



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE INSONORIZACIÓN PARA LA
FUENTE DE MAYOR IMPACTO EN UNA INDUSTRIA METALMECÁNICA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: STIV JAY MEDINA CHOCO

TUTOR: ING. MARCELO BERRONES RIVERA, M. I. A.

GUAYAQUIL-Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Stiv Jay Medina Choco con documento de identificación No. 0654746970 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 27 de agosto del año 2024

Atentamente,



Stiv Jay Medina Choco

0954746970

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Stiv Jay Medina Choco con documento de identificación No. 0954746970, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo experimental: Diseño y construcción de una cámara de insonorización para la fuente de mayor impacto en una industria metalmeccánica, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento cuando entregaré el trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de agosto del 2024

Atentamente,



Stiv Jay Medina Choco

0954746970

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Néstor Marcelo Berrones Rivera con documento de identificación No. 0914078290, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Diseño y construcción de una cámara de insonorización para la fuente de mayor impacto en una Industria metalmecánica, realizado por Stiv Jay Medina Choco con documento de identificación No. 0954746970, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de agosto del 2024

Atentamente,



Ing. Néstor Marcelo Berrones Rivera, M. I. A.

0914078290

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, por sus palabras de aliento en los momentos más difíciles y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible. A mis hermanos, por ser mi fuente de inspiración y motivación en cada paso de este camino.

A mis amigos, quienes han estado a mi lado en este largo camino, compartiendo risas, desvelos y aprendizajes. Gracias por su compañerismo y por hacer de esta experiencia algo memorable.

Finalmente, dedico este trabajo a mí mismo, por no rendirme ante las adversidades y por demostrarme que los sueños se pueden alcanzar con perseverancia y determinación, y a todos ustedes quienes con sus palabras de aliento, consejos y compañía hicieron posible la culminación de esta etapa. Esta tesis es para ustedes, con todo mi cariño y gratitud.

Stiv Jay Medina Choco

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a todos mis profesores, quienes me han brindado las herramientas y el conocimiento necesario para crecer académica y profesionalmente. Su pasión por la enseñanza ha dejado una huella imborrable en mi formación.

Le agradezco honradamente a mi tutor Néstor Marcelo Berrones Rivera, por su invaluable guía, paciencia y sabiduría a lo largo de este proyecto. Sus consejos y conocimientos han sido fundamentales para la realización de esta tesis.

A mi familia, por su amor incondicional y su constante apoyo emocional y financiero. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Y a todas aquellas personas que, de alguna forma, han contribuido a culminar esta etapa de mi vida. Gracias por creer en mí y por acompañarme en este viaje.

Stiv Jay Medina Choco

RESUMEN

En un taller industrial, se identificó que un compresor estaba generando un nivel de ruido de 90 dB, lo que superaba los límites permitidos por las normativas vigentes y representaba un riesgo para el entorno circundante como para la salud de los trabajadores. Este nivel de ruido, significativamente alto, exigía una solución para evitar posibles sanciones y mejorar las condiciones laborales.

Para abordar este problema, se tomó la decisión de construir una cámara de insonorización alrededor del compresor. El objetivo era reducir el ruido a un nivel seguro tanto para el entorno y los trabajadores. Las mediciones posteriores a la instalación de la cámara mostraron una reducción del ruido a 40 dB, lo que representa una disminución significativa de 50 % en comparación con los niveles iniciales.

Al comparar los niveles de ruido con las normativas vigentes, se observó que el ruido inicial de 90 dB excedía tanto los límites establecidos por el Acuerdo Ministerial 097-A, que permite un máximo de 55 dB en zonas residencial durante el día, como los límites de ruido ocupacional definidos en el Decreto Ejecutivo 2393, que establece un máximo de 85 dB. Por tanto, el nivel de ruido inicial no solo podría haber causado molestias en el entorno, sino también serios problemas de salud para los trabajadores, como la pérdida auditiva.

La reducción del ruido a 40 dB, lograda con la cámara de insonorización, no solo cumplió con las normativas ambientales, sino que también garantizó un ambiente de trabajo mucho más seguro. Este nuevo nivel de ruido está muy por debajo de los límites permitidos, lo que minimiza cualquier riesgo de sanciones y asegura que los trabajadores no estén expuestos a niveles de ruido perjudiciales.

En conclusión, la implementación de la cámara de insonorización fue una medida efectiva y necesaria. Redujo el ruido de manera significativa, aseguró el cumplimiento normativo y mejoró las condiciones laborales en el taller, protegiendo tanto a los trabajadores como al entorno del impacto negativo del ruido excesivo en el ambiente.

Palabras clave: Taller industrial, Compresor de aire, Ruido ambiental, Cámara de insonorización, Reducción de ruido, Acuerdo ministerial 097-A, Decreto ejecutivo-2393, Contaminación acústica, Impacto ambiental.

SUMMARY

In an industrial workshop, it was identified that a compressor was generating a noise level of 90 dB, which exceeded the limits allowed by current regulations and posed a risk to the surrounding environment and to the health of workers. This significantly high noise level required a solution to avoid possible sanctions and improve working conditions.

To address this problem, the decision was made to build a soundproofing chamber around the compressor. The objective was to reduce the noise to a safe level for both the environment and the workers. Measurements after the installation of the chamber showed a noise reduction to 40 dB, which represents a significant decrease of 50% compared to the initial levels.

When comparing the noise levels with current regulations, it was observed that the initial noise level of 90 dB exceeded both the limits established by Ministerial Agreement 097-A, which allows a maximum of 55 dB in residential areas during the day, and the occupational noise limits defined in Executive Decree 2393, which establishes a maximum of 85 dB. Therefore, the initial noise level could not only have caused a nuisance in the environment, but also serious health problems for workers, such as hearing loss.

The noise reduction to 40 dB, achieved with the soundproofing chamber, not only complied with environmental regulations, but also ensured a much safer working environment. This new noise level is well below the permitted limits, minimizing any risk of penalties and ensuring that workers are not exposed to harmful noise levels.

In conclusion, the implementation of the soundproofing chamber was an effective and necessary measure. It significantly reduced noise, ensured regulatory compliance and improved working conditions in the workshop, protecting both workers and the environment from the negative impact of excessive noise the environment.

Key words: Industrial workshop, Air compressor, Environmental noise, Soundproofing chamber, Noise reduction, Ministerial Agreement 097-A, Executive Decree-2393, Noise pollution, Environmental impact.

Índice

Portada	--
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ..	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN. ¡Error! Marcador no definido.	
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VI
SUMMARY	VII
Índice.....	VIII
Introducción	XIV
CAPÍTULO I	10
1. Problema	10
1.1 Antecedentes	10
1.2 Importancia y alcance	14
1.3 Delimitación	15
1.3.1 Delimitación geográfica	15
1.3.2 Delimitación Temporal	16
1.3.3 Delimitación Sectorial.....	16
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo general	16
1.4.2 Objetivos específicos	17
1.5 Marco hipotético	17
1.5.1 Hipótesis general	17
1.5.2 Hipótesis específicas	17
CAPÍTULO II	18
2. Marco teórico referencial	18
2.1 Antecedentes teóricos	18
2.2 Fundamentos teóricos	21
2.2.1 Ruido	21
2.2.2 Tipo de ruido en función del tiempo	21

2.2.3 Aislamiento y absorción.....	22
2.2.4 Ruido ambiental.....	23
2.2.5 Fenómeno atmosférico	23
2.2.6 Temperatura	24
2.2.7 Curvas de ponderación frecuencial	26
2.2.8 Mapa de ruido	27
2.2.9 Efectos del ruido	28
2.2.10 Uso de Suelo	28
2.2.11 Cámara de insonorización	29
2.2.12 Paneles sándwich	30
2.2.13 Materiales que se usa para la creación de paneles acústicos.....	31
2.2.14 Sonómetro integrador.....	31
2.3 Marco legal aplicable para el proyecto.....	32
2.3.1 La normativa ISO 1996: 2020	32
2.3.2 Normativa ambiental	33
2.3.2.1 Evaluación de Línea Base Ambiental.....	33
2.3.2.2 Evaluación Base de Ruido	34
2.3.3 Normativa laboral	34
Capítulo III.....	35
3. Metodología	35
3.1 Tipo de investigación.....	35
3.2 Caracterización del ruido en la fuente sonora de mayor impacto	36
3.3 Revisión bibliográfica	37
3.4 Selección de materiales y diseño	38
3.5 Selección de Materiales.....	38
3.6 Banco de pruebas	41
3.7 Construcción del banco de pruebas	41
3.7.1 Construcción tubo de kundt	42
3.7.2 Procedimiento	42
3.7.3 Ejecución de pruebas	46
3.7.4 Análisis de datos	47
3.7.5 Construcción de la cámara de insonorización	50
3.8.1 Pasos para la realización de un mapa de ruido	51
3.9 Equipo de medición.....	53
3.9.1 Sonómetros	54

3.9.2 Componentes Principales	54
3.9.3 Características	54
3.9.4 Aplicaciones y Usos.....	54
3.10 descripción de las actividades de la empresa	55
3. 10.1 Análisis del proyecto	55
3.10.2 Recepción y almacenamiento de materiales.....	55
3.10.3 Diseño de los equipos.....	55
3.10.4 Procesos de fabricación.....	56
3.10.5 Proceso de pintado (opcional)	56
3.10.6 El análisis y la validación del diseño	56
3.10.7 Pruebas de funcionamiento	57
3.10.8 Control de Calidad	57
3.10.9 Entrega y Logística.....	57
CAPÍTULO IV.....	58
4 Resultados	58
4.1 Descripción de las actividades que se realizan en el taller.....	58
4.2 Diagrama de flujo de las operaciones del taller.....	58
4.3 Resultados y análisis de la evaluación base de ruido.....	59
4.3.1 Identificación del área de muestreo	60
4.3.2 Delimitación del área de influencia.....	61
4.3.3 Identificación de fuentes de ruido en el área de influencia indirecta	61
4.4.4 Selección de puntos de muestreo:	62
4.4.5 Evaluación ambiental base de ruido dentro del taller	63
4.4.6 Evaluación ambiental base de ruido fuera del taller	64
4.4 Mediciones de ruido dentro del taller en actividades operativas	66
4.4.1 Identificación de las actividades que generan mayor impacto.....	68
4.4.2 Resultados de la percepción de ruido por la comunidad antes de la instalación de la cámara.	71
4.5.- Diseño y construcción de la cámara acústica	75
4.5.1 Descripción de pasos para construir una cámara de insonorización	75
4.6 Resultados de los niveles de ruido ambiente después de la instalación de la cámara.....	79
4.7 Análisis de los resultados.....	85
4.8 Conclusiones	86
4.9 Recomendaciones a nivel industrial.....	86

4.10. Bibliografía	88
4.11 Anexos	92
Anexo 1: Mediciones de ruido antes de la implementación.....	92
Anexo 2: Mediciones de ruido después de la implementación	93
Anexo 3: Foto de mediciones de ruido antes de la implementación	95
Anexo 4: Mediciones de ruido en el banco de prueba Kundt.....	96
Anexo 5: Construcción de la cámara de insonorización y verificación de funcionamiento	96
Anexo 6: Mediciones de ruido en el banco de prueba Kundt.....	98

Contenido de tablas

Tabla 1: Coordenadas geográficas del taller industrial.....	15
Tabla 2: Niveles máximos de ruido permisibles según el uso del suelo para fuente fija de ruido.	33
Tabla 3: Niveles de ruido vs tiempo de exposición.....	34
Tabla 4: Coeficientes de absorción de materiales más comunes de encontrar.....	39
Tabla 5: Índice de Reducción sonora.....	40
Tabla 6: Materiales para la construcción de un tubo de Kundt	42
Tabla 7: Mediciones de prueba para la construcción de la cámara reverberante con cartón de huevo.....	44
Tabla 8: creación de la cámara reverberante con espuma de poliuretano.....	45
Tabla 9: Descripción de las muestras utilizadas en la prueba de atenuación de ruido.	48
Tabla 10: Análisis Comparativo de la Eficiencia en la Atenuación de Ruido según la Cantidad de Materiales Utilizados.	48
Tabla 11: Materiales utilizados para la construcción de la cámara de insonorización.	51
Tabla 12: Diferenciación de colores según la Intensidad del Ruido.....	53
Tabla 13: Información referencial.	60
Tabla 14: Coordenadas UTM.....	60
Tabla 15: Coordenadas de puntos de muestreo.	62
Tabla 16: Línea de base de ruido dentro de las instalaciones.	63
Tabla 17: Línea de base ruido fuera de las instalaciones.	64
Tabla 18: Emoción de ruido del taller en operación.	66
Tabla 19: identificación de la actividad de mayor ruido	69
Tabla 20: Construcción de los parantes de la estructura principal.....	76
Tabla 21: Mediciones de ruido antes de la implementación de la cámara de insonorización....	92
Tabla 22: mediciones de ruido después de la implementación de la cámara de insonorización.	93

Contenido de ilustraciones

Ilustración 1: Ubicación del Taller industrial	15
Ilustración 2: Tipos de ruido en función del tiempo	22
Ilustración 3: Secuencia de absorción y aislamiento acústico	23
Ilustración 4: Curvas de ponderación frecuencial.....	27
Ilustración 5: Mapa de ruido en ArcGIS.....	27
Ilustración 6: Consulta de las actividades permitidas para su previo, de acuerdo con la Ordenanza Municipal.....	29
Ilustración 7: Cámara anecoica	30
Ilustración 8: Panel Sándwich.....	30
Ilustración 9: Sonómetro Integrador.....	32
Ilustración 10: August Kundt.....	41
Ilustración 11: Observación de Ondas sonoras en un tubo de vidrio.....	41
Ilustración 12: Tubo de Kundt.....	42
Ilustración 13: Preparación del tubo de PVC	43
Ilustración 14: Conexión a batería.....	43
Ilustración 15: Primera construcción de la cámara reverberante.....	44
Ilustración 16: Tubo de Kundt con revestimiento de cartón de huevo.....	44
Ilustración 17: Creación de la cámara reverberante con espuma de poliuretano.....	45
Ilustración 18: Tubo de Kundt con revestimiento de poliuretano.....	45
Ilustración 19: Pruebas de materiales en el tubo de Kundt.....	46
Ilustración 20: Mediciones de reducción de ruido por materiales.....	46
Ilustración 21: Curva de frecuencias sonoras vs decibeles dB.....	47
Ilustración 22: Sonómetro integrador Clase 1	55
Ilustración 23: Cronología de operación del taller	58
Ilustración 24: Unidad de Muestreo	60
Ilustración 25: Área de influencia.....	61
Ilustración 26: Fuentes de ruido más cercanas.....	62
Ilustración 27: Determinación de puntos de muestreo	63
Ilustración 28: Medición de la actividad de pulido con orbital	67
Ilustración 29: Medición del funcionamiento del compresor de aire	67
Ilustración 30: Medición de la actividad de corte con pulidora.....	68
Ilustración 31: Medición de pulido con pulidora.....	68
Ilustración 32: Medición de la actividad de remachado.....	68
Ilustración 33: Identificación del compresor como mayor fuente de ruido.....	69
Ilustración 35: Estructura en 3D y montaje de los sándwiches	77
Ilustración 36: Alineamiento, ajuste, fijación del compresor y paredes de la cámara de insonorización.....	78
Ilustración 37: Medición de ruido como verificación del objetivo principal	79
Ilustración 38: mediciones de ruido del compresor de aire implementado la cámara de insonorización dentro del taller	79
Ilustración 39: Mediciones de ruido en los exteriores del taller implementando la cámara de insonorización.....	81
Ilustración 40: Mediciones para la identificación de la mayor generación de ruido.....	95
Ilustración 41: Mediciones de ruido fuera del taller antes de la implementación.....	95

Ilustración 42: Medición de atenuación de ruido por materiales en el banco de prueba kundt.	
.....	96
Ilustración 43: Construcción de la cámara de insonorización en base a las pruebas.....	96
Ilustración 44: ubicación, ajuste, mediciones de temperatura y voltaje del compresor dentro de la cámara de insonorización.....	97
Ilustración 45: Mediciones de ruido fuera del taller después de la implementación	98

Introducción

En las últimas décadas, el crecimiento urbano y el desarrollo industrial han transformado drásticamente el entorno en el que vivimos. Estos cambios han traído consigo beneficios significativos en términos de progreso económico y social, pero también han generado efectos negativos que no pueden ser ignorados. Uno de estos efectos es el incremento del ruido ambiental, un problema que afecta tanto a las grandes ciudades como a las áreas rurales, y que se ha convertido en una preocupación creciente para las autoridades, los científicos y la sociedad en general.

El ruido ambiental, definido como el sonido no deseado o perjudicial generado por las actividades humanas, se ha reconocido como un factor importante que impacta la calidad de vida y la salud de las personas. La exposición continua a altos niveles de ruido puede provocar una serie de efectos adversos, que van desde la pérdida auditiva hasta problemas cardiovasculares, trastornos del sueño y estrés psicológico. Además, el ruido no solo afecta a los seres humanos, sino también a la fauna, alterando sus patrones de comportamiento y afectando la biodiversidad.

A pesar de la creciente conciencia sobre los efectos negativos del ruido ambiental, su gestión y control siguen siendo desafíos complejos. Esto se debe, en parte, a la naturaleza difusa y variada de las fuentes de ruido, que incluyen el tráfico vehicular, las actividades industriales, la construcción, y el ocio, entre otras. Asimismo, la percepción del ruido es subjetiva y puede variar según factores como la hora del día, la sensibilidad individual, y el contexto social y cultural.

Esta tesis tiene como objetivo analizar el impacto del ruido ambiental en la salud pública y el bienestar, así como explorar las estrategias actuales para su mitigación. Se abordarán aspectos relacionados con la medición y evaluación del ruido, la legislación vigente, y las iniciativas de control implementadas en diferentes contextos. A través de este estudio, se espera contribuir a una mejor comprensión del problema del ruido ambiental y proponer recomendaciones que puedan ayudar a mejorar la calidad de vida en nuestras comunidades.

CAPÍTULO I

1. Problema

1.1 Antecedentes

El ruido ambiental, también conocido como contaminación acústica visto desde una perspectiva global, es un problema creciente en la sociedad moderna constituye un fenómeno complejo que engloba una diversidad de fuentes que afecta a la calidad de vida y efectos a la salud de las personas generados por diversas fuentes, como el tráfico vehicular, las obras de construcción, las industrias, los aviones y el ocio nocturno, entre otros. A medida que las ciudades crecen y se desarrollan, la intensidad y la frecuencia del ruido ambiental aumentan, provocando una serie de consecuencias negativas múltiples en la salud humana, desde la pérdida de audición hasta el impacto en el ambiente, como la calidad del hábitat de la vida silvestre.

El impacto en el medio ambiente en especial en la flora y fauna también se ve seriamente afectada por el ruido ambiental. Los animales, tanto terrestres como marinos, dependen del sonido para funciones vitales como la comunicación, la orientación y la búsqueda de alimento. El ruido excesivo puede alterar estos comportamientos y poner en peligro la supervivencia de algunas especies. Por ejemplo, el aumento del tráfico marítimo y las actividades industriales submarinas han demostrado interferir significativamente con la comunicación de los cetáceos, según un estudio de Duarte et al. (2021), lo que puede tener consecuencias devastadoras para estas especies.

El término "ruido" describe todo sonido no deseado y perturbador, la exposición constante al ruido ambiental puede tener graves repercusiones en la salud. Desde un enfoque físico, se define como cualquier variación de presión sonora en el ambiente, a corto plazo, puede provocar estrés, irritabilidad y trastornos del sueño que el oído humano percibe como sonido presente en un entorno específico. En la revista científica SciElo vol. 39 no.3 en un estudio concluyó que la contaminación acústica se relaciona con una reducción de la calidad de vida urbana y el bienestar social ya que el ruido ambiental afecta a la salud individual y también a implicaciones sociales. Las comunidades expuestas a altos niveles de ruido pueden experimentar una disminución en la cohesión social y un aumento en los conflictos interpersonales. La contaminación acústica puede reducir la calidad de vida en los barrios se ve afectada negativamente, ya que el exceso de ruido puede hacer que los espacios públicos sean menos agradables y que las personas eviten ciertas áreas debido al exceso de ruido.

En la actualidad, el ruido se reconoce como una amenaza considerable para la salud ambiental, ya que constituye una forma de energía que puede ser perjudicial en el entorno. Esta amenaza puede manifestarse de manera inmediata o de forma gradual, dependiendo de la cantidad de energía transferida a las personas expuestas. La energía sonora puede liberarse de manera súbita y sin control, como en el caso de un ruido explosivo, o de manera constante y controlada, como ocurre en ciertos entornos laborales con exposición prolongada a niveles bajos de ruido.

En 1972, la Organización Mundial de la Salud (OMS) fue pionera en reconocer oficialmente los efectos negativos del ruido sobre la salud humana, clasificándose como una forma de contaminación. Posteriormente, en 1979, la Conferencia de Estocolmo dio un paso más al identificar el ruido como un contaminante específico. Estas primeras iniciativas oficiales fueron respaldadas más tarde por la Comunidad Económica Europea (CEE), que incitó a los países miembros a establecer regulaciones legales para combatir la contaminación acústica. El ruido, definido como un sonido no deseado, puede ser desagradable y molesto, y sus niveles, aunque no sean necesariamente altos, pueden causar daños potenciales al sistema auditivo y afectar el bienestar psicológico de las personas. Este problema no solo resulta molesto, sino que también conlleva graves consecuencias para la salud pública. La contaminación acústica se ha convertido en uno de los desafíos más urgentes de la sociedad moderna a nivel mundial. Este tipo de contaminación impacta a un gran número de personas, especialmente en zonas urbanas y áreas con alta densidad de población, donde los niveles de ruido suelen ser significativamente más elevados. (Dra. Amable Á, Lic. Méndez M, Dra. Delgado P, Dr. Acebo F, Dra. Marta L. & Lic. Rivero Ll, 2017)

Ochenta millones de personas están expuestas continuamente a niveles de ruido ambientales superiores a 65 decibeles (dB), mientras que otros 170 millones se encuentran expuestos a niveles entre 55 y 65 dB.

El reconocimiento del ruido como un peligro para la salud pública ha ganado importancia en los últimos años. Se ha convertido en una preocupación sanitaria significativa, con estudios que demuestran sus efectos perjudiciales.

- Un ruido continuo estable, es aquel en el que el nivel de presión sonora es relativamente uniforme, con muy pocas variaciones (± 2 dB) durante un período de tiempo. Un ejemplo de esto es una bomba de agua, que produce aproximadamente entre 60 y 70 dB.

- El ruido no continuo (fluctuante) presenta variaciones apreciables del nivel de presión sonora en períodos de tiempo relativamente cortos, como el ruido del tráfico, que oscila entre 60 y 90 dB.
- El ruido intermitente se caracteriza por niveles significativos de presión sonora en períodos no mayores de 15 segundos y con variaciones de ± 3 dB, como el arranque de un motor de motocicleta, que alcanza los 80 dB.

El ruido intermitente es de corta duración, con marcadas fluctuaciones en el nivel de presión, y ocurre en intervalos que pueden ser regulares o irregulares, superiores a 1 segundo.

En Francia, por ejemplo, la contaminación acústica es la principal causa de contaminación ambiental, y en Europa en general, es la segunda más importante. A nivel mundial, Japón se destaca como el país más ruidoso, seguido de cerca por España. Dentro de España, Madrid se considera una de las capitales más ruidosas del mundo, según estudios de la OMS. Esta situación subraya la necesidad urgente de abordar la contaminación acústica como un problema de salud pública de primer orden. (Dra. Amable Á, Lic. Méndez M, Dra. Delgado P, Dr. Acebo F, Dra. Marta. L & Lic. Rivero LI, 2017)

La industria metalmecánica ha sido uno de los pilares de la evolución humana, desde la Edad de Bronce hasta la actualidad, atravesando la Edad Media, la Revolución Industrial y el siglo XX. A lo largo de la historia, ha experimentado avances significativos, como la mecanización de procesos, la producción masiva de maquinaria y la diversificación en la era moderna.

La industria metalmecánica es un sector vital en la economía global, caracterizada por la transformación de metales para la producción de piezas y componentes de alta precisión. Este sector incluye una variedad de procesos como el corte, la soldadura, el conformado y el mecanizado de metales, y es fundamental para diversas industrias, incluyendo la automotriz, aeroespacial, de construcción y electrónica.

