo 5.</b> Tabulación de los datos de interés de las encuestas sobre la Contaminación Acústica en los Talleres Textiles.....	80

## RESUMEN

Quinchuquí es una comunidad indígena perteneciente a la parroquia de Dr. Miguel Egas Cabezas, ubicada en el cantón de Otavalo Provincia de Imbabura. La comunidad ha experimentado un crecimiento de la actividad textil, provocando una problemática sobre el ruido que se genera por la maquinaria empleada en los procesos de producción.

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo principal analizar la contaminación acústica generada por los talleres textiles ubicados en la comunidad de Quinchuquí, mediante un enfoque de investigación cualitativa y cuantitativa.

Se seleccionaron 5 talleres textiles de interés para el estudio, asignando 5 puntos de medición a cada taller, dentro y fuera de los mismos. Los criterios de medición fueron realizados de acuerdo a la normativa del Ministerio del Ambiente del Ecuador. Se emplearon encuestas dirigidas a los trabajadores y habitantes de las zonas aledañas a los talleres textiles, para conocer su percepción sobre el ruido.

Se evaluaron los niveles de ruido producidos por estas actividades textiles en los talleres seleccionados, comparándolos con la normativa del Ecuador, que establece los límites máximos permisibles, según el tipo de uso de suelo del lugar en estudio.

Se evidencia que los puntos más cercanos a los talleres textiles excedían la normativa sobre los límites máximos permisibles de emisión de ruido, sobrepasando el límite de 55 dB; teniendo niveles de ruido que llegan hasta los 90.4 dB en las zonas más cercanas a la fuente de ruido, y 34.7 dB en las zonas más alejadas de los talleres.

Se propone la implementación de medidas dentro de los talleres, como la insonorización por medio de paneles colocados en las paredes y el mantenimiento de la maquinaria, que ayuden a la mitigación de los niveles de ruido, mejorando el entorno sonoro de la comunidad. Este estudio contribuye al conocimiento sobre la contaminación acústica en contextos industriales y su relación con la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la población.

**Palabras clave:** contaminación acústica, taller textil, ruido, normativa, mapas de ruido, Quinchuquí.

## ABSTRACT

Quinchuquí is an indigenous community belonging to the parish of Dr. Miguel Egas Cabezas, located in the canton of Otavalo, province of Imbabura. The community has experienced a growth of textile activity, causing a problem regarding the noise generated by the machinery used in the production processes.

The main objective of the present work is to analyze the noise pollution generated by the textile workshops located in the community of Quinchuquí, through a qualitative and quantitative research approach.

Five textile workshops of interest were selected for the study, assigning five measurement points to each workshop, inside and outside of them. The measurement criteria were carried out according to the regulations of the Ministry of the Environment of Ecuador. Surveys of workers and inhabitants of the areas surrounding the textile workshops were used to determine their perception of noise.

The noise levels produced by these textile activities in the selected workshops were evaluated, comparing them with Ecuador's regulations, which establish the maximum permissible limits, according to the type of land use of the site under study.

It is evident that the points closest to the textile workshops exceeded the regulations on the maximum permissible noise emission limits, exceeding the limit of 55 dB, with noise levels reaching 90.4 dB in the areas closest to the noise source, and 34.7 dB in the areas farthest from the workshops.

The implementation of measures within the workshops is proposed, such as soundproofing by means of panels placed on the walls and maintenance of machinery, which will help mitigate noise levels, improving the sound environment of the community. This study contributes to the knowledge about noise pollution in industrial contexts and its relationship with environmental sustainability and the well-being of the population.

**Keywords:** noise pollution, textile workshop, noise, regulations, noise maps, Quinchuquí.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La elaboración de artesanías y productos textiles son una de las principales actividades que generan ingresos para el cantón de Otavalo, estos trabajos textiles se realizan de manera manual o de manera automática con el uso de máquinas más sofisticadas, que ayudan a agilizar los procesos. Las comunidades de Quinchuquí, Peguche e Ilumán, son referentes en este tipo de actividad, provocando que una gran parte de los talleres textiles se ubiquen en estas comunidades. La comunidad de Quinchuquí se encuentra ubicada en la parroquia de Miguel Egas Cabezas del Cantón de Otavalo, los habitantes de esta comunidad practican diferentes actividades económicas para el sustento de sus familias, una de ellas es la fabricación de productos textiles, por lo cual varias familias han optado en montar este tipo de talleres cerca de las zonas pobladas de la comunidad. Debido a la presencia de estas actividades, el ruido que se genera en la comunidad ha ido en aumento de manera proporcional con el crecimiento de esta actividad de producción textil, lo que indica una problemática de contaminación acústica en la comunidad (Alcaldía Ciudadana de Otavalo, 2020).

Estos talleres diseñan prendas u otros artículos para distintos usos, por lo que cuentan con diferentes procesos de producción para cada uno de ellos, pero existen procesos que son más generalizados, algunos de estos procesos son, la creación de diseños que cambian dependiendo de la demanda, luego se refina y mejora. Una vez aprobados los diseños que quieren plasmar, pasan a producción. En esta etapa, las prendas u otros artículos para el hogar tienen sus propios procesos, como tejido, costura, lavado, acabado y control de calidad. El orden y número de estas tareas se determinan para cada producto en función del uso que se le dará (Torres, López & Flores, 2019).

La contaminación acústica es uno de los problemas más comunes en la actualidad, representando un riesgo para las personas que están expuestas al ruido en un periodo de tiempo considerable. En el cantón de Portoviejo en la Parroquia "12 de Marzo", este tipo de contaminación es principalmente causada por actividades humanas como el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, y las industrias. Esta contaminación acústica ha

afectado la salud de los habitantes de la parroquia, quienes han reportado problemas como falta de concentración, pérdida de sueño y de audición. Además, la contaminación acústica también afecta la comunicación con otras personas, dificultando la interacción social en la vía urbana (Vera, et al., 2023).

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica MAATE (2017), explica que el sonido representa una de las principales causas de incomodidad tanto a las personas como para el entorno, generando cuestiones de salud y perturbando el equilibrio natural de los ecosistemas.

Peris (2020), menciona que numerosas personas pasan por alto la magnitud del problema que representa la contaminación acústica, sin percatarse de su impacto significativo en la salud de la población en general.

La exposición crónica a niveles elevados de ruido, como los generados por los talleres que trabajan con maquinaria pesada, puede tener consecuencias para la salud y el bienestar de los residentes locales. Entre los efectos negativos se incluyen problemas de salud mental, estrés, alteraciones del sueño, fatiga, y dificultades en la comunicación interpersonal (Cervera, Ibañez & Pucán, 2019).

Esta contaminación se debe al uso inadecuado de equipos de sonido, tráfico de vehículos, industrias con maquinaria pesada y otras fuentes de ruido. Las personas en este tipo de zonas suelen tener conflictos, que casi siempre llegan a un juzgado. La contaminación auditiva puede perturbar el equilibrio del ecosistema y violar el derecho de las personas a disfrutar de un ambiente sano (Ardila, Bayona & Torres, 2015).

El siguiente trabajo de investigación se centra en la contaminación acústica causada por un sector productivo, siendo estos los talleres de producción textil que están ubicados en los diferentes puntos de la comunidad de Quinchuquí.

La finalidad de este trabajo está direccionado a analizar la contaminación acústica proveniente de los talleres textiles en la comunidad de Quinchuquí.

Se determinará la incidencia que provoca en sus alrededores mediante acercamiento con las personas que viven en zonas cercanas a los talleres. Al final del trabajo se podrá determinar si cumple o no, con los límites de ruido permisibles de la normativa ambiental vigente y se generará una propuesta para tratar de dar una solución a esta problemática en la comunidad.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS**

#### **2.1. Objetivo general**

Analizar la contaminación acústica producida por talleres textiles en la comunidad de Quinchuquí.

#### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar las fuentes principales de contaminación acústica en los talleres textiles, incluyendo maquinaria específica o procesos de producción con una toma de mediciones y un plan de monitoreo.
- Diseñar un mapa cartográfico de los niveles de ruido obtenidos en diferentes horarios para la zona evaluada a través de Mapas de Ruido con la ayuda del Software ArcGis.
- Presentar una propuesta preventiva frente a la contaminación acústica utilizando la legislación vigente.

#### **2.3. Pregunta de investigación**

¿La magnitud de la contaminación acústica en la Comunidad de Quinchuquí cumple con la normativa ambiental vigente?

## **CAPÍTULO III**

### **ESTADO DEL ARTE**

#### **3.1. Contaminación Atmosférica**

La contaminación del aire es cualquier condición que altera el equilibrio del aire en la atmósfera terrestre mediante la introducción de elementos no deseados que no se encontraban previamente, como materiales, sustancias o formas de energía que pueden tener un efecto adverso para la salud humana, convirtiéndose en un problema de salud pública importante. Además, genera efectos nocivos para el medio ambiente o pueden causar algún daño a un bien material, provocando el deterioro del mismo (Álvarez, Garcia & Ortecho, 2023).

Se ha observado en diversas naciones que los esfuerzos y medios empleados para mitigar esta forma de contaminación han sido inadecuados a lo largo de los años, lo que ha resultado en un incremento progresivo en los índices de contaminación ambiental. Esta falta de acción efectiva para contrarrestar este problema ha generado un escenario donde la contaminación ha ido en aumento de manera constante, planteando desafíos significativos para la preservación del medio ambiente y la salud (Labraña, et al., 2021).

La contaminación del aire representa el principal peligro ambiental para la salud, siendo responsable de causar más de 4 millones de fallecimientos anualmente. Algunas entidades internacionales de renombre ya han alertado sobre los impactos devastadores de la contaminación atmosférica en la salud global, destacando su grave repercusión en la mortalidad a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud, 2016).

##### **3.1.1. Contaminación acústica**

La contaminación acústica es la presencia de ruidos o vibraciones en el ambiente, este tipo de contaminación genera molestia, riesgo o daño para la población expuesta. El ruido puede ser originado en el desarrollo de actividades que pueden ser de origen natural o antropogénica causen efectos significativos sobre el medio ambiente que está en el rango de la exposición del ruido (Anguiano, et al., 2022).

Chavez & Elizabeth (2019), mencionan en su trabajo sobre la problemática de la contaminación acústica en la calidad de vida de una población de Huaura, que este tipo de alteración en el ambiente es un enorme problema para la mayoría de la población en Huaura, ya que afecta su calidad de vida, provocando problemas de salud en sus habitantes como el estrés, y conflictos que se producen dentro de la población. Para entender mejor los elementos que provoca la contaminación acústica debemos conocer, cuando un sonido se lo considera molesto.

El sonido es una vibración mecánica que se propaga a través de un medio elástico, como el aire, y que puede ser percibida por el sentido auditivo de una persona. El sonido cuenta con características de frecuencia, que determina su tono, y su amplitud, lo que define su volumen o intensidad (Orellana, 2012).

Por otra parte, se encuentra el ruido, que se refiere a los sonidos no deseados que pueden tener un impacto negativo en la salud y el bienestar de las personas que están compuestas continuamente a altos niveles de ruido. Este mismo puede ser generado por diversas fuentes, como el tráfico de las ciudades, la maquinaria que se encuentra en la industria, los procesos de construcción, la música alta o la cantidad de personas en un mismo sitio, etc. (Carrillo, et al., 2022).

Los peligros por ruido actualmente están identificados como un gran problema a resolver por la salud ambiental, ya que son las formas de energía potencialmente nocivas en el ambiente, que pueden resultar en peligrosidad inmediata o gradual de adquirir un daño cuando se transfiere en cantidades suficientes a individuos expuestos (Álvarez, et al., 2017).

La unidad de medida de la intensidad del sonido son los decibeles dB, que es la fracción audible, se utilizan para calcular la amplitud de las vibraciones en el aire que percibimos como sonido (Díaz, 2014).

### **3.1.1.1 Contaminación acústica según su fuente**

- **Fuentes Emisora de Ruido (FER):** En el Acuerdo Ministerial 97 Registro Oficial Edición Especial 387 se recalca que una FER abarca cualquier actividad, operación o procedimiento que produzca o tenga el potencial de producir emisiones sonoras al entorno, englobando incluso los sonidos emitidos por organismos vivos.

Refiriéndose a cualquier fuente que genere ruido y lo libere al ambiente, ya sea de origen humano, industrial o natural (MAATE, 2015).

- **Fuente Fija de Ruido (FFR):** Se define como una fuente o conjunto de fuentes generadoras de ruido que se encuentran dentro de los límites físicos y legales de un terreno específico y establecido. Estas fuentes, que incluyen instalaciones metalmecánicas, lavaderos de vehículos, fábricas, terminales de autobuses y discotecas, entre otros ejemplos, se consideran emisores de ruido estacionarios ubicados en lugares fijos o predeterminados. La clasificación de las FFR es esencial para la gestión y control del ruido ambiental, ya que abarca una amplia gama de actividades y procesos que pueden tener un impacto significativo en el entorno acústico de una zona determinada (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca, 2017).
- **Fuente Móvil de Ruido (FMR):** Se define en esta norma como cualquier vehículo a motor capaz de generar emisiones sonoras al entorno. Se establece que si una Fuente Móvil de Ruido (FMR) se encuentra dentro de los límites de una Fuente Fija de Ruido (FFR), será clasificada como una Fuente Emisora de Ruido (FER) asociada a esta última. Esta distinción es fundamental para la gestión y control del ruido ambiental, ya que las FMR representan una categoría específica de fuentes de ruido que requieren consideraciones particulares en términos de regulación y mitigación de su impacto acústico en el entorno. La inclusión de las FMR dentro de las FFR resalta la interconexión entre diferentes tipos de fuentes de ruido y la importancia de abordar de manera integral la problemática del ruido generado por vehículos en diversos contextos urbanos y ambientales (MAATE, 2015).

### **3.2. Propagación del Sonido en el Ambiente**

La propagación del sonido se refiere a cómo las ondas sonoras viajan a través de un medio como el aire, el agua o los sólidos. Cuando se crea un sonido, como el del habla humana o un instrumento musical, las moléculas del aire circundante comienzan a vibrar. Estas vibraciones se propagan como ondas sonoras que viajan en todas direcciones, estas ondas se propagan a través de un medio, comprimiendo y refractando sus partículas. La región comprimida de las partículas forma la cresta de la onda, la región menos comprimida forma el valle de la onda.

Esto hace que las ondas sonoras se propaguen y finalmente llega al oído humano y lo que permite percibir el sonido (Cobo Parra, 2015).

### **3.2.1. Ondas Longitudinales y Medios Elásticos**

Las ondas longitudinales se propagan en medios elásticos, como sólidos o fluidos, donde las partículas del medio se mueven en la misma dirección que la onda. En medios sólidos, estas ondas se caracterizan por un espesamiento y adelgazamiento secuencial en la dirección de propagación, lo que provoca cambios de presión en todo el medio. Sin embargo, en medios líquidos, las ondas longitudinales se manifiestan como cambios de densidad o compresibilidad y rarefacción del fluido en la misma dirección de propagación de la onda (Gutiérrez, 2016).

### **3.2.2. Velocidad de Propagación del sonido**

El sonido viaja más rápido en medios más densos, como el agua o los sólidos, donde las moléculas están más juntas. Por ejemplo, en el agua la velocidad del sonido es de aproximadamente 1,484 m/s, esta velocidad también puede variar en diferentes materiales, lo que afecta la forma en que percibimos el sonido en nuestro entorno (Cobo Parra, 2015).

Esta velocidad puede ir variando, dependiendo de otros factores como la temperatura, la humedad y la presión atmosférica. La temperatura es otro factor importante cuando el sonido se propaga a través de un gas como el aire, que es el medio a través del cual se propaga la mayor parte de las ondas sonoras. Cuando se considera el modelo de gas ideal, el cociente  $B/\rho$  depende únicamente de la temperatura  $T$  del mismo. De esta manera, la velocidad del sonido en el aire a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  es de 331 m/s, mientras que a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  su valor es 343 m/s. La diferencia se explica porque cuando aumenta la temperatura, el estado de vibración de las moléculas de aire se eleva también, facilitando el paso de la perturbación (Lifeder, 2021).

Se estima que la velocidad del sonido cambia en 0.6 m/s por cada grado centígrado. La temperatura no siempre es constante ni homogénea, en un mismo sitio puede existir variaciones de temperatura entre el piso y otro punto que se encuentre algunos metros por encima del piso. Este gradiente de temperatura causa cambios en la propagación del sonido, a causa de que el sonido se desplaza más rápido en el aire caliente que en el frío (Equaphon Academy, 2015).

La velocidad de propagación del sonido en diversos entornos está determinada por las características inherentes de esos entornos. En un medio elástico, las ondas sonoras se transmiten con mayor facilidad en comparación con un medio rígido, ya que las moléculas están más dispuestas a vibrar repetidamente. Para describir cuán elástico es un medio, se utiliza una magnitud física conocida como módulo de compresibilidad (Lifeder, 2021).

### **3.3. El ruido en la Industria**

La contaminación acústica es una problemática grave que muchas veces pasa desapercibido para muchas personas. En el día a día las personas están expuestas a mucho ruido, que puede ser perjudicial para la salud. Prueba de ello es el ruido industrial al que están expuestos los trabajadores de fábricas, talleres, obras de construcción y plantas de tratamiento de residuos. Esto puede considerarse una mera molestia, pero plantea riesgos para la salud y la seguridad. El ruido industrial puede producirse de forma recurrente, como ocurre con los motores o equipos; o por impacto, utilizando un martillo o prensa. El ruido industrial es el riesgo laboral más común y sus efectos aparecen de forma paulatina, por lo que se considera un fenómeno propio del entorno laboral y del envejecimiento humano (IDEATEC, 2018).

La potencia y el ruido se miden en decibelios (dB). En la tabla 1 se presentan los niveles de ruido según su intensidad.

**Tabla 1.**  
*Niveles de ruido según su intensidad*

<b>Rangos (dB)</b>	<b>Comunicación</b>
0 - 20 dB	Umbral de audición humano.
20 – 50 dB	Puede darse una comunicación fácilmente.
50 – 80 dB	La comunicación aún es posible, pero con dificultades.
80 - 110 dB	Estos valores se pueden soportar en una jornada laboral, aunque deberían tomarse medidas para reducirlo.
100 dB <	La comunicación es imposible.

*Nota:* adaptado de IDEATEC (2018). Ruido industrial, ¿qué es? y ¿cómo prevenirlo?

### **3.4. El ruido en la industria textil**

La industria textil ha ido en crecimiento al largo de los años, creando nuevas prendas o productos para diferentes usos, que se adapten a la necesidad del consumidor. Estas industrias al trabajar con volúmenes grandes mecanizan sus procesos, por lo cual entran en acción las máquinas pesadas manejadas por operarios. La falta de información sobre el ruido laboral que se produce y sus efectos es común tanto en los empresarios como entre los trabajadores. En un estudio realizado por Jaimez y Guerrero (2018), determinaron que en empresas de producción textil existen zonas que sobrepasan fácilmente los 80 dB(A), sobrepasando los límites recomendables para la salud de los trabajadores.