En la tesis de Evaluación del ruido ambiental y vibraciones de la empresa Master Metal nos detalla que, en la industria metalmecánica, para la fabricación de piezas de precisión, se emplean variedad de herramientas manuales, neumáticas en procesos como el corte, la perforación y el conformado de metales como también actividades adicionales destacando en si el pintado por compresión sin embargo, en la actualidad generan niveles de ruido excesivos durante su funcionamiento, lo que impacta negativamente en la salud y el bienestar de los trabajadores, así como el entorno laboral en general. Este ruido también interfiere en la

comunicación entre los operadores, dificultando la coordinación y la seguridad en el lugar de trabajo. (Aldas, S. J., 2022)

El ruido ambiental es universal y puede convertirse en un contaminante cuando sus emisiones superan los niveles permitidos, causando molestias a la población.

El ruido urbano puede provenir de dos tipos de fuentes, móviles o fijas, ambas con un impacto colectivo. Una fuente fija de ruido afecta a las personas cercanas a empresas o locales donde se utilizan equipos generadores de ruido. Estas fuentes fijas pueden causar molestias a los vecinos cuando el ruido se dispersa y llega a viviendas e inmuebles cercanos. Suele ocurrir por problemas de aislamiento en locales o empresas, siendo una queja común entre los residentes urbanos por las molestias que generan.

Esta situación plantea varios desafíos, entre ellos la principal necesidad de reducir el nivel de ruido ambiental producido por la industria metalmecánica. Se consideró el "Anexo 5", en el cual establece los criterios de calidad para el ruido ambiental y los niveles máximos permisibles según el uso del suelo, detallado en el TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente). Esta medida se alinea con el ACUERDO MINISTERIAL 097-A del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, que tiene como objetivo prevenir y controlar la contaminación por ruido ambiental. El acuerdo no solo fija los niveles de ruido permisibles, sino que también define la metodología para la medición, cuantificación y determinación de los niveles de ruido para una FFR (Fuente Fija de Ruido). (AM 097-A MAATE, 2015)

El proyecto de investigación se presenta en el entorno circundante a un taller industrial que se encuentra ubicado en el Guasmo Norte Av. 14 S-E-Galo Plaza Lasso, al sur de la ciudad de Guayaquil, en el cual mediante una serie de mediciones previas se obtuvieron resultados que van desde los 80 dB (A) hasta los 90 dB(A), valores que exceden a los 55 decibelios establecidos en la legislación ambiental ecuatoriana vigente para sectores residenciales. Lo que genera un impacto ambiental negativo a la calidad de vida tanto de los vecinos y colaboradores que permanecen junto a la unidad de análisis.

El ruido es intrínsecamente perturbador para cualquier actividad laboral, lo que subraya la necesidad de su evaluación y control temprano. Diversos estudios coinciden en la importancia de proteger la salud auditiva y comprender los graves efectos del ruido. La Organización Mundial de la Salud advierte que, según sus previsiones, una de cada cuatro personas sufrirá problemas auditivos. (World Health Organization., 2019)

1.2 Importancia y alcance

Centrado en la gestión ambiental, el ruido es de forma inherente perturbador para cualquier actividad laboral, esto crea la necesidad de realizar evaluaciones y tener un control temprano de los riesgos en el entorno del lugar de estudio.

El uso de herramientas para construir equipos industriales genera un riesgo importante en el sector industrial, laboral y ambiental, ya que las instalaciones de un taller metalmecánico generan niveles elevados de ruido, lo que, al comparar con el número de familias son expuestas a una afectación a la salud y al medio ambiente.

El impacto del ruido es de suma importancia, ya que potencialmente expone a los trabajadores y los moradores vecinos a riesgos en su salud auditiva. Esta situación resalta la necesidad urgente de implementar soluciones efectivas para reducir los niveles de ruido y garantizar condiciones ambientales adecuadas, cumpliendo así con lo establecido en la Constitución respecto al buen vivir. Esto justifica la investigación cuyo propósito es minimizar el nivel de presión sonora.

Se realizó un estudio de ruido ambiental en el entorno del taller industrial para evaluar la generación de ruido y su impacto medioambiental, determinando el nivel de contaminación acústica. Esto es importante porque el taller está en una zona mixta residencial no consolidada, al sur de Guayaquil.

El propósito de este trabajo experimental es obtener datos que permitan comparar el nivel de ruido con las normativas establecidas en la legislación ambiental ecuatoriana vigente para sectores residenciales mixtas. La generación de ruido tiene un impacto ambiental negativo en la calidad de vida tanto de los vecinos como de los colaboradores que permanecen cerca de la unidad de análisis.

La implementación de tecnologías de insonorización en la industria beneficia a trabajadores y a la empresa en cuanto a confort laboral, calidad ambiental, seguridad industrial y productividad, y tiene un impacto positivo en su entorno.

La reducción de la contaminación acústica en áreas industriales contribuye a preservar la calidad de vida de las comunidades cercanas y mitigar los efectos negativos del ruido en el medio ambiente. En este contexto, el desarrollo de una cámara de insonorización para fuente sonora de alto impacto representa un avance significativo hacia la creación de entornos más seguros, saludables y sostenibles en la industria metalmecánica.

El exceso de ruido en el entorno ambiental puede afectar negativamente la productividad y la calidad del trabajo. La interferencia acústica puede dificultar la comunicación entre los trabajadores, lo que a su vez puede disminuir la eficiencia en las operaciones y aumentar el riesgo de accidentes. (Guangxin. L, Congcong. L., Zhenwei. W., Jiapeng. L., Xinhua. Y & Jianzhong. F, 2021)

1.3 Delimitación

1.3.1 Delimitación geográfica

El área de estudio se ha delimitado en la cooperativa Río guayas ubicada en la parroquia Ximena, en la ciudad de Guayaquil de la provincia del Guayas, se considera ubicar 5 puntos de medición que se evaluarán en el mes de junio y julio.

Tabla 1: Coordenadas geográficas del taller industrial

Geografía:	Ecuador	
Provincia:	Guayas	
Cantón:	Guayaquil	
Parroquia:	Ximena	
Sectorial:	Sur de Guayaquil	
Coordenadas UTM:	624691.262 E	9751144.348 N
Zona Geográfica:	17 N	

Fuente: Autor

Ilustración 1: Ubicación del Taller industrial



Fuente: Google Earth Pro

1.3.2 Delimitación Temporal

El presente estudio se llevará a cabo durante el periodo comprendido entre julio del 2024 y agosto del 2024. Durante este lapso, se realizaron mediciones de los niveles de presión sonora en el taller seleccionado, ubicado en una zona mixta de la ciudad de Guayaquil. Las mediciones se efectuarán en diferentes días de la semana y en horarios específicos que representen las horas de mayor y menor actividad en el taller, con el fin de obtener una muestra representativa de la variación en los niveles de ruido. Esta delimitación temporal permitirá evaluar cómo los niveles de presión sonora fluctúan en función de la actividad del taller y las condiciones ambientales en ese periodo.

1.3.3 Delimitación Sectorial

El presente estudio se centrará en la evaluación de los niveles de presión sonora en un taller ubicado en una zona mixta de la ciudad de Guayaquil, caracterizada por la coexistencia de actividades residenciales, comerciales e industriales. La zona mixta seleccionada se encuentra en el sector Guasmo Norte de la ciudad de Guayaquil, que es representativa de áreas donde la densidad de población y la actividad económica generan condiciones particulares de ruido ambiental. El taller objeto de estudio es de tipo mecánico industrial, y se encuentra rodeado de viviendas a su entorno, lo que influye directamente en los niveles de ruido tanto internos como externos.

Esta delimitación sectorial permitirá analizar cómo los niveles de presión sonora en el taller se ven afectados por la interacción de las actividades propias del taller con las características de la zona mixta en la que se inserta.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Construir una cámara acústica utilizando materiales fonoabsorbentes con el fin de reducir el nivel de ruido generado por la fuente sonora de mayor impacto y mejorar el entorno ambiental en un taller de metalmecánica de la ciudad de Guayaquil.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Evaluar las características y niveles de ruido generados en el entorno de la industria metal mecánica usando un sonómetro para identificar la fuente sonora de mayor impacto.
- ✓ Diseñar y construir una cámara de insonorización con materiales adecuados con propiedades de absorción acústica óptimas para reducir eficazmente los niveles de ruido.
- ✓ Medir el nivel de ruido una vez instalada la cámara de insonorización en condiciones de trabajo, en las áreas circundantes del taller, para evaluar su eficacia y cumplimiento de la normativa ambiental.

1.5 Marco hipotético

1.5.1 Hipótesis general

La construcción de una cámara acústica utilizando materiales fonoabsorbentes reducirá significativamente el nivel de ruido generado por la fuente sonora de mayor impacto en un taller de metalmecánica de la ciudad de Guayaquil, mejorando así el entorno ambiental y disminuyendo los efectos negativos del ruido en los trabajadores y en la comunidad circundante.

1.5.2 Hipótesis específicas

- ✓ La Identificación de las características y niveles de ruido generados en el entorno de la industria metalmecánica permitirá comprender la naturaleza del ruido y su variabilidad en diferentes situaciones de trabajo
- ✓ El diseño y la construcción de una cámara de insonorización utilizando materiales con propiedades de absorción acústica óptimas reducirá significativamente los niveles de ruido en comparación con los niveles de ruido previos a la instalación, cumpliendo con estándares de insonorización industrial y ambiental.
- ✓ La instalación de la cámara de insonorización en el taller reducirá significativamente el nivel de ruido en el área circundante, de tal manera que los niveles de ruido medidos en condiciones de trabajo cumplirán con la normativa ambiental vigente.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico referencial

2.1 Antecedentes teóricos

Instituciones de investigación globales y organizaciones internacionales de salud han estudiado ampliamente los impactos negativos del ruido ambiental en la salud de las personas y las comunidades en las últimas décadas.

Cuando se menciona la contaminación, se suele pensar automáticamente en sustancias o gérmenes no deseados que se añaden a un entorno. En un sentido más amplio, la contaminación se refiere a cualquier agente que altere negativamente dicho entorno. En este contexto, el ruido puede ser considerado un agente dañino y, por lo tanto, un factor de contaminación ambiental.

En áreas urbanas, se ha demostrado que la exposición excesiva al ruido causa efectos psicofísicos perjudiciales para la salud, como el aumento del riesgo de cardiopatía isquémica, trastornos del sueño, deterioro cognitivo en niños, molestias y problemas mentales relacionados con el estrés. (Darío M, Adrián R, David M, & Ana G., 2019)

En las últimas décadas, las instituciones de investigación y las organizaciones sanitarias internacionales han investigado exhaustivamente los efectos negativos del ruido ambiental sobre la salud de las personas y las comunidades. En áreas urbanas, se ha demostrado que la exposición excesiva al ruido causa efectos psicofísicos perjudiciales, como mayor riesgo de enfermedades cardíacas isquémicas, trastornos del sueño, deterioro cognitivo en niños, molestias y problemas mentales relacionados con el estrés.

Debido a que este es un problema de salud pública significativo, los organismos reguladores, las autoridades y los responsables políticos han hecho grandes esfuerzos para reducir la exposición al ruido ambiental y los niveles de ruido en general. En la Unión Europea, estos esfuerzos se reflejan en la "Directiva sobre el ruido ambiental" (END) y en una serie de otros informes técnicos y documentos publicados por organismos de la UE que abordan la gestión de fuentes específicas, como vehículos, infraestructuras viarias y ferroviarias, aeronaves, equipos industriales y maquinaria móvil.

Como se puede ver, la atención se centra en las fuentes de sonido típicamente "no deseadas" y en las molestias que causan. (Aletta, F., Oberman, T., & Kang, J, 2018).

La investigación sobre el impacto del ruido en la salud ha utilizado cámaras de insonorización, que permiten diferenciar los niveles de ruido afectando a la salud humana, permitiendo investigaciones precisas sobre los efectos fisiológicos y psicológicos del ruido.

Las cámaras de insonorización, también conocidas como cámaras anecoicas, son espacios diseñados para eliminar el ruido externo y las reflexiones internas, creando un entorno de sonido controlado. Estas cámaras son fundamentales en diversas áreas de investigación y aplicación, especialmente en la ingeniería ambiental, donde se utilizan para medir y analizar el ruido de diferentes fuentes y su impacto ambiental. (Shen, J., Shao, X., Li, X., Zhang, B. & Yan, X. 2022).

Una cámara de insonorización es un entorno que busca eliminar las reflexiones de ondas sonoras y aislar el ruido externo. Estas cámaras se utilizan para proporcionar un entorno acústico controlado, ideal para realizar mediciones precisas de ruido y sonido. (Fahy, F., & Walker, J, 2019)

Las cámaras anecoicas se emplean para realizar pruebas precisas de dispositivos de audio, estudios de percepción sonora y diseño de productos acústicos. Estas cámaras están completamente revestidas con material absorbente en todas sus paredes, incluido el piso, lo que permite recrear un espacio abierto y sin reflexiones. Por otro lado, las cámaras semi-anecoicas están recubiertas con material absorbente en todas sus paredes, excepto en el piso. Esta configuración permite que el piso actúe como un conductor, simulando un espacio abierto sobre una superficie metálica. (Iza, F. 2021)

Estas cámaras permiten evaluar la eficacia de diversas tecnologías y materiales utilizados para la mitigación del ruido, proporcionando datos precisos sobre su rendimiento en condiciones controladas.

Kalauni, K. y Pawar, SJ concluyen que la incorporación de nuevos materiales y técnicas de diseño innovadoras puede llevar a una mejora sustancial en el rendimiento de las cámaras anecoicas. Estas innovaciones no solo optimizan la absorción de ondas, sino que también ofrecen una mayor flexibilidad en el diseño y construcción de estas cámaras para aplicaciones específicas. (Kalauni, K., Pawar, SJ., 2019)

El estudio sugiere que la adopción de estos materiales y tecnologías avanzadas puede llevar a mejoras importantes en la calidad y eficiencia de las pruebas acústicas. Las innovaciones discutidas no solo benefician a las cámaras de Insonorización, Acústica o anecoicas, sino

también a una variedad de aplicaciones industriales y de investigación que requieren un control acústico preciso. (Tang, X., 2022)

La normativa ISO 1996-2:2020, titulada " Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de presión sonora, establece los procedimientos y métodos para describir, medir y evaluar el ruido ambiental. Esta norma internacional proporciona directrices detalladas para la determinación de los niveles de ruido en diferentes entornos, lo que incluye la definición de términos relevantes, los equipos necesarios, las técnicas de medición y el análisis de datos.

La ISO 1996-2:2020 es fundamental para garantizar la coherencia y la precisión en la evaluación del ruido en diversas aplicaciones, como la planificación urbana, la protección del medio ambiente y la salud pública.

Según la normativa ISO 1996-2:2020, el sonómetro integrador es un equipo capaz de medir continuamente niveles de ruido en diferentes frecuencias, con capacidad para almacenar datos a largo plazo y generar informes detallados de la exposición sonora en un área específica. (Asociación Española de Normalización. UNE., 2020)

El ruido no se limita a ser una simple perturbación sonora. En entornos domésticos y laborales, a menudo estamos expuestos a sonidos provenientes de sistemas de ventilación o calefacción, los cuales pasan inadvertidos debido a la ausencia de características distintivas. Estos sonidos, al ser constantes y carentes de tono definido, suelen ser ignorados. Sin embargo, un cambio en su patrón, como la interrupción del ventilador o la aparición de un zumbido, podría captar nuestra atención o incluso resultar molesto. (“La importancia de la acústica - Enginyers Tarragona”)

Nuestro oído es capaz de identificar información en los sonidos que percibimos. Aquella información que no necesitamos o no deseamos se transforma en ruido. Los tonos y las variaciones en el nivel sonoro son las características del ruido que captan nuestra atención.

Cuanto más prominente sea el tono o más brusco el cambio en el nivel sonoro, mayor será la percepción del ruido. Cuando medimos el ruido, necesitamos conocer su tipo para poder seleccionar los parámetros adecuados de medición, el equipo a utilizar y la duración de las mediciones. A menudo, debemos usar nuestro oído para identificar y destacar las características molestas del ruido antes de comenzar a medir, analizar y documentar. (Brüel & Kjør, recuperado de Studocu.com, 2024)

Por último, el libro "Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy", ofrece una revisión sobre el uso de sonómetros integradores en la evaluación y gestión del ruido ambiental, subrayando su papel fundamental en la formulación de políticas públicas para mitigar los impactos negativos del ruido en la salud y el bienestar de la población. (Murphy, E. King, E.A., 2022)

2.2 Fundamentos teóricos

2.2.1 Ruido

En el contexto de esta investigación, se define como cualquier sonido no deseado o perturbador que afecta negativamente la calidad de una señal acústica o la comunicación entre individuos. Este fenómeno puede manifestarse en diversas formas, ya sea como interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos, como contaminación sonora en entornos urbanos, o incluso como distracción en el ámbito cognitivo. Comprender la naturaleza y los efectos del ruido resulta fundamental no solo en el campo de la ingeniería acústica si no también en el campo de la ingeniería ambiental. (European Environment Agency., 2020)

2.2.2 Tipo de ruido en función del tiempo

Los tipos de ruido en función del tiempo se pueden clasificar según su duración, consistencia y variabilidad.

Ruido continuo o constante

Ruido cuyo nivel de presión acústica y respuesta de frecuencia permanece constante o presenta pequeñas fluctuaciones a lo largo del tiempo. Estas fluctuaciones deben ser inferiores a 5 dB durante el período de observación. (Ordóñez. C, Vélez. P, 2014)

Ruido fluctuante

Ruido caracterizado por fluctuaciones en su nivel de presión acústica y respuesta de frecuencia a lo largo del tiempo. Estas variaciones pueden presentarse de manera periódica o aleatoria, dependiendo de la fuente del ruido. (Ordóñez. C, Vélez. P, 2014)

Ruido impulsivo

Ruido que se manifiesta en forma de impulsos, caracterizado por un aumento repentino en la presión acústica y una duración muy breve del impulso en comparación con el tiempo

entre impulsos. Estos impulsos pueden ocurrir repetidamente a intervalos regulares o de manera aleatoria. (Ordóñez. C, Vélez. P, 2014)

Ilustración 2: Tipos de ruido en función del tiempo



Fuente: Guillén. C, (2014-15), Riesgo Físicos

2.2.3 Aislamiento y absorción

El aislamiento y la absorción son dos conceptos fundamentales en el control del ruido y la acústica y son parte integral en el diseño de espacios habitables y de trabajo, contribuyendo significativamente al confort acústico y al bienestar general. (Ordóñez. C, Vélez. P, 2014)

El aislamiento acústico

Se refiere a la capacidad de un material o estructura para impedir la transmisión del sonido de un espacio a otro, reduciendo así el nivel de ruido percibido en áreas adyacentes, crucial para evitar la propagación del ruido no deseado. (Ordóñez. C, Vélez. P, 2014)

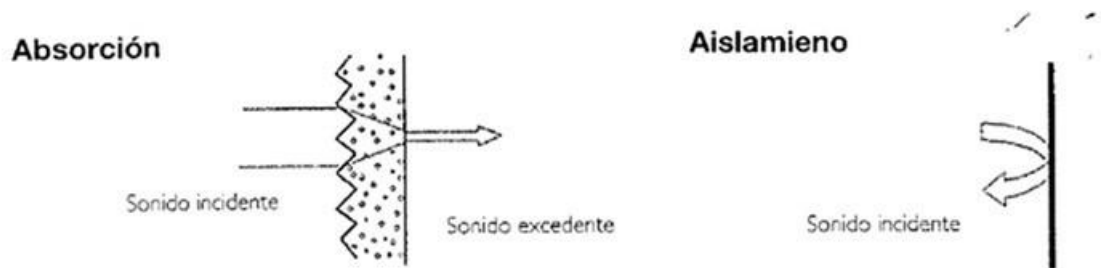
La absorción acústica

Se centra en la capacidad de un material para absorber el sonido, disminuyendo las reflexiones sonoras dentro de un espacio o en las áreas adyacentes y mejorando la calidad acústica, esencial para controlar la reverberación y crear ambientes sonoramente agradables y funcionales.

El coeficiente de absorción: α

Es una medida empleada en física y química para explicar cómo un material capta la energía de radiaciones como la luz, el sonido o partículas subatómicas. Este coeficiente señala la proporción de energía incidente que es absorbida por el material en una determinada unidad de espesor. (Ordóñez. C, Vélez. P, 2014)

Ilustración 3: Secuencia de absorción y aislamiento acústico



Fuente: El ruido industrial II. Ultrasonidos e Infrasonidos

2.2.4 Ruido ambiental

Abarca todas las emisiones sonoras del entorno, provenientes de fuentes naturales y antropogénicas. Estas fuentes pueden incluir el tráfico vehicular, actividades industriales, construcción, eventos sociales, así como fenómenos naturales como el viento y la lluvia. El ruido ambiental no solo se limita al impacto auditivo, sino que también abarca las vibraciones que pueden transmitirse a través de estructuras físicas. (World Health Organization, 2019).

2.2.5 Fenómeno atmosférico

Los efectos atmosféricos se refieren a los fenómenos y cambios en la atmósfera terrestre por la interacción de factores ambientales y físicos. Estos efectos pueden influir en el clima, el tiempo, la calidad del aire y las condiciones de visibilidad, entre otros aspectos. (Cemborain. A, 2015)

Vientos

El viento es un fenómeno atmosférico clave que resulta del movimiento del aire desde áreas de alta presión hacia áreas de baja presión, influenciado por la rotación de la Tierra y la topografía del terreno. Este movimiento del aire no solo es crucial para la regulación del clima y la distribución del calor en el planeta, sino que también juega un papel vital en numerosos procesos ecológicos y tecnológicos.

El transporte de ruido por el viento es un fenómeno significativo en estudios acústicos y medioambientales, especialmente en áreas urbanas y rurales cercanas a fuentes de ruido industrial o de tráfico. El viento puede actuar como un medio de propagación del sonido, alterando su trayectoria y amplitud debido a las variaciones en la velocidad y dirección del flujo de aire. Este efecto es particularmente notable en condiciones de viento fuerte, donde el sonido puede viajar más lejos y con mayor intensidad, afectando la percepción del ruido en áreas que de otro modo serían más silenciosas. La topografía del terreno y la presencia de obstáculos, como edificios y vegetación, también influyen en cómo el viento transporta el ruido, creando zonas de sombra acústica o amplificación sonora. (Cemborain. A, 2015)

Vientos predominantes

Los vientos predominantes de un sitio determinado son aquellos que soplan con mayor frecuencia y consistencia en una dirección específica, influyendo significativamente en el clima local, la vegetación, la arquitectura y las actividades humanas de la región. Estos vientos resultan de patrones atmosféricos a gran escala, como la circulación general de la atmósfera y la configuración geográfica del lugar, que incluyen montañas, valles y cuerpos de agua dándonos como resultado la velocidad del sonido en el aire que es aproximadamente 343 m/s determinando la frecuencia de ondas de sonidos teniendo una longitud de 17 cm. (Cemborain. A, 2015)

2.2.6 Temperatura

La temperatura es una magnitud física fundamental que mide el grado de calor o frío de un cuerpo o ambiente. Este parámetro, expresado comúnmente en grados Celsius (°C), Fahrenheit (°F) o Kelvin (K), es crucial para la comprensión de diversos fenómenos naturales y procesos industriales. La temperatura influye directamente en las propiedades físicas y químicas de los materiales, afectando su comportamiento y rendimiento.

La medición precisa y el control de la temperatura son esenciales en áreas como la climatología, la ingeniería, la medicina y la biotecnología, donde un manejo adecuado de este factor puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de experimentos y aplicaciones prácticas. Por lo tanto, el estudio exhaustivo de la temperatura y sus efectos es vital para avanzar en el conocimiento científico y tecnológico. (Recuperado de Brüel & Kjær, 2024)

2.2.6.1 Intercambio de temperatura

El intercambio de temperatura, también conocido como transferencia de calor, es un proceso fundamental en la termodinámica y las ingenierías relacionadas. Este fenómeno se refiere al movimiento de energía térmica entre cuerpos o sistemas debido a una diferencia de temperatura. Existen tres mecanismos principales de transferencia de calor.

- **Conducción**

La conducción ocurre dentro de un sólido o entre sólidos en contacto directo, donde la energía se transfiere a través de vibraciones moleculares.

- **Convección**

Se manifiesta en fluidos, como líquidos y gases, mediante el movimiento de masas de fluido caliente hacia regiones más frías.

- **Radiación**

La transferencia de calor a través del espacio mediante ondas electromagnéticas que no requiere un medio material para transferir el calor.