García, Garrigues y García (1998) en su trabajo de investigación, explican que el personal operativo presenta mayores problemas auditivos. Además, determinaron que los trabajadores expuestos a niveles de ruido promedio diarios superiores a 85 dB(A) tienen casi cinco veces más probabilidades de sufrir un trauma acústico que aquellos expuestos a niveles inferiores a 75 dB(A), independientemente de su edad y sexo.

En estas industrias textiles, se hacen uso de diversos equipos y maquinarias para la elaboración y confección de productos textiles, siendo uno de estos los telares eléctricos. Este tipo de maquinaria es esencial en la etapa de conversión de los hilos en tela, que ya podrá ser usada en la fabricación de diferentes prendas.

Los telares mecánicos en su mayoría producen niveles de ruido elevados, alrededor de 90 a 100 dB(A). Estos niveles suponen un alto riesgo para la salud de los trabajadores expuestos y aumentan la probabilidad de accidentes. Los problemas auditivos en los operadores de este tipo de maquinaria ocurren a menudo como resultado de trabajar durante muchos años en fábricas textiles; Por tanto, el organismo responsable del seguro obligatorio y la prevención de accidentes debe compensar esta cantidad en forma de prestaciones de pensión. Las reducciones de ruido que se han logrado en las máquinas textiles mediante mejoras en el diseño generalmente se han revertido a medida que las velocidades de producción han aumentado continuamente (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V, 2001).

### 3.5. Reglamento de Seguridad y Salud laboral para los trabajadores en el Ecuador

El nivel sonoro máximo permitido para los trabajadores en industrias es de 85 decibeles en escala A, medidos en el lugar donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza. Para exposiciones intermitentes, se considera el efecto combinado de los niveles sonoros que son iguales o superan los 85 dB(A) (Decreto Ejecutivo 2393, 2018).

**Tabla 2.**

*Tiempo de exposición por jornada laboral - Decreto Ejecutivo 2393*

Nivel de presión sonoro dBA	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

*Nota:* tomado del Decreto Ejecutivo 2393 (2018). Art. 55. Ruidos y vibraciones

### 3.6. Límites máximos permisibles de ruido en el Ecuador

En el Acuerdo Ministerial 97 Registro Oficial Edición Especial 387 recalca:

Los niveles de emisión de ruido ( $L_{keq}$ ) expresados en decibeles, que se obtengan de la medición de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se muestran en la Tabla 3 (MAATE, 2015).

El  $L_{keq}$ , son siglas que se refieren al nivel de presión sonora continua equivalente corregido, es una medida útil para cuantificar la exposición al ruido ambiental y la sensibilidad del oído humano. Permite evaluar si se están cumpliendo los estándares de calidad de sonido establecidos (Arguedas, 2019).

**Tabla 3.**  
Niveles máximos (LKeq) para fuentes fijas

<b>NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR</b>		
<b>Uso de suelo</b>	<b>Lkeq (dB)</b>	
	<b>Período Diurno</b>	<b>Período Nocturno</b>
	<b>7:01 hasta 21:00 horas</b>	<b>21:00 hasta 7:00 horas</b>
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso múltiple	<p>Quando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el Lkeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación.</p> <p><b>Ejemplo:</b> Uso de suelo: Residencial + ID2</p> <p>LKeq para este caso= Diurno 55 dB y nocturno 45 dB.</p>	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	<p>La determinación de la Lkeq para estos casos se lo llevará a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.</p>	

*Nota:* tomado del Registro Oficial - Edición Especial N° 387; Fuente: MAE (2015).

### 3.7. Efectos del ruido en la salud humana

Según estimaciones, alrededor de un tercio de la población global y tres de cada cuatro individuos que residen en áreas urbanizadas desarrolladas experimentan algún nivel de

deterioro auditivo a causa de la exposición a sonidos de alta intensidad. La definición de ruido por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) abarca aquellos sonidos desagradables y perjudiciales que tienen el potencial de afectar la capacidad auditiva. En España, las principales fuentes de ruido incluyen el tráfico vehicular, el transporte aéreo y ferroviario, así como entornos ruidosos de entretenimiento como conciertos y discotecas. Estas fuentes de ruido representan un riesgo para la salud auditiva y el bienestar general, destacando la importancia de tomar medidas preventivas para proteger la audición y preservar la salud en su totalidad (Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza & Cuello, 2023).

La exposición prolongada al ruido puede tener efectos negativos en la salud humana. Algunos de los problemas de salud asociados con el ruido incluyen:

- Pérdida de audición: la exposición prolongada a niveles altos de ruido puede causar daño permanente en el sentido auditivo, provocando una disminución en la percepción de sonidos. Además, el ruido provoca estrés en las personas expuestas, provocando que los trabajadores que estén expuestos a altos niveles de ruido por mucho tiempo tengan más probabilidad de sufrir un accidente laboral (Subirán, 2018).
- Problemas cognitivos: Los altos niveles de ruido en tiempos prolongados pueden afectar la capacidad de concentración de las personas, alterando el rendimiento cognitivo de los mismos (Condori & Apaza, 2022).
- Aumento de estrés: El ruido es un sonido no deseado, algunos pueden percibir estímulos acústicos análogos como ruido y otros como sonido; Es un sonido desagradable o perjudicial para el organismo. Este punto es importante porque el ruido puede ser un factor estresante subjetivo, objetivo o ambos. El ruido puede sobrecargar el sistema nervioso central, provocando malestar o efectos negativos en el organismo. Esta sobrecarga sensorial puede desencadenar una respuesta de estrés; El estrés por ruido puede provocar respuestas fisiológicas como reflejos acústicos, sudoración, tensión muscular, aumento de la presión arterial, cambios en los lípidos séricos, el cortisol y la glucosa en sangre (Costabal, Seballos & Matamala, 1991).

### **3.7.1 Niveles de ruido peligrosos para la salud humana**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se sugiere un nivel de ruido de alrededor de 65 decibeles (dB) para mantener una buena salud y bienestar. No obstante, cuando la exposición rebasa los 85 dB, se incrementa el riesgo de sufrir deterioro auditivo y afectaciones a la salud en general. Los sonidos que superan los 85 dB pueden resultar dañinos, aunque esto varía según la duración y la frecuencia de la exposición a dichos sonidos. Además, el uso de protección auditiva, como tapones para los oídos o auriculares protectores, también influye en la medida de la exposición y el posible riesgo en la audición. (Healthwise, 2013)

### **3.8. Estrategias de reducción de ruido en las industrias**

Las industrias, dependiendo de sus actividades, cuentan con equipos que pueden producir altos niveles de ruido.

Existen varias soluciones acústicas para mitigar este problema, que normalmente implican sellar el equipo que produce el ruido, como un motor o una prensa en una línea de producción. Esta solución es la más eficaz para reducir el ruido. Sin embargo, en muchos casos esto resulta insatisfactorio por factores que puedan repercutir en el buen funcionamiento de algún proceso o maquinaria. Cuando el equipo está sellado, se vuelve inaccesible, lo que dificulta su operación, mantenimiento o limpieza. El sello evita que el motor se ventile, lo que provoca que se sobrecaliente. Esto conlleva un alto riesgo de daño mecánico o falla. Las cortinas insonorizadas proporcionan acceso a los equipos, ventilación de los componentes y son una solución mucho más económica (Textil Batavia, 2021).

#### **3.8.1 Reducción de ruido por muros y vallas**

Los muros o vallas no son barreras acústicas eficaces que solucionen el ruido de forma significativa, pero en algunos casos son el único método viable de control del ruido. Si los requisitos para la reducción de ruido no son demasiado altos, se puede recomendar la construcción de este tipo de muros. Es importante tomar en cuenta que la reducción en el punto de observación depende tanto de la altura como del ángulo de la barrera. Cuanto mayor sea el volumen, menor será el nivel de sonido. También hay que recordar que mientras más alta esté la valla en relación con la fuente de sonido y al punto de observación, mayor será el ángulo, y

el efecto máximo se consigue si la valla está cerca de la fuente o del receptor, y no a una distancia intermedia entre ellos dos (de Buergo & Limón, 1994).

### **3.8.2 Reducción de ruido por árboles y arbustos**

Buergo & Limón (1994), mencionan que para controlar eficazmente el ruido en áreas de trabajo al aire libre o en áreas residenciales, los árboles y arbustos deben crear barreras con gran profundidad y alta densidad de follaje. Al usar árboles, la superficie de las hojas debe estar cerca del suelo. No se ha realizado ningún estudio sistemático sobre el desgaste a causa de la vegetación. Sin embargo, las pérdidas de transmisión entre diferentes tipos de bosques pueden resultar útiles como guía. El uso de plantas para barreras acústicas solo se justifica cuando se desean efectos marginales o cuando otros métodos no son rentables.

### **3.8.3 Uso de la espuma acústica para la reducción del ruido**

La estructura de las espumas acústicas pueden ser células abiertas o cerradas. Si estas son células abiertas, los poros están conectados y la eficiencia de la absorción acústica es significativa. Si es de celda cerrada, la absorción se reduce, ya que se dificulta el paso de las ondas sonoras. Sin embargo, tras el proceso de fabricación, es posible perforar estas estructuras, aumentando la absorción acústica de este material. La espuma de poliuretano es un material de construcción con estructura de células abiertas, flexible y tiene baja resistencia al paso del aire, lo que hace que sea altamente fonoabsorbente. Al ser poroso, funciona de manera más eficiente a altas frecuencias (Marques, 2014).

Las colecciones de espumas de poliuretano pueden considerarse un producto de origen reciclado, ya que se toman del resto de la espuma de poliuretano. Cómo usar este material es cada vez más popular, debido a su alta eficiencia para absorber el sonido, pero también por su beneficio ambiental.

### **3.8.4 Equipo de Protección Personal para mitigar los efectos del ruido en las personas**

Los Equipos de Protección Personal (EPP), específicamente los que están destinados a proteger a los trabajadores del ruido del ambiente, son dispositivos diseñados para salvaguardar la salud auditiva de los trabajadores expuestos a niveles elevados de ruido en entornos laborales, como

en las industrias que manejan maquinaria pesada. Estos equipos incluyen orejeras auditivas de alta calidad con capacidad de atenuación de ruido, que se utilizan para reducir la exposición a sonidos perjudiciales. Al implementar EPP adecuados, como orejeras con una capacidad de atenuación de 24 dB, los trabajadores pueden cuidar su audición y minimizar los efectos negativos del ruido en su salud auditiva, contribuyendo así a un ambiente laboral más seguro y saludable (Ordóñez, et al., 2023).

El Equipo de Protección Personal para reducir el ruido, generalmente son los protectores auditivos que atenúan el ruido, y en la Tabla 4 se puede encontrar algunos los EPP más usados en la industria:

**Tabla 4.**

*Equipos de protección personal auditiva*

---

**Equipo de protección personal auditiva**

---

Tapones auditivos de espuma desechables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo de dispositivo de protección auditiva más utilizado. Se acoplan a la forma única del canal auditivo, brindando una alta reducción del ruido cuando se lo coloca de una manera correcta</li></ul>
Tapones auditivos a presión	<ul style="list-style-type: none"><li>• Son una solución conveniente para aquellos que encuentran difícil enrollar y colocar tapones auditivos de espuma tradicionales. Su diseño permite una inserción sencilla sin necesidad de enrollar.</li></ul>
Tapones auditivos reutilizables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Son rentables al durar más, versátiles al no absorber humedad y adecuados para condiciones húmedas. Ofrecen atenuación moderada, permitiendo al usuario escuchar sonidos cuando no se necesita un alto nivel de reducción de ruido.</li></ul>
Tapones auditivos hechos a medida	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tapones auditivos personalizados con material duradero que se adapta a la forma única de los oídos. Ofrecen comodidad al ajustarse precisamente, pueden usarse por períodos prolongados.</li></ul>
Orejas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auriculares de plástico y banda de cabeza ajustable con almohadillas suaves que sellan los laterales de la cabeza. Son fáciles de usar, prácticos para colocar y quitar rápidamente.</li></ul>
Protectores auditivos con banda	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntas de espuma suave o elásticas con banda flexible para una protección auditiva práctica y versátil. Ideales para cambios rápidos entre entornos ruidosos y silenciosos, ofrecen una amplia variedad de estilos de bandas y puntas, con una atenuación moderada que permite escuchar sonidos cuando no se necesita un alto nivel de reducción de ruido.</li></ul>

---

*Nota:* adaptado de 3M (2022). Protección y Seguridad Industrial.

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. Materiales**

- GPS
- Sonómetro clase 1. Modelo BSWA 308
- Anemómetro Kestrel K1000
- Trípode
- Libreta de Campo
- ArcGIS Pro 3.1.0
- Laptop

#### **4.2. Métodos**

Descriptivo - Analítico

Para el trabajo de investigación se utilizaron métodos: descriptivos, analíticos, observacionales y bibliográficos con un enfoque cuantitativo considerando las variables de los niveles de presión sonora equivalente (L<sub>eq</sub>) en el parámetro de ruido específico.

Se usaron métodos comparativos para la interpolación de los datos y el análisis de los resultados.

##### **4.2.1. Ubicación del área de estudio**

La investigación se realizó en la comunidad de Quinchuquí, que conforma la parroquia de Dr. Miguel Egas Cabezas, que se encuentra ubicada en el Cantón de Otavalo, provincia de Imbabura. Se encuentra a una altitud de 2,916 m.s.n.m., en las coordenadas 0.266667 y -78.2333, su posición UTM y su referencia Joint Operation Graphics es 17N.

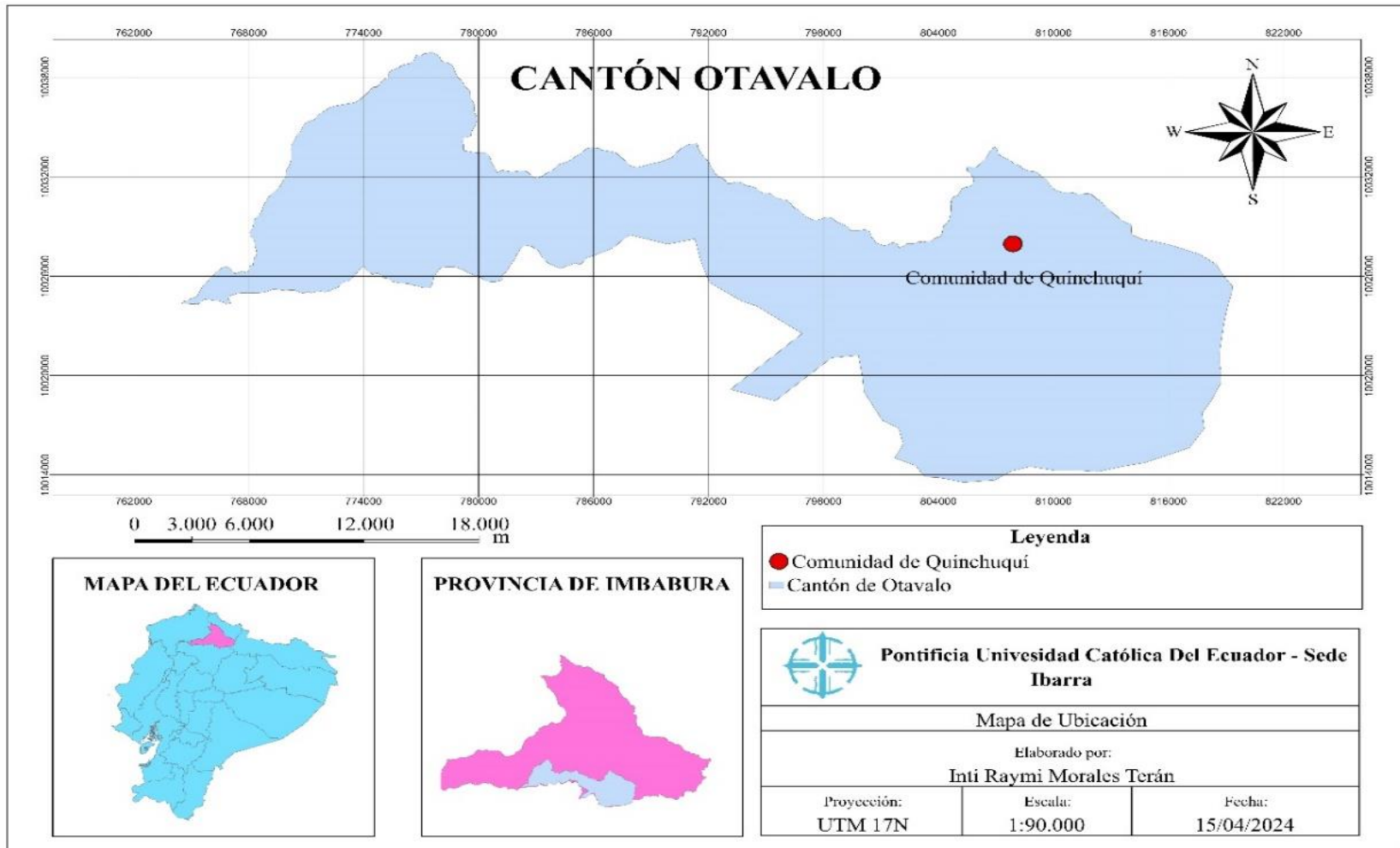
Límites:

- Norte: Con la Quebrada de Ilumán - Comunidad de Ilumán y la Hacienda Quinchuquí.
- Sur: Con la Quebrada Santillán Huayco – Comunidad de Agato.
- Este: Con el volcán Imbabura.
- Oeste: Con la comunidad de Peguche y la hacienda de Quinchuquí.

La parroquia de Dr. Miguel Egas Cabezas cuenta con 6914 habitantes, dividiéndose por género en 3.568 mujeres con un porcentaje de 51.6 % y 3.346 hombres con un 48,4 % (El GAD Parroquial Dr. Miguel Egas Cabezas, 2023).

Para identificar los puntos en la medición de datos y fuentes fijas de ruido que generan contaminación acústica, se hizo uso del método observacional en la zona de estudio mediante una visita zonal en la comunidad.

**Figura 1.**  
*Ubicación del área de estudio*



El GAD Parroquial Dr. Miguel Egas Cabezas (2023), da a conocer en su PDOT que los suelos que conforman la parroquia tienen un uso mixto.

En un acercamiento que se tuvo con los encargados del Plan de Gestión y Uso de Suelo de la parroquia, se conoció que la comunidad de Quinchuquí, tiene un uso de suelo que se divide entre actividades: residenciales, agro-productivas e industriales con restricciones en la utilización de ciertas maquinarias pesadas.

Con estos criterios, se asumió que el tipo de uso de suelo de la comunidad de Quinchuquí es un suelo de uso múltiple.

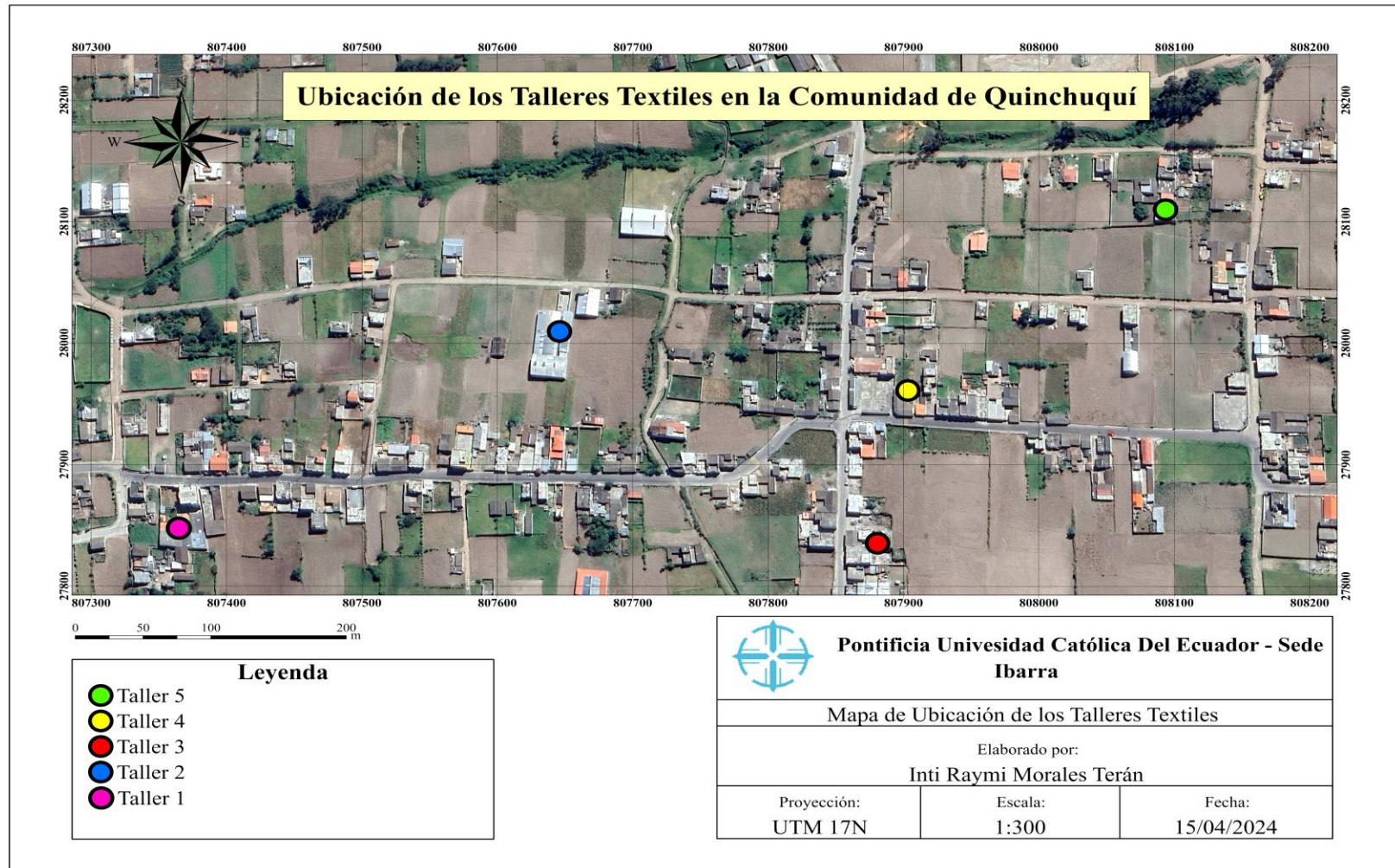
#### **4.2.2. Criterios acerca de los puntos de monitoreo**

Existen 17 talleres textiles en funcionamiento en la comunidad de Quinchuquí, ubicados en diferentes zonas de la comunidad.

Para el estudio se tomaron 5 talleres de producción textil, los cuales fueron elegidos para el trabajo de investigación, debido a su nivel de actividad, tipo de proceso y número de máquinas.

Se establecieron 5 fuentes fijas de ruido ubicadas en las inmediaciones de los talleres textiles seleccionados en este estudio:

**Figura 2.**  
*Ubicación de los talleres textiles estudiados de la comunidad de Quinchuquí*



Coordenadas de ubicación de cada uno de los talleres textiles:

**Tabla 5.**

*Coordenadas de ubicación de los talleres en la comunidad de Quinchuquí*

<b>Ubicación de los talleres de la comunidad de Quinchuquí</b>					
<b>Taller</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>	<b>Zona</b>	<b>Datum</b>
Taller 1	807381	27836	2624	17N	UTM WGS 84
Taller 2	807657	27977	2654	17N	UTM WGS 84
Taller 3	807895	27835	2673	17N	UTM WGS 84
Taller 4	807915	27961	2676	17N	UTM WGS 84
Taller 5	808096	28107	2692	17N	UTM WGS 84

Los puntos de monitoreo fueron considerados de acuerdo a sus características y a su ubicación, principalmente se escogió los talleres situados en zonas cercanas a los domicilios, por lo tanto, los datos tomados tienen un mayor peso en el trabajo.

La cantidad de maquinarias con la que cuentan los talleres textiles también es un factor importante al momento de elegir los diferentes puntos de medición. Mientras exista una mayor cantidad de maquinarias en funcionamiento al mismo tiempo, por lógica presentará niveles más altos de ruido, convirtiendo a estos talleres en mejores puntos de muestreo, con datos más interesantes para el trabajo de investigación. En cada taller se tomaron las mediciones en 5 puntos diferentes, los cuales son:

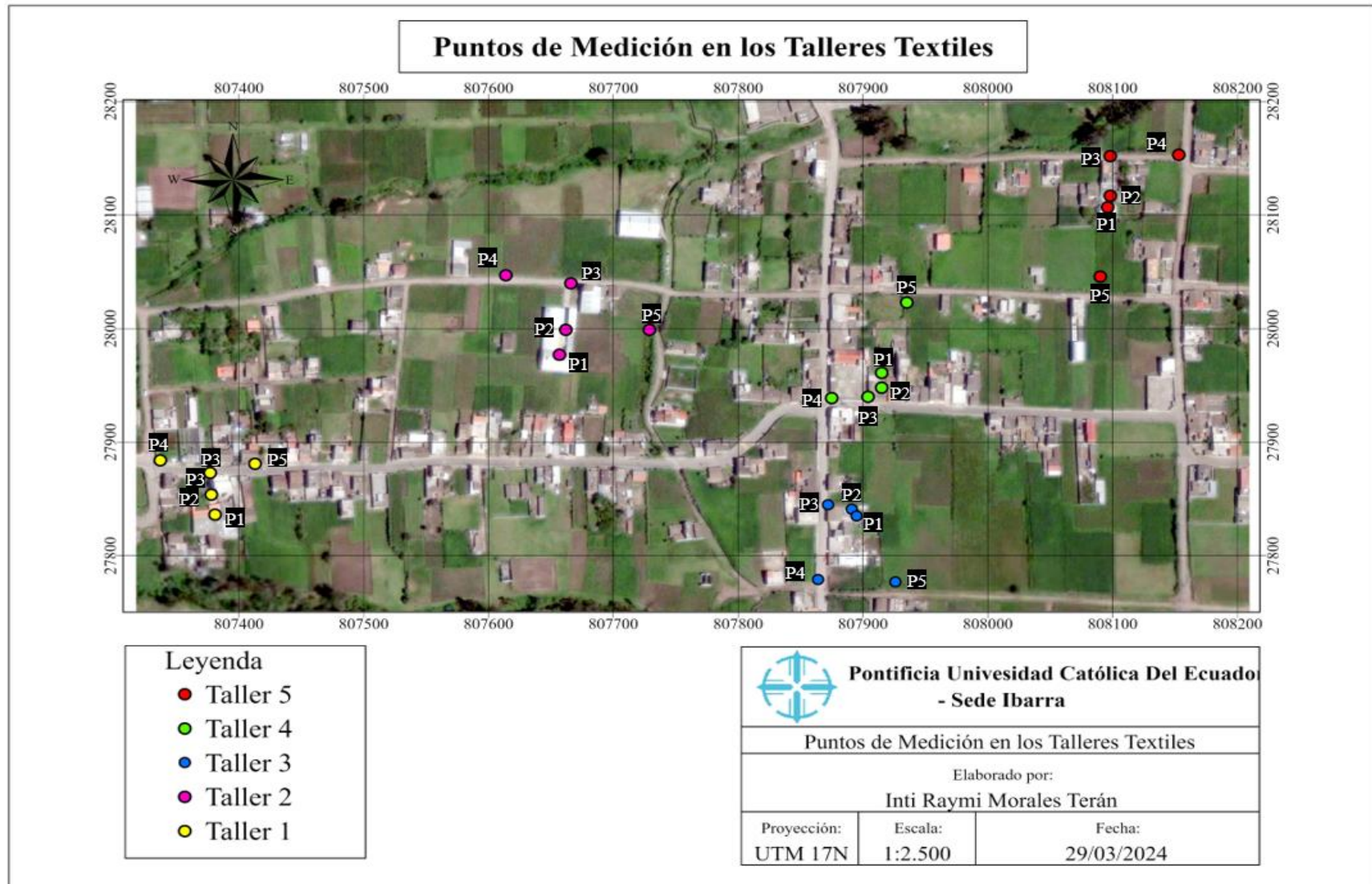
**Tabla 6.**

*Puntos de medición de ruido por taller*

<b>Puntos</b>	<b>Puntos de medición</b>
P1	Área de Tejido
P2	Zona de Descanso
P3	Exterior del Taller
P4	Alrededor del taller – zona 1
P5	Alrededor del taller – zona 2

La ubicación de estos puntos de medición se visualiza de mejor manera en la Figura 3.

**Figura 3.**  
*Puntos de medición por taller textil seleccionado*



### **4.2.3. Medición de los niveles de ruido en los talleres textiles**

El instrumento utilizado para medir los niveles de presión sonora en los distintos puntos fue un sonómetro integrador clase 1, de acuerdo a la Norma de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 61672-1:2002.

El Acuerdo Ministerial 097-A Registro Oficial Edición Especial 387 en su Anexo 5, da a conocer, que el sonómetro debe estar posicionado sobre un trípode, a una altura igual o superior a 1,5 metros. La ubicación del micrófono deberá apuntar a la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados, sobre el plano horizontal. Igualmente, el evaluador se ubica como mínimo a 1 metro de distancia (MAATE, 2015).

Para la toma de mediciones en cada uno de los puntos de interés se consideraron dos parámetros necesarios, la velocidad del viento y la distancia entre paredes u otros obstáculos del instrumento de medición.

La velocidad del viento deberá ser igual o menor a 5 m/s durante las mediciones, por lo cual fue necesario el uso de un anemómetro antes de realizar la medición con el sonómetro, este instrumento nos mostrará información para entender el comportamiento del viento en diferentes entornos, ayudando a la toma de decisiones en las operaciones que se necesiten realizar (Díaz, Peña & Herrera, 2023).

Las mediciones se realizaron en puntos específicos y se minimizó la influencia de los distintos obstáculos que puedan reflejar el sonido y afectar a las mediciones. En el Acuerdo Ministerial 097-A, menciona que la distancia entre una superficie reflectante y el sonómetro debe ser de al menos 3 metros (MAE, 2015).

Mier (2017), explica que las mediciones deben darse en condiciones ambientales óptimas que no afecten de gran manera los datos obtenidos, es necesario evitar la medición durante la presencia de lluvia y truenos.

#### **4.2.4. Técnica de medición de ruido en los talleres y determinación del Lkeq**

En la medición del ruido se usó el método de 15 segundos (Leq 15s) para medir el ruido total y el ruido residual, este método consiste en tomar un total de 5 mediciones de 15 segundos cada una, las mediciones entre los valores extremos que fueron tomados no deberán presentar variaciones superiores a 4 dB para que sean considerados como mediciones válidas.

##### **4.2.4.1 Consideraciones para el muestreo**

Se utilizó el mismo método de Leq 15s para medir el ruido residual en cada uno de los puntos ubicados dentro y en los alrededores del taller.

En el caso de que el ruido específico (LAeq) sea más alto que el ruido residual, la corrección K permite una reducción de hasta 3 dB del ruido total. Cuando se trata de FFR, se puede permitir que el ruido total sea el específico, evitando realizar mediciones de ruido residual.

#### **4.2.5. Horario de monitoreo**

La medición de ruido se realizó de lunes a viernes durante una semana, en los meses de mayo y junio del 2024, debido a que estos son los días que operan los talleres textiles seleccionados de la comunidad. También se determinó el día y horas de mayor producción de los talleres.

Las horas con mayores picos de producción son:

- 09H00 a 12H00
- 14H00 a 17H00

Los horarios de mayor producción en los talleres se establecieron junto con los propietarios de los mismos, entonces se llegó a definir al día viernes como el día con los picos más altos de producción, en donde se hace un uso de mayor cantidad de maquinaria de manera simultánea. Por lo tanto, se llegó a definir que las mediciones se realizarán los días viernes en un periodo de 1 mes en dos horarios diferentes, uno en la mañana y otro en la tarde.

Se midió el ruido los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes durante una semana. Además, se realizaron las mediciones de los días viernes por 1 mes en los mismos horarios definidos.

En cada taller las mediciones se las realizaron en 5 puntos diferentes, con 5 repeticiones.

#### **4.2.6. Determinación del tiempo de exposición y de la dosis diaria de ruido en los trabajadores**

En el Decreto Ejecutivo 2393 (2018), se explica que, para calcular el tiempo máximo de exposición a niveles de ruido, que superan la normativa de 85 dB para los trabajadores, se usa la siguiente fórmula para calcular el tiempo de exposición máxima para los trabajadores.

$$T_{m\acute{a}x} = \frac{8}{2^{\frac{NPS-85}{5}}}$$

Donde 8 son las horas de una jornada laboral, 85 son los decibelios máximos a los que deberían estar expuestos los trabajadores para una jornada normal, los NPS son los niveles de presión sonora que se midieron en decibelios con ponderación A, lo demás datos de la fórmula, ya están preestablecidos.

La dosis de ruido diaria para los trabajadores no debe ser mayor a 1, para calcular este dato se usa la siguiente fórmula:

$$D = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \dots + \frac{Cn}{Tn}$$

Donde C es el tiempo de exposición a un nivel sonoro específico y T es el tiempo máximo de exposición.

Con el acercamiento a los distintos propietarios de los talleres textiles seleccionados en la comunidad de Quinchuquí, cada uno mencionó que se trabajan jornadas laborales de 8 horas al día e igualmente se realizó una encuesta a los trabajadores de estos talleres, para conocer los datos de interés.

#### **4.2.7. Método para la elaboración de los mapas de ruido**

Para interpretar los datos de ruido registrados en cada punto de muestreo se elaboró un mapa cartográfico de ruido con la ayuda del software ArcGIS Pro.

Un mapa de ruido es una herramienta de control usado para el estudio y análisis de la contaminación sonora en un área determinada. Este mapa muestra los niveles de ruido en diferentes puntos de una zona y de manera didáctica, lo que permite identificar las áreas más afectadas por la contaminación acústica y tomar medidas para reducir los niveles de ruido en esas zonas (Veliz & Lozada, 2022).

Para la elaboración de cada uno de los mapas de ruido se seleccionó el método de interpolación, herramienta disponible en el Software de Sistemas de Información Geográfica ArcGIS pro, este software permite la creación de mapas, manejo y análisis de información de datos, permitiendo recopilar, organizar, administrar y distribuir información geográfica (ArcGis Resources, 2023).

#### **4.2.8. Método de interpolación**

Una vez que se obtuvieron los valores del ruido específico de cada uno de los talleres, en sus 5 diferentes puntos de medición, se elaboró un archivo de Excel, generando una tabla con las variables de punto de medición, coordenadas UTM y el nivel promedio de presión sonora equivalente (L<sub>Keq</sub>) en dB.

Luego se exportó este archivo de Excel para la elaboración de mapas de predicción acústica de la comunidad de Quinchuquí en el software de información geográfica, en este trabajo se usó el ArcGIS Pro, que cuenta con herramientas de interpolación espacial.

La interpolación espacial implica la estimación de valores en las celdas de un ráster a partir de un conjunto reducido de datos medidos. Esta técnica se aplica para prever valores desconocidos o de difícil acceso en diversos aspectos geográficos, como la elevación, las precipitaciones, las concentraciones químicas, los niveles de ruido y otros (ESRI, 2023).

Se eligió la ponderación de distancia inversa (IDW) como método de interpolación, que estima los valores del nivel de presión sonora en cada uno de los puntos conocidos con otros no

conocidos, dependiendo de la distancia desde la fuente de ruido, y así esta irá en aumento o disminución. Este método asignó mayor importancia a puntos cercanos a la variable que se quiere conocer, este dato que se predice disminuye o aumenta dependiendo lo cercano que esté al punto, con el dato que sí se midió del nivel de presión sonora equivalente (Leq).

#### **4.2.9. Aplicación de encuestas**

Se realizaron encuestas de opción múltiple y de opción abierta, como se muestra en el Anexo 7, el objetivo fue obtener datos interesantes que nos ayudaron a conocer algunos temas para el trabajo de investigación.

La población objetivo de la encuesta fue compuesta por dos grupos:

- Trabajadores de los talleres textiles.
- Personas que viven en áreas aledañas a los talleres textiles.

#### **4.2.10 Muestra de la población**

Población: En la presente investigación la población de estudio fue los habitantes de la comunidad, los cuales a través de su participación permitieron que se conozca la percepción de los mismos ante la situación de la contaminación acústica.

El GAD Parroquial Dr. Miguel Egas Cabezas (2023), menciona en su actualización del PDOT de la parroquia, que la comunidad de Quinchuquí se encuentra conformada por un total de 650 familias.

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023), señala que, en el censo realizado en el año 2022, el número promedio de miembros por hogar en Ecuador es de 3,2 personas.

Al tener esta información se pudo multiplicar el número promedio de personas por las 650 familias existentes en la comunidad. Finalmente, se obtuvo una cifra aproximada de la población, el cual es de 2080 personas que habitan en la comunidad de Quinchuquí.

Partiendo del dato de la población aproximada que se obtuvo, se aplicó el muestreo respectivo para realizar las encuestas.