Los vientos predominantes desempeñan un papel crucial en la transferencia de calor en materiales sólidos, afectando tanto los procesos de calentamiento como de enfriamiento. La velocidad y dirección del viento pueden influir significativamente en la eficiencia de la disipación térmica, especialmente en estructuras expuestas como edificios, puentes y equipos industriales.

Por ejemplo, en condiciones de viento fuerte, el flujo de aire sobre la superficie de un material puede aumentar la tasa de transferencia de calor por convección, acelerando el enfriamiento de superficies calientes. Del mismo modo, en climas fríos, los vientos predominantes pueden intensificar el enfriamiento de estructuras, lo que es crítico para el diseño de sistemas de calefacción y aislamiento térmico.

Comprender y optimizar estos mecanismos es crucial en diversas aplicaciones, desde la ingeniería térmica y la climatización hasta la fabricación de materiales y la eficiencia energética. Un análisis detallado del intercambio de temperatura permite mejorar el diseño de sistemas y procesos, contribuyendo a la innovación tecnológica y la sostenibilidad ambiental. (Recuperado de Brüel & Kjaer, año 2024)

2.2.7 Curvas de ponderación frecuencial

Nuestra capacidad auditiva es menos receptiva a las frecuencias extremadamente bajas y altas. Para tener esto en cuenta al medir el sonido, se pueden utilizar filtros de ponderación. La ponderación de frecuencias más utilizada hoy es la "ponderación A", que se aproxima a la respuesta auditiva humana y presenta los resultados en dB(A). La curva de "ponderación C" también se emplea, especialmente cuando se evalúan sonidos muy intensos o de frecuencias muy bajas.

- **Ponderación A – dB A/dB(A)**

La ponderación A modifica la señal de manera que se asemeja a la respuesta del oído humano ante niveles sonoros medios. Se basa en la curva de igual sonoridad de 40 dB. Los símbolos de los parámetros de ruido generalmente incorporan la letra "A" (como en LAeq) para señalar que la medición incluye una ponderación frecuencial.

La ponderación A se utiliza en casi todas las mediciones de ruido ambiental y de ruido en el lugar de trabajo, y es la recomendada por diversas normas y directrices tanto nacionales como internacionales. Los filtros de ponderación A cubren un espectro de 10 Hz a 20 kHz; es decir, todo el espectro auditivo que percibe el ser humano.

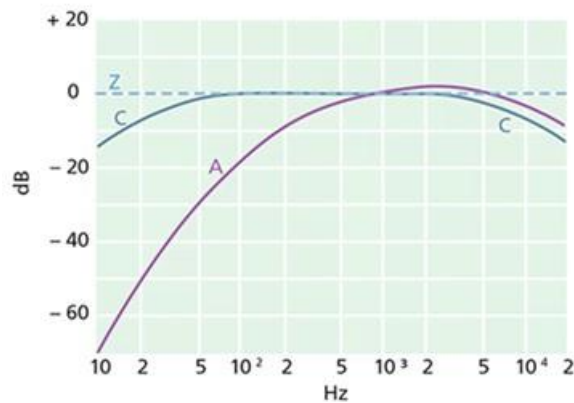
- **Ponderación C – dB C/dB(C)**

La sensibilidad del oído humano cambia dependiendo del nivel de sonido. La ponderación C corresponde a una curva de igual sonoridad de 100 dB y coincide aproximadamente con la respuesta del oído humano a los niveles sonoros relativamente altos. Se usa para evaluar los picos de presión sonora elevados. También es útil, por ejemplo, en la medición del ruido en espectáculos, donde la transmisión de los sonidos graves puede ser problemática.

- **Ponderación Z – dB Z/dB(Z)**

La ponderación de frecuencia Z (Z="cero") es una respuesta de frecuencia plana entre 10 Hz y 20 kHz $\pm 1,5$ dB, excluyendo la respuesta del micrófono.

Ilustración 4: Curvas de ponderación frecuencial



Fuente: Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S.

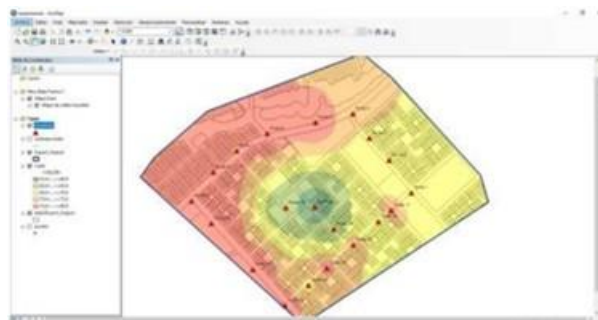
Nota: A “es el nivel de ruido en el que una persona habla normal”, C” es el nivel de ruido que pasa de los 100 dB” y Z” es la frecuencia más baja o igual a cero”

Actualmente, la ponderación A es la más utilizada. La ponderación C no se correlaciona bien con los ensayos subjetivos porque los contornos de igual sonoridad se basan en experimentos en los que se emplean tonos puros. No obstante, la mayoría de los sonidos cotidianos no son tonos puros, sino señales complejas formadas por una amplia variedad de tonos. (Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, Booklets: Environmental Noise Spanish)

2.2.8 Mapa de ruido

Es una representación gráfica que muestra los niveles de ruido en un área geográfica específica durante un periodo de tiempo determinado. Este instrumento cartográfico es fundamental en estudios de impacto ambiental y planeación urbana, ya que da información detallada sobre la distribución espacial del ruido y sus posibles efectos en la salud y el bienestar de las personas de la zona. (Mier Tapia, F. W., 2017)

Ilustración 5: Mapa de ruido en ArcGIS



Fuente: Valverde, J. (2021), Validación y optimización de un mapa de ruido del sector la "j" perteneciente a la administración zonal Eloy Alfaro a través de sistemas de información geográfica.

2.2.9 Efectos del ruido

Los efectos del ruido pueden ser diversos y abarcar tanto aspectos físicos como psicológicos. Desde un punto de vista físico, la exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede provocar pérdida auditiva gradual o incluso irreversible, especialmente en frecuencias específicas.

Además, el ruido excesivo puede desencadenar respuestas fisiológicas de estrés, como aumento de la presión arterial, frecuencia cardíaca acelerada y liberación de hormonas relacionadas con el estrés, lo que puede contribuir al desarrollo de enfermedades cardiovasculares. A nivel psicológico, el ruido constante puede interferir con el sueño, causar irritabilidad, dificultades de concentración, fatiga mental y trastornos del estado de ánimo como la ansiedad y la depresión. (Rodríguez F, & Alfonso M., 2012)

2.2.10 Uso de Suelo

De acuerdo con la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcción del cantón Guayaquil, se definen los tipos de suelo existentes en la ciudad. En el caso de estudio, el predio donde se llevará a cabo la evaluación ambiental está tipificado como "uso de suelo residencial mixto no consolidado". Esta clasificación se refiere a áreas donde coexisten usos residenciales, comerciales y de servicios en menor escala, sin un desarrollo urbanístico completamente homogéneo o estructurado.

Estas zonas permiten una mezcla de viviendas y pequeños negocios, promoviendo la flexibilidad y adaptabilidad en el uso del suelo para acomodar las necesidades locales sin una clara delimitación entre áreas exclusivamente residenciales o comerciales. (Muy ilustre Municipalidad de Guayaquil, 2000)

Ilustración 6: Consulta de las actividades permitidas para su previo, de acuerdo con la Ordenanza Municipal



USO DE SUELO

Miércoles, 21 de Agosto del 2024

Inicio

Usted se encuentra en: **Uso del Suelo**

Conceptos

Uso de Suelo: Consulta a través de la cual podemos conocer la actividad(actividades) comerciales, industriales) o de servicios), que se permite(n) desarrollar en un predio específico, de acuerdo a Ordenanzas.
Adicionalmente, permite conocer las condiciones que debe reunir el local dentro del cual se prevea desarrollar la actividad consultada.

Alcance: La consulta de uso del suelo, sirve única y exclusivamente para conocer la posibilidad de desarrollar una actividad específica.

Ordenanza Aplicable: Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones y su reformatoria
Reforma a la Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del cantón Guayaquil (Gaceta Oficial No 21); Ordenanza Sustitutiva de Reglamentos Urbanización Kennedy Norte.

Datos del predio



Población: GUAYAQUIL
Código: 091-0006-005-0-0-0-1
RUCOI: 0905712741
Dirección: CALLE 13 DE FEBRERO
Zona: ZONAS MIXTAS RESIDENCIALES NO CONSOLIDADAS-D (ZMRNC-D)

Lindero norte:	4 CALLEJON SOC SE	Lindero sur:	SOLAR 12
Lindero este:	SOLAR 6	Lindero oeste:	SOLAR 4
Longitud norte:	9.00 mtrs.	Longitud sur:	9.00 mtrs.
Longitud este:	22.00 mtrs.	Longitud oeste:	22.00 mtrs.
Estado:	CONSTRUIDO	Área escritura:	196.00 mtrs.

Fuente: Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil, Servicio en línea,

Nota: Se da a conocer la plataforma utilizada para el conocimiento del uso de suelo donde está ubicado el taller.

2.2.11 Cámara de insonorización

Una cámara de insonorización, también conocida como cabina o sala insonorizada, es una estructura diseñada para aislar el sonido, reduciendo al mínimo la transmisión de ruido entre el interior y el exterior de esta. Estas cámaras se construyen con múltiples capas de materiales absorbentes y aislantes acústicos, para crear un entorno controlado y libre de ruido. Las cámaras de insonorización son esenciales en diversas aplicaciones, tales como estudios de grabación, teatros, discotecas, laboratorios de pruebas acústicas, y en la industria manufacturera, donde es crucial minimizar la interferencia del ruido para obtener resultados precisos y fiables. (Yinping Tao, M. R., 2021)

Las cámaras de insonorización son esenciales en diversas aplicaciones, como estudios de grabación, teatros, discotecas, laboratorios de pruebas acústicas y la industria manufacturera. En estos entornos, es crucial minimizar la interferencia del ruido para obtener resultados precisos y fiables. (Lozada Moreno, P. R., 2010).

Ilustración 7: Cámara anecoica



Fuente: Ordóñez, C, Vélez, P, (2014), Estudio, diseño e implementación de una cámara anecoica para el análisis acústico de sistemas mecánicos del motor de combustión interna alternativo, Cuenca-Ecuador

2.2.12 Paneles sándwich

Los paneles sándwich son estructuras de dos capas exteriores (llamadas caras o láminas) y un núcleo central, de diversos materiales como espuma de poliuretano, poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), lana mineral y lana de roca entre otros. Estos paneles se usan en la construcción por su alta resistencia, durabilidad y capacidad de aislamiento térmico y acústico.

La configuración de capas en los paneles sándwich permite una distribución eficiente de cargas, lo que los hace ideales para su uso en techos, paredes y suelos. Además, su diseño modular facilita la instalación rápida y económica en una variedad de aplicaciones, desde edificios residenciales y comerciales hasta estructuras industriales y agrícolas. (Paneles Sándwich de Poliuretano, 2020)

Ilustración 8: Panel Sándwich



Fuente: Autor

Nota: Panel formado por diferentes materiales para una mejor reducción de ruido

2.2.13 Materiales que se usa para la creación de paneles acústicos

Los paneles acústicos son elementos diseñados para absorber, difundir o reflejar el sonido en un espacio, con el fin de mejorar la calidad acústica y reducir el ruido no deseado. Existen varios materiales utilizados en la fabricación de paneles acústicos, cada uno con propiedades específicas que determinan su eficacia en la absorción del sonido y su adaptabilidad a diferentes entornos, Algunos de los materiales comúnmente empleados en la creación de paneles acústicos incluyen en la minimización del ruido. (Yuan, Y., Shen, C., Jing, Y., & Zhang, X., 2021).

- **Espumas Acústicas:** Estas espumas de poliuretano o melamina tienen una estructura porosa que ayuda a absorber y disipar el sonido incidente. Son livianas, fáciles de instalar y vienen en una variedad de densidades y grosores para adaptarse a diversas necesidades acústicas.
- **Paneles de Fibra de Vidrio:** Los paneles fabricados con fibra de vidrio ofrecen una alta absorción acústica gracias a su estructura porosa. Son especialmente efectivos en la absorción de frecuencias medias y altas, y se usan en estudios de grabación, teatros y salas de conciertos.
- **Paneles de Lana Mineral:** Estos paneles están compuestos de fibras minerales de roca o vidrio, lo que les confiere excelentes propiedades de absorción acústica y resistencia al fuego. Son ideales para aplicaciones donde se requiere un alto nivel de seguridad y rendimiento acústico.

2.2.14 Sonómetro integrador

Es un dispositivo portátil diseñado para medir los niveles de ruido en diversos entornos, tales como entornos industriales, urbanos, de transporte y recreación. Esta herramienta permite identificar las fuentes de ruido predominante, evaluar los niveles de ruido durante diferentes periodos del día y noche, así como registrar y promediar los niveles de ruido a lo largo del tiempo.

Estas capacidades ofrecen una visión más completa de la exposición al ruido en un área determinada. El sonómetro integrador se convierte en una herramienta eficaz para realizar estudios de ruido a largo plazo y evaluar la conformidad con los límites de exposición establecidos por las regulaciones ambientales. (Cedeño-F, Barberán-C., 2019)

Para la evaluación ambiental, se empleará un sonómetro Tipo 2, una herramienta esencial para medir niveles de sonido en diversos entornos. Este dispositivo, usado en evaluaciones ambientales y ocupacionales, proporciona datos confiables y precisos fundamentales para tomar decisiones informadas sobre el control del ruido y la gestión ambiental.

Ilustración 9: Sonómetro Integrador



Fuente: Google Chrome,

2.3 Marco legal aplicable para el proyecto

Para la comparación de los límites máximos permitidos para el ruido laboral y ambiental en nuestro país, se ha considerado lo establecido en las herramientas legales vigentes. Este análisis abarca las normativas específicas que regulan el ruido en distintos contextos, garantizando así la precisión y relevancia de los datos obtenidos. Además, se evaluaron las implicaciones de estas regulaciones en la salud pública y en el bienestar laboral, asegurando un enfoque integral en la gestión del ruido.

2.3.1 La normativa ISO 1996: 2020

Es una parte de la serie de estándares internacionales donde la ISO 1996 trata sobre acústica y el manejo del ruido ambiental. En particular, la ISO 1996-2:2020 se centra en la descripción, medición y evaluación de los niveles de ruido en el entorno. Proporciona pautas detalladas sobre cómo determinar estos niveles de ruido, incluyendo la definición de términos, los equipos necesarios y los procedimientos de medición.

2.3.2 Normativa ambiental

Para la evaluación de los niveles de presión sonora y el desarrollo de esta tesis, se considera utilizar el Acuerdo Ministerial 097-A, específicamente el Anexo 5, que establece los niveles máximos de ruido y la metodología de medición para fuentes fijas y móviles. Este acuerdo forma parte de la Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA.

Tabla 2: Niveles máximos de ruido permisibles según el uso del suelo para fuente fija de ruido.

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelo	LKeq (dB)	
	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	21:01 hasta 07:00 horas
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	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. Ejemplo: Uso de suelo: Residencial + ID2 LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.	

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A (Ministerio de Ambiente, 2023).

Nota: Se detalla el tipo de Suelo y el nivel de ruido que puede producir en el sector.

2.3.2.1 Evaluación de Línea Base Ambiental

Detalla los aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales del área de influencia directa e indirecta del proyecto, para evaluar y cuantificar los impactos ambientales, ya sean positivos o negativos. La línea base ambiental es esencial para conocer y comprender el entorno en el que se llevará a cabo la obra, actividad o proyecto. Por esta razón, es crucial analizar este entorno utilizando diversas variables o factores ambientales. Aldaz, J, (2019)

2.3.2.2 Evaluación Base de Ruido

Una evaluación de base de ruido proporciona una comprensión detallada del entorno acústico previo a la ejecución de un proyecto, lo cual es fundamental para gestionar y minimizar los impactos negativos del ruido en la comunidad y el medio ambiente Aldaz. J, (2019)

2.3.3 Normativa laboral

Para la evaluación de los niveles de presión sonora en el ámbito laboral, se consideró el Decreto Ejecutivo 2393 (1986), Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Este decreto establece que el límite máximo de presión sonora es de 85 decibeles en la escala A del sonómetro, medidos en el lugar donde el trabajador habitualmente mantiene la cabeza, para exposiciones a ruido continuo durante una jornada laboral de 8 horas.

Tabla 3: Niveles de ruido vs tiempo de exposición.

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

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de trabajo,

Nota: Se detalla el tiempo de exposición de las personas en un área laboral y el nivel de ruido permitido.

Capítulo III

3. Metodología

3.1 Tipo de investigación

Este análisis examina el ruido en un taller ubicado en el sector Guasmo Norte, al sur de Guayaquil. El estudio se llevó a cabo con el objetivo de identificar y caracterizar las fuentes de ruido, los niveles sonoros y sus posibles impactos en la salud y el bienestar de la comunidad local. Para ello, se utilizaron dispositivos de medición de sonido que permitieron realizar observaciones y mediciones detalladas. Los datos obtenidos fueron analizados para evaluar el entorno acústico en las instalaciones industriales.

El ruido ambiental es un problema que afecta negativamente tanto al entorno natural y laboral como también a la calidad de vida de las personas circundantes. En este contexto, el taller Industrial Metalmecánico, pilar fundamental del desarrollo económico y tecnológico a nivel mundial dedicada a la fabricación, reparación y mantenimiento de componentes metálicos y maquinarias contribuyendo a la innovación tecnológica, al desarrollar nuevos productos y la generación de numerosos puestos de trabajo tanto directos, en la producción y mantenimiento, como indirectos, en áreas como logística, ventas y servicios. Presentando una generación de ruido de alta intensidad, afectando negativamente en la salud de los contribuyentes y al bienestar de las personas que viven junto a la industria.

Este estudio descriptivo tiene como objetivo recolectar datos exactos y detallados sobre los niveles de ruido emitido por el previo hacia las áreas circundantes, así como identificar la fuente de mayor impacto y sugerencia de mejoras para la situación.

Para realizar esta investigación, se utilizó la metodología para la medición, cuantificación y determinación del nivel de ruido para FFR (Fuente Fija de Ruido) del Acuerdo Ministerial 097-A ANEXO 5, donde se adoptará el nivel máximo permisible de 55 dB en el uso de suelo residencial y se compara los (NPS) posterior a las mediciones en los puntos acordados. Este documento describe los sitios y el número mínimo de puntos, así como la ubicación idónea del sonómetro para una correcta determinación del ruido obtenido en el perímetro exterior de la industria. Se empleó un sonómetro clase 1, adecuado para medir los niveles de ruido en diferentes ubicaciones fuera de la unidad de análisis ubicada en la ciudad de Guayaquil.

Para captar la variabilidad de los niveles de ruido, se hicieron en diferentes horas y días laborables, desde las 08H00 hasta las 17H00, en el transcurso de dos semanas en el mes de julio. Esto permitió identificar la fuente de mayor generación de ruido en condiciones operativas de la industria.

La investigación descriptiva ha dado una comprensión completa del problema de los elevados niveles de ruido generados por las actividades operativas de un taller industrial ubicado en la Cooperativa Río Guayas, Guasmo Norte, en Guayaquil, que afectan negativo tanto en el ambiente laboral como en la calidad de vida de las comunidades aledañas.

3.2 Caracterización del ruido en la fuente sonora de mayor impacto

La normativa aplicada en el desarrollo del presente proyecto es el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 5, que establece los niveles máximos de emisión de ruido y la metodología de medición para fuentes fijas y móviles. Las mediciones se llevaron a cabo durante el horario diurno, en los siguientes intervalos: de 08H30 A 09H30, de 11H00 A 12H30, y de 14H30 A 15H30, dentro del horario estipulado, que abarca desde las 07H01 a.m. hasta las 21H00 p.m.

Previo a la identificación de la fuente de mayor impacto, se realizó una evaluación ambiental base de ruido para determinar los puntos críticos de afectación, idóneos donde se realizó la medición y la determinación del número mínimo de puntos necesarios para esta investigación.

Se ubicaron cinco puntos de muestreo fuera de los límites de las instalaciones, seleccionando cuidadosamente los puntos críticos de afectación, es decir, los sitios y momentos donde los niveles de presión sonora (NPS) son más altos que en el resto de las áreas de producción. En estos puntos se utilizó un sonómetro ELC 308 Octava SLM (Clase 1), un equipo que mejora significativamente la precisión y estabilidad de las mediciones de las ponderaciones de frecuencias A/B/C/Z, la ponderación temporal F/S/I y la detección de puntos máximos de ruido. Todo esto se realizó de acuerdo con la Norma de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 61672-1:2002.

El método (L_{Keq} 15s) que consiste en la toma de un mínimo de 5 muestras de 15 segundos cada una. El sonómetro se ubicó sobre un trípode, a 1,5 m de altura, con el micrófono a una inclinación de 45 a 90 grados, y el operador deberá estar alejado del equipo al menos un 1 metro en base a los protocolos de muestreo establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (AM 097-A MAATE, 2015).

Una vez realizada la evaluación de ruido en el perímetro de la industria, se identificó que el equipo que genera mayor impacto acústico es el compresor de aire industrial, designado como la Fuente Fija de Ruido (FFR) de mayor impacto. Este equipo no solo supera los niveles permitidos de decibelios en varias áreas críticas, sino que también contribuye significativamente a la contaminación sonora general de la industria.

3.3 Revisión bibliográfica

Se revisó la literatura científica y técnica, identificando el diseño y la construcción de cámaras de insonorización, e investigaciones sobre el exceso de ruido de la fuente de mayor impacto y sus efectos en el entorno laboral y ambiental. Esta revisión incluyó estudios sobre materiales de insonorización, técnicas de aislamiento acústico y la eficacia de diversas estrategias de mitigación del ruido en entornos industriales.

Además, se analizaron investigaciones relacionadas con los efectos del ruido excesivo en la salud de los trabajadores, incluyendo problemas auditivos, estrés, fatiga y otras condiciones relacionadas con la exposición prolongada a altos niveles de ruido. También se consideraron estudios sobre el impacto ambiental del ruido industrial, que aborda cómo las emisiones sonoras afectan a la fauna local y contribuyen a la contaminación acústica en áreas circundantes.

La revisión bibliográfica también exploró casos de éxito en la implementación de cámaras de insonorización en diferentes industrias, proporcionando ejemplos prácticos y lecciones aprendidas que pueden ser aplicada al taller industria en cuestión. Se comparó las normativas laborales y ambientales que regulan los niveles de ruido permitidos y las mejores prácticas para su control, lo que garantiza el cumplimiento legal y la protección de la salud y el bienestar de los trabajadores.

En conclusión, la revisión bibliográfica proporcionó una base sólida de conocimientos sobre las mejores prácticas y tecnologías disponibles para la reducción del ruido industrial, así como una comprensión detallada de los efectos negativos del ruido excesivo. Esta información es crucial para el desarrollo de estrategias efectivas que mitiguen el impacto acústico y mejoren las condiciones del entorno laboral y ambiental.

3.4 Selección de materiales y diseño

Basándose en la revisión bibliográfica y en los resultados de las mediciones de ruido, se seleccionaron los materiales más adecuados para el diseño y construcción de la cámara de insonorización. Se construyó la estructura de la cámara teniendo en cuenta la eficiencia en la absorción acústica, así como la facilidad de instalación y mantenimiento.

Paralelamente, se realizaron mediciones de ruido en el entorno donde se instalaría la cámara. Estas mediciones permitieron obtener un perfil detallado de las fuentes de ruido y sus niveles de presión sonora. La combinación de estos datos con la información obtenida de la revisión bibliográfica fue esencial para guiar la selección de los materiales más adecuados para el proyecto.

3.5 Selección de Materiales

Con los datos recopilados, se procedió a la selección de materiales, considerando varios factores:

- **Eficiencia en la Absorción Acústica:** Se seleccionaron materiales con un alto coeficiente de absorción acústica, densidad y el grosor de un material afectan a su rendimiento acústico especialmente en las frecuencias de interés determinadas por las mediciones de ruido. Esto garantiza una reducción significativa del ruido dentro de la cámara. (Velastegui. D, 2015)
- **Facilidad de Instalación:** La implementación de la cámara debía ser rápida y efectiva, por lo que se optó por materiales que fueran fáciles de manejar e instalar. Esto no solo facilita la construcción, sino que también reduce los costos y el tiempo de instalación. (Álvarez. S, recuperado de Blog KLAREA, 2024)
- **Mantenimiento:** Para asegurar la longevidad y funcionalidad de la cámara, se eligieron materiales duraderos y de fácil mantenimiento. La capacidad de realizar mantenimiento regular sin complicaciones es crucial para mantener la eficacia de la cámara a lo largo del tiempo. (Álvarez. S, recuperado de Blog KLAREA, 2024)

Tabla 4: Coeficientes de absorción de materiales más comunes de encontrar.

Materiales	Coeficiente de absorción α a la frecuencia					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Cartón Huevos	0,02	0,05	0,20	0,66	0,53	0,47
Hormigón pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Ladrillo visto sin pintar	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Ladrillo visto pintado	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Revoque de cal y arena	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
Placa de yeso (Durlock) 12 mm a 10 cm	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09
Yeso sobre metal desplegado	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03
Mármol o azulejo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Madera en paneles (a 5 cm de la pared)	0,30	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10
Madera aglomerada en panel	0,47	0,52	0,50	0,55	0,58	0,63
Parquet	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Parquet sobre asfalto	0,05	0,03	0,06	0,09	0,10	0,22
Parquet sobre listones	0,20	0,15	0,12	0,10	0,10	0,07
Alfombra de goma 0.5 cm	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
Alfombra de lana 1,2 kg/m ²	0,10	0,16	0,11	0,30	0,50	0,47
Alfombra de lana 2,3 kg/m ²	0,17	0,18	0,21	0,50	0,63	0,83
Cortina 338 g/ m ³	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
Cortina 475 g/ m ² fruncida al 50%	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60
Espuma de poliuretano (Fonac) 35 mm	0,11	0,14	0,36	0,82	0,90	0,97
Espuma de poliuretano (Fonac) 50 mm	0,15	0,25	0,50	0,94	0,92	0,99
Espuma de poliuretano (Fonac) 75 mm	0,17	0,44	0,99	1,03	1,00	1,03
Espuma de poliuretano (Sonex) 35 mm	0,06	0,20	0,45	0,71	0,95	0,89
Espuma de poliuretano (Sonex) 50 mm	0,07	0,32	0,72	0,88	0,97	1,01
Espuma de poliuretano (Fonac) 75 mm	0,13	0,53	0,90	1,07	1,07	1,00
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 25 mm	0,15	0,25	0,40	0,50	0,65	0,70
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 50 mm	0,25	0,45	0,70	0,80	0,85	0,85
Lana de vidrio (fieltro 35 kg/m ³) 25 mm	0,20	0,40	0,80	0,90	1,00	1,00
Lana de vidrio (fieltro 35 kg/m ³) 50 mm	0,30	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00
Ventana abierta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vidrio	0,03	0,02	0,02	0,01	0,07	0,04
Panel cielorraso Spanacustic (Manville) 19 mm	---	0,80	0,71	0,86	0,68	---
Panel cielorraso Acustidom (Manville) 4 mm	---	0,72	0,61	0,68	0,79	---
Panel cielorraso Prismatic (Manville) 4 mm	---	0,70	0,61	0,70	0,78	---
Panel cielorraso Profil (Manville) 4 mm	---	0,72	0,62	0,69	0,78	---
Panel cielorraso fisurado Auratone (USG) 5/8"	0,34	0,36	0,71	0,85	0,68	0,64
Panel cielorraso fisurado Auratone (AWI) 5/8"	0,31	0,32	0,51	0,72	0,74	0,77
Asiento de madera (0,8 m ² /asiento)	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
Asiento tapizado grueso (0,8 m ² /asiento)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Personas en asiento de madera (0,8 m ² /personas)	0,34	0,39	0,44	0,54	0,56	0,56
Personas en asiento tapizado(0,8 m ² /personas)	0,53	0,51	0,51	0,56	0,56	0,59
Personas de pie (0,8 m ² /personas)	0,25	0,44	0,59	0,56	0,62	0,50

Fuente: Federico. M, (1999), Acústica y Sistema de ruido

Tabla 5: Índice de Reducción sonora.

TIPO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO CONSTRUCTIVO	Coeficiente de absorción α a la frecuencia						
		Rw	125	250	500	1000	2000	4000
CORTINA AISL	Cortina de vinilo + plomo – 2,0 mm	26	15	19	21	28	33	37
	Cortina de vinilo + plomo – 3,0 mm	30	22	23	25	31	35	42
CUBIERTA	Lámina de fibrocemento ondulado, rigidizado y sellado – 6,0 mm	33	25	30	33	33	38	39
ENCAPSULADO	Paneles chapa N.º 16 + 100 mm lana vidrio – 100 mm	43	21	27	38	48	58	67
	Paneles chapa N.º 16 + 100 mm lana vidrio + chapa N.º 22 perforada – 100 mm	46	27	31	41	51	60	65
LÁMINA	Lámina de acero galvanizado N.º 22 – 0,7 mm	20	8	14	20	23	26	27
	Lámina de aluminio N.º 20, rigidizada – 0,9 mm	16	11	10	10	18	23	25
	Lámina de acero galvanizado N.º 20 – 0,9 mm	23	8	14	20	26	32	38
	Lámina de acero galvanizado N.º 18 - 1,2 mm	26	13	20	24	29	33	39
	Lámina de plomo 1,5 mm	32	28	32	33	32	33	33
	Lámina de acero galvanizado N.º 16 - 1,5 mm	29	14	21	27	32	37	43
LOSA	Hormigón armado 100 mm	49	37	36	45	52	59	67
	Hormigón armado con huecos 150 mm	49	33	37	43	51	57	60
	Hormigón armado 150 mm	55	38	43	51	59	67	69
	Hormigón armado 125 mm + losa flotante	51	38	43	48	54	61	63
	Hormigón armado 200 mm	58	42	48	55	58	63	67
	Hormigón armado con huecos 200 mm, 278 kg/m ² + moqueta 1.9 + bajo alfombra fieltro de pelo 1.4 kg/m ²	50	34	39	46	53	59	64
MAMPOSTERIA	Ladrillo espejo macizo, ambas caras revocadas – 80 mm	39	32	35	32	42	52	--
	Ladrillo (1/2) macizo visto – 115 mm	37	30	36	37	37	37	43
	Ladrillo macizo con orificios, ambas caras revocadas – 125 mm	44	27	33	40	50	57	56
	Ladrillo tabicón doble revocado en ambas caras – 130 mm	42	31	31	36	47	50	58
	Ladrillo (1/2) macizo, ambas caras revocadas – 145 mm	47	36	37	40	46	54	57
	Bloque de hormigón 150, pintado – 150 mm	45	30	34	41	48	56	55
	Muro de piedra – 300 mm	59	47	51	57	61	67	71
LOSA FLOTANTE	Hormigón armado 150 mm + fibra vidrio rígida 25 + losa flotante hormigón 40 – 200 mm.	62	47	51	58	67	73	81
PANEL	Paneles de madera maciza (caoba) – 5,0 mm	29	19	23	25	30	37	42
VIDRIO	Vidrio simple 3 min, marco de madera o metálica.	50	14	14	21	21	29	25
	Vidrio simple 6 min en marco pesado.	54	15	24	28	32	27	35

Fuente: Arq. Bezon. B, & Arq. Estelles. R, Cátedra Acústica

Se realizó una evaluación experimental con materiales comunes disponibles en el mercado y reutilizables prometedores para determinar su capacidad de atenuación de ruido. La evaluación se basó en las **Tablas 4 y 5**

3.6 Banco de pruebas

En la revisión bibliográfica realizada posteriormente se revisó una investigación sobre la interferencia de ondas acústicas utilizando el método del Tubo de Kundt lo cual es un equipo creado por August Kundt que facilita la observación de ondas sonoras en un tubo de vidrio. Originalmente, se utilizó para estudiar las ondas que se propagan en direcciones opuestas y para medir la velocidad del sonido. El diseño es robusto, económico y fácil de usar, lo que permite su construcción por alguien con conocimientos limitados de electrónica y con una inversión mínima, gracias a la selección de componentes accesibles.

Ilustración 10: August Kundt.



Nota: August Kundt fue un físico alemán conocido por sus trabajos en la acústica y óptica, especialmente por desarrollar el tubo de Kundt para estudiar las ondas sonoras estacionarias y contribuyó significativamente a la comprensión de las propiedades de los gases y la velocidad del sonido.

Ilustración 11: Observación de Ondas sonoras en un tubo de vidrio.



Nota: Este experimento permiten medir la velocidad del sonido, donde la interferencia de las ondas refleja las propiedades acústicas de un medio determinado

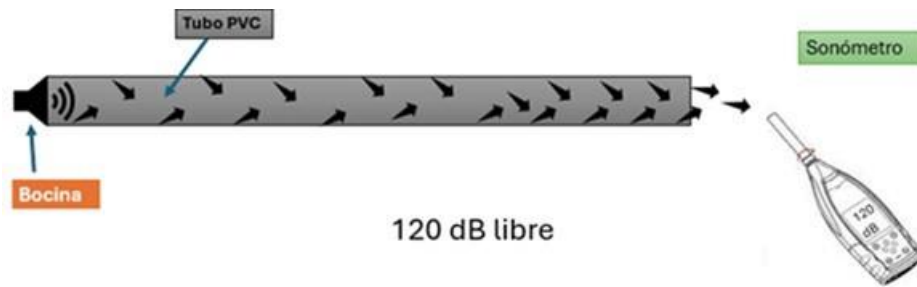
Fuente: Google Chrome

Se consideró la elaboración y construcción de un banco de pruebas con el objetivo de obtener y evaluar los materiales más idóneos para la construcción de la cámara de insonorización.

3.7 Construcción del banco de pruebas

El tubo de Kundt consiste básicamente de un parlante, el cual produce ondas acústicas que viajan dentro del tubo que son reflejadas y absorbidas por un sonómetro se encarga de medir la intensidad del sonido en decibeles dentro del tubo lo cual se puede construir económicamente y fácil de usar con una inversión mínima, gracias a la selección de componentes accesibles.

Ilustración 12: Tubo de Kundt



Elaborado: Autor.

Nota: representación del tubo de kundt sin revestimiento

3.7.1 Construcción tubo de kundt

Descripción de los materiales necesarios para la construcción de un tubo de Kundt

Tabla 6: Materiales para la construcción de un tubo de Kundt

Cantidad	Materiales
1	Tubo de PVC de 16 cm de diámetro y 150 de largo.
1	Unión para tubo de PVC de 16 cm de diámetro.
1	Sirena de ambulancia de 120 dB
4	Cables Rojo (+ positivo), cable Azul (- negativo)
2	Cartón gris # 35
1	Espuma de poliuretano
2	Madera de 150 cm de largo por 30 cm de ancho
1	Cierra
1	Batería
Implementos: Tijeras, estilete, pelacables, taladro, broca de 6 mm, compás y lápiz	

Elaborado: Autor

Nota: Estos materiales fueron adquiridos sin costo, ya que son materiales reciclados y donados por el taller

3.7.2 Procedimiento

- Primero, se realizó un orificio en el tubo de PVC para sujetar la sirena dentro del tubo.

Ilustración 13: Preparación del tubo de PVC



Nota: Se realizó un orificio con una broca 5.5 mm con un taladro con la respectiva seguridad de trabajo.

- Se recortaron dos cables de diferentes colores a una longitud de 10 cm y se conectaron a la batería, teniendo en cuenta la polaridad de la sirena.

Ilustración 14: Conexión a batería.



Nota: Se pela las puntas de los cables para conectarlo a la batería tomando en cuenta la polaridad de la sirena, positivo +(Cable Rojo) y Negativo - (Cable Azul).

Poner en intentos mejor prueba 1, prueba 2

- A continuación, se construye un encapsulado reverberante para minimizar el ruido producido por la vibración del tubo de PVC ya que no se logra diferencial la cantidad de ruido se logra mitigar con cada material de prueba.

La prueba inicial con el banco de prueba Kundt sin revestimiento registró 120 dB, una vez que se usó cartones de huevo como material reciclado para revestir arrojó una medición promedio de 109 dB dentro del tubo de PVC.

Tabla 7: Mediciones de prueba para la construcción de la cámara reverberante con cartón de huevo.

Banco de prueba con cápsula reverberante de cartón como material reciclado			
11H20 A 11h30 a. m.	5s	110 dB	11
	10s	105 dB	10,5
	15s	112 dB	11,2
RESULTADO			109,85 dB

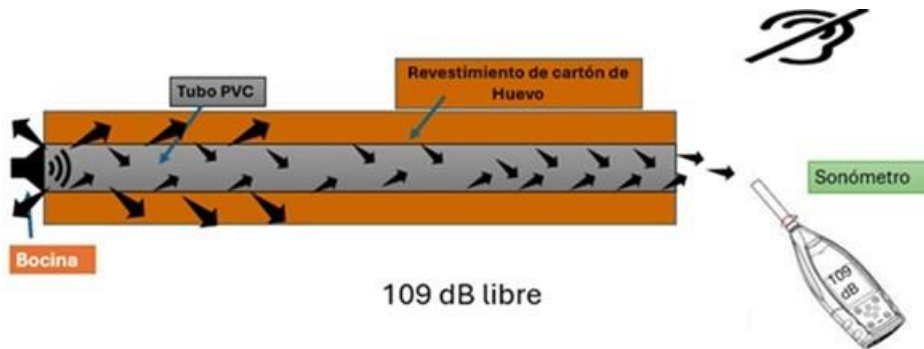
Nota: Se realizó mediciones siguiendo el Acuerdo Ministerio 097-A anexo 5.

Ilustración 15: Primera construcción de la cámara reverberante.



Nota: Se recolectó cartones de huevo para utilizarlos como revestimiento con el fin de aislar el ruido generado por la vibración.

Ilustración 16: Tubo de Kundt con revestimiento de cartón de huevo.



Elaborado: Autor.

Nota: Se revistió el tubo con cartones de huevo para lograr reducir las vibraciones del tubo de PVC logrando disminuir 11 decibelios, aun si no se podía apreciar la diferenciación de la disminución de ruido de cada material.

Segundo intento con espuma de Poliuretano, se obtuvo una medición promedio de 92 dB logrando eliminar el ruido producido por la vibración del tubo de PVC.

- Se concluyó que la espuma de poliuretano permitió crear una cámara de reverberación eficaz, lo que facilitó una mejor medición de los materiales seleccionados para la prueba.

Ilustración 17: Creación de la cámara reverberante con espuma de poliuretano.



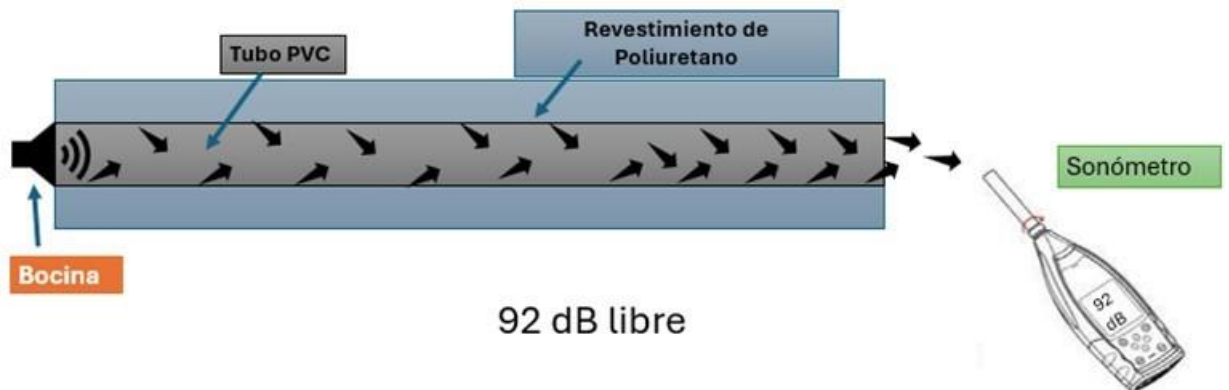
Nota: Se creó una caja de madera alrededor del tubo de PVC para lograr dar forma a la espuma de Poliuretano.

Tabla 8: creación de la cámara reverberante con espuma de poliuretano.

Banco de Prueba con cápsula reverberante de espuma de poliuretano			
11H20 A	5s	90	9
11h30 a. m.	10s	95	9,5
	15s	89	8,9
RESULTADO			92,18

Nota: Se realizó mediciones siguiendo el Acuerdo Ministerio 097-A anexo 5.

Ilustración 18: Tubo de Kundt con revestimiento de poliuretano.



Elaborado: Autor,

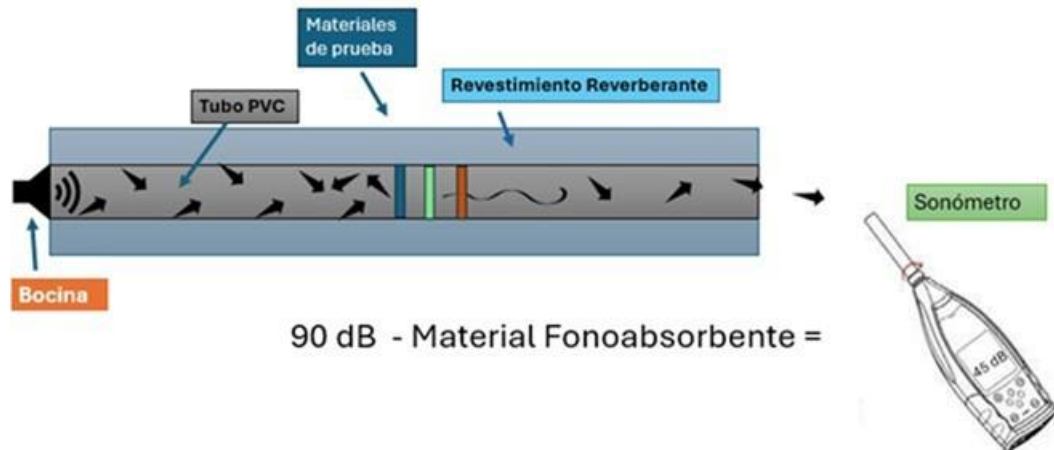
Nota: representación del tubo de kundt con revestimiento reverberante para que no produzca un ruido por vibraciones hacia objetos cercanos logrando encerrar el ruido teniendo una mejor percepción de la disminución del ruido con cada material de prueba.

- Luego, se crea una tapa con la espuma de poliuretano a la medida interior del tubo del PVC, asegurándose de que quede correctamente fijada con base de cartón y tapa de madera.
- Por último, se procede a realizar las mediciones respectivas con los materiales a monitorear.

3.7.3 Ejecución de pruebas

Se pone en funcionamiento el equipo y se registran las emisiones sonoras durante un período determinado. Se pueden realizar varias pruebas con diferentes materiales fonoabsorbentes para obtener un perfil completo del ruido generado.

Ilustración 19: Pruebas de materiales en el tubo de Kundt.



Elaborado: Auto.

Nota: Esta imagen representa el funcionamiento del tubo de Kundt adicionando un revestimiento reverberante para un mejor muestreo de ruido colocando diferentes tipos de materia en forma de discos para verificar la eficacia de atenuación del material por medio de un sonómetro (clase 1).

Ilustración 20: Mediciones de reducción de ruido por materiales.



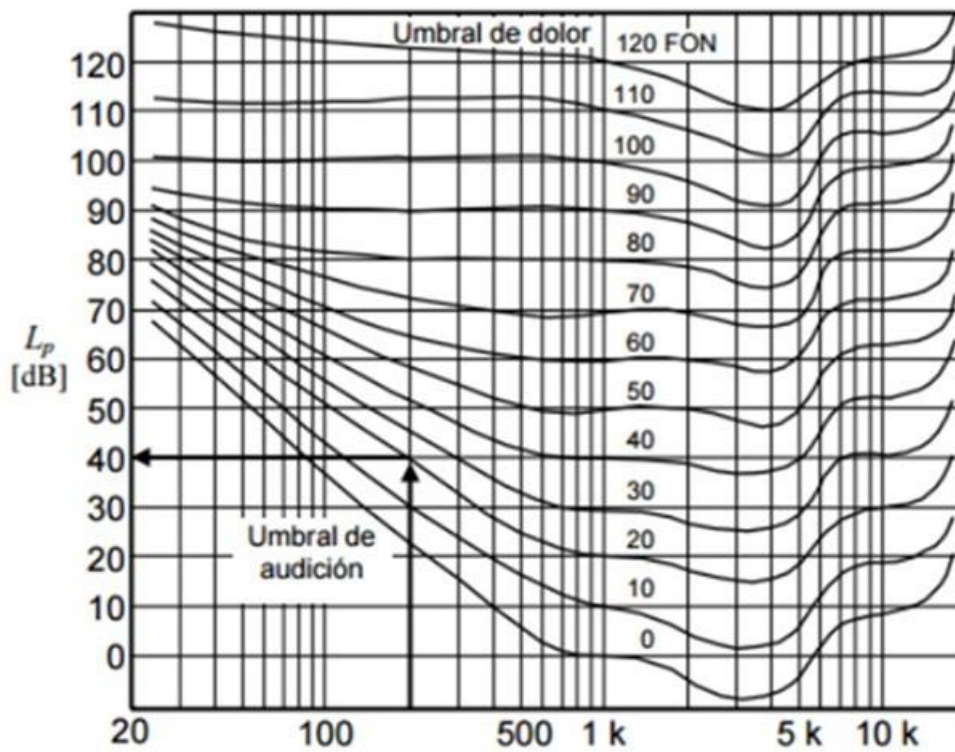
Elaborado: Autor.

3.7.4 Análisis de datos

Utilizando el programa de Excel se registraron una serie de datos, identificar los niveles de presión sonora, las frecuencias predominantes y otras características relevantes del ruido. (Sánchez. J, 2012)

Coefficiente de absorción α : 1 = absorción del 100% y 0 = absorción 0% dependiendo de la frecuencia se más agudo y graves se podrá saber la cantidad de absorción de cualquier material.

Ilustración 21: Curva de frecuencias sonoras vs decibeles dB.



Fuente: Gallegos. P, Gordillo. D, (2016).

Nota: En esta imagen se detalla la curva de frecuencia en relación con los decibeles.

Tabla 9: Descripción de las muestras utilizadas en la prueba de atenuación de ruido.

TIPO	Materiales unitarios utilizados en las pruebas de atenuación de ruido	Reducción de ruido en decibeles dB	Coefficiente de absorción α a la frecuencia
			1000
Lámina	Lámina de acero galvanizado - 1 mm	100dB	0,23
Espuma	Espuma de poliuretano (Fonac) - 25 mm	96 dB	0,94
Panel	Madera aglomerada en panel - 12 mm	93 dB	0,30
Cartón	Cartón de huevo – 15 mm	86 dB	0,66
Vidrio	Lana de vidrio – 50 mm	70 dB	0,80
Placa	Placa de yeso (Durlock) - 12 mm	65 dB	0,04

Elaborado: Autor.

Nota: Estos fueron los materiales más sencillos de conseguir y utilizar

Tabla 10: Análisis Comparativo de la Eficiencia en la Atenuación de Ruido según la Cantidad de Materiales Utilizados.

TIPO	2 Materiales utilizados en las pruebas de atenuación de ruido	Reducción de ruido en decibeles dB	Coefficiente de absorción α a la frecuencia 1000
Espuma	Espuma de poliuretano (Fonac) - 25 mm	96 dB	0,94
Panel	Madera aglomerada en panel - 12 mm	93 dB	0,30
Resultado		94,75	

TIPO	2 Materiales utilizados en las pruebas de atenuación de ruido	Reducción de ruido en decibeles dB	Coefficiente de absorción α a la frecuencia 1000
Cartón	Cartón de huevo – 15 mm	84 dB	0,66
Vidrio	Lana de vidrio – 50 mm	70 dB	0,80
Resultado		81,16	

TIPO	2 Materiales utilizados en las pruebas de atenuación de ruido	Reducción de ruido en decibeles dB	Coefficiente de absorción α a la frecuencia 1000
Lámina	Lámina de acero galvanizado - 1mm	100dB	0,23
Espuma	Espuma de poliuretano (Fonac) - 25 mm	96 dB	0,94
Resultado		98,45	

Elaborado: Autor.

Nota: Se realizó la combinación de 2 materiales para identificar los mejores materiales combinados me den una mejor atenuación de ruido y vibración para un equipo en operación.