Muestra: Para la obtención de la muestra se aplicó un muestreo aleatorio simple y al azar, empleando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2(N - 1) + Z^2 PQ}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Población o universo

E: error admisible 0.10%

Z: 0,9 (90% de confianza)

PQ: Proporción máxima que afecta a la muestra (0.5 \* 0.5=0.25)

$$n = \frac{(0,9)^2 * (2080) * (0.25)}{0,10^2(2080 - 1) + (0,9)^2 * (0.25)}$$

$$n = \frac{(0,81) * (520)}{0,10^2(2080 - 1) + (0,81) * (0.25)}$$

$$n = \frac{421,2}{0,01 * (2080 - 1) + (0,81) * (0.25)}$$

$$n = \frac{421,2}{20,79 + 0,2025}$$

$$n = \frac{421,2}{20,5875}$$

$$n = 20,5$$

Para el desarrollo de la investigación se aplicaron un total de 21 encuestas.

También se realizó una encuesta a los trabajadores de los talleres textiles de Quinchuquí, para conocer algunos datos que podían ser de interés en el trabajo de investigación. Estas preguntas estuvieron enfocadas con el fin de conocer cuál era la mayor fuente de ruido durante el proceso de producción, y como el ruido los afectaba en su entorno laboral. Las preguntas planteadas se observan en el Anexo 4, literal A.

Para la cantidad de encuestas que se realizaron a los trabajadores, únicamente se tomó las respuestas de los trabajadores que estuvieron dispuestos a colaborar en dichas preguntas. En total se realizaron 18 encuestas a los trabajadores que laboran en estos talleres textiles. Las preguntas planteadas se observan en el Anexo 4, literal B.

#### **4.2.11. Diseño de propuesta para la mitigación de la contaminación acústica**

La propuesta se realizó para ayudar a la comunidad y a los dueños de los talleres textiles, frente a esta problemática referente al ruido que se produce en ciertas zonas ubicadas en los alrededores de los talleres textiles, en las cuales no cumplen con la normativa vigente. En la propuesta se colocaron soluciones que se pueden aplicar en lapsos cortos de tiempo, y otras que se podrán implementar en un futuro.

## CAPÍTULO V

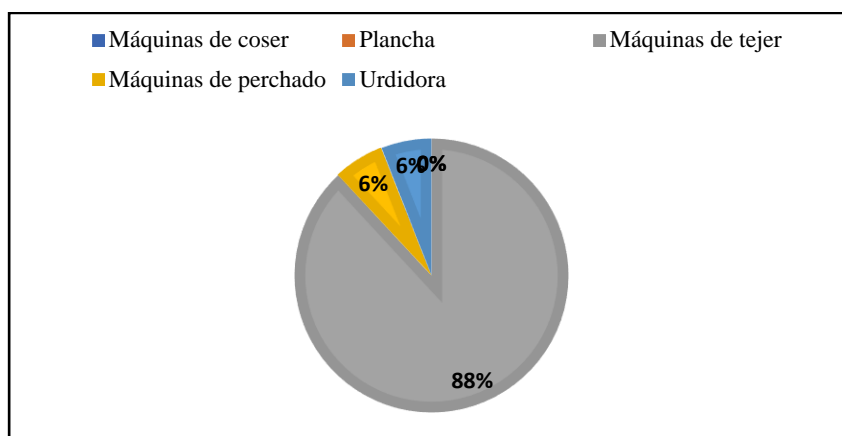
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Determinación de la maquinaria y áreas más ruidosas de los talleres textiles

Los equipos que generan mayor ruido se determinaron a partir de una encuesta aplicada a los trabajadores en la Figura 4, en una de las preguntas planteadas en la encuesta se consultó sobre cuál era la maquinaria que más ruido generaba según su percepción en el taller textil. Los resultados del resto de las preguntas se observan en el Anexo 5.

**Figura 4.**

*Resultado de la encuesta a trabajadores, sobre las máquinas más ruidosas*



Se evidencia que la máquina más ruidosa de los talleres textiles según la percepción de los operarios son las máquinas de tejer, con un 88% de trabajadores que escogieron esta respuesta, mientras que las otras máquinas seleccionadas fueron, la máquina para realizar el urdido con un 6% y la máquina de perchado igualmente con un 6%.

Las demás máquinas que se colocaron como opción en la encuesta son usadas en sus procesos de producción, pero al no ser elegidas por los trabajadores, demuestran que esas máquinas no son las que provocan la problemática de generación de ruido.

Con esta información se realizó la medición de los niveles de presión sonora (dBA) de cada una de las máquinas que fueron elegidos en la encuesta:

**Tabla 7.***Nivel de presión sonora (dBA) maquinaria de los talleres textiles*

<b>Maquinarias más ruidosas de los talleres textiles</b>	<b>NPS (dBA)</b>
Telares eléctricos	89.7
Máquina de perchado	79.6
Máquina de urdimbre	75.8

En la Tabla 7 se muestra la medición de ruido en las máquinas que más ruido generan, siendo la máquina más ruidosa los telares eléctricos, estos generan el nivel más alto de presión sonora con 89.7 dB, seguidos por la máquina de perchado con 79.6 dB y la máquina de urdimbre con 75.8 dB.

En los resultados de los niveles de presión sonora dBA promedio, los telares eléctricos estudiados en los distintos talleres textiles de la comunidad muestran datos promedios de NPS de 89.7 dB. Otro autor, como Bedi (2006), explica en su trabajo de investigación realizada en el Norte de la India, que las secciones de las plantas con maquinaria de tejido, hilado, marco de anillos, etc.; superan el límite aceptable de 90 dB. Lo que nos indica una realidad muy similar a los talleres textiles que se seleccionaron en la comunidad de Quinchuquí. Además, en el mismo estudio ya mencionado, los trabajadores de esas industrias textiles mencionaron molestias debido al ruido generado por las maquinarias, dificultando la comunicación entre los operantes del sitio, demostrando que la exposición al ruido ocupacional y los efectos relacionados son problemas generalizados.

## **5.2. Leq promedio de cada punto medido por taller**

En la Tabla 8 se indica cada uno de los puntos en los que se tomaron las mediciones, dentro y fuera de los talleres fueron realizados de la siguiente manera:

**Tabla 8.***Puntos de medición del ruido*

<b>Puntos</b>	<b>Puntos de medición</b>
P1	Área de Tejido
P2	Zona de Descanso
P3	Exterior del Taller
P4	Alrededor del taller – zona 1
P5	Alrededor del taller – zona 2

Se realizó un promedio de los diferentes datos de niveles de emisión de ruido, en los diferentes días de funcionamiento del taller y en todos los puntos en lo que se recolectó la información en decibeles.

Ecuación para determinar la Leq promedio:

$$\text{Leq Promedio} = 10\text{Log} \left[ \frac{1}{n_i} * (10^{0.1*\text{leqn}_1} + 10^{0.1*\text{leqn}_2} + \dots + 10^{0.1*\text{leqn}_n}) \right]$$

Rubén (2018) en su trabajo de investigación, determina el promedio de las mediciones mediante la ecuación estadística; el Leq promedio utiliza una media logarítmica, esto se debe a que los niveles de presión sonora se expresan en escala logarítmica.

**Tabla 9.***Leq promedio por Taller textil – Horario 1*

<b>Horario 1 (9:00 - 12:00)</b>					
<b>Taller Textil</b>	<b>Niveles de emisión de ruido LK<sub>eq</sub> (dB) en cada punto</b>				
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
Taller 1 Promedio Leq	87.5	55.8	45.2	36	38.5
Taller 2 Promedio Leq	85.6	70.1	42	43	42.5
Taller 3 Promedio Leq	90.4	74.7	57.2	43.8	46.5
Taller 4 Promedio Leq	89.9	73.6	55	48.9	49.6
Taller 5 Promedio Leq	89.8	73	37	34.9	37.6

En la Tabla 9 se visualizan los promedios de los niveles de emisión de ruido del horario de 9:00 am a 12:00 pm, tomados en los diferentes puntos, donde se indica que el nivel de ruido más alto está en el punto P1 con valores que van de 85.6 dB hasta los 90.4 dB en los talleres, seguido del punto P2 con valores de 55.8 dB hasta 74.7 dB.

En los puntos P3, P4 Y P5 se muestran mediciones de ruido menores a los dos puntos más cercanos a la fuente de ruido.

**Tabla 10.**

*Leq promedio por Taller textil – Horario 12*

<b>Horario 2 (14:00 - 17:00)</b>					
<b>Taller Textil</b>	<b>Niveles de emisión de ruido LKeq (dB) en cada punto</b>				
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
Taller 1 Promedio Leq	87.6	56	45.6	36	37.3
Taller 2 Promedio Leq	85.8	70.1	41.8	42.8	40
Taller 3 Promedio Leq	89.9	73.5	57.1	44.1	45.8
Taller 4 Promedio Leq	90	73.4	55.4	49.5	48.1
Taller 5 Promedio Leq	89.5	73	36.1	34.7	35.7

En la Tabla 10 se visualizan los promedios de los niveles de emisión de ruido del horario de 9:00 am a 12:00 pm, tomados en los diferentes puntos, donde se indica que el nivel de ruido más alto está en el punto P1 con valores que van de 85.8 dB hasta los 90 dB en los talleres, seguido del punto P2 con valores de 56 dB hasta 73.5 dB.

En los puntos P3, P4 Y P5 se muestran mediciones de ruido menores a los dos puntos más cercanos a la fuente de ruido.

Tomando en cuenta estos resultados junto a un trabajo de investigación realizado en las industrias textiles en Iraq por los autores Chabuk, et al. (2021), donde se menciona que este tipo de industrias textiles muestran lecturas de aumento en el nivel de ruido, más allá de los límites

permisibles en las salas de producción con valores promedio de 88 dB, en lugares donde se ubica la maquinaria pesada. Siendo una realidad muy similar en los talleres textiles que se estudiaron, en los cuales las máquinas de tejer producían una emisión que fácilmente provocaba un incumplimiento de la normativa en zonas cercanas a los talleres.

### **5.3. Comparación de niveles de emisión de ruido en cada punto del taller**

En el estudio sobre la contaminación acústica, se ha evaluado el nivel de decibelios (dB) en diferentes horarios y puntos ubicados dentro y en los alrededores del taller textil.

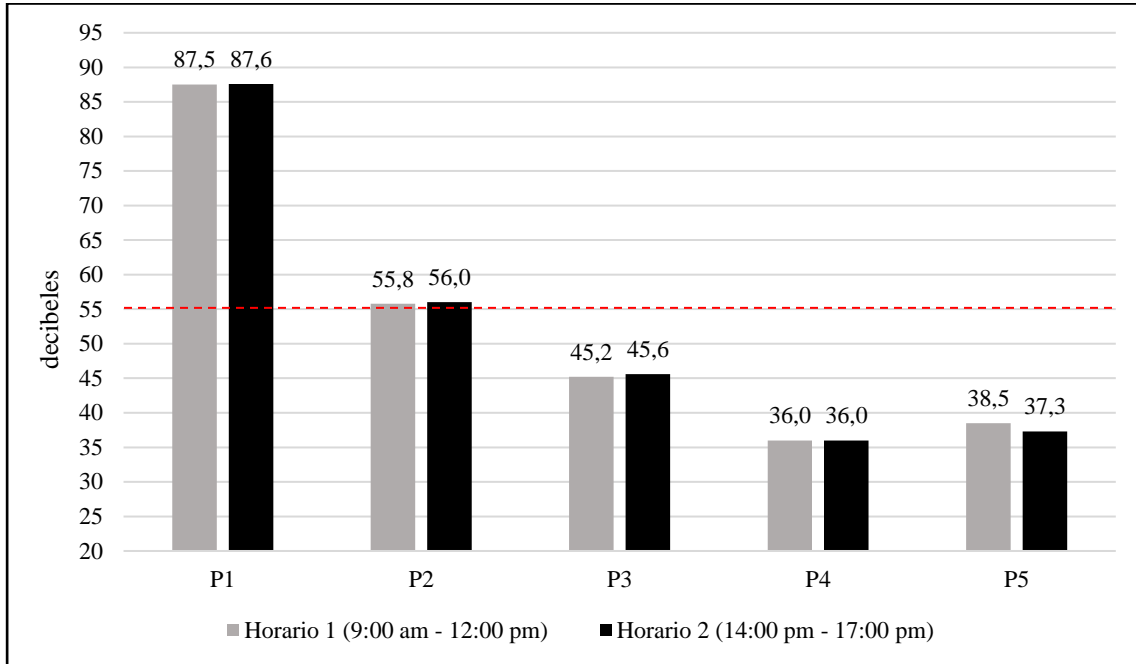
La comunidad de Quinchuquí tiene asignado un suelo de uso múltiple, debido a que en esa zona se realizan actividades residenciales, agroproductivas e industriales con restricciones.

La normativa dicta que el nivel máximo de emisión de ruido ( $L_{keq}$ ) permitido para un suelo de uso múltiple, se establecerá con el  $L_{K_{eq}}$  más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación de uso múltiple, en este caso la actividad residencial de la comunidad de Quinchuquí nos indica que el nivel máximo de emisión de ruido es de 55 dB, en el periodo diurno que empieza desde las 7:01 hasta 21:00 horas.

### 5.3.1. Comparación de niveles de emisión de ruido en cada punto del taller 1

**Figura 5.**

*Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 1*



Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 5 y se detallan a continuación:

En el punto P1 se registró un nivel de ruido de 87.5 dB en el horario 1 y de 87.6 dB en el horario 2. Ambos valores superan el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

En el punto P2 el nivel de ruido fue de 55.8 dB en el horario de mañana y 56 dB en el horario 2. Ambos valores superan levemente el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

En los puntos P3, P4 y P5 tienen niveles de decibeles que están por debajo del límite que se menciona en la normativa.

Además, se midió el ruido residual en el Taller 1, con los siguientes valores

**Tabla 11.**

*Ruido Residual (dB) Taller 1 - horario 1 y horario 2*

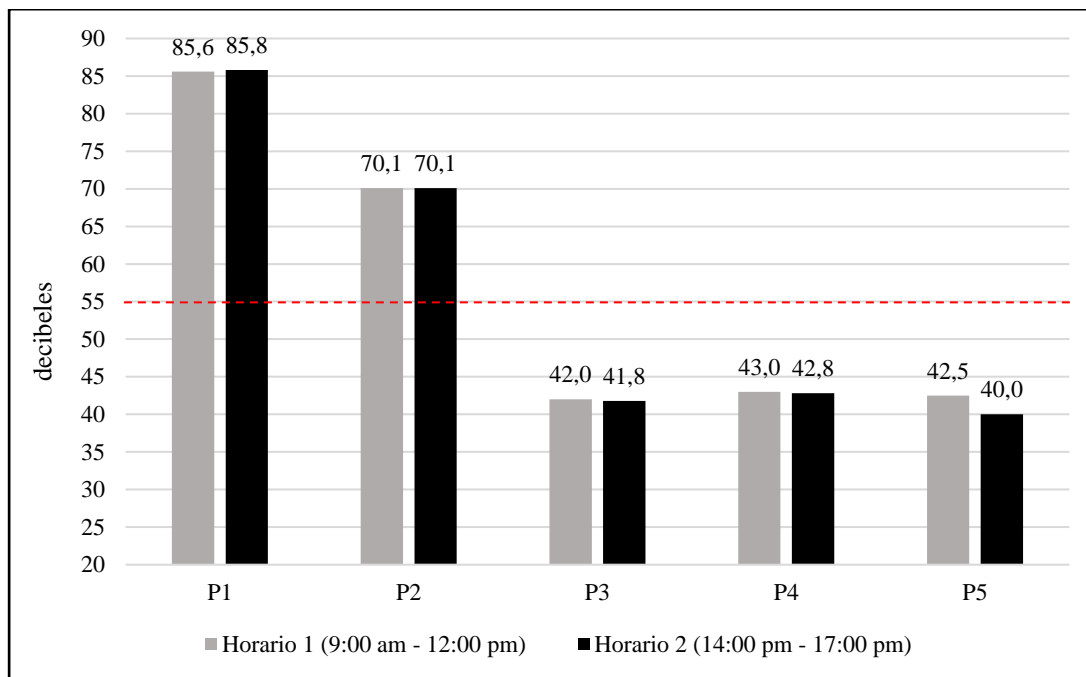
<b>Ruido residual (dB) - Taller 1</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
25.6	29.4	33.4	32.4	33.7

Los valores mostrados en la Tabla 11 indican que, en condiciones normales, donde no existe el ruido que se genera por la maquinaria de los talleres, el interior y el entorno del taller tiene un nivel de ruido muy por debajo que los valores registrados durante las operaciones del taller.

### 5.3.2. Comparación de niveles de emisión de ruido en cada punto del taller 2

**Figura 6.**

*Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 2*



Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 6 y se detallan a continuación:

En el punto P1 se registró un nivel de ruido de 85.6 dB en el horario 1 y de 85.8 dB en el horario 2. Ambos valores superan el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

En el punto P2 el nivel de ruido fue de 70.1 dB en el horario 1 y 70.1 dB en el horario 2. Ambos valores superan el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

En los puntos P3, P4 y P5 tienen niveles de decibeles que están por debajo del límite que se menciona en la normativa.

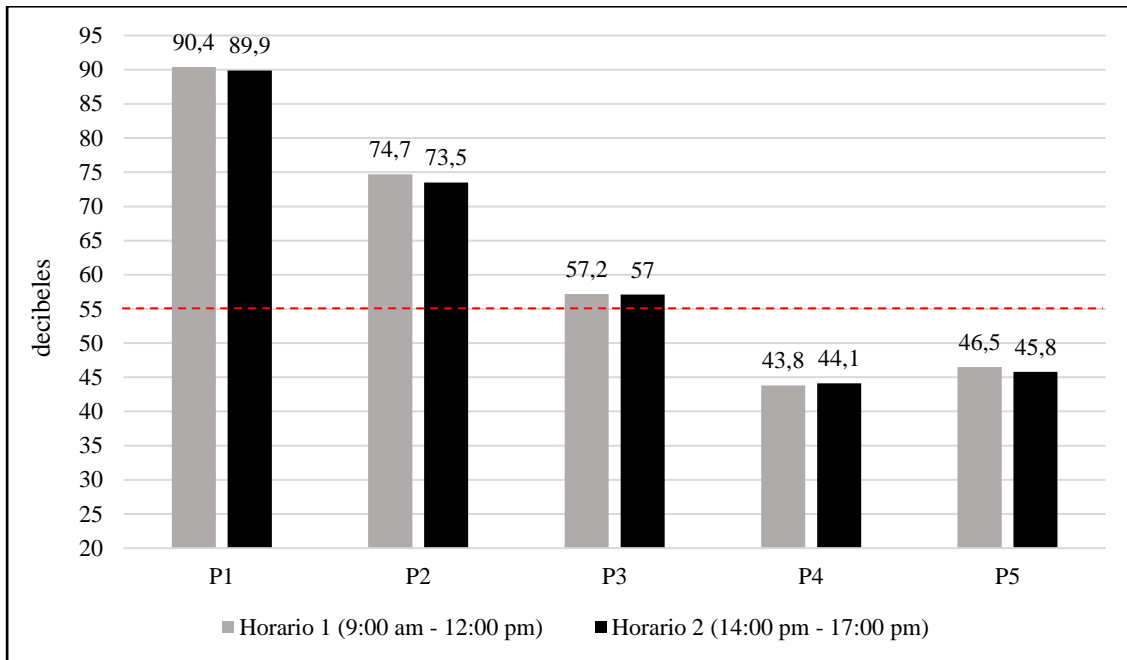
**Tabla 12.**  
*Ruido Residual (dB) Taller 2 - horario 1 y horario 2*

Ruido residual (dB) - Taller 2				
P1	P2	P3	P4	P5
23.8	38.9	36.4	34.5	35.7

Los valores mostrados en la Tabla 12 indican que, en condiciones normales, donde no existe el ruido que se genera por la maquinaria de los talleres, el interior y el entorno del taller tiene un nivel de ruido muy por debajo que los valores registrados durante las operaciones del taller.