TIPO	3 Materiales utilizados en las pruebas de atenuación de ruido	Reducción de ruido en decibeles dB	Coefficiente de absorción α a la frecuencia 1000
Vidrio	Lana de vidrio – 50 mm	70 dB	0,80
Placa	Placa de yeso (Durlock) - 12 mm	65 dB	0,04
Cartón	Cartón de huevo – 15 mm	86 dB	0,66
Resultado		95,28	

TIPO	3 Materiales utilizados en las pruebas de atenuación de ruido	Reducción de ruido en decibeles dB	Coefficiente de absorción α a la frecuencia 1000
Lámina	Lámina de acero galvanizado - 1 mm	100dB	0,23
Espuma	Espuma de poliuretano (Fonac) - 25 mm	96 dB	0,94
Panel	Madera aglomerada en panel - 12 mm	93 dB	0,30
Resultado		97,26	

TIPO	3 Materiales utilizados en las pruebas de atenuación de ruido	Reducción de ruido en decibeles dB	Coefficiente de absorción α a la frecuencia 1000
Cartón	Cartón de huevo – 15 mm	86 dB	0,66
Vidrio	Lana de vidrio – 50 mm	70 dB	0,80
Placa	Placa de yeso (Durlock) - 12 mm	65 dB	0,04
Resultado		81,37	

TIPO	3 Materiales utilizados en las pruebas de atenuación de ruido	Reducción de ruido en decibeles dB	Coefficiente de absorción α a la frecuencia 1000
Plancha	plancha de gypsum 12 mm	80	0,04
Vidrio	Lana de vidrio – 50 mm	70 dB	0,80
Lámina	Lámina de acero galvanizado - 1 mm	100dB	0,23
Resultado		79,45	

Elaborado: Autor

Nota: Se realizó mezclas de materiales en un máximo de 3 componentes hasta llegar a una medición eventualmente bajo.

La construcción de una cámara de insonorización empleando materiales como una plancha de gypsum de 12 mm, lana de vidrio de 50 mm y lámina de acero galvanizado de 1 mm constituye una solución eficaz para el control del sonido en interiores. La plancha de gypsum ofrece una superficie lisa y resistente, idónea para el revestimiento de paredes, mientras que la lana de vidrio actúa como un excelente aislante acústico, absorbiendo y amortiguando las ondas sonoras. Por su parte, la lámina de acero galvanizado aporta una capa adicional de protección y refuerzo, contribuyendo a la reducción de vibraciones y la transmisión del sonido.

3.7.5 Construcción de la cámara de insonorización

Se procedió a la construcción del prototipo de la cámara de insonorización siguiendo las especificaciones y el diseño establecidos en la etapa anterior. Se utilizaron técnicas de fabricación adecuadas para garantizar la calidad y la durabilidad del prototipo.

3.7.5.1 Materiales requeridos

Tabla 11: Materiales utilizados para la construcción de la cámara de insonorización.

No.	Materiales	Cantidad	Costos aprox.
1	Viga tipo C	2	17.98 \$
2	Ángulo de 2 pulgadas por 3 pulgada	2	32.00 \$
3	Tubos cuadrados de 2x2 pulgadas	2	32.60 \$
4	tubos rectangulares de 2x4 pulgadas	2	58.00 \$
5	planchas de hierro negro	4	69.20 \$
6	planchas de gypsum 12 mm(material insonorizante)	4	37.72 \$
7	Lana de vidrio	2	45.00 \$
Implementos: Soldadura, máquina de soldadura, discos de corte, pulidora, flexómetro, escuadra, lápiz.			

Elaborado: Autor.

Nota: Se describe los materiales que se utilizó para la construcción de la cámara de insonorización con el costo de adquisición

3.7.5.2 Pasos para Construir una Cámara de Insonorización

1. Dibujo AutoCAD modelo en 3D
2. Construcción de la Estructura Principal
3. Montaje del sándwich
4. Alinea y ajusta
5. Fijación
6. Construcción de la Chimenea de Absorción y Expulsión de Temperatura:
7. Verificación de Ventilación y Temperatura:
8. Comprobación Final:
9. Pruebas de eficiencia y validación del prototipo

3.8 Realización de mapa de ruido

Procesamiento y elaboración de un mapa de ruido con el software ArcGIS que permitirá planear acciones si es necesario reducir los niveles de ruido y tomar medidas correctivas necesarias para prevenir y reducir el ruido.

3.8.1 Pasos para la realización de un mapa de ruido

3.8.2 Planificación

Definición de Objetivos: Establecer los objetivos del mapa de ruido, como identificar fuentes de ruido, evaluar el impacto acústico en una zona específica o cumplir con normativas legales.

Área de Estudio: Delimitar el área geográfica a analizar. Esto puede incluir barrios, distritos industriales, áreas cercanas a infraestructuras de transporte, etc.

Cronograma y Recursos: Determinar el tiempo necesario para la realización del proyecto y los recursos (humanos y técnicos) disponibles.

3.8.3 Recopilación de Datos

Selección de equipos: Utilizar equipos de medición adecuados, como sonómetros, dosímetros de ruido y estaciones de monitoreo continuo.

Puntos de medición: Establecer puntos de medición estratégicos en el área de estudio para captar una representación precisa del ruido. Estos puntos deben incluir áreas de alta, media y baja exposición al ruido.

Tiempo de medición: Realizar mediciones en diferentes momentos del día y la semana para capturar variaciones en los niveles de ruido.

3.8.4 Medición de Ruido

Instalación de equipos: Colocar los equipos de medición en los puntos previamente seleccionados, asegurándose de que estén correctamente calibrados y configurados.

Recopilación de datos: Medir y registrar los niveles de ruido durante los periodos establecidos, asegurando la recolección de datos representativos y fiables.

3.8.5 Análisis de Datos

Procesamiento de datos: Utilizar software especializado para procesar y analizar los datos recolectados. Esto puede incluir la identificación de picos de ruido, la evaluación de la exposición media y la distribución de los niveles de ruido.

Modelado acústico: Utilizar modelos acústicos para realizar los mapas simulando la propagación del sonido en el área de estudio con diferenciación de niveles de ruido con colores representativos según la molestia en la intensidad.

Tabla 12: Diferenciación de colores según la Intensidad del Ruido

NPS dB (A)	Color
100 – 90	Rojo
90 – 80	Rojo
80 – 70	Amarillo
70 – 60	Verde
60 – 50	Azul

Fuente: Cemborain. A, (2015)

3.8.6 Creación del mapa de ruido

Visualización de datos: Generar mapas visuales que representen los niveles de ruido en diferentes áreas. Estos mapas pueden mostrar datos en forma de contornos, colores gradientes o gráficos de barras.

Software de mapeo: Utilizar software de sistemas de información geográfica (SIG) para integrar los datos de ruido con mapas geográficos. Esto facilita la interpretación y el análisis espacial del ruido.

3.8.7 Interpretación y presentación

Análisis de resultados: Interpretar los resultados para identificar las áreas con niveles de ruido elevados y las fuentes principales de ruido. Comparar los datos con los estándares y normativas de ruido aplicables.

3.9 Equipo de medición

Los equipos de medición de ruido son instrumentos especializados diseñados para evaluar y cuantificar los niveles de presión sonora en diferentes entornos. Estos equipos son fundamentales para entender la naturaleza y la intensidad del ruido en diversas situaciones, incluida la industria metalmeccánica. Entre los equipos más comunes están los sonómetros, dispositivos portátiles con micrófonos sensibles para registrar los niveles de ruido en decibelios (dB).

3.9.1 Sonómetros

Son dispositivos portátiles utilizados para medir el nivel de presión sonora en decibelios (dB). Existen diferentes tipos, dependiendo de su precisión y aplicaciones:

Sonómetro Tipo 1: Alta precisión, utilizado en investigaciones y evaluaciones críticas.

Sonómetro Tipo 2: Menor precisión, adecuado para evaluaciones generales y estudios de campo.

3.9.2 Componentes Principales

Micrófono: Captura el sonido.

Procesador: Convierte la señal acústica en una lectura digital.

Pantalla: Muestra los niveles de presión sonora.

3.9.3 Características

Ligero y Portátil: Se coloca en el hombro del trabajador.

Memoria Interna: Almacena datos para análisis posterior.

Software de Análisis: Permite descargar y analizar los datos recolectados.

Analizadores de espectro: Utilizados para identificar y analizar las frecuencias componentes de una señal de ruido. Son fundamentales para el diseño de estrategias de mitigación del ruido.

Análisis de Frecuencia: Divide el sonido en sus componentes de frecuencia.

Resolución Alta: Proporciona un análisis detallado.

3.9.4 Aplicaciones y Usos

Estos equipos son utilizados en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo:

Industria Manufacturera: Monitoreo de ruido de maquinaria y equipos.

Construcción: Evaluación del impacto del ruido en el sitio de trabajo.

Transporte: Medición de ruido en vehículos y aeronaves.

Ambiental: Evaluación de la contaminación acústica en áreas urbanas y rurales.

Salud y Seguridad Ocupacional: Evaluación del riesgo de exposición al ruido en el lugar de trabajo.

Ilustración 22: Sonómetro integrador Clase 1



Fuente: Google Chrome, *Nota:* Se describen los componentes que forman parte del sonómetro.

3.10 descripción de las actividades de la empresa

3. 10.1 Análisis del proyecto

El primer paso en un proyecto de metalmecánica es recibir y analizar los requerimientos del cliente, revisando planos y documentación relevante. Ingenieros y técnicos colaboran para evaluar la viabilidad, determinar materiales y planificar la producción.

3.10.2 Recepción y almacenamiento de materiales

La recepción de materias primas, principalmente metales y componentes eléctricos, es crucial. Se inspeccionan rigurosamente para asegurar su calidad y conformidad con las especificaciones. Luego, se almacenan en un área designada, organizada para facilitar su identificación y acceso rápido.

3.10.3 Diseño de los equipos

Una vez identificadas las necesidades, se pasa a la fase de conceptualización y diseño preliminar, generando y evaluando múltiples enfoques de diseño. Se utilizan bocetos, diagramas y software para visualizar y ajustar ideas. Los pasos clave son: generación de ideas, selección de conceptos y modelado preliminar con software.

3.10.4 Procesos de fabricación

Las actividades de fabricación en un taller de metalmecánica incluyen:

- **Corte:** Se cortan materiales a medida usando herramientas como sierras tronadoras, pulidoras, cortadoras de plasma y láseres de alta precisión para obtener piezas con dimensiones exactas.
- **Mecanizado:** Con tornos, fresadoras y centros CNC, las piezas se esculpen y detallan para alcanzar formas y tolerancias precisas. Incluye operaciones como torneado, fresado, taladrado y roscado, esenciales para componentes con exactitud milimétrica.
- **Soldadura:** Los componentes se ensamblan mediante procesos de soldadura como MIG, TIG y soldadura por arco. La precisión y conocimiento de las propiedades de los materiales aseguran un ensamblaje perfecto y duradero.
- **Acabado superficial:** Las piezas requieren acabados adicionales, como limpieza con ácidos, pulido y lijado, para mejorar apariencia y resistencia a la corrosión.

3.10.5 Proceso de pintado (opcional)

En la fabricación de piezas y estructuras metálicas, ya que no solo mejora la estética del producto final, sino que también proporciona una capa de protección contra la corrosión y otros daños ambientales, comenzando con:

- **La preparación de la superficie**
Incluir limpieza, desengrasado y lijado para asegurar una adherencia óptima de la pintura.
- **Aplica una imprimación**
sellado de la superficie, aumenta la durabilidad del acabado y seca.
- **Capa de pintura**
Puede ser a base de solventes y aplicarse mediante rociado con compresor de aire, inmersión o recubrimiento en polvo, según los requisitos del proyecto. Finalmente, se deja secar en condiciones controladas para un acabado uniforme y resistente.

3.10.6 El análisis y la validación del diseño

Son pasos críticos para asegurar que el equipo propuesto funcione como se espera. Esto incluye análisis estructurales, térmicos y de flujo utilizando técnicas de simulación por computadora (CAE). Los aspectos importantes de esta fase son:

- **Análisis de estrés y deformación:** Evaluar cómo responderá el equipo a las cargas y fuerzas aplicadas.
- **Análisis térmico:** Determinar el comportamiento del equipo bajo diferentes condiciones térmicas.
- **Optimización del diseño:** Realizar ajustes para mejorar la eficiencia y minimizar el costo de producción.

3.10.7 Pruebas de funcionamiento

Después de construir el equipo, se verifica su funcionalidad y rendimiento con pruebas en condiciones reales. Si es necesario, se ajustará el diseño para cumplir con los estándares y asegurar su óptima operatividad.

3.10.8 Control de Calidad

El control de calidad es crucial, ya que cada pieza y ensamblaje debe ser inspeccionado rigurosamente para cumplir con las especificaciones y tolerancias. Se emplean herramientas de medición de alta precisión, como micrómetros y calibres, así como pruebas no destructivas como ultrasonido y radiografía para detectar defectos internos.

3.10.9 Entrega y Logística

Después de completar la fabricación y el control de calidad, las piezas se empaquetan y preparan para el envío. La logística en un taller de metalmecánica debe ser eficiente para asegurar que los productos lleguen en óptimas condiciones y a tiempo.

CAPÍTULO IV

4 Resultados

4.1 Descripción de las actividades que se realizan en el taller

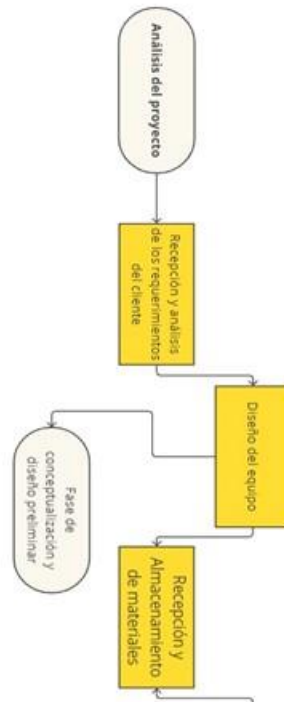
La industria metalmecánica es un espacio especializado donde se realizan diversas actividades enfocadas en la transformación y manipulación de metales. Estos talleres son cruciales en múltiples industrias, desde la fabricación de maquinarias pesadas hasta la producción de componentes precisos para dispositivos tecnológicos avanzados.

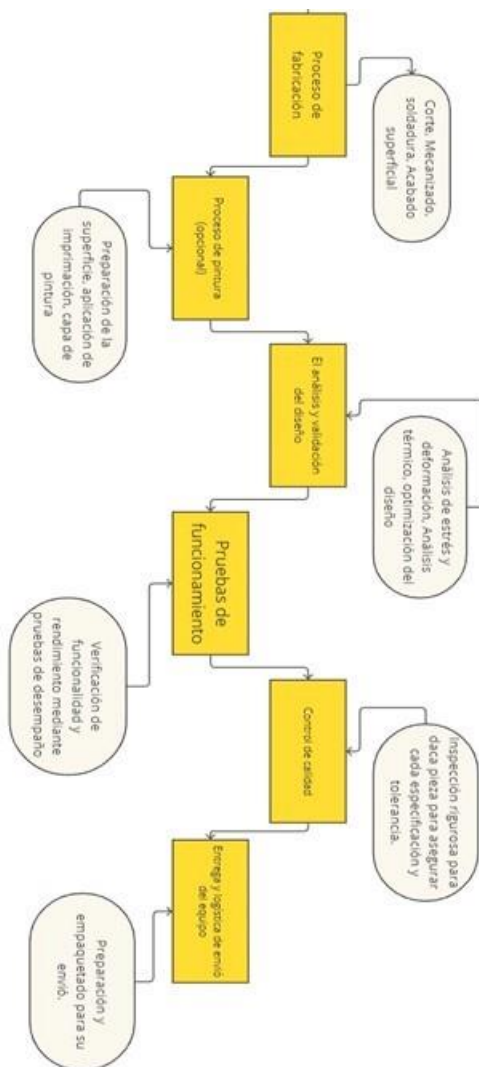
La metalmecánica es una disciplina que integra conocimientos de ingeniería, física y ciencia de materiales para crear productos metálicos con alta precisión y funcionalidad. Los talleres de metalmecánica son fundamentales para la industria moderna, contribuyendo significativamente al desarrollo y mantenimiento de la infraestructura tecnológica e industrial.

Además, estos talleres juegan un papel fundamental en la fabricación de maquinaria utilizada en sectores como la construcción, la automoción y la manufactura de equipos industriales. La capacidad para crear piezas metálicas con alta precisión permite a la metalmecánica atender las necesidades específicas de diferentes industrias, asegurando la durabilidad y eficiencia de los productos fabricados.

4.2 Diagrama de flujo de las operaciones del taller

Ilustración 23: Cronología de operación del taller





Elaborado: Autor.

4.3 Resultados y análisis de la evaluación base de ruido

En la evaluación de base de ruido se determinan los niveles de ruido existentes en un área antes de la implementación de un proyecto o actividad. Este análisis sirve como punto de referencia para medir cualquier cambio en los niveles de ruido debido a las actividades laborales.

La evaluación incluye la medición del ruido ambiental actual, la identificación de las fuentes de ruido y la evaluación de su impacto en la comunidad y el medio ambiente. Los datos obtenidos permiten comparar los niveles de ruido antes y después de las actividades laborales, facilitando la identificación y mitigación de posibles impactos negativos en la calidad de vida de las personas y en el entorno natural.

4.3.1 Identificación del área de muestreo

La identificación del área de muestreo de ruido es un paso crucial en una evaluación de base de ruido. Este proceso implica determinar los puntos específicos donde se realizarán las mediciones de presión sonora para obtener datos representativos del entorno.

Tabla 13: Información referencial.

Geografía	Ecuador
Provincia	Guayas
Cantón	Guayaquil
Parroquia	Ximena
Sector	Coop Rio Guayas, Sur de Guayaquil
Tipo de Suelo	Uso de suelo Residencial mixto no consolidado

Fuente: Google Chrome.

Nota: Se destaca la ubicación del taller

Tabla 14: Coordenadas UTM

Unidad de análisis	Coordenadas UTM		Zona	Área
Taller metalmecánico	624691.262 E	9751144.348 N	17 M	50.663 m ²

Fuente: Autor

Ilustración 24: Unidad de Muestreo



Fuente: UTM Geo Map.

4.3.2 Delimitación del área de influencia

Definir el área geográfica que podría verse afectada por la actividad. Esta área incluye tanto la zona de impacto directo como las áreas circundantes que podrían advertir cambios en los niveles de ruido.

Ilustración 25: Área de influencia



Fuente: Autor

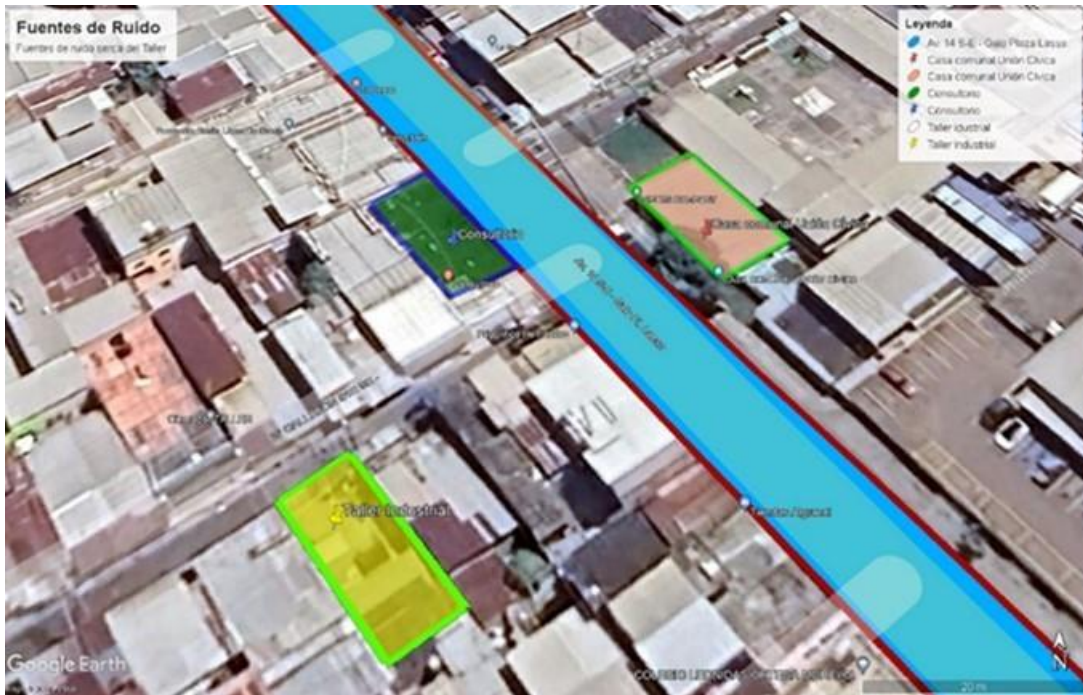
4.3.3 Identificación de fuentes de ruido en el área de influencia indirecta

Es esencial identificar visualmente las principales fuentes de ruido en el área de influencia para llevar a cabo una evaluación adecuada del impacto acústico. Estas fuentes pueden abarcar una variedad de elementos, como carreteras transitadas, instalaciones industriales, zonas residenciales y actividades comerciales.

Reconocer y mapear estas fuentes de manera precisa es crucial para comprender cómo el ruido existente interactúa con el entorno y cómo podría verse afectado por nuevas actividades. Esta identificación permite desarrollar estrategias de mitigación del ruido más efectivas, adaptadas a las características específicas de cada fuente.

Al abordar estos puntos críticos, se puede mejorar significativamente la calidad de vida de las personas y proteger el entorno general, asegurando un equilibrio entre el desarrollo de proyectos y la preservación del bienestar comunitario y ambiental.

Ilustración 26: Fuentes de ruido más cercanas



Fuente: Google Earth Pro.

Nota: Se describen las fuentes de ruido aledañas al taller.

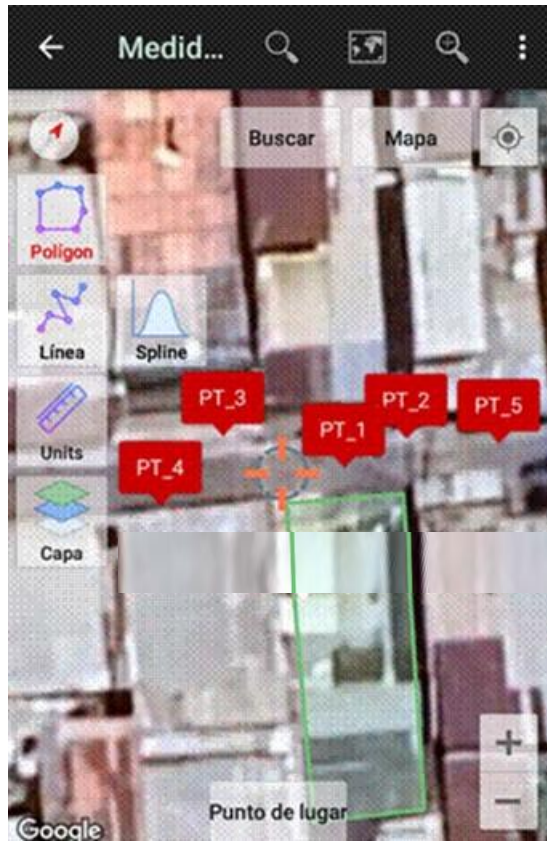
4.4.4 Selección de puntos de muestreo:

Tabla 15: Coordenadas de puntos de muestreo.

Puntos de medición	Coordenadas UTM		Zona
Punto 1	624688.919 E	9751152.424 N	17 N
Punto 2	624691.084 E	9751155.978 N	
Punto 3	624681.721 E	9751150.022 N	
Punto 4	624680.896 E	9751144.43 N	
Punto 5	624695.934 E	9751158.789 N	

Fuente: Autor.

Ilustración 27: Determinación de puntos de muestreo



Fuente: Google Earth Pro.

Nota: Se da a conocer los puntos de medición de ruido en los exteriores de la unidad de investigación

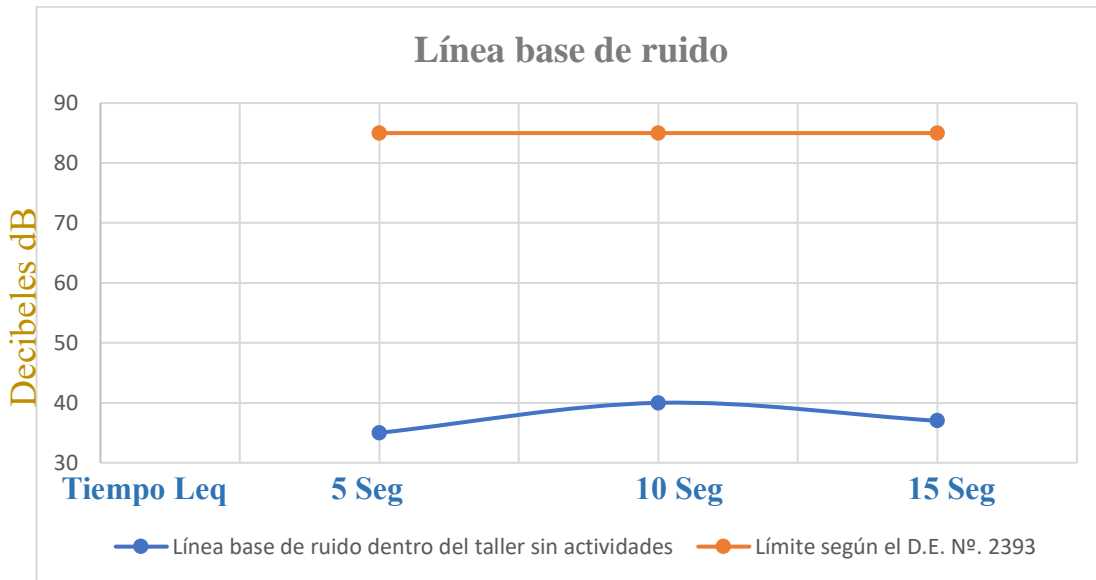
4.4.5 Evaluación ambiental base de ruido dentro del taller

Tabla 16: Línea de base de ruido dentro de las instalaciones.

Línea base de ruido dentro del taller			
07H10	5s	35 dB	3,5
A	10s	40 dB	4
07H20 a.m.	15s	37 dB	3,7
RESULTADO			37,82 dB

Elaborado: Autor.

Nota: Esta evaluación se hace con el objetivo de saber el ruido residual del ambiente donde está ubicado el taller.



Elaborado: Autor.

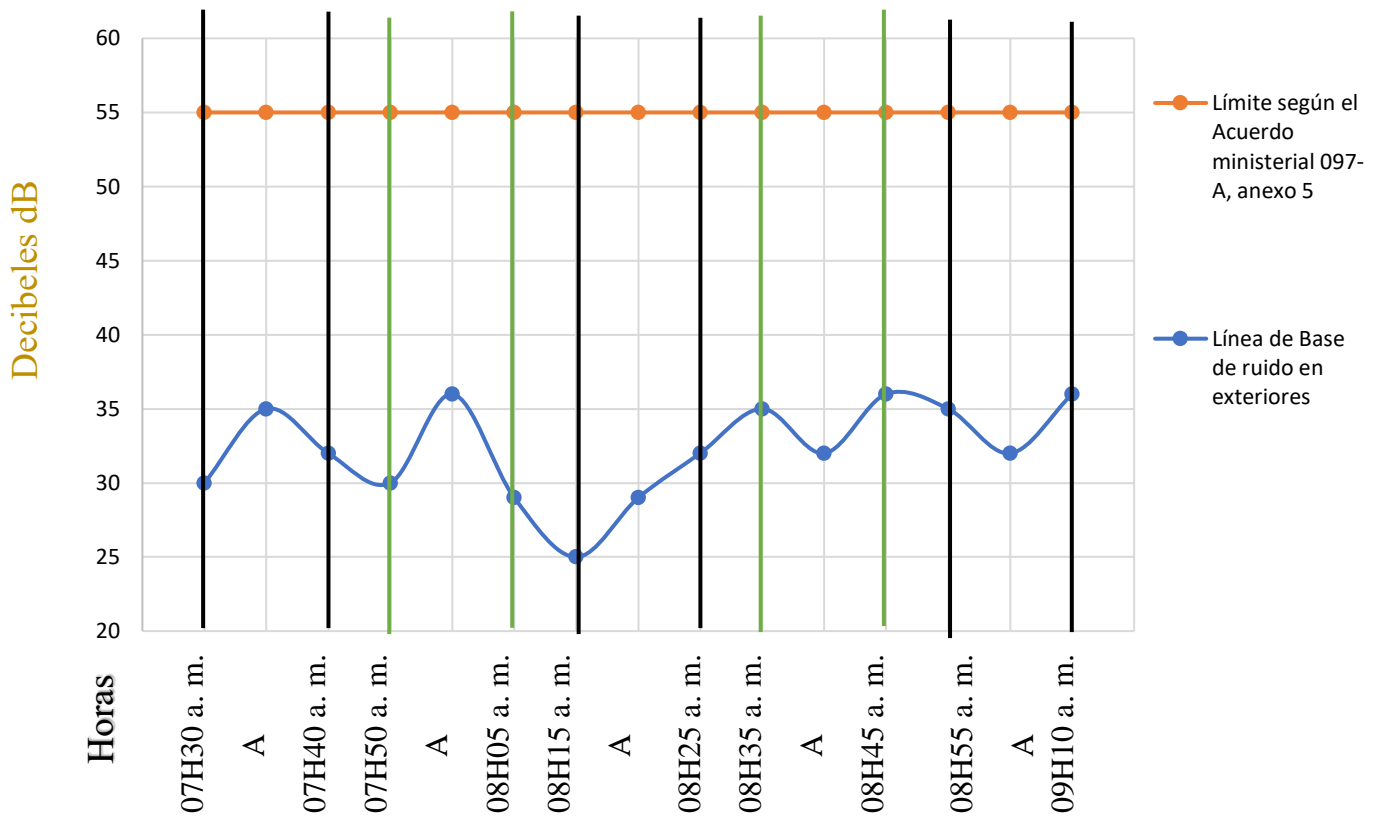
4.4.6 Evaluación ambiental base de ruido fuera del taller

Tabla 17: Línea de base ruido fuera de las instalaciones.

P1			
07H30 A	5s	30 dB	3
07H40 a. m.	10s	35 dB	3,5
	15s	32 dB	3,2
RESULTADO			32,82dB
P2			
07H50 A	5s	30 dB	3
08H05 a. m.	10s	36 dB	3,6
	15s	29 dB	2,9
RESULTADO			32,84dB
P3			
08H15 A	5s	25 dB	2,5
08H25 a. m.	10s	29 dB	2,9
	15s	32 dB	3,2
RESULTADO			29,54dB
P4			
08H35 A	5s	35 dB	3,5
08H45 a. m.	10s	32 dB	3,2
	15s	36 dB	3,6
RESULTADO			34,64dB
P5			
08H55 A	5s	24 dB	2,4
09H10 a. m.	10s	29 dB	2,9
	15s	33dB	3,3
RESULTADO			30 dB

Elaborado: Autor

Línea de base de ruido fuera del taller



Los niveles de ruido fuera del taller muestran variaciones a lo largo del tiempo, pero en todo momento se encuentran muy por debajo del límite permitido de 62 dB. Esto indica que el entorno externo al taller es relativamente silencioso y cumple con las normativas de ruido establecidas, pero los límites permitidos superan cuando el taller tiene actividades normales. La fluctuación en los niveles de ruido podría estar relacionada con actividades puntuales o condiciones ambientales, pero en general, el ruido ambiental es bajo en comparación con el límite reglamentario.

4.4 Mediciones de ruido dentro del taller en actividades operativas

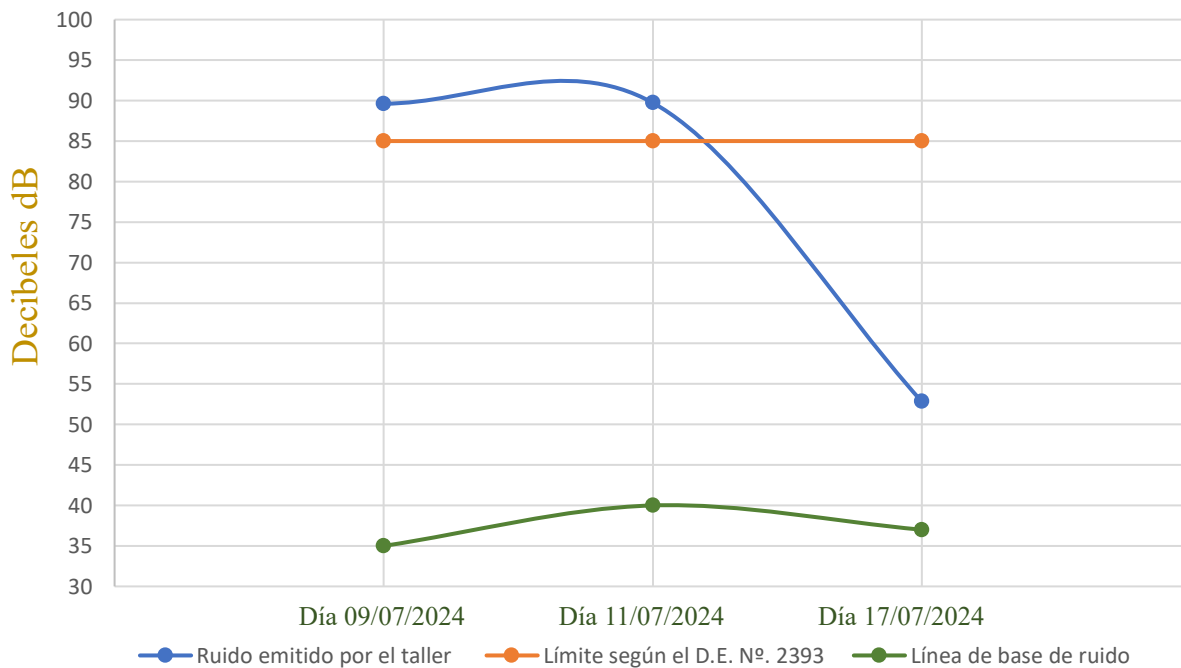
Tabla 18: Emoción de ruido del taller en operación.

Ruido del interior del taller en actividades						Resultado
Día 1 09/07/2024	Compresor Activado por limpieza de cabezal de cosedora	08H20 A 08H30 a.m.	5s	90 dB	9	92,57 dB
			10s	95 dB	9,5	
			15s	91 dB	9,1	
	Actividad de pulido con lijadora orbital	08H40 A 08H50 a.m.	5s	70 dB	7	73,40 dB
			10s	76 dB	7,6	
			15s	72 dB	7,2	
Día 2 11/07/2024	Actividad de corte con pulidora	08H20 A 08H30 a.m.	5s	90 dB	9	90,30 dB
			10s	92 dB	9,2	
			15s	88 dB	8,8	
	Actividad de pulido con pulidor	08H40 A 08H50 a.m.	5s	89 dB	8,9	89,08 dB
			10s	90 dB	9	
			15s	88 dB	8,8	
Día 3 17/07/2024	Actividad de remachado	08H20 A 08H30 a.m.	5s	50 dB	5	52,82 dB
			10s	55 dB	5,5	
			15s	52 dB	5,2	
RESULTADO						89,67 dB




Elaborado: Autor.

Nota: Estas mediciones se hicieron con el objetivo de saber el ruido generado por las acciones de trabajo, definiendo la mayor fuente fija de ruido (FFR) dentro de las instalaciones del taller.

Emisión de ruido provenientes del taller por días



El gráfico muestra que durante los primeros dos días (9 y 11 de julio), el ruido emitido por el taller supera significativamente el límite permitido de 62 dB, alcanzando valores cercanos a los 95 dB. Sin embargo, para el tercer día (17 de julio), el nivel de ruido disminuye notablemente, situándose cerca del límite permitido pero es momentáneo. Esto sugiere que hubo una reducción en la actividad o una implementación de medidas de mitigación de ruido entre el 11 y el 17 de julio, que resultó en una disminución del ruido a niveles más aceptables, aunque todavía está justo en el límite permitido. La línea base de ruido, que se mantiene constante en torno a los 35-40 dB, indica que cuando no hay actividad en el taller se obtienen niveles bajos de presión sonora.

<i>Día 1</i>	
<p><i>Ilustración 28: Medición de la actividad de pulido con orbital</i></p> 	<p><i>Ilustración 29: Medición del funcionamiento del compresor de aire</i></p>  

Elaborado: Autor

Día 2

Ilustración 30: Medición de la actividad de corte con pulidora



Ilustración 31: Medición de pulido con pulidora



Día 3

Ilustración 32: Medición de la actividad de remachado



Elaborado: Autor

4.4.1 Identificación de las actividades que generan mayor impacto

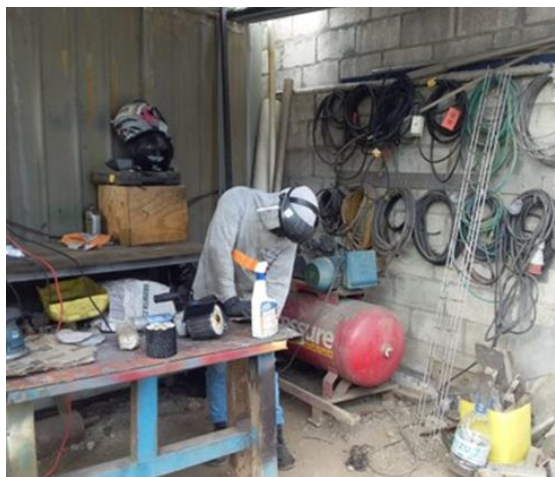
Los compresores de aire industriales, fundamentales en muchas aplicaciones en la manufactura y la construcción, son una de las fuentes más significativas de ruido en entornos industriales. Estas máquinas, esenciales para procesos que van desde la pintura hasta el uso de herramientas neumáticas, generan niveles de sonido elevados debido a la compresión rápida y repetitiva del aire. Este ruido constante y de alta intensidad no solo puede afectar la salud auditiva de los trabajadores, sino que también puede contribuir a un ambiente laboral estresante y menos eficiente. Por ello, es crucial implementar medidas de control del ruido, como el uso de cámaras acústicas o la colocación estratégica de barreras, para mitigar su impacto y proteger tanto a los empleados como a la comunidad circundante.

Tabla 19: identificación de la actividad de mayor ruido

Actividad dentro del taller con mayor generación de ruido				
Trabajo	horas	Leq 15s	Decibelios dB	Base logarítmica
Compresor Activado	08H20 A	5s	90	9
	08H30	10s	95	9,5
	a.m.	15s	91	9,1
RESULTADO				92,57 dB

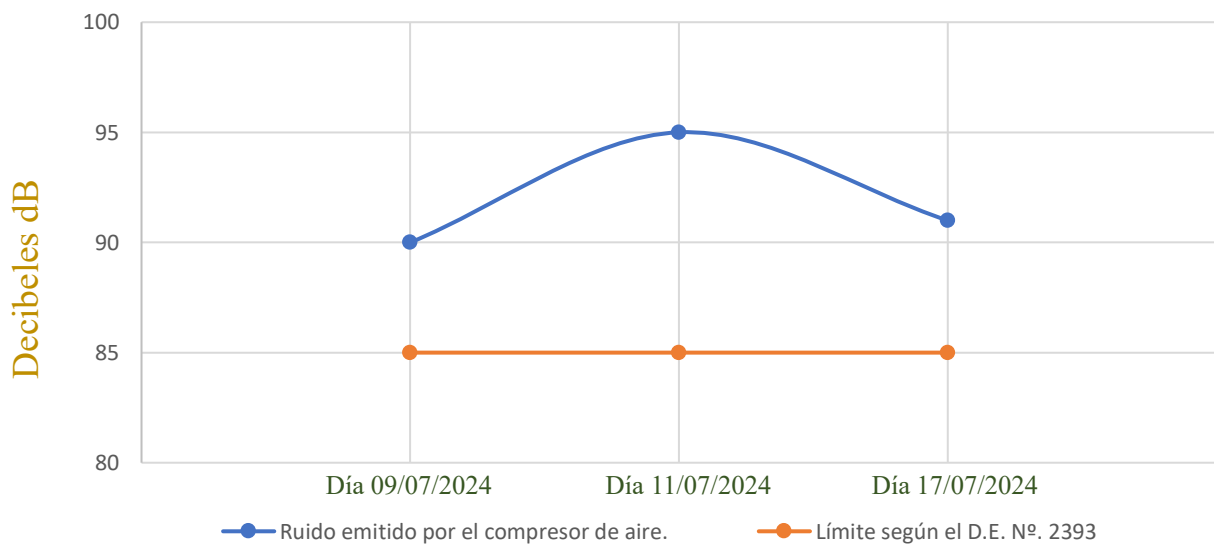
Elaborado: Autor

Ilustración 33: Identificación del compresor como mayor fuente de ruido.



Elaborado: Autor

Emisión de ruido provenientes del compresor de aire



Elaborado: Autor

Compresor de aire: Máquina que convierte la energía (usualmente en forma de electricidad o combustibles fósiles) en energía potencial almacenada en aire comprimido utiliza un pistón impulsado por un cigüeñal para comprimir el aire. Es común en aplicaciones de talleres y garajes. Este proceso se logra mediante la compresión del aire a una presión mayor que la atmosférica, lo que permite su uso en diversas aplicaciones industriales, comerciales, y domésticas.

Componentes Principales de un Compresor de Aire:

Motor: Proporciona la energía necesaria para el funcionamiento del compresor. Puede ser eléctrico, de gasolina, o diésel.

Cilindro y Pistón: Similar a un motor de combustión interna, el cilindro y el pistón se utilizan para comprimir el aire. En algunos compresores, se usan rotores en lugar de pistones.

Válvulas de Entrada y Salida: Permiten la entrada de aire al compresor y la salida del aire comprimido.

Tanque de Almacenamiento: Un depósito donde se almacena el aire comprimido antes de ser utilizado.

Regulador de Presión: Controla la presión del aire que sale del compresor para asegurar que esté en el rango adecuado para la aplicación deseada.

Filtros: Atrapan impurezas y partículas en el aire antes de que este sea comprimido o liberado.

4.4.2 Resultados de la percepción de ruido por la comunidad antes de la instalación de la cámara.

RUIDO FUERA DEL TALLER EN OPERACIÓN ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN			
DÍA 1			
P1			
09H05 A 09H15 a. m.	5s	85	8,5
	10s	89	8,9
	15s	82	8,2
RESULTADO		86,26 dB	
P2			
09H25 A 09H35 a. m.	5s	80	8
	10s	78	7,8
	15s	85	8,5
RESULTADO		82 dB	
P3			
09H45 A 09H55 a. m.	5s	86	8,6
	10s	80	8
	15s	84	8,4
RESULTADO		83,98 dB	
P4			
10H05 A 10H15 a. m.	5s	80	8
	10s	79	7,9
	15s	81	8,1
RESULTADO		80,08 dB	
P5			
10H25 A 10H35 a. m.	5s	80	8
	10s	85	8,5
	15s	82	8,2
RESULTADO		82,82 dB	
			

Nota: Foto tomada en punto 4

Elaborado: Autor

DÍA 2

P1			
09H05 A 09H15 a. m.	5s	91	9,1
	10s	95	9,5
	15s	87	8,7
RESULTADO		92,15 dB	

P2			
09H25 A 09H35 a. m.	5s	88	8,8
	10s	85	8,5
	15s	86	8,6
RESULTADO		86,52 dB	

P3			
09H45 A 09H55 a. m.	5s	93	9,3
	10s	90	9
	15s	88	8,8
RESULTADO		90,82 dB	

P4			
10H05 A 10H15 a. m.	5s	92	9,2
	10s	80	8
	15s	81	8,1
RESULTADO		87,81 dB	

P5			
10H25 A 10H35 a. m.	5s	88	8,8
	10s	90	9
	15s	93	9,3
RESULTADO		90,82 dB	



Nota: Foto tomada en punto 1

DÍA 3

P1			
09H05 A 09H15 a. m.	5s	50	5
	10s	55	5,5
	15s	49	4,9
RESULTADO		52,18 dB	

P2			
09H25 A 09H35 a. m.	5s	42	4,2
	10s	38	3,8
	15s	41	4,1
RESULTADO		40,64 dB	

P3			
09H45 A 09H55 a. m.	5s	43	4,3
	10s	45	4,5
	15s	41	4,1
RESULTADO		43,30 dB	

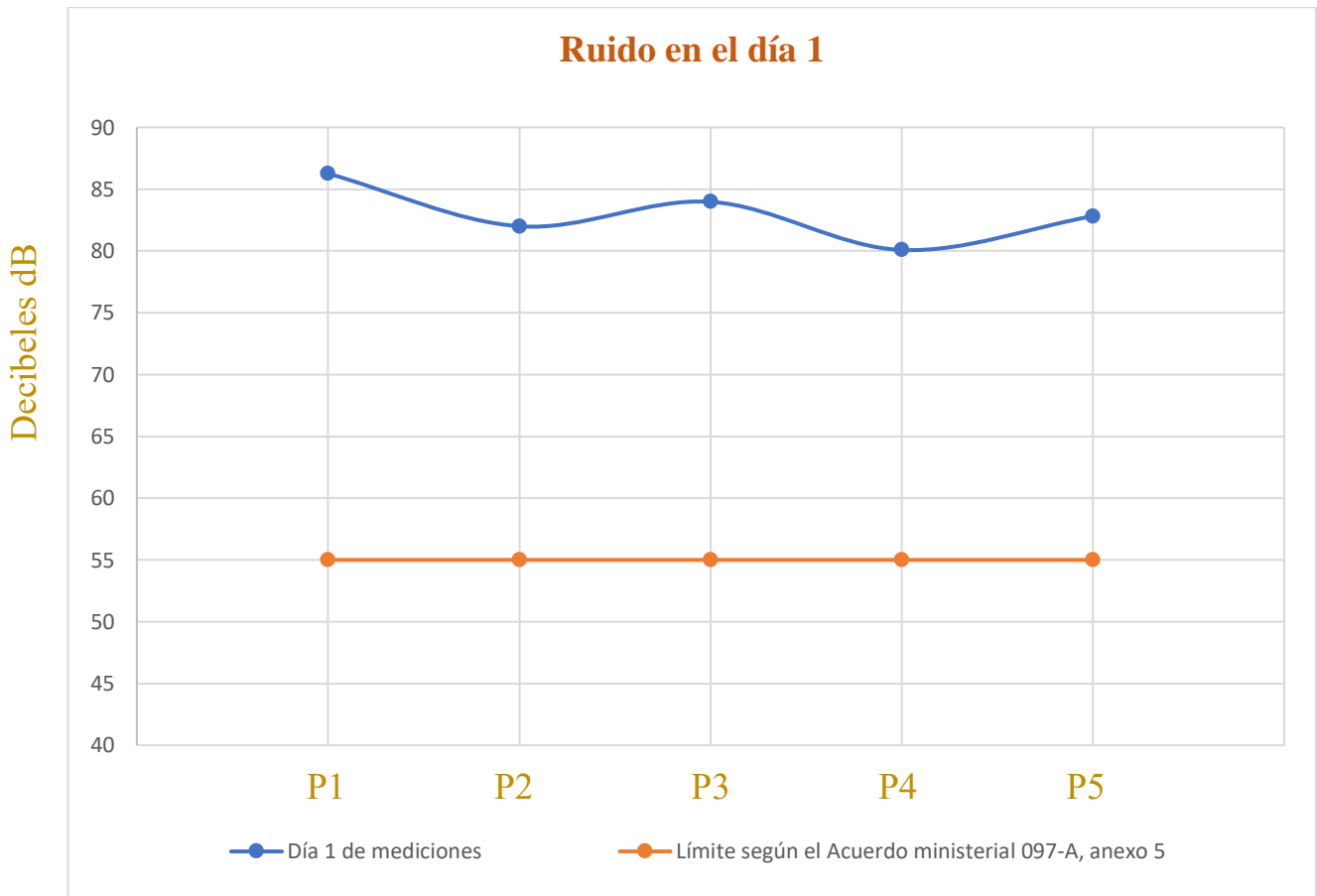
P4			
10H05 A 10H15 a. m.	5s	35	3,5
	10s	40	4
	15s	37	3,7
RESULTADO		37,82 dB	