### 5.3.3. Comparación de niveles de emisión de ruido en cada punto del taller 3

**Figura 7.**  
*Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 3*



Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 7 y se detallan a continuación:

En el punto P1 se registró un nivel de ruido de 90.4 dB en el horario 1 y de 89.9 dB en el horario 2. Ambos valores superan el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

En el punto P2 el nivel de ruido fue de 74.7 dB en el horario 1 y 73.5 dB en el horario 2. Ambos valores superan el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

El punto P3 presenta valores de 57.2 dB en el horario 1 y de 57 dB en el horario 2, en los dos horarios los niveles de ruido superan la normativa levemente.

En los puntos P4 y P5 tienen niveles de decibeles que están por debajo del límite que se menciona en la normativa.

**Tabla 13.**

*Ruido Residual (dB) Taller 3 - horario 1 y horario 2*

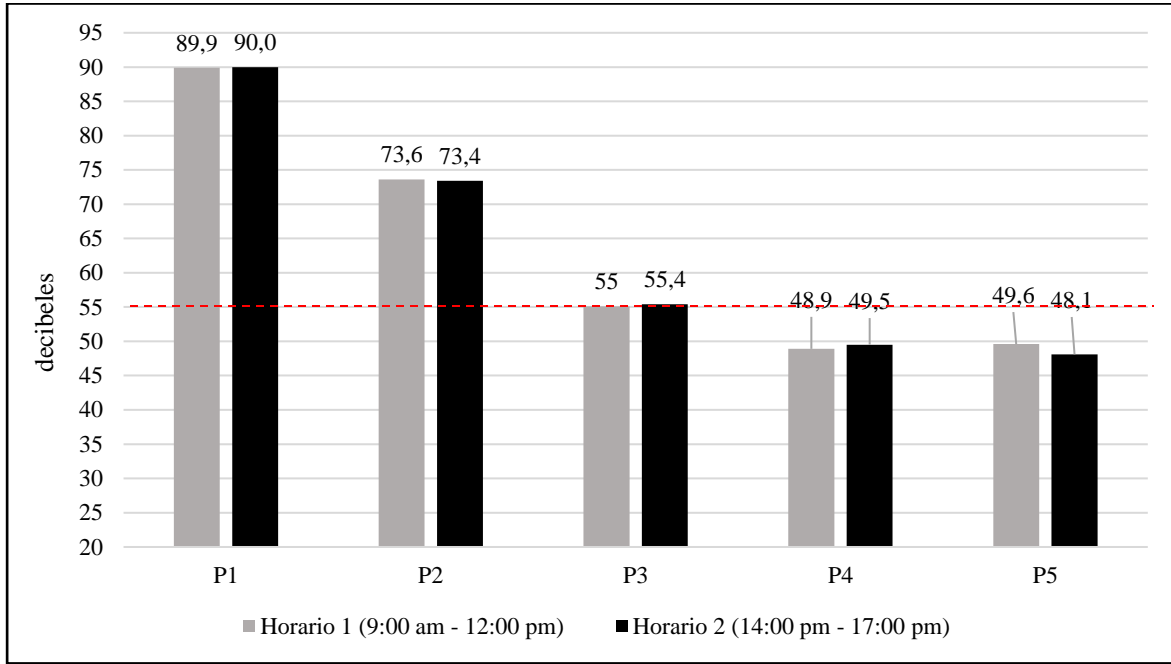
<b>Ruido residual (dB) - Taller 3</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
24.1	35.4	36.8	36.7	38.4

Los valores mostrados en la Tabla 13 indican que, en condiciones normales, donde no existe el ruido que se genera por la maquinaria de los talleres, el interior y el entorno del taller tiene un nivel de ruido muy por debajo que los valores registrados durante las operaciones del taller.

### 5.3.4. Comparación de niveles de emisión de ruido en cada punto del taller 4

**Figura 8.**

*Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 4*



Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 8 y se detallan a continuación:

En el punto P1 se registró un nivel de ruido de 89.9 dB en el horario 1 y de 90 dB en el horario 2. Ambos valores superan el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

En el punto P2 el nivel de ruido fue de 73.6 dB en el horario 1 y 73.4 dB en el horario 2. Ambos valores superan el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

El punto P3 presenta valores de 55 dB en el horario 1 y de 55.4 dB en el horario 2, en el horario 1 cumple con el límite máximo permisible de la normativa, mientras que en el horario 2, supera levemente el límite máximo.

En los puntos P4 y P5 tienen niveles de decibeles que están por debajo del límite que se menciona en la normativa.

**Tabla 14.**

*Ruido Residual (dB) Taller 4 - horario 1 y horario 2*

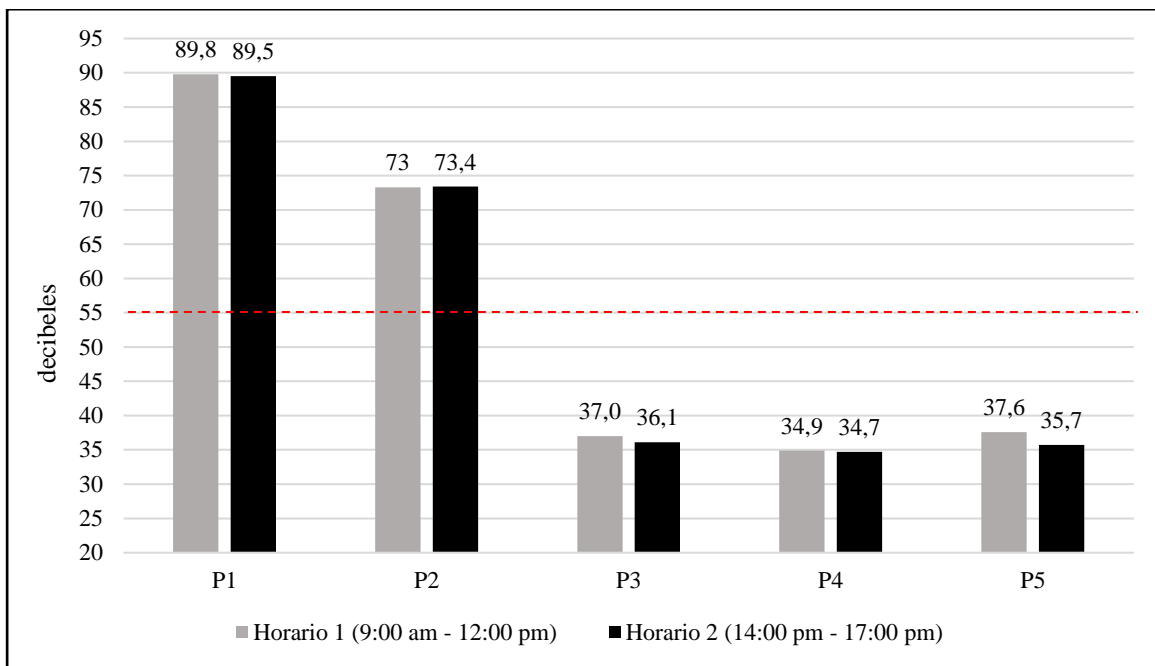
<b>Ruido residual (dB) - Taller 4</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
37.2	36.7	40.2	42.3	40.9

Los valores mostrados en la Tabla 14 indican que, en condiciones normales, donde no existe el ruido que se genera por la maquinaria de los talleres, el interior y el entorno del taller tiene un nivel de ruido muy por debajo que los valores registrados durante las operaciones del taller.

### 5.3.5. Comparación de niveles de emisión de ruido en cada punto del taller 5

**Figura 9.**

*Comparación de niveles de emisión de ruido (dB) en los horarios de medición - Taller 5*



Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 9 y se detallan a continuación:

En el punto P1 se registró un nivel de ruido de 89.9 dB en el horario 1 y de 89.5 dB en el horario 2. Ambos valores superan el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

En el punto P2 el nivel de ruido fue de 73 dB en el horario 1 y 73.4 dB en el horario 2. Ambos valores superan el límite establecido de 55 dB que dicta la normativa.

En los puntos P3, P4 y P5 tienen niveles de decibeles que están por debajo del límite que se menciona en la normativa.

**Tabla 15.**

*Ruido Residual (dB) Taller 5 - horario 1 y horario 2*

<b>Ruido residual (dB) - Taller 5</b>				
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
29.8	32.3	32.7	31.6	33.1

Los valores mostrados en la Tabla 15 indican que, en condiciones normales, donde no existe el ruido que se genera por la maquinaria de los talleres, el interior y el entorno del taller tiene un nivel de ruido muy por debajo que los valores registrados durante las operaciones del taller.

Los datos obtenidos sobre la emisión de ruido producido por los talleres textiles evidenciaron niveles de ruido elevados en los puntos más cercanos de todos los talleres de estudio.

En el área de tejido (P1), los niveles de ruido tienen de un rango de 85.6 dB hasta los 90.4 dB; mientras que en la zona de descanso de los trabajadores (P2) muestran niveles de ruido que van desde los 55.8 dB hasta los 74.7 dB, estando sobre el límite establecido por la normativa que se encuentra TULSMA en el (Libro VI Anexo 5 Ruido, 2015).

#### **5.4. Exposición al ruido en los trabajadores de los talleres textiles**

**Tabla 16.**

*Promedio de nivel de presión sonora dBA de cada taller textil*

<b>Nivel de presión sonora en los trabajadores</b>					
Horarios	NPS dBA - Área de tejido (P1)				
	Taller 1	Taller 2	Taller 3	Taller 4	Taller 5
9:00 - 12: 00	87.5	85.6	90.4	89.9	89.8
14:00 - 17: 00	87.6	85.8	89.9	90	89.5
Promedio NPS	87.6	85.7	90.2	90	89.7

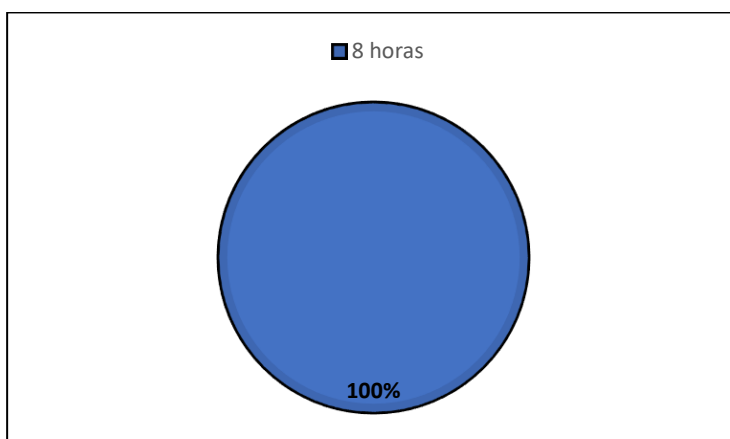
En los promedios de medición de los niveles de presión sonora, de los diferentes talleres textiles en el área de tejido, el menor valor de NPS, se encuentra en el taller 2 con 85.7 dB, mientras que el valor más alto de NPS se encuentran en el taller 3 con 90.2 dB, los niveles de NPS de los

demás talleres muestra niveles dentro de estos rangos que exceden el valor máximo de 85 dB que se establece en el (Decreto Ejecutivo 2393, 2018).

En la Figura 10 se muestra el resultado de las respuestas de una de las preguntas planteadas en la encuesta realizada a los trabajadores de los diferentes talleres textiles seleccionados para el estudio, la finalidad de la pregunta fue conocer cuál es el tiempo de su jornada laboral diaria. Los resultados del resto de las preguntas planteadas se observan en el Anexo 4.

**Figura 10.**

*Respuestas sobre la jornada laboral de los trabajadores en talleres textiles seleccionados.*



El 100% de los trabajadores participantes de la encuesta, contestaron que su jornada laboral normalmente es de 8 horas.

Igualmente, por medio de acercamientos a los propietarios de los talleres, se conoció que la jornada laboral de los trabajadores es de 8 horas.

El Decreto Ejecutivo 2393 (2018), establece las fórmulas para calcular la medición del tiempo máximo de exposición del ruido y la dosis diaria, al cual los trabajadores deben estar expuestos en entornos ruidosos.

Se usó la siguiente fórmula para calcular el tiempo máximo de exposición de ruido en los trabajadores, donde el valor NPS de la fórmula es el valor promedio de NPS que se muestra en la Tabla 16.

$$T_{\text{máx}} = \frac{8}{2^{\frac{NPS-85}{5}}}$$

En la Tabla 17 se muestran los resultados, que se calcularon con la fórmula para cada taller textil seleccionado.

**Tabla 17.**

*Tiempo máximo de exposición en horas calculado para los trabajadores*

<b>Tiempo máximo de exposición - Horas</b>				
Taller 1	Taller 2	Taller 3	Taller 4	Taller 5
5,6	7,3	3,9	4,0	4,2

Los valores obtenidos indican que el taller 2 puede tener a los trabajadores realizando sus actividades por más tiempo en el área de tejido, con 7,3 horas como máximo. Por otra parte, el taller 4 es el que tiene un menor tiempo máximo de exposición para sus trabajadores con 4 horas.

En el caso de la dosis diaria se usó la siguiente fórmula:

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

Dónde: C=Tiempo total de exposición a un nivel sonoro (8 horas)

T= Tiempo máximo de exposición

En la Tabla 18, se encuentran las dosis diarias que se calcularon para cada taller textil.

**Tabla 18.**

*Dosis de ruido diaria de cada taller textil*

<b>Dosis de ruido diaria</b>				
Taller 1	Taller 2	Taller 3	Taller 4	Taller 5
1,4	1,1	2,0	2,0	1,9

Los valores obtenidos, nos muestran dosis de ruido mayores en el taller 3 y taller 4, con un valor de 2 en ambos casos. En cambio, el taller 2 es el que presenta un menor valor de dosis diaria de ruido con 1,1.

Todos los talleres están por encima del valor de 1 que establece el (Decreto Ejecutivo 2393, 2018). Además, en el decreto se menciona que en estos casos es necesario tomar acciones para reducir la exposición de ruido en los trabajadores durante su jornada laboral.

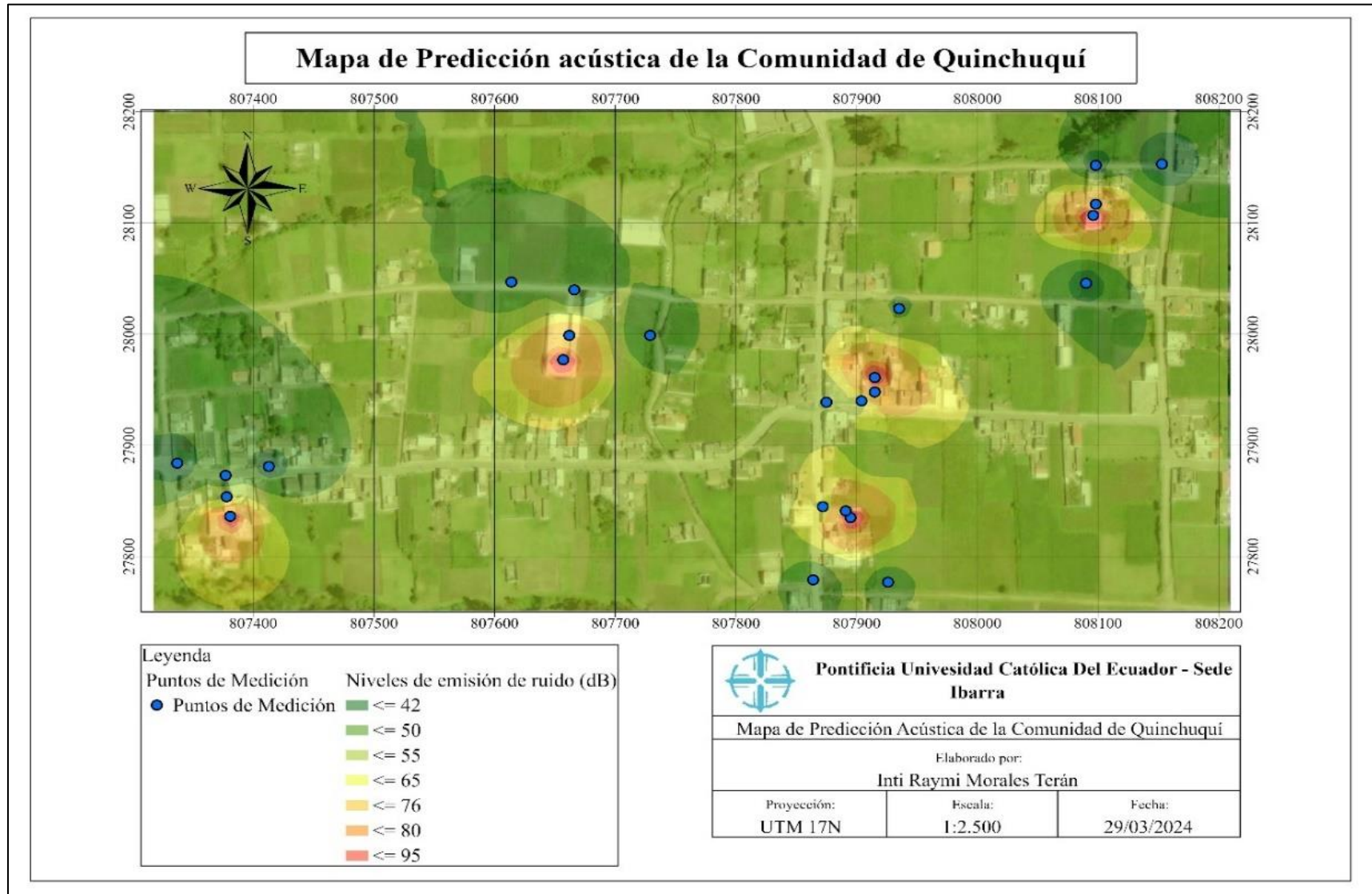
### **5.5. Elaboración de Mapas cartográficos de dispersión acústica**

Los puntos de medición están distribuidos en 5 zonas dentro y fuera del taller, cubriendo áreas de posible exposición al ruido.