P5			
10H25 A 10H35 a. m.	5s	46	4,6
	10s	42	4,2
	15s	40	4
RESULTADO			43,40 dB



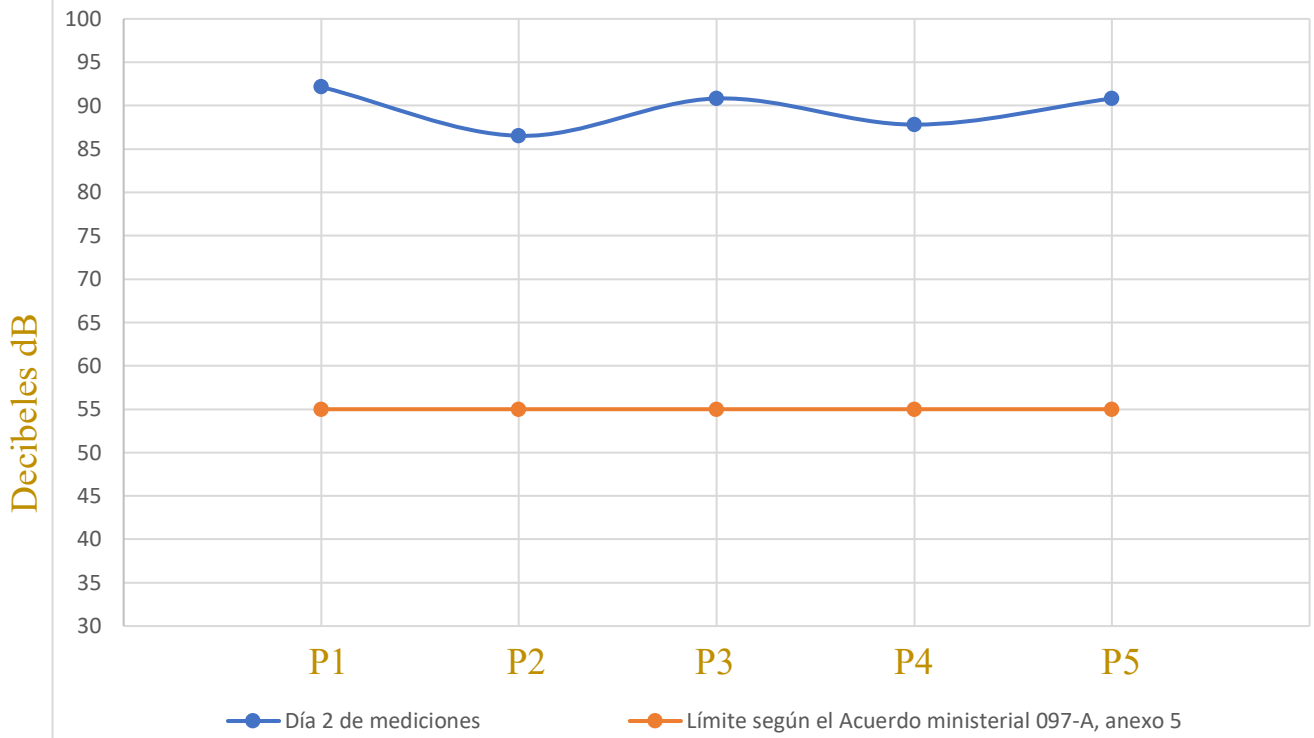
Nota: Foto tomada en punto 2

Elaborado: Autor

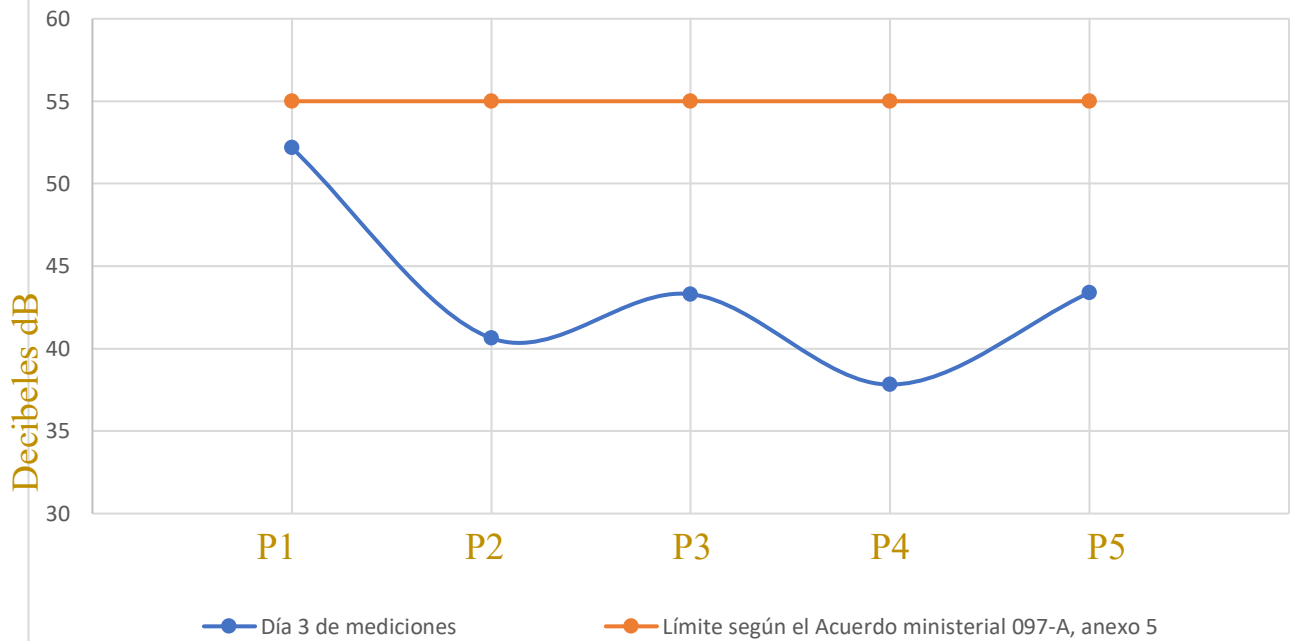


Elaborado: Autor

Ruido en el día 2



Ruido en el día 3



Elaborado: Autor

El ruido fuera del taller durante su operación se mantuvo en niveles altos, con un promedio de 86,26 dB. Este valor supera los límites máximos permitidos en normativas de ruido. Esto sugiere que la operación del taller genera niveles de ruido significativos en el exterior, lo cual podría ser una preocupación en términos de cumplimiento normativo y la afectación del entorno.

La medición de ruido fuera del taller durante su operación realizada entre las 09H25 y 09H35 a.m., mostró variaciones en los niveles registrados, el ruido fue de 80 dB, teniendo una fluctuación de 85 dB. El promedio de estas mediciones resultó en un nivel de 82 dB. Este nivel sigue siendo elevado, lo que indica que, aunque hay fluctuaciones, el ruido generado por el taller durante su operación continúa siendo significativo en el exterior, lo que podría implicar desafíos para el cumplimiento de la normativa de ruido.

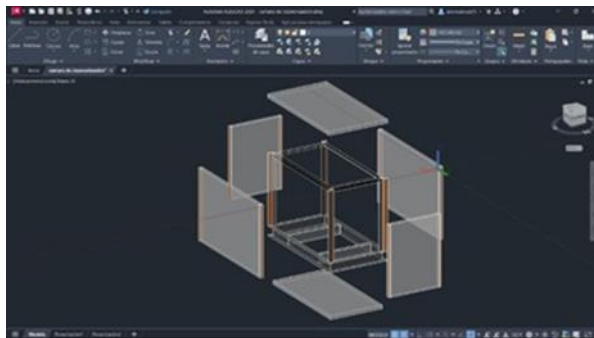
Durante la medición de ruido fuera del taller en operación entre las 09H45 y 09H55 a.m., se registraron niveles que fluctuaron entre 86 dB a los 5 segundos, descendieron a 80 dB a los 10 segundos y luego aumentaron a 84 dB a los 15 segundos. El promedio de estas mediciones dio como resultado un nivel de 83,98 dB. Este valor indica que el ruido generado por el taller sigue siendo considerablemente alto en el exterior, lo que representa un problema para cumplir con las regulaciones de ruido establecidas.

4.5.- Diseño y construcción de la cámara acústica

4.5.1 Descripción de pasos para construir una cámara de insonorización

Dibujo AutoCAD modelo en 3D

- Se realiza un plano en el programa de modelado AutoCAD para una mejor visualización del plano de la estructura a fabricar.



Elaborado: Autor

Construcción de la Estructura Principal

- Utiliza las vigas tipo C para construir el marco de la cámara. Corta las vigas a la longitud necesaria y únelas mediante soldadura para formar la estructura básica.
- Construcción del marco de la cámara con los ángulos de 2 pulgadas por 3/16 de pulgada en las esquinas y puntos de unión de las vigas.
- Dar y Corta las planchas de hierro negro y las planchas de gypsum a las medidas adecuadas para cubrir las paredes y el techo de la cámara.

Tabla 20: Construcción de los parantes de la estructura principal.



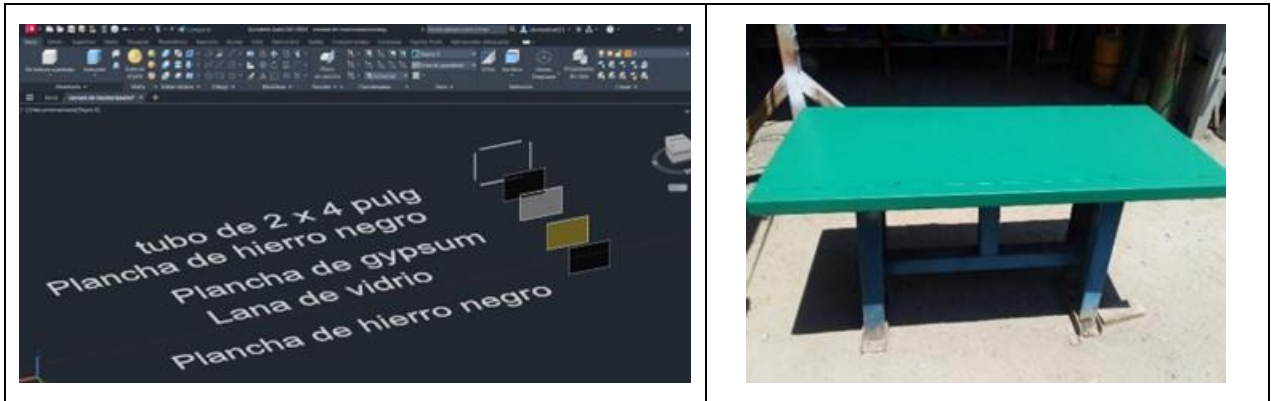
Elaborado: Autor

Nota: Se finaliza la construcción de la estructura principal y se aplica pintura antihumedad para asegurar su protección y resistencia.

Montaje del sándwich

- Coloca una plancha de hierro negro Coloca una de las planchas de hierro negro sobre una superficie plana y resistente.
- Aplica la lana de vidrio
- Distribuye una capa uniforme de lana de vidrio sobre la plancha de hierro negro. Asegúrate de que la lana cubra toda la superficie de manera consistente.
- Coloca una plancha de gypsum sobre la capa de lana de vidrio, alineándola bien con los bordes de la plancha de hierro negro.

Ilustración 34: Estructura en 3D y montaje de los sándwiches



Elaborado: Autor

Nota: Se da a conocer la estructura de los sándwiches utilizados como paredes, techo y piso.

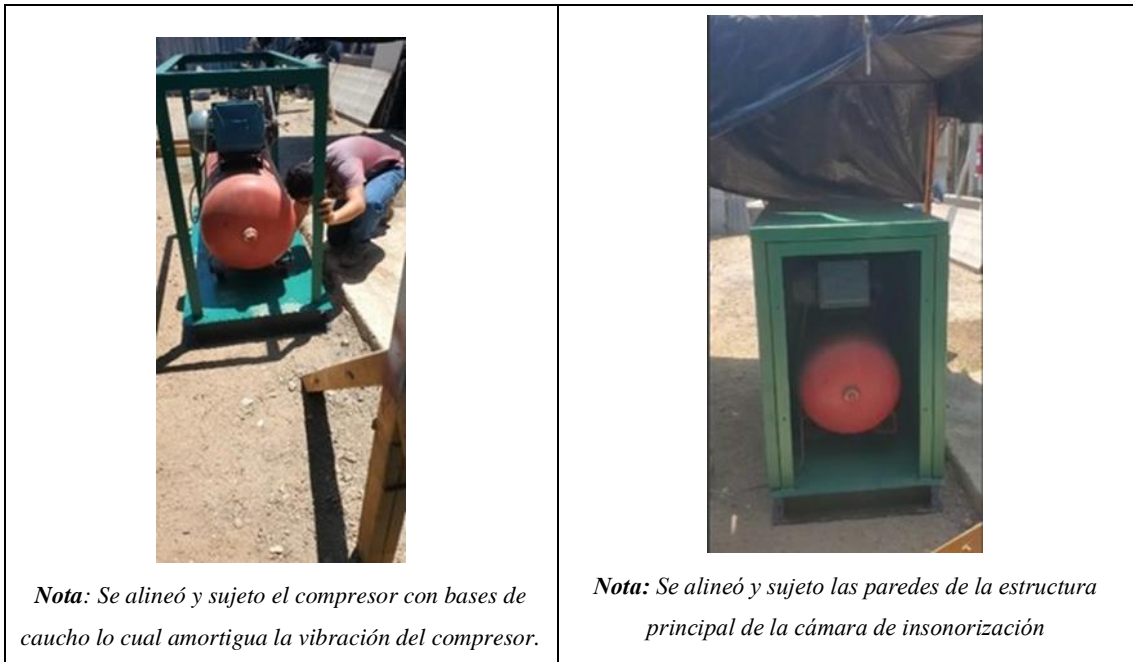
Alinea y ajusta

- Se cuadra las planchas con los tubos de tubos de 2x4 pulgadas y tubos de 2x2 pulgadas asegúrate de que las planchas estén bien alineadas y que la lana de vidrio esté completamente cubierta por las planchas de gypsum y hierro negro.
- utilizando remaches, asegúrate de que estén distribuidos uniformemente para mantener la presión sobre la lana de vidrio y evitar que se mueva.

Fijación

- los sándwiches sobre los ángulos con pernos asegúrate de cubrir todas las superficies para maximizar la efectividad del aislamiento acústico. Puedes usar pernos o sujetarlas con abrazaderas tipo palanca si es necesario.

Ilustración 35: Alineamiento, ajuste, fijación del compresor y paredes de la cámara de insonorización.



Elaborado: Autor

Construcción de la chimenea de absorción y expulsión de temperatura

- Diseña e instala una chimenea que permita la entrada y salida controlada de aire. Esto ayudará a gestionar el intercambio de temperatura dentro de la cámara.
- La chimenea debe tener una sección para la absorción de calor y otra para la expulsión. Usa materiales resistentes a altas temperaturas y asegúrate de que esté bien sellada para evitar fugas.

Verificación de ventilación y temperatura

- Instalar un sistema de ventilación adecuado que permita la circulación del aire sin comprometer la insonorización. Ajusta la ventilación según la temperatura del sector para evitar acumulación de calor dentro de la cámara.

Comprobación Final

- Verifica que las planchas de gypsum estén bien colocadas y que no haya espacios donde el sonido pueda escapar.
- Asegúrate de que la chimenea de absorción y expulsión funcione correctamente y que la temperatura dentro de la cámara se mantenga estable.

Pruebas de eficiencia y validación del prototipo

Se realizarón pruebas del prototipo de la cámara de insonorización en condiciones de laboratorio y en entornos industriales simulados. Se evaluará la eficiencia del prototipo mediante mediciones de nivel de sonido antes y después de la instalación de la cámara.

Ilustración 36: Medición de ruido como verificación del objetivo principal



Elaborado: Autor

Nota: Se realizó una medición para la verificación de la disminución del ruido producido por el compresor en funcionamiento.

4.6 Resultados de los niveles de ruido ambiente después de la instalación de la cámara

Ilustración 37: mediciones de ruido del compresor de aire implementado la cámara de insonorización dentro del taller

Actividad dentro del taller implementando la cámara de insonorización				
Trabajo	horas	Leq 15 s	Decibelios dB	Base logarítmica
Compresor Activado	09H00 A 09H30 a. m.	5 s	50	5
		10 s	49	4,9
		15 s	51	5,1
Resultado			50,08	

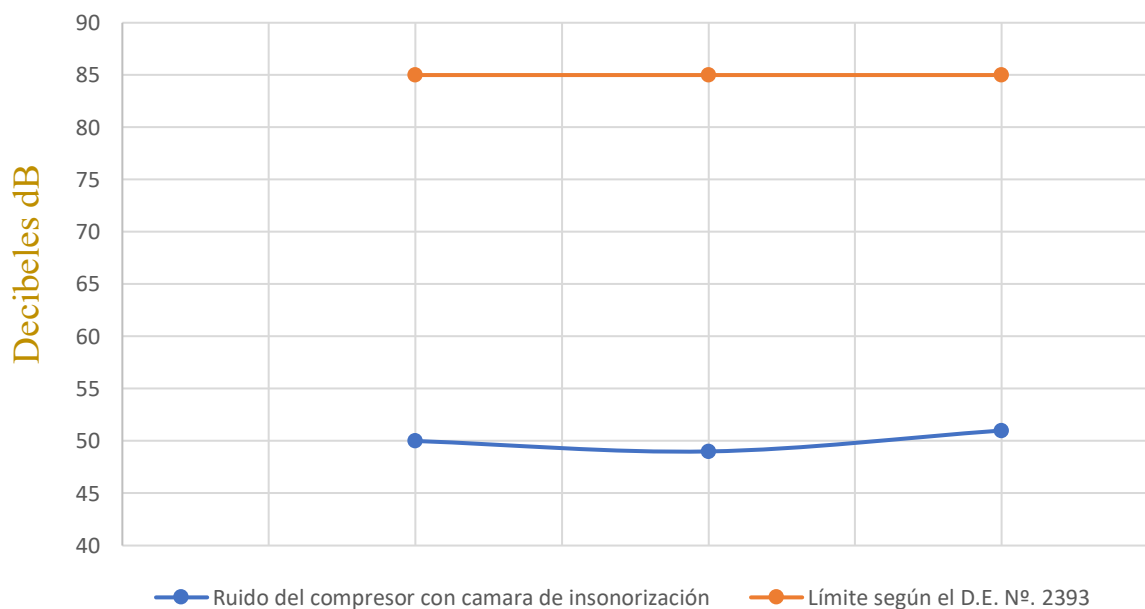
Elaborado: Autor

La Ilustración 38 presenta los resultados de las mediciones de ruido del compresor de aire dentro de una cámara de insonorización en el taller, realizadas entre las 09:00 y 09:30 a.m. Estas mediciones evalúan la efectividad de la cámara para reducir el impacto acústico del compresor.

Durante el período de observación, se realizaron mediciones en intervalos de 5, 10 y 15 segundos. Los niveles de ruido registrados (50 dB, 49 dB, 51 dB) dando un promedio ponderado de estos niveles, calculado como 50,08 dB, representa la intensidad media del ruido generado por el compresor mientras está activado dentro de la cámara de insonorización.


Este promedio indica que, a pesar de la implementación de la cámara de insonorización, el compresor de aire sigue produciendo un nivel de ruido significativo. La base logarítmica de estos valores ayuda a entender la intensidad del sonido en términos absolutos, reflejando la eficacia parcial de las medidas de insonorización. Estos resultados son importantes para evaluar la necesidad de ajustes adicionales en la cámara de insonorización para alcanzar los niveles de ruido deseados y cumplir con los estándares de confort acústico en el taller.

Actividad dentro del taller implementando la cámara de insonorización



Elaborado: Autor

Ilustración 38: Mediciones de ruido en los exteriores del taller implementando la cámara de insonorización.

RUIDO EN LOS EXTERIORES DEL TALLER IMPLEMENTANDO CÁMARA DE INSONORIZACIÓN. DÍA 1				
P1	09H00 A 09H10 a. m.	5s	55	5,5
		10s	50	5
		15s	54	5,4
	RESULTADO			53,47
P2	09H20 A 09H30 a. m.	5s	48	4,8
		10s	50	5
		15s	53	5,3
	RESULTADO			50,82
P3	09H40 A 09H50 a. m.	5s	45	4,5
		10s	50	5
		15s	48	4,8
	RESULTADO			48,12
P4	10H00 A 10H10 a. m.	5s	50	5
		10s	46	4,6
		15s	48	4,8
	RESULTADO			48,30
P5	10H20 A 10H30 a. m.	5s	50	5
		10s	48	4,8
		15s	51	5,1
	RESULTADO			49,84
				
RUIDO EN LOS EXTERIORES DEL TALLER IMPLEMENTANDO CÁMARA DE INSONORIZACIÓN. DÍA 2				
P1	09H00 A 09H10 a. m.	5s	40	4
		10s	46	4,6
		15s	42	4,2
	RESULTADO			43,40
P2	09H20 A 09H30 a. m.	5s	47	4,7
		10s	53	5,3
		15s	48	4,8
	RESULTADO			50,18
P3	09H40 A 09H50 a. m.	5s	52	5,2
		10s	46	4,6
		15s	50	5
	RESULTADO			49,98
P4	10H00 A 10H10 a. m.	5s	55	5,5
		10s	50	5
		15s	53	5,3
	RESULTADO			53,12

P5	10H20 A	5s	52	5,2
	10H30 a.	10s	56	5,6
	m.	15s	51	5,1
	RESULTADO			53,57



**RUIDO EN LOS EXTERIORES DEL TALLER IMPLEMENTANDO CÁMARA DE INSONORIZACIÓN.
DÍA 3**

P1	09H00 A	5s	50	5
	09H10 a. m.	10s	55	5,5
		15s	52	5,2
	RESULTADO			52,82

P2	09H20 A	5s	45	4,5
	09H30 a.	10s	38	3,8
	m.	15s	41	4,1
	RESULTADO			42,26

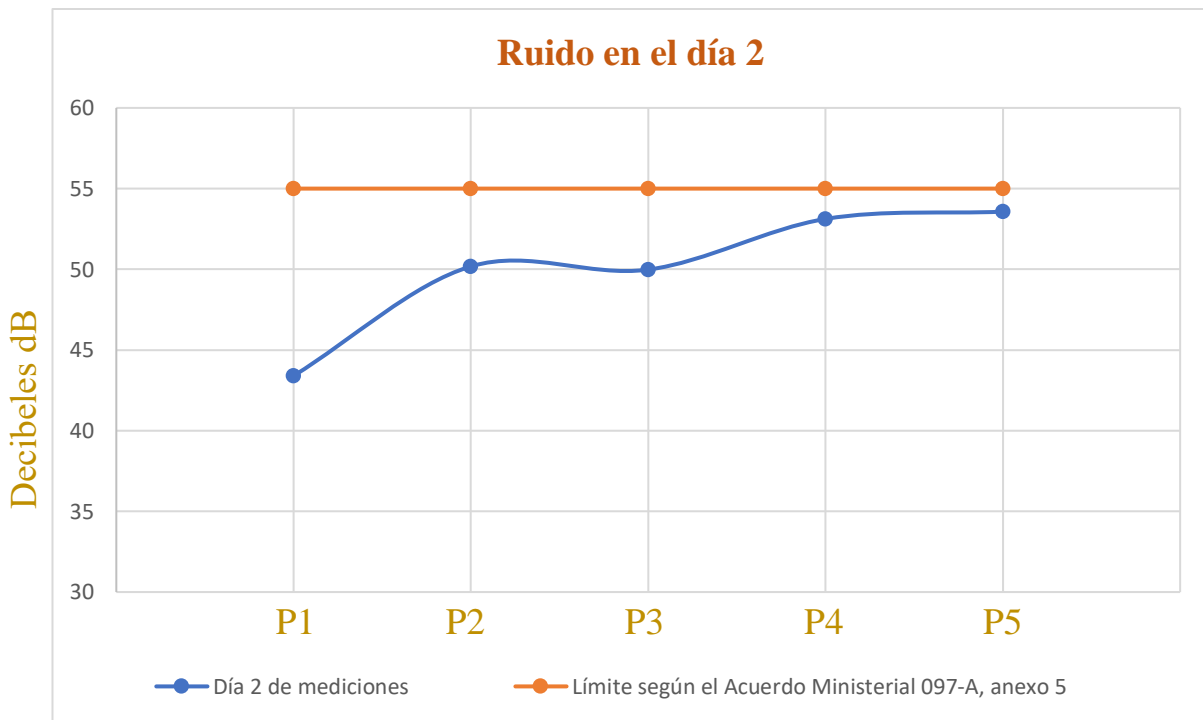
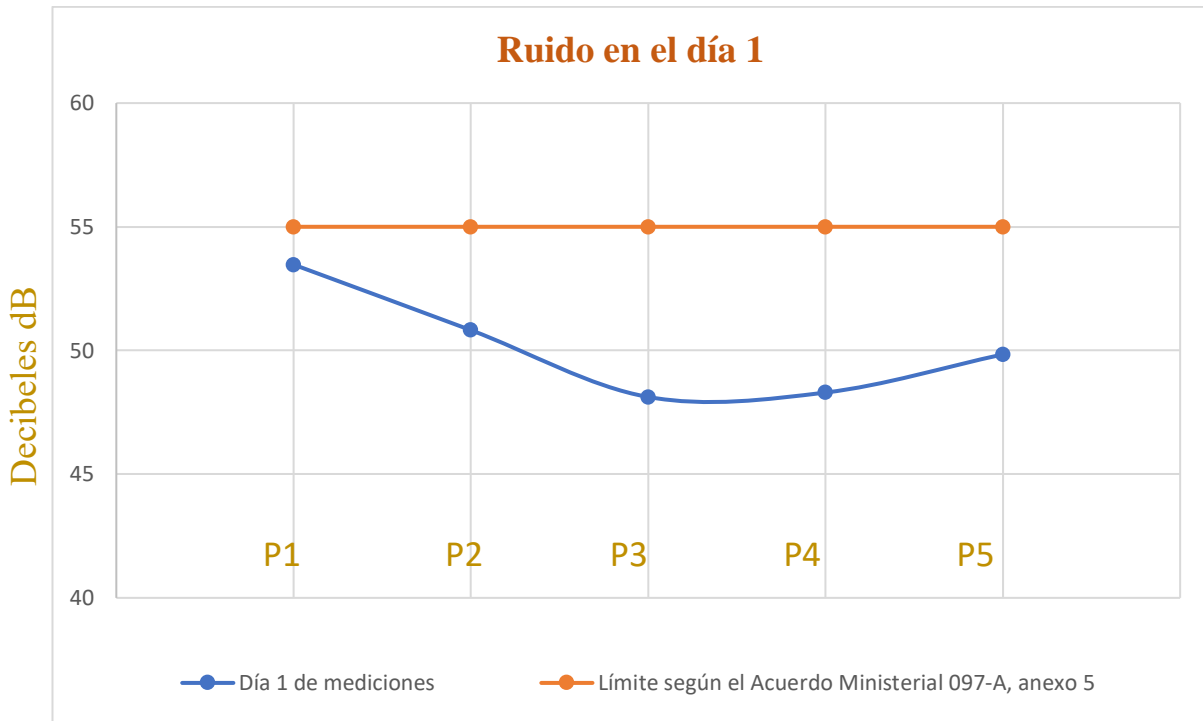
P3	09H40 A	5s	43	4,3
	09H50 a. m.	10s	46	4,6
		15s	41	4,1
	RESULTADO			43,82