Los colores en el mapa muestran cómo se propaga el ruido en el entorno, con áreas más ruidosas en tonalidades más cálidas (naranja y rojo) y áreas más silenciosas en tonos más fríos (verdes).

**Figura 11.**

*Mapa de dispersión acústica – Horario 1 de 9:00 am a 12:00 pm*



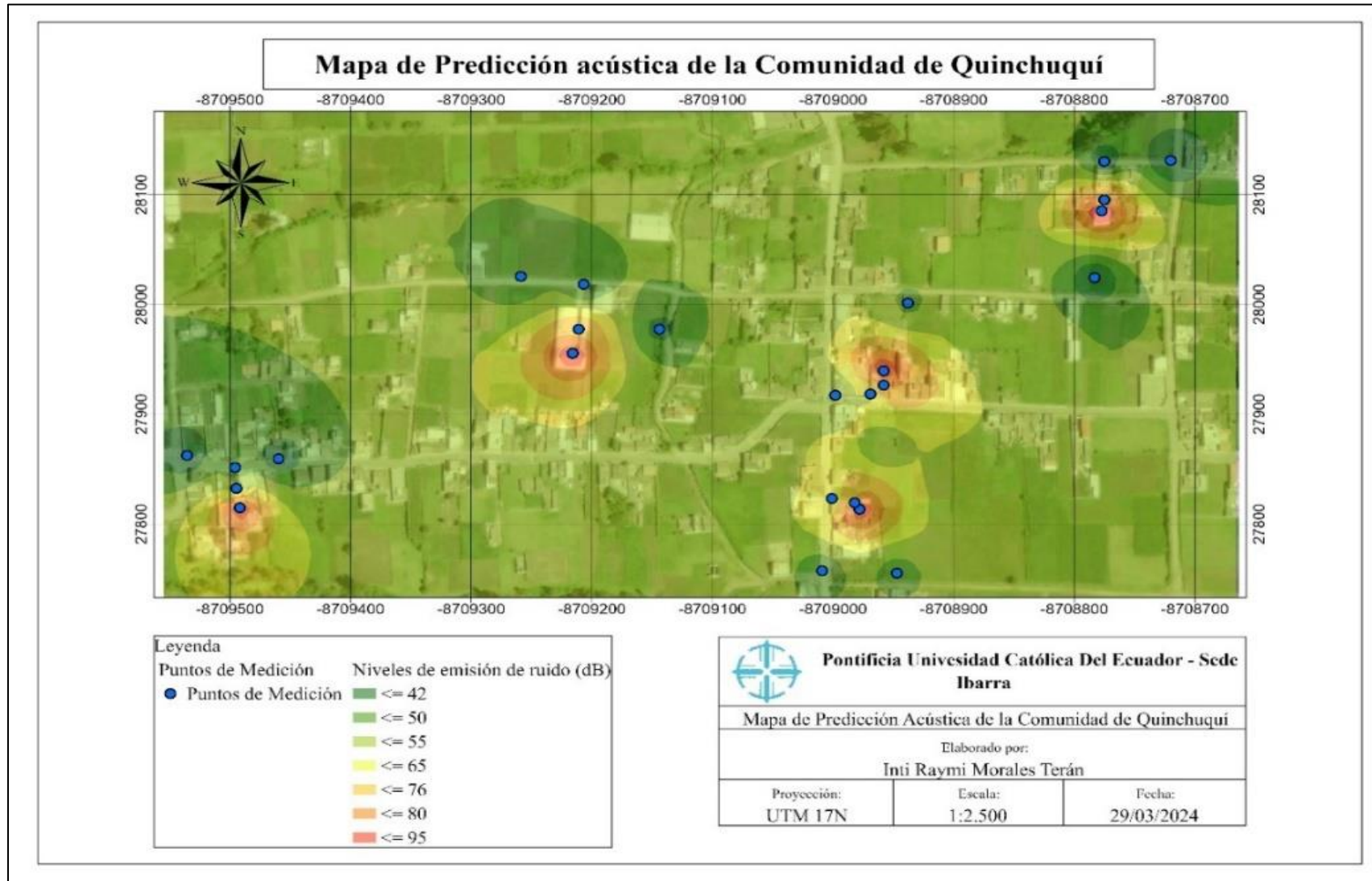
En la Figura 11 se observa la dispersión acústica generada por la interpolación del método IDW, con la ayuda del software de ArcGis Pro.

Se identificó que las zonas de color verde claro, hacia tonalidades más oscuras del mismo color, cumplen con la normativa, teniendo valores iguales o menores a 55 dB. Por otra parte, las zonas del mapa de dispersión acústica, que muestran tonalidades amarillas, anaranjadas y rojas, presentan valores de decibelios más altos de los que dicta la normativa.

La distancia de influencia es mayor en el taller 2, se extiende desde los 40 metros hasta los 90 metros desde la fuente de ruido del taller. Mientras que la distancia de influencia es menor en el taller 5, que va desde los 28 metros hasta los 50 a partir de la fuente de ruido.

**Figura 12.**

*Mapa de dispersión acústica - Horario 2 de 14:00 pm a 17:00 pm*



En la Figura 12 Se identificó que las zonas de color verde claro, hacia tonalidades más oscuras del mismo color, cumplen con la normativa, teniendo valores iguales o menores a 55 dB. Por otra parte, las zonas del mapa de dispersión acústica, que muestran tonalidades amarillas, anaranjadas y rojas, presentan valores de decibelios más altos de los que dicta la normativa. La distancia de influencia es mayor en el taller 1, se extiende desde los 20 metros hasta los 95 metros desde la fuente de ruido del taller. Mientras que la distancia de influencia es menor en el taller 5, que va desde los 30 metros hasta los 50 metros desde la fuente de ruido.

El mapa de dispersión acústica, que se realizó con los datos de emisión de ruido obtenidos en decibelios, nos indica los puntos más críticos de contaminación acústica, los cuales se visualizan en tonalidades amarillas, naranjas y rojas. Los autores Londoño, Correa & Agudelo (2020), en su estudio de investigación concluyen que los mapas de dispersión acústica son herramientas que nos ayudan a identificar localizaciones en donde el problema de ruido es mayor, y tomando en consideración esta información se podrían direccionar acciones para mitigar la problemática de la contaminación acústica, mejorando así la vida de los habitantes de la zona.

#### **5.6. Propuesta preventiva para mitigar la contaminación acústica generada por los talleres textiles en la Comunidad de Quinchuquí**

Con los datos obtenidos de las encuestas realizadas a los trabajadores y habitantes, las mediciones tomadas en los talleres textiles y el análisis de los mapas de dispersión acústica, se elaboró la siguiente propuesta que tiene como objetivo el cuidado del medio ambiente y el bienestar de la comunidad.

En la matriz se incluyen medidas correctivas, preventivas y de seguimiento, estas medidas se describen a través de diferentes estrategias.

**Tabla 19.**

*Propuesta de mitigación para la contaminación acústica para los propietarios de los talleres textiles de la comunidad de Quinchuquí*

<b>Propuesta de mitigación para la contaminación acústica de los talleres textiles en la comunidad de Quinchuquí</b>					
<b>Estrategia</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Indicador</b>	<b>Duración</b>	<b>Responsables</b>
<b>Mejora de instalaciones y maquinaria</b>	Reducir el nivel de ruido dentro y fuera de los talleres	Adquisición de maquinaria de tejer de tipo pinza o de disparo de hilo.	Instalación de equipos actualizados y monitoreo de niveles de ruido generado por la maquinaria	6 meses	Propietarios del taller
		Instalación de paneles acústicos en paredes y techos de los talleres	Colocación de los paneles acústicos en al menos 80% del área de paredes. Reducción del nivel de ruido a lo establecido en la normativa en los exteriores	3 meses	Propietarios del taller
		Instalación de barreras acústicas alrededor del perímetro exterior de los talleres	Nivel de ruido reducido en un 50% en las viviendas cercanas	3 meses	Propietarios del taller

<b>Capacitación al personal de los talleres textiles</b>	Proteger la salud auditiva de los trabajadores y habitantes del exterior de los talleres	Instalar cabinas insonorizadas alrededor de la maquinaria más ruidosa	Cantidad de cabinas instaladas y reducción de ruido en al menos el 50% de la maquinaria.	6 meses	Propietarios del taller
		Siembra de árboles y vegetación densa alrededor de los talleres	Cantidad de árboles plantados y zonas verdes creadas en el 50 % del perímetro	1 año	Propietarios del taller
		Talleres de capacitación sobre el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) Salud Mantenimiento	Al menos dos capacitaciones anuales realizadas y asistencia de al menos el 80% del personal	2 meses	Propietarios del taller
		Programa de mantenimiento regular y preventivo para todas las maquinarias	Registro anual de mantenimiento y niveles de ruido	4 meses	Propietarios del taller
		Establecimiento de horarios de trabajo que eviten actividades ruidosas en horas de descanso	Registro trimestral del horario de entrada y salida de los trabajadores.	1 mes	Propietarios del taller
		Rotación del personal que se encuentra en el área de tejido (P1)	Registro de rotación de personal, con nombres de los trabajadores y horarios	2 meses	Propietarios del taller

		Adquisición de un equipo para la medición del ruido y realizar mediciones periódicas dentro de los talleres	Reportes periódicos de niveles de ruido	1 año	Propietarios del taller
<b>Monitoreo continuo del nivel de ruido</b>	Asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación	Auditorías acústicas trimestrales para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación implementadas	Informes trimestrales de auditoría acústica	1 año	GAD Otavalo
		Implementación de un sistema de alertas tempranas para identificar niveles de ruido peligrosos en tiempo real	Número de alertas generadas y tiempo de respuesta	1 año	Propietarios del taller

En la propuesta, una de las ideas más factibles y económicas para la disminución del ruido que producen las máquinas de tejer, es la necesidad de realizar mantenimientos periódicos. Autores como Chabuk, et al. (2021), explican que la mayoría de las máquinas utilizadas que producían altos niveles de ruido, se encontraban en un estado de descuido, debido a la falta de mantenimiento o que estaban obsoletos, superando la vida útil de la máquina.

El uso correcto del EPP durante las horas de trabajo ayudará a reducir problemas de salud en los trabajadores, Gómez (2012), explica que los problemas como la pérdida de audición es prevenible, esto se logra con la participación de empleados y empleadores, proporcionando a sus trabajadores al menos dos medios de protección contra el ruido:

- Elementos de protección personal (EPP), que son los controles más comunes.
- Las decisiones administrativas, como la rotación de personal para los turnos periódicos y limitar la exposición al ruido cuando los niveles excedan los 85 dB.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación de las encuestas realizadas a los trabajadores sobre el ruido que se produce en el taller, se identificó que los trabajadores perciben que las máquinas que producen mayor cantidad de ruido fueron las de tejido, la máquina de urdido y la máquina de perchado, esto igualmente se comprobó con mediciones del nivel de presión sonora (dBA) de cada una de la maquinaria, en donde se pudo evidenciar que la maquinaria que produce mayor cantidad de ruido, es la de tejido con 89.7 dB, por medio de esto se puede concluir que las zonas de mayor ruido en cada taller es el área de tejido.
- El nivel de ruido que se genera en los puntos P1 y P2 se corresponde con el área de tejido y la zona de descanso de los trabajadores respectivamente. Se muestra que el 100% de los talleres textiles, superan la normativa, por lo cual los habitantes que residen en los alrededores de estos puntos están muy expuestos al nivel de ruido que se produce durante la operación del taller, y que está por encima de 55 dB que establece la normativa para el tipo de uso de suelo que tiene la comunidad.
- En los puntos del exterior de taller (P3), alrededor del taller – zona 1 (P4) y alrededor del taller – zona 2 (P5), a excepción de los talleres 3 y 4, cumplen con la normativa. Mientras que los talleres textiles 3 y 4, incumplen en 3 de los 5 puntos en donde se tomó la medición de ruido. En las mediciones realizadas en el exterior del taller (P3) estos dos talleres textiles superan levemente la normativa, esto se debe a la ubicación del área de tejido en estos talleres, en ambos el área de las máquinas de tejer se encuentra en un lugar más cerca al exterior de taller, provocando que el ruido que produce en estas zonas sea mayor.
- Todos los trabajadores de los talleres textiles que se encuentran en el área de tejido sobrepasan el tiempo de exposición máximo que es recomendado por el Decreto Ejecutivo 2393. En el caso de los talleres 3,4 y 5, presentaron tiempos máximos de 3.9, 4 y 4.2 horas respectivamente, por lo cual los propietarios de los talleres textiles no deberían permitir a sus trabajadores del área de tejido, estar expuesto al ruido durante

una media jornada laboral. Además, los valores de dosis de ruido diario superan el valor de 1 en todos los talleres, lo que nos indica que se deben tomar acciones para reducir la exposición de los trabajadores, ante el ruido que se produce en el área de tejido.

- Los mapas de dispersión acústica de la Comunidad de Quinchuquí, muestran que la magnitud de la contaminación acústica está más concentrada en áreas cercanas al taller, es decir, a los habitantes de las casas aledañas y a los trabajadores de los talleres. La distancia de influencia del ruido que se produce en cada taller varía entre los 20 y 95 metros de exposición. Además, los puntos más críticos de ruido se encuentran dentro del área del taller, afectando directamente a los trabajadores.
- La propuesta para mitigar la contaminación acústica en la Comunidad de Quinchuquí se elaboró basándose en los resultados de los niveles de ruido generados por los talleres textiles, con la ayuda de mapas de predicción acústica, se identificó que los principales afectados son los residentes que viven en las cercanías de los talleres. El objetivo de la propuesta es reducir los niveles de ruido existentes y así mejorar la calidad de vida de los habitantes de Quinchuquí.

## **CAPÍTULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

- Continuar con la investigación sobre la contaminación acústica en la comunidad de Quinchuquí, ampliando el enfoque para incluir otras actividades como la agroproducción, el comercio y las emergentes actividades metalúrgicas. Estudiar estas áreas adicionales permitirá obtener una comprensión más completa de los diversos impactos del ruido ambiental en la comunidad. Esta investigación ayudará a identificar todas las fuentes de ruido y sus efectos, proporcionando una base más sólida para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.
- Es necesario llevar a cabo un estudio de monitoreo de las fuentes móviles de ruido, como el transporte público y privado. Estas fuentes son de particular interés debido a la existencia de una vía que atraviesa la comunidad y conecta varios poblados de diferentes parroquias. Esta vía genera un considerable movimiento de vehículos dentro de la Comunidad de Quinchuquí. El monitoreo de estas fuentes móviles permitirá comprender mejor su contribución al ruido ambiental y desarrollar estrategias para mitigar su impacto en la calidad de vida de los residentes.
- Se recomienda la ejecución de la propuesta planteada en este estudio a los distintos propietarios de talleres textiles, que no necesariamente deben ser solo los mencionados en el estudio. Ayudando así a mitigar la contaminación acústica hacia los alrededores del taller textil, fomentando el cambio positivo en la Comunidad de Quinchuquí.

## CAPÍTULO VIII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3M. (2022). Protección y Seguridad Industrial. Selección de Protección Auditiva. [https://www.3m.com.mx/3M/es\\_MX/epp-la/soluciones-de-seguridad/centro-proteccion-auditiva-3M/programa-de-proteccion-auditiva/proteccion-auditiva/seleccion-productos-auditivos/](https://www.3m.com.mx/3M/es_MX/epp-la/soluciones-de-seguridad/centro-proteccion-auditiva-3M/programa-de-proteccion-auditiva/proteccion-auditiva/seleccion-productos-auditivos/)
- Ahmed, S. S., & Gadelmoula, A. M. (2022). Industrial noise monitoring using noise mapping technique: a case study on a concrete block-making factory. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 19, 851–862 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02982-9>
- Alcaldía Ciudadana de Otavalo. (2020). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón de Otavalo, Provincia de Imbabura. <https://www.otavalo.gob.ec/web/planes-y-programas/>
- Álvarez, A., Garcia, G., & Ortecho, R. (2023). Tecnologías de medición y control de la contaminación atmosférica. *La Cantuta*. <https://doi.org/10.54942/lacantuta.16>
- Álvarez, I. A., Martínez, J. M., Pérez, L. D., Figueroa, F. A., de Armas Mestre, J., & Llop, M. L. R. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640-649.
- Anguiano Bello, E., Carrillo Quiroz, A., Bárcenas Nava, A., Campos Ávila, Á.U., & Bustos Quinto, P.C. (2022). Prototipo inteligente de medición de la contaminación acústica de un entorno escolar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*.
- Ardila, C.A., Bayona, B., & Torres, E.C. (2015). Comportamiento de la contaminación auditiva en el sector “la avenida” del Socorro. *Innovando en la U*, 1(1).
- ArcGis Resources. (2023). El sistema ArcGIS | ArcGIS Resource Center. <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000013000000.htm>

- Arguedas, M. (2019). Niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación “A” adyacente al Aeropuerto Internacional Inca Manco Capac de la ciudad de Juliaca, 2017. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental: Revista de Investigación Científica para el Desarrollo Sustentable*, 1(1).
- Bedi, R. (2006). Evaluation of occupational environment in two textile plants in Northern India with specific reference to noise. *Industrial health*, 44 1, 112-6.
- Carrillo, M.S., Peralta, J.T., Severiche, C.A., Ortega, V.P., & Vargas, L.E. (2022). Reducción de ruido industrial en un proceso productivo
- Cervera, J.L., Ibañez, R.R., & Pucán, L.A. (2019). La contaminación acústica, factor medio ambiental que incide en la calidad de vida. *Ciencia & Desarrollo*.
- Cobo, P. (2015). Absorción del sonido: (ed.). Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <https://elibro.puce.elogim.com/es/lc/puce/titulos/41809>
- Condori, P., & Apaza, O. (2022). Ruido ambiental generado en calles adyacentes a mercados de la ciudad de Juliaca y sus efectos en la salud humana 2021. 593 Digital Publisher CEIT.
- Costabal, H., Seballos, S., & Matamala, P. (1991). Modelo de estrés por ruido. Una aproximación ambiental al esquema de Rahe. *Acústica e Vibrações*.
- Chabuk, A., Hammood, Z. A., Abed, S. A., Kadhim, M. M., Hashim, K., Al-Ansari, N., & Laue, J. (2021). Noise Level in Textile Industries: Case Study Al-Hillah Textile Factory-Company for Textile Industries, Al-Hillah-Babylon-Iraq. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*
- Chavez, C., & Elizabeth, C. (2019). Influencia de la Contaminación Acústica en la Calidad de Vida de la Población Aledaña al Cruce de Sayán–Huaura. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrión, Lima, Perú

- de Buergo, M. A., & Limón, T. G. (1994). Estudio del método de la medida de la velocidad de propagación del sonido y su aplicación a edificios históricos. *Revista Digital del Cedex*, (94), 69-69.
- Decreto Ejecutivo 2393. (2018). Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Art. 55. Ruidos y vibraciones
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (23 de octubre de 2001). Noise reduction of weaving looms. [https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/bia\\_4075-2.jsp?query=webcode+d73219](https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/bia_4075-2.jsp?query=webcode+d73219)
- Díaz, W. D. B., Peña, D. A. F., & Herrera, H. Y. P. (2023). Desarrollo de un anemómetro. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*.
- Díaz, J.A. (2014). Resultados de la aplicación del protocolo de ruido en trabajadores expuestos a un nivel de ruido continuo diario equivalente igual o superior a 85 decibelios (A). *Medicina Y Seguridad Del Trabajo*, 60, 9-23.
- El GAD Parroquial Dr. Miguel Egas Cabezas. (2023). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) 2023-2027.
- Equaphon Academy. (12 de enero de 2015). Sonido, temperatura y humedad | EQ Academy. <https://academy.equaphon.net/sonido-temperatura-y-humedad/>
- ESRI. (2023). Comparar métodos de interpolación. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/3d-analyst/how-idw-works.htm>
- García, A., Garrigues, J. V., & García, A. M. (1998). Estudio del ruido ambiental y sus efectos auditivos sobre los trabajadores en industrias del sector textil. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 3, 97-102.
- Gómez M., M.J. (2012). Ruido industrial: efectos en la salud de los trabajadores expuestos. *Revista CES Salud Pública*, 3(2), 174-183.

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca. (2017). Ordenanza de Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruido proveniente de Fuentes fijas y móviles. Ordenanzas y Reglamentos.
- Gutiérrez, S. J. (2016). Estudio de ondas longitudinales en medios porosos.
- IDEATEC. (2018). Ruido industrial, ¿qué es? y ¿cómo prevenirlo? | Ideatec. <https://www.ideatec.es/ruido-industrial/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). Boletín nacional primera publicación. <https://inec.censoecuador.gob.ec/BoletinNacionalPrimeraPublicacion.html>
- Jaimez, E., & Guerrero, J. (2018). Ruido Ambiental en una Empresa Textil. Foro de Investigación en Posgrados en Salud en el Trabajo. México. Foro de Investigación en Posgrados en Salud en el Trabajo.
- Labraña, J., Folchi, M., Urquiza, A., & Rivas, M.M. (2021). La Construcción de la Contaminación Atmosférica como Problema Público, Santiago de Chile (1961-1978). Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha.
- Lifeder. (2021). Propagación del sonido. <https://www.lifeder.com/propagacion-del-sonido/>.
- Londoño, J., Correa, C., & Agudelo, A.M. (2020). Estudio de los niveles de ruido y elaboración del mapa de ruido del campus universitario en la Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Colombia. Revista Universidad Católica de Oriente, 31(45), 64-83.
- MAATE. (2015). Registro Oficial -- Edición Especial N° 387. [http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/links\\_doc\\_contaminantes/REGISTRO%20OFICIAL%20387%20-%20AM%20140.pdf](http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/links_doc_contaminantes/REGISTRO%20OFICIAL%20387%20-%20AM%20140.pdf)
- Marques, C. M. A. (2014). A utilização da cortiça associada a espumas acústicas para absorção sonora (Master's thesis).
- Mier, F. (2017). Optimización de mapas de ruido a través de sistemas de información geográfica. Caso de estudio: Centro Histórico de Quito. Universidad de las Américas.

- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica MAATE. (2017). Ecuador le dice “no al ruido”. Quito. <https://www.ambiente.gob.ec/hoy-ecuador-ledice-no-al-ruido/>
- Ordóñez, C. A., Carranco, J. A., Bustos, S. P., & Toalombo, V. M. (2023). Estudio sobre la afectación del ruido en la minería, una revisión sistemática de las principales afectaciones que presenta para la salud de los trabajadores. *Tesla Revista Científica*. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e251>
- Orellana, F.V. (2012). Hacia una definición de los indicadores de la calidad sonora del ambiente exterior y su aplicación al SIG. Universidad Politécnica de Catalunya
- Organización Mundial de la Salud. (2016). Contaminación del aire ambiental: una evaluación global de la exposición y la carga de morbilidad. Ginebra, Suiza. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250141>
- Peris, E. (27 de marzo de 2020). La contaminación acústica es un problema importante, tanto para la salud humana como para el medio ambiente. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/es/articles/la-contaminacion-acustica-es-un>
- Rubén, R. (2018). Diseño de un plan de mitigación de la contaminación acústica para la ciudad de Tena. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.
- Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello. (2023). ¿Qué efectos causa el ruido en la salud auditiva? – SEORL-CCC. <https://seorl.net/efectos-ruido-salud-auditiva/>
- Subirán, C. (2018). El ruido y sus efectos en la salud. *Gestión práctica de riesgos laborales: Integración y desarrollo de la gestión de la prevención*, (157), 48-53.
- TEXTIL BATAVIA. (2021). Reducción del ruido en industrias - Tejidos Ignífugos. Tejidos Ignífugos. <https://www.tejidosignifugos.com/casos-de-estudio-acustico/reduccion-del-ruido-en-industrias/>
- Torres, L.G., López, F.J., & Flores, P.V. (2019). Implementación de un sistema de control de producción en la industria textil. *Anfei digital*, (10).

- TULSMA. (2015). Niveles Máximos De Emisión De Ruido y Metodología de Medición Para Fuentes Fijas Y Fuentes Móviles. Obtenido de Norma Técnica Ambiental Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria. <https://maeorellana.files.wordpress.com/2015/11/anexo-5rueo-fuentes-fijas-y-moviles.pdf>
- Veliz, N., & Lozada, J. (2022). Elaboración de un mapa de ruido en el centro del cantón Esmeraldas. *Innovation & Development in Engineering and Applied Sciences*.
- Vera, L.E., Vásquez, L.A., Cevallos, J.J., Sánchez, V.M., & Lucio, L.F. (2023). Contaminación acústica en la parroquia “12 de Marzo” del cantón Portoviejo. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*. ISSN 2602-8166.

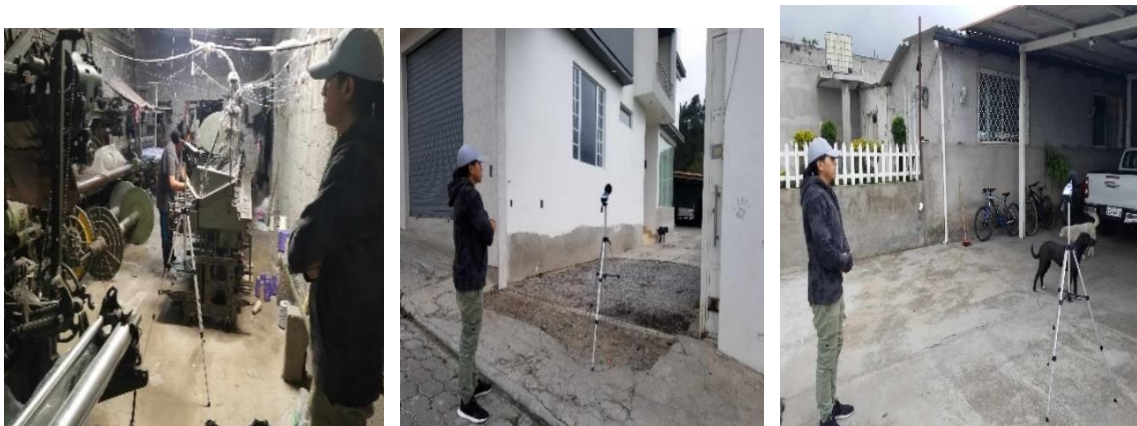
## ANEXOS

### Anexo 1. Registro fotográfico

#### a) Instrumentos de medición – sonómetro y anemómetro



#### b) Medición de ruido en el Taller 1



#### c) Medición de ruido en el Taller 2



d) Medición de ruido en el Taller 3



e) Medición de ruido en el Taller 4



f) Medición de ruido en el Taller 5



g) Realización de encuestas



**Anexo 2.** Niveles de presión sonora máximos y mínimos.

PUNTOS	Horario de medición	Mediciones (dB)									
		Taller 1		Taller 2		Taller 3		Taller 4		Taller 5	
P1	9:00 am - 12:00 pm	Máx	89.5	Máx	86.6	Máx	90.6	Máx	91.4	Máx	90.8
		Min	85.7	Min	85.1	Min	87.6	Min	86.8	Min	86.4
	14:00 pm - 17:00 pm	Máx	89.8	Máx	86.4	Máx	91.2	Máx	91.5	Máx	91.2
		Min	86	Min	85.4	Min	87.5	Min	87.1	Min	86.1
P2	9:00 am - 12:00 pm	Máx	59.2	Máx	71.4	Máx	75.6	Máx	74.8	Máx	75
		Min	54.8	Min	69	Min	70.7	Min	70.4	Min	69.8
	14:00 pm - 17:00 pm	Máx	58.9	Máx	71.7	Máx	74.6	Máx	75.5	Máx	75.2
		Min	53.5	Min	68.2	Min	69.4	Min	71.9	Min	71
P3	9:00 am - 12:00 pm	Máx	48.3	Máx	45.4	Máx	58.8	Máx	57.9	Máx	38.7
		Min	42.4	Min	39.9	Min	53.6	Min	53.6	Min	32.4
	14:00 pm - 17:00 pm	Máx	47.8	Máx	45.2	Máx	58.5	Máx	58	Máx	38.7
		Min	41.7	Min	38.5	Min	54.4	Min	53.4	Min	33.7
P4	9:00 am - 12:00 pm	Máx	41	Máx	45.9	Máx	46.6	Máx	52.3	Máx	39.4
		Min	34.1	Min	40.9	Min	40.6	Min	47	Min	32.5
	14:00 pm - 17:00 pm	Máx	40.7	Máx	46.1	Máx	46.8	Máx	52.5	Máx	39.2
		Min	34.7	Min	41.2	Min	40.9	Min	47.5	Min	32.7
P5	9:00 am - 12:00 pm	Máx	39.7	Máx	44.5	Máx	47.8	Máx	53.4	Máx	38.1
		Min	34.3	Min	38.7	Min	44.2	Min	47.8	Min	34.9
	14:00 pm - 17:00 pm	Máx	38.8	Máx	44.7	Máx	48.1	Máx	52.7	Máx	38.5
		Min	33.2	Min	39.4	Min	43.9	Min	47.2	Min	34.5

**Anexo 3.** Cumplimiento de la Norma Vigente de las FFR.

TALLER	PUNTOS	USO DE SUELO	HORARIO	MEDICIÓN Lkeq (dB)	Norma Lkeq (dB)	CUMPLIMIENTO
Taller 1	Área de tejido	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	87.5	55	NO CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	87.6	55	NO CUMPLE
	Zona de descanso	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	55.8	55	NO CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	56	55	NO CUMPLE
	Exterior del taller	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	45.2	55	SI CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	45.6	55	SI CUMPLE
	Distancia 60 metros P1	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	36	55	SI CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	36	55	SI CUMPLE
	Distancia 60 metros P2	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	38.5	55	SI CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	37.3	55	SI CUMPLE
Taller 2	Área de tejido	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	85.6	55	NO CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	85.8	55	NO CUMPLE
	Zona de descanso	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	70.1	55	NO CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	70.1	55	NO CUMPLE
	Exterior del taller	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	42	55	SI CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	41.8	55	SI CUMPLE
	Distancia 60 metros P1	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	43	55	SI CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	42.8	55	SI CUMPLE
	Distancia 60 metros P2		9:00 am - 12:00 pm	42.5	55	SI CUMPLE

		Uso de suelo múltiple	14:00 am - 17:00 pm	40	55	SI CUMPLE	
Taller 3	Área de tejido	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	90.4	55	NO CUMPLE	
			14:00 am - 17:00 pm	89.9	55	NO CUMPLE	
	Zona de descanso	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	74.7	55	NO CUMPLE	
			14:00 am - 17:00 pm	73.5	55	NO CUMPLE	
	Exterior del taller	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	57.2	55	NO CUMPLE	
			14:00 am - 17:00 pm	57	55	NO CUMPLE	
	Distancia 60 metros P1	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	43.8	55	SI CUMPLE	
			14:00 am - 17:00 pm	44.1	55	SI CUMPLE	
	Distancia 60 metros P2	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	46.5	55	SI CUMPLE	
			14:00 am - 17:00 pm	45.8	55	SI CUMPLE	
	Taller 4	Área de tejido	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	89.9	55	NO CUMPLE
				14:00 am - 17:00 pm	90	55	NO CUMPLE
Zona de descanso		Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	73.6	55	NO CUMPLE	
			14:00 am - 17:00 pm	73.4	55	NO CUMPLE	
Exterior del taller		Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	55	55	SI CUMPLE	
			14:00 am - 17:00 pm	55.4	55	NO CUMPLE	
Distancia 60 metros P1		Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	48.9	55	SI CUMPLE	
			14:00 am - 17:00 pm	49.5	55	SI CUMPLE	
Distancia 60 metros P2		Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	49.6	55	SI CUMPLE	
			14:00 am - 17:00 pm	48.1	55	SI CUMPLE	

Taller 5	Área de tejido	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	89.8	55	NO CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	89.5	55	NO CUMPLE
	Zona de descanso	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	73	55	NO CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	73.4	55	NO CUMPLE
	Exterior del taller	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	37	55	SI CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	36.1	55	SI CUMPLE
	Distancia 60 metros P1	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	34.9	55	SI CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	34.7	55	SI CUMPLE
	Distancia 60 metros P2	Uso de suelo múltiple	9:00 am - 12:00 pm	37.6	55	SI CUMPLE
			14:00 am - 17:00 pm	35.7	55	SI CUMPLE

#### **Anexo 4.** Encuesta sobre Contaminación Acústica en los Talleres Textiles.

##### **a) Encuesta a los Habitantes**

#### **Encuesta sobre Contaminación Acústica en Talleres Textiles**

La presente encuesta tiene la finalidad de recopilar información sobre la contaminación acústica como parte de una investigación para obtener el título de Ingeniero Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor cómo la contaminación acústica generada por talleres textiles afecta a la comunidad y su bienestar. Por favor, marque la casilla correspondiente o proporcione información adicional en caso necesario.

Información del encuestado:

1. Género

( ) Masculino

Femenino

Otro

Prefiero no decirlo

2. Edad:

18-20 años

21-30 años

31-40 años

41-50 años

55-60 años

3. Ocupación:

Artesano

Agricultor

Comerciantes

Ama de casa

Otro

4. Tiempo que llevas viviendo en ese lugar: \_\_\_\_\_

Percepción del ruido

1. Ha escuchado ruido proveniente de la fabrica

Si

No

2. ¿A qué distancia aproximada se encuentran las fabrica de producción textil de tu vivienda o lugar de trabajo?

Menos de 10 metros

Entre 10 y 50 metros

Entre 50 y 100 metros

Más de 100 metros

3. ¿Con qué frecuencia escuchas el ruido de las máquinas de los talleres textiles?

Todos los días

Casi todos los días

Algunos días

Pocas veces

Nunca

4. ¿Qué nivel de molestia te produce el ruido de las máquinas de los talleres textiles?  
(Marca en una escala del 1 al 5, donde 1 es nada molesto y 5 es muy molesto)

1

2

3

4

5

5. ¿Qué efectos crees que tiene el ruido de las máquinas de los talleres textiles en tu salud y bienestar? (Puedes marcar más de una opción)

Dolor de cabeza

Estrés

Ansiedad

Insomnio

Problemas auditivos

Irritabilidad

Dificultad para concentrarse

Ninguno

Otros: \_\_\_\_\_

6. ¿Qué medidas tomas para protegerte o reducir el ruido de las máquinas de los talleres textiles? (Puedes marcar más de una opción)

Usar tapones o auriculares

Cerrar puertas y ventanas

Poner música o sonidos relajantes

Alejarte del lugar donde se encuentra el ruido

Hablar con los responsables de las máquinas para que disminuyan el ruido

Ninguna

Otras: \_\_\_\_\_

Impacto en el Bienestar

Medidas de Mitigación:

1. ¿Usted sabe si los talleres textiles han tomado medidas para reducir la contaminación acústica en su comunidad?

Sí

No

2. ¿Qué medidas le gustaría ver implementadas para reducir la contaminación acústica de los talleres textiles en su comunidad?

-----  
-----

Gracias por su participación. Sus respuestas son valiosas para abordar la contaminación acústica en talleres textiles en la comunidad.

**b) Encuesta a los trabajadores**

**Encuesta sobre Contaminación Acústica en Talleres Textiles**

La presente encuesta tiene la finalidad de recopilar información sobre la contaminación acústica como parte de una investigación para obtener el título de Ingeniero Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor cómo la contaminación acústica generada por talleres textiles afecta a la comunidad y su bienestar. Por favor, marque la casilla correspondiente o proporcione información adicional en caso necesario.

Información

1. Género

Masculino

Femenino

Otro

Prefiero no decirlo

2. Edad

18 – 20 años

21 – 30 años

31 – 40 años

41 – 50 años

Otro

3. ¿Cuánto tiempo ha estado trabajando en la industria textil?

Menos de 1 año

1-5 años

6-10 años

Más de 10 años

4. ¿Qué trabajo desempeña dentro del taller textil?

Urdido

Tejido

Perchado

Cortado y confección

Empaquetado

5. ¿Cuántas horas tiene su jornada laboral dentro del taller?

.....

#### Contaminación Acústica en Talleres Textiles

1. ¿Ha notado niveles elevados de ruido o contaminación acústica en el taller textil?

Sí

No

No estoy seguro

2. Si su respuesta fue “Sí” podría decirme cual es el tipo de máquina de producción textil puede apreciar que causan un mayor ruido en el taller textil.

Máquinas de coser

Máquinas de bordar

Máquinas de tejer

Máquinas de perchado

Otras: \_\_\_\_\_

#### Impacto en los Trabajadores:

1. ¿Cómo cree que la contaminación acústica afecta a la salud y el bienestar de los trabajadores en el taller? (Marque todas las que correspondan)

Perturba la concentración

Aumenta el estrés

Dificulta la comunicación entre los trabajadores

Provoca fatiga auditiva

Afecta negativamente la salud auditiva

No afecta a los trabajadores

Molestias físicas

Otro (especifique):

-----  
-----

Medidas de Mitigación:

1. ¿Se han implementado medidas para reducir la contaminación acústica en su taller textil?

Sí

No

2. ¿Qué medidas le gustaría ver implementadas para reducir la contaminación acústica en su taller y mejorar el bienestar de los trabajadores?

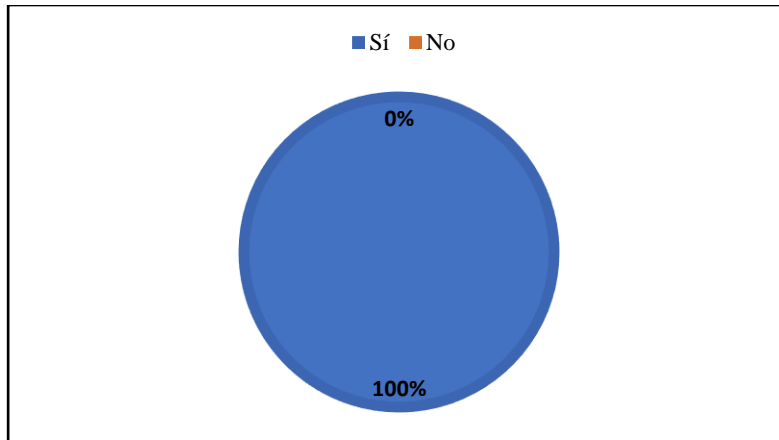
-----  
-----

Gracias por su participación. Sus respuestas son valiosas para abordar la contaminación acústica en talleres textiles y mejorar las condiciones de trabajo de los empleados.

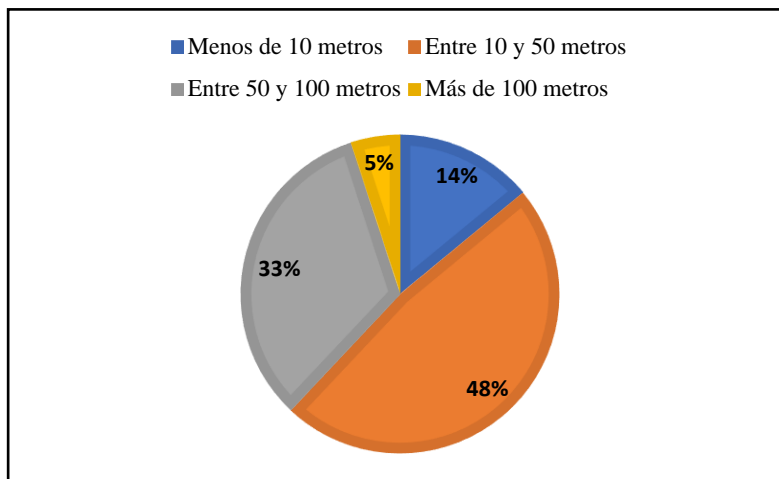
**Anexo 5.** Tabulación de los datos de interés de las encuestas sobre la Contaminación Acústica en los Talleres Textiles

**a) Encuesta a los habitantes**

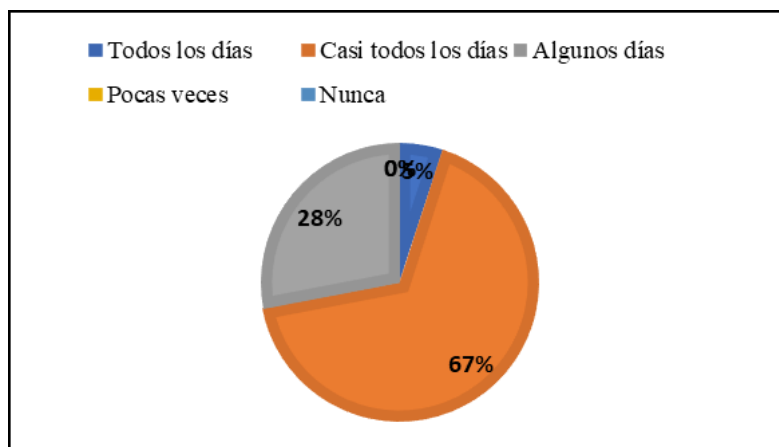
Ha escuchado ruido proveniente de la fabrica



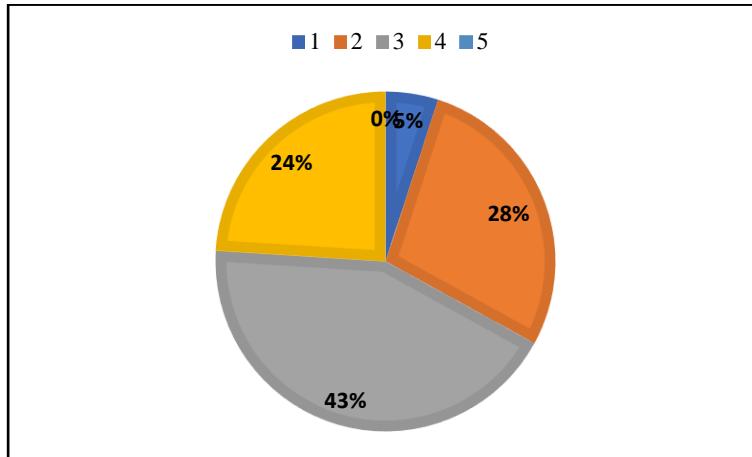
¿A qué distancia aproximada se encuentran las fabrica de producción textil de tu vivienda o lugar de trabajo?



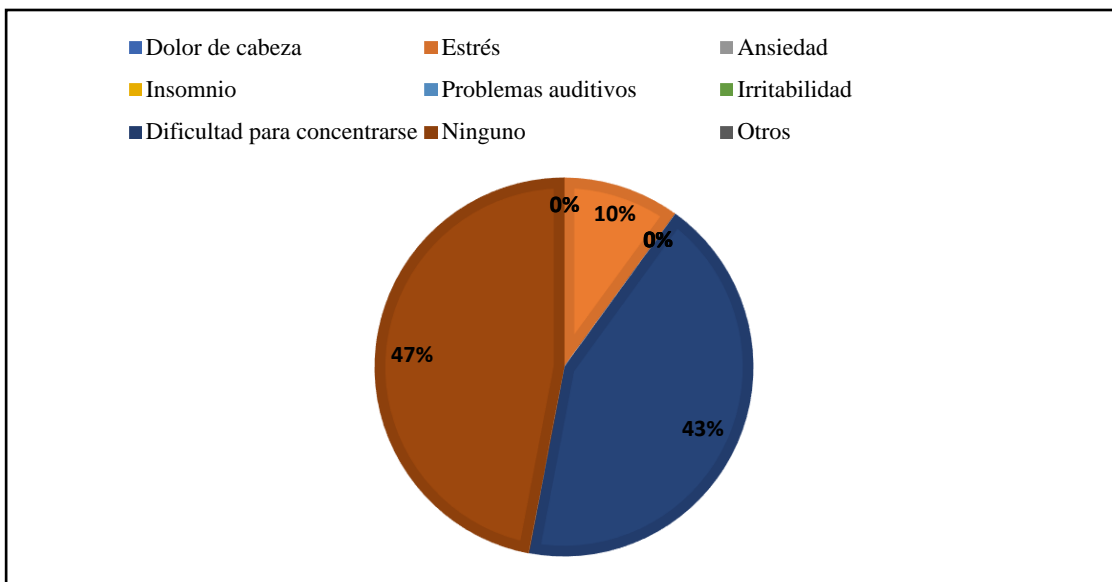
¿Con qué frecuencia escuchas el ruido de las máquinas de los talleres textiles?



¿Qué nivel de molestia te produce el ruido de las máquinas de los talleres textiles? (Marca en una escala del 1 al 5, donde 1 es nada molesto y 5 es muy molesto)



¿Qué efectos crees que tiene el ruido de las máquinas de los talleres textiles en tu salud y bienestar? (Puedes marcar más de una opción)

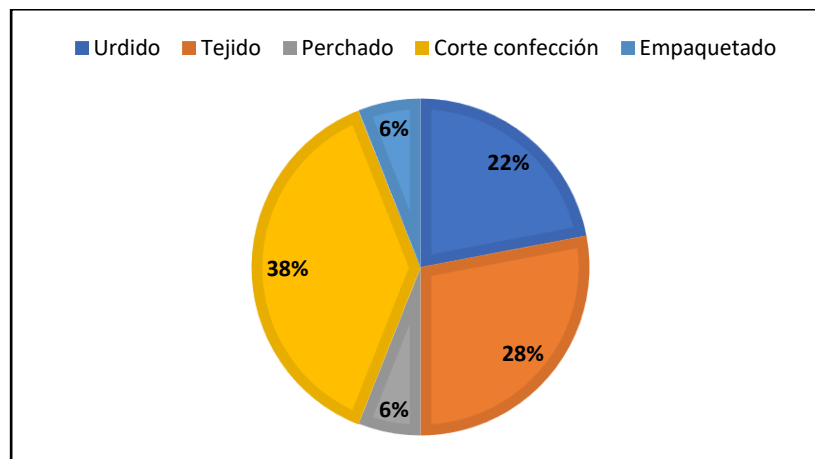


¿Qué medidas le gustaría ver implementadas para reducir la contaminación acústica que se produce en los talleres textiles de la comunidad?

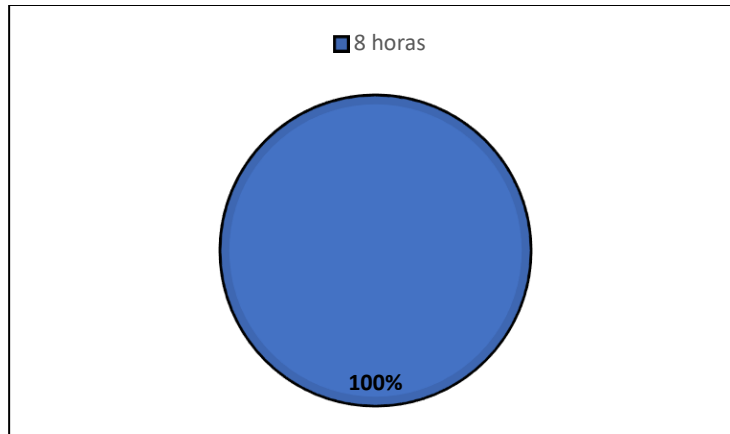
1. Desconozco	2. El taller selle mejor las paredes del taller
3. Sellar mejor los talleres para evitar la salida de ruido	4. No tengo necesidad
5. Colocar una pared extra entre el taller y su casa	6. Colocar paredes alrededor del taller para reducir el ruido
7. Poner paredes más gruesas	8. Tal vez los talleres podrían usar máquinas más nuevas que hagan menos ruido
9. Poner alguna protección en la pared para que no salga mucho ruido	10. Usar protección en paredes para bajar el ruido
11. Sellar mejor el taller, para que no salga ruido	12. Ninguna
13. No tengo idea	14. Cambiar la ubicación del taller
15. Apagar las máquinas	16. Quitar las ventanas de los talleres, para que ya no salga ruido
17. Colocar espumas en las paredes	18. Cerrar correctamente el portón del taller para evitar que salga mucho ruido
19. Que el taller cierre bien las puertas y ventanas	20. No tengo idea
21. Esponjas o barreras para reducir el ruido	

## b) Encuesta a los trabajadores

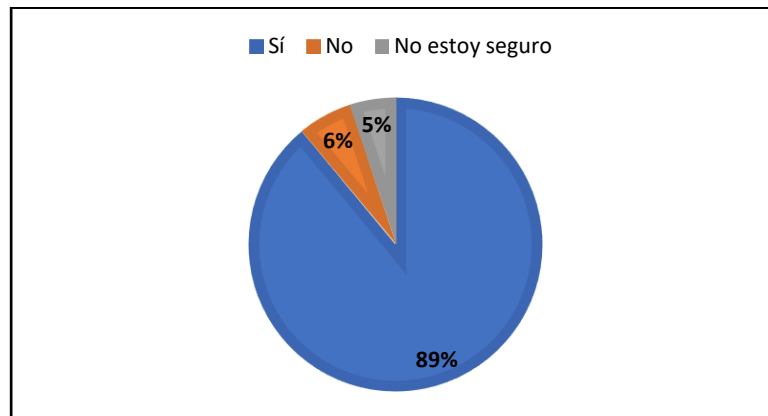
¿Qué trabajo desempeña dentro del taller textil?



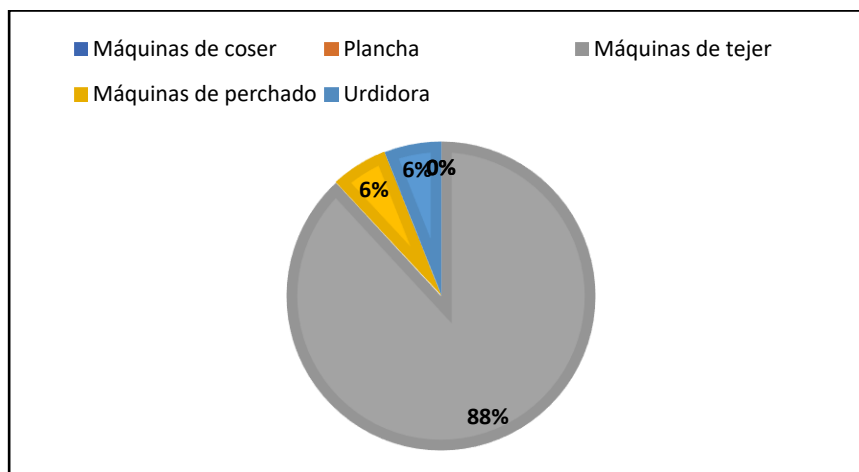
¿Cuántas horas tiene su jornada laboral dentro del taller?



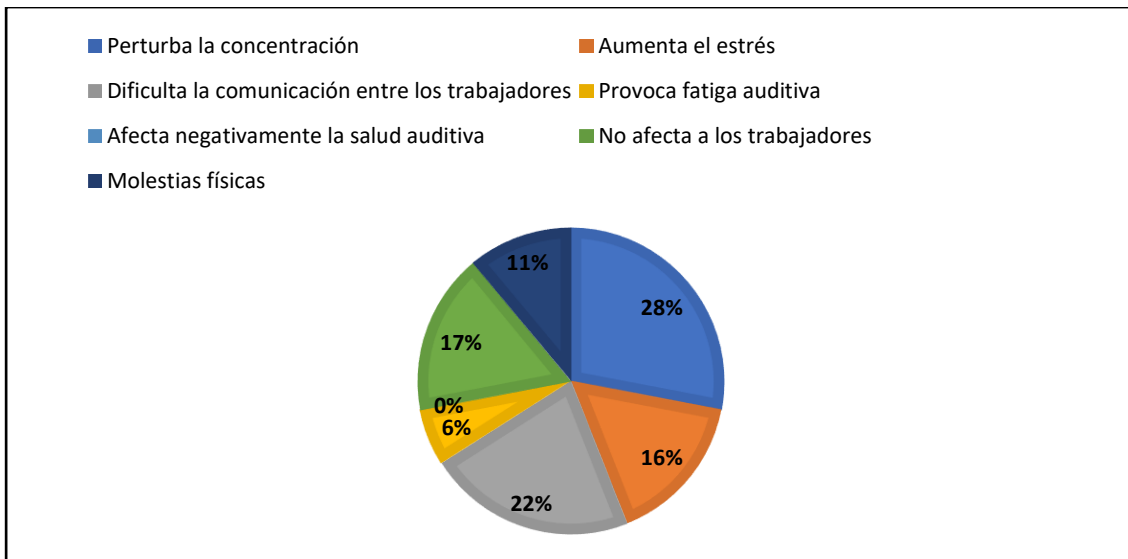
¿Ha notado niveles elevados de ruido o contaminación acústica en el taller textil?



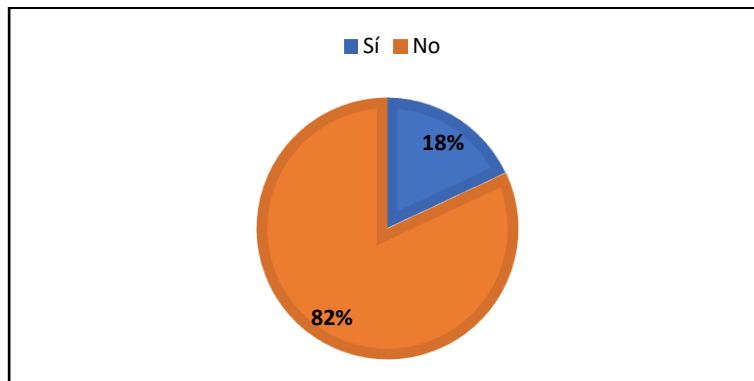
Si su respuesta fue "Sí" podría decirme cual es el tipo de máquina de producción textil puede apreciar que causan un mayor ruido en el taller textil.



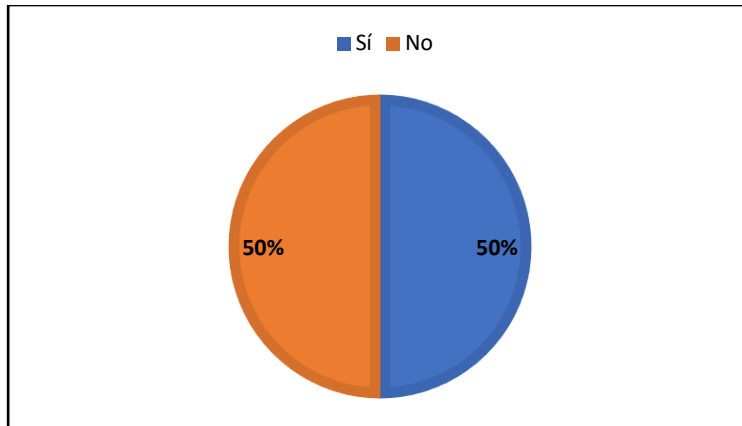
¿Cómo cree que la contaminación acústica afecta a la salud y el bienestar de los trabajadores en el taller? (Marque todas las que correspondan)



¿Se han implementado medidas para reducir la contaminación acústica en su taller textil?



¿Usted cuenta con el EPP necesario para reducir el ruido, durante sus labores dentro del taller?



¿Qué medidas le gustaría ver implementadas para reducir la contaminación acústica en su taller y mejorar el bienestar de los trabajadores?

1. Abrir las paredes al exterior, para disminuir el ruido dentro del taller	2. Cambiar los EPP de manera periódica
3. Implementación de esponjas para reducir el ruido en el taller	4. Sellar bien el área de las máquinas de tejer
5. Usar el EPP adecuado	6. No tengo ninguna
7. Apagar las maquinas	8. Tener el EPP adecuado
9. Sellar mejor las áreas de trabajo	10. Doble pared y espuma para insonorizar zonas
11. No tengo respuesta	12. Construir un taller dedicado para las maquinas
13. No tengo idea	14. Hacer un taller más grande
15. Poner doble pared ente áreas de trabajo	16. Colocar alguna protección en la pared, para disminuir el ruido que sale del área de los telares
17. Alejar el área de máquinas de tejido	18. Equipo para protegernos del ruido y alguna protección extra en las paredes