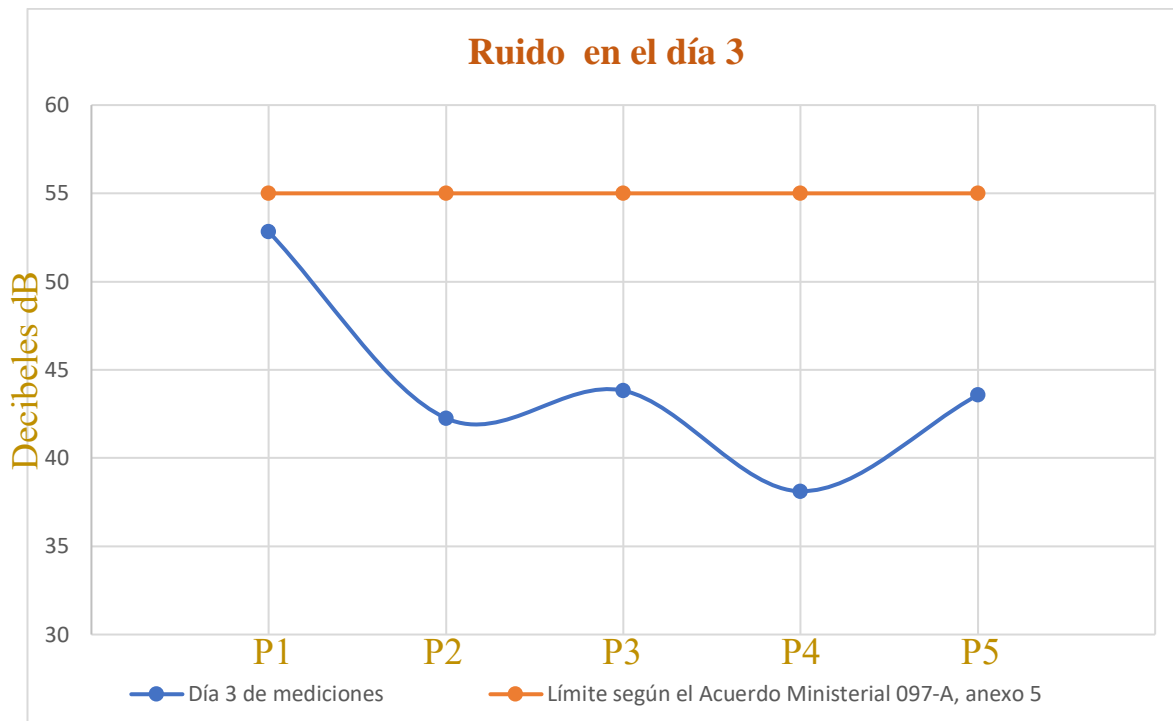
P4	10H00 A	5s	35	3,5
	10H10 a.	10s	40	4
	m.	15s	38	3,8
	RESULTADO			38,12

P5	10H20 A	5s	46	4,6
	10H30 a.	10s	42	4,2
	m.	15s	41	4,1
	RESULTADO			43,57



Elaborado: Autor





Elaborado: Autor

La Ilustración 39 presenta los resultados de las mediciones de ruido en los exteriores del taller después de implementar la cámara de insonorización, comparando los niveles de ruido registrados con los límites establecidos por el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 5. Las mediciones se realizaron en cinco intervalos distintos y se compararon con la línea de base de ruido establecida.

1. P1 (09:00 a 09:10 a.m.): Los niveles de ruido fueron 55 dB, 50 dB y 54 dB para 5, 10 y 15 segundos, respectivamente. El promedio ponderado resultante es de 53,47 dB. El límite permitido es de 62 dB, lo que indica que el ruido exterior está dentro del límite establecido.
2. P2 (09:20 a 09:30 a.m.): Se registraron 48 dB, 50 dB y 53 dB, con un promedio ponderado de 50,82 dB. Este valor también está por debajo del límite de 62 dB.
3. P3 (09:40 a 09:50 a.m.): Los niveles medidos fueron 45 dB, 50 dB y 48 dB, resultando en un promedio ponderado de 48,12 dB, lo cual está dentro del límite permitido.
4. P4 (10:00 a 10:10 a.m.): Los niveles de ruido fueron 50 dB, 46 dB y 48 dB, con un promedio de 48,30 dB. Este intervalo también se mantiene dentro del límite de 62 dB.
5. P5 (10:20 a 10:30 a.m.): Se registraron 50 dB, 48 dB y 51 dB, resultando en un promedio ponderado de 49,84 dB, que está bien por debajo del límite establecido.

En general, los resultados muestran que el ruido percibido en los exteriores del taller, después de la implementación de la cámara de insonorización, está por debajo del límite máximo permitido de 62 dB, indicando que la insonorización ha sido efectiva en reducir el impacto acústico del taller en su entorno. La línea de base de ruido establecida proporciona un contexto adicional para evaluar la efectividad de las medidas de control implementadas.

4.7 Análisis de los resultados

Estudio:

En un taller industrial, se detectó que un compresor era la principal fuente de ruido, emitiendo un nivel de 90 dB hacia el exterior del taller. Dado que este nivel de ruido superaba los límites permisibles y podía generar molestias en el entorno y problemas de salud para los trabajadores, se decidió construir una cámara de insonorización para reducir el impacto acústico.

Mediciones de Ruido:

1. **Ruido inicial (antes de la insonorización):** 90 dB
2. **Ruido final (después de la insonorización):** 40 dB
3. **Reducción del ruido:** Aproximadamente un 50% (una reducción de 50 dB).

Comparación con Normativas Vigentes:

- **Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 5:** Según esta normativa, el nivel máximo de ruido permitido en zonas industriales en horario diurno es de 70 dB, mientras que en horario nocturno es de 60 dB.
- **Ruido Ocupacional:** Con relación al decreto ejecutivo 2393 de (1986) donde se establece un límite máximo de 85 decibeles en la escala A para la presión sonora en el ámbito laboral.

Comparación de los Niveles de Ruido:

- **Ruido inicial de 90 dB:**
 - **Excede el límite ocupacional** del decreto ejecutivo 2393 del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, lo que podría llevar a riesgos de pérdida auditiva para los trabajadores.

- **Supera ampliamente los límites del Acuerdo Ministerial 097-A**, lo que podría generar molestias en el entorno y potenciales sanciones por incumplimiento de normativas ambientales.
- **Ruido final de 40 dB:**
 - **Significativamente por debajo de los límites ocupacionales**, lo que representa un ambiente mucho más seguro para los trabajadores.
 - **Muy por debajo de los límites del Acuerdo Ministerial 097-A**, asegurando el cumplimiento normativo y minimizando el impacto en el entorno.

4.8 Conclusiones

1. Eficacia de la Cámara de Insonorización:

- La construcción de la cámara de insonorización fue altamente efectiva, logrando reducir el ruido emitido por el compresor en aproximadamente un 50%, disminuyendo de 90 dB a 40 dB.

2. Cumplimiento Normativo:

- Después de la reducción, el nivel de ruido de 40 dB está muy por debajo de los límites estipulados en el Acuerdo Ministerial 097-A, tanto para el horario diurno como nocturno, cumpliendo con las normativas vigentes y protegiendo el entorno del taller.

3. Seguridad Ocupacional:

- Con el ruido reducido a 40 dB, los trabajadores están ahora en un entorno acústicamente seguro, muy por debajo del nivel de riesgo de 85 dB establecido por la OMS, reduciendo así el riesgo de pérdida auditiva y mejorando las condiciones laborales.

4.9 Recomendaciones a nivel industrial

Monitoreo Continuo:

- Implementar un programa de monitoreo continuo del ruido para asegurar que los niveles se mantengan dentro de los límites permisibles y que la cámara de insonorización continúe funcionando eficazmente.

Mantenimiento de la Cámara de Insonorización:

- Realizar mantenimiento regular de la cámara de insonorización para asegurar su efectividad a largo plazo, incluyendo la revisión de posibles fugas de sonido y el estado de los materiales insonorizante

Capacitación del Personal:

- Capacitar a los trabajadores sobre la importancia de las prácticas de reducción de ruido y el uso adecuado de equipos de protección personal en áreas donde el ruido pueda ser inevitable.

Revisión de Otras Fuentes de Ruido:

- Evaluar otras posibles fuentes de ruido en el taller y aplicar medidas similares de mitigación si se detectan niveles de ruido que superen los límites recomendados.

4.10. Bibliografía

1. Aldas, S. J. (2022). Evaluación del Ruido ambiental y vibraciones de la Empresa Máster Metal. Universidad técnica de Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35092/1/t2003id.pdf>
2. Ministerio del Ambiente (2023), Acuerdo ministerial 097-A https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf
3. Asociación Española de Normalización (UNE). (2020). UNE-ISO 1996-2:2020 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de presión sonora. Madrid: UNE <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0064811>
4. Fahy, F., & Walker, J. (2019). "Advanced Applications in Acoustics, Noise and Vibration." CRC Press. <https://books.google.com.sg/books?hl=en&lr=&id=ZUtZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=K8PSJ7V1mC&sig=k1idIOW6d9pffGcDQmRffQJqBh4#v=onepage&q&f=false>
5. Rodríguez F, & Alfonso M. (2012). Aspectos epidemiológicos del trauma acústico en personal expuesto a ruido intenso. Revista Cubana de Cirugía, 51(2), 125-132. Recuperado en 14 de junio de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932012000200001&lng=es&tlng=es.
6. Darío M, Adrián R, David M, & Ana G . (2019). INTENSIDAD SONORA EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO. Revista San Gregorio, 1(31), 40-51. Recuperado en 14 de junio de 2024, de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2528-79072019000400040&lng=es&tlng=es.
7. World Health Organization. (2019). Environmental noise guidelines for the European region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Recuperado de <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>
8. European Environment Agency. (2020). Environmental noise in Europe - 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Recuperado de <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>

9. Yinping Tao, M. R. (2021). Recent progress in acoustic materials and noise control strategies – A review, (Vol. Volumen 24). Volumen 24, República Popular China, China: ScienceDirect.
https://www.researchgate.net/publication/353900593_Recent_progress_in_acoustic_materials_and_noise_control_strategies_-_A_review
10. Guangxin. L, Congcong. L., Zhenwei. W., Jiapeng. L., Xinhua. Y & Jianzhong. F (2021). Acoustic metamaterials: A review of theories, structures, fabrication approaches, and applications. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/349470029_Acoustic_Metamaterials_A_Review_of_Theories_Structures_Fabrication_Approaches_and_Applications
11. Yuan, Y., Shen, C., Jing, Y., & Zhang, X. (2021). Recent progress in acoustic materials and noise control strategies: A review. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/353900593_Recent_progress_in_acoustic_materials_and_noise_control_strategies_-_A_review
12. Iza. F, (2021). Análisis, diseño y simulación de cámaras anecoicas en la banda X y adaptativa en las bandas HF a UHF. ESPE UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS. Sangolquí. <https://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/25646/1/T-ESPE-044699.pdf>
13. Shen, J., Shao, X., Li, X., Zhang, B. & Yan, X. (2022). Una estructura microperforada de bajo coste y respetuosa con el medio ambiente a base de fibra de yute y polipropileno para la absorción acústica. Revista de investigación de polímeros, 29. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-low-cost-and-environmental-friendly-structure-on-Shen-Shao/75d29a3af71faf81770dc8b95cc3ee2de28ebf89>
14. Tang, X. (2022). Investigación sobre la absorción acústica de tejidos de punto de cruz mediante la resistencia al flujo de aire y los efectos de vibración inducidos por el sonido. La Revista del Instituto Textil, 114, 1844-1852. <https://www.semanticscholar.org/paper/Investigation-on-the-sound-absorption-of-fabric-by-Tang/67de5ea4c6579fa18069c468ddb12dbe41455805>
15. Kalauni, K., Pawar, SJ (2019) A review on the taxonomy, factors associated with sound absorption and theoretical modeling of porous sound absorbing materials. J Porous Mater 26, 1795–1819. <https://doi.org/10.1007/s10934-019-00774-2>

16. Aletta, F., Oberman, T., & Kang, J. (2018). Associations between positive health-related effects and soundscapes perceptual constructs: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 15(11), 2392. <file:///C:/Users/admin/Downloads/ijerph-15-02392.pdf>
17. Amable Á, Méndez M, Delgado P, Acebo F, & Rivero LI, Marta L. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640-649. Recuperado en 15 de junio de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es.
18. Lozada Moreno, P. R. (2010). Propuesta de diseño acústico y constructivo de una cámara reverberante para el nuevo campus de la Universidad de las Américas. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito. <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/2673>
19. Paneles Sándwich de Poliuretano. (2020) IPUR asociación de la industria poliuretano Rígido https://f.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/25075501/guia-paneles-sandwich-de-poliuretano-2020.pdf?utm_medium=email&hsenc=p2ANqtz-Xa3VDvq6qB0o9HJjiMHvgx0Q3ty05UkgLAXuUqjY9TNANm_qHkbW5uvM9A2dY7T9bNGhSuYhoTYpeobxvUgAhp8rUig&_hsmi=39994901&utm_content=39994901&utm_source=hs_automation
20. Mier Tapia, F. W. (2017). Optimización de mapas de ruido a través de sistemas de información geográfica. Caso de estudio: Centro Histórico de Quito. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito. <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8315>
21. Muy ilustre Municipalidad de Guayaquil. (2000). Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcción del cantón Guayaquil <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/2021/10/13-7-2000.-Ordenanza-sustitutiva-de-edificaciones-y-construcciones-del-Canton-Guayaquil.pdf>
22. Murphy, E., King, E. (2022). *Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy*. Murphy et al. [https://books.google.com.ec/books?id=kMr2DwAAQBAJ&dq=Environmental+Noise+Pollution:+Noise+Mapping,+Public+Health,+and+Policy%22+de+Murphy+et+al.++\(2023\)&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s](https://books.google.com.ec/books?id=kMr2DwAAQBAJ&dq=Environmental+Noise+Pollution:+Noise+Mapping,+Public+Health,+and+Policy%22+de+Murphy+et+al.++(2023)&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
23. Cedeño. F, Barberán. C., (2019). Determination of the acoustic impact on 13th street and its hearing influence on the inhabitants of the sector, canton manta. period may to october 2018. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta. <file:///C:/Users/admin/Downloads/169-Texto%20del%20art%C3%ADculo-793-1-10-20201216.html>

24. Santiesteban Ladrón de Guevara, Marlen Guillermina, Izaguirre Bordelois, Marioneya, Bergues Mustelier, Jorge Javier, & Betancourt Castellanos, Liset. (2021). Efectos auditivos del ruido en trabajadores de una industria láctea. *Revista San Gregorio*, 1(47), 63-80. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2528-79072021000400063#:~:text=%E2%80%9C\(p,y%20para%20mejorar%20su%20audici%C3%B3n.](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2528-79072021000400063#:~:text=%E2%80%9C(p,y%20para%20mejorar%20su%20audici%C3%B3n.)
25. Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, Booklets: Environmental Noise Spanish, Madrid recuperado de internet <https://www.bksv.com/media/doc/br1630.pdf>
26. Acero Calderón, J., Jaime Becerra, M., y Romero Duque, G. A. (2016). Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura. *Tecnura*, 20(49), 152–166. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a10>
<https://www.bksv.com/es/knowledge/blog/sound/what-is-a-sound-level-meter>
27. Ordóñez. C, Vélez. P, (2014), Estudio, diseño e implementación de una cámara anecoica para el análisis acústico de sistemas mecánicos del motor de combustión interna alternativo, Cuenca-Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7461>
28. Guillén. C, (2014-15), Riego Físicos <https://www.ucm.es/data/cont/docs/3-2014-12-17-Tema%2011%20Ru%C3%ADdo%20y%20vibraciones65.pdf>
29. Sánchez Reyes, Juan Carlos. (2012). Diseño e implementación de un tubo de Kundt para el aprendizaje significativo de ondas estacionarias y su uso entre estudiantes de bachillerato. *Revista de Investigación*, 36(75), 115-127. Recuperado en 18 de julio de 2024, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142012000100007&lng=es&tlng=es.](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142012000100007&lng=es&tlng=es)
30. Federico. M, (1999), Acústica y sistemas de sonido, Universidad Nacional de Rosado. https://www.academia.edu/12454207/Acustica_y_sistemas_de_sonido_Federico_Miyara
31. Aldaz. J, (2019), “Evaluación del ruido ambiental como indicador de la contaminación acústica en la zona rosa de la ciudad de Santo Domingo”, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. <http://dspace.espoche.edu.ec/handle/123456789/13274>

32. Cemborain. A, (2015), Metodología para la evaluación del impacto del ruido ambiental producido por maquinaria en minería a cielo abierto, Escuela técnica Superior de Ingeniería de minas. https://oa.upm.es/36422/1/PFC_Alberto_Simarro_Cemborain.pdf
33. Gallegos. P, Gordillo. D, (2016), Diseño e implementación de un sistema para la medición de curvas isofónicas a bajas frecuencia, Facultad de Ingeniería y ciencias agropecuaria. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5985/1/UDLA-EC-TISA-2016-13.pdf>

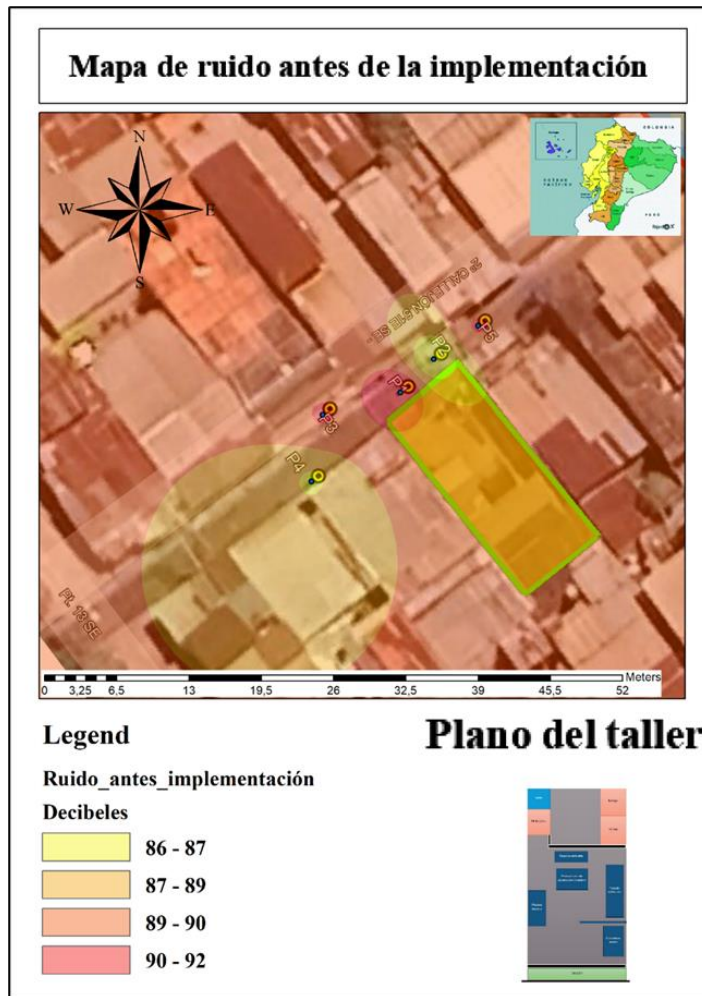
4.11 Anexos

Anexo 1: Mediciones de ruido antes de la implementación

Tabla 21: Mediciones de ruido antes de la implementación de la cámara de insonorización.

PUNTOS	COORDENADAS		LUGAR	Día 1 promedio logarítmico	Día 2 promedio logarítmico	Día 3 promedio logarítmico	LMP acuerdo ministerial 097-A anexo 5	Línea base de ruido
1	624688.919 E	9751152.424 N	Fuera del taller en funcionamiento sin cámara de insonorización	86,26 dB	92,15 dB	52,18 dB	55	32,82 dB
2	624691.084 E	9751155.978 N		82 dB	86,52 dB	40,64 dB		32,84 dB
3	624681.721 E	9751150.022 N		83,98 dB	90,82 dB	43,3 dB		29,54 dB
4	624680.896 E	9751144.43 N		80,08 dB	87,81 dB	37,82 dB		34,64 dB
5	624695.934 E	9751158.789 N		82,82 dB	90,82 dB	43,4 dB		30 dB

Fuente: Autor



Fuente: Autor

Anexo 2: Mediciones de ruido después de la implementación

Tabla 22: mediciones de ruido después de la implementación de la cámara de insonorización.

PUNTOS	COORDENADAS		LUGAR	Día 1 promedio logarítmico	Día 2 promedio logarítmico	Día 3 promedio logarítmico	LMP acuerdo ministerial 097-A anexo 5	Línea base de ruido
1	624688.919 E	9751152.424 N	Fuera del taller en funcionamiento con cámara de insonorización	54,21dB	43,40 dB	52,82 dB	55 dB	32,82 dB
2	624691.084 E	9751155.978 N		52,54 dB	50,18 dB	42,26 dB		32,84 dB
3	624681.721 E	9751150.022 N		51,98 dB	49,98 dB	43,82 dB		29,54 dB
4	624680.896 E	9751144.43 N		47,76 dB	53,12 dB	38,12 dB		34,64 dB
5	624695.934 E	9751158.789 N		52,04 dB	53,57 dB	43,57 dB		30 dB





Mapa de ruido después de la implementación



Legend

Ruido_despues_implementación

Decibeles

	51 - 53
	48 - 51
	45 - 48
	43 - 45

Plano del taller



Fuente: Autor

Anexo 3: Foto de mediciones de ruido antes de la implementación

Ilustración 39: Mediciones para la identificación de la mayor generación de ruido



Ilustración 40: Mediciones de ruido fuera del taller antes de la implementación.



Fuente: Autor

Anexo 4: Mediciones de ruido en el banco de prueba Kundt

Ilustración 41: Medición de atenuación de ruido por materiales en el banco de prueba kundt.



Fuente: Autor

Anexo 5: Construcción de la cámara de insonorización y verificación de funcionamiento

Ilustración 42: Construcción de la cámara de insonorización en base a las pruebas.



Fuente: Autor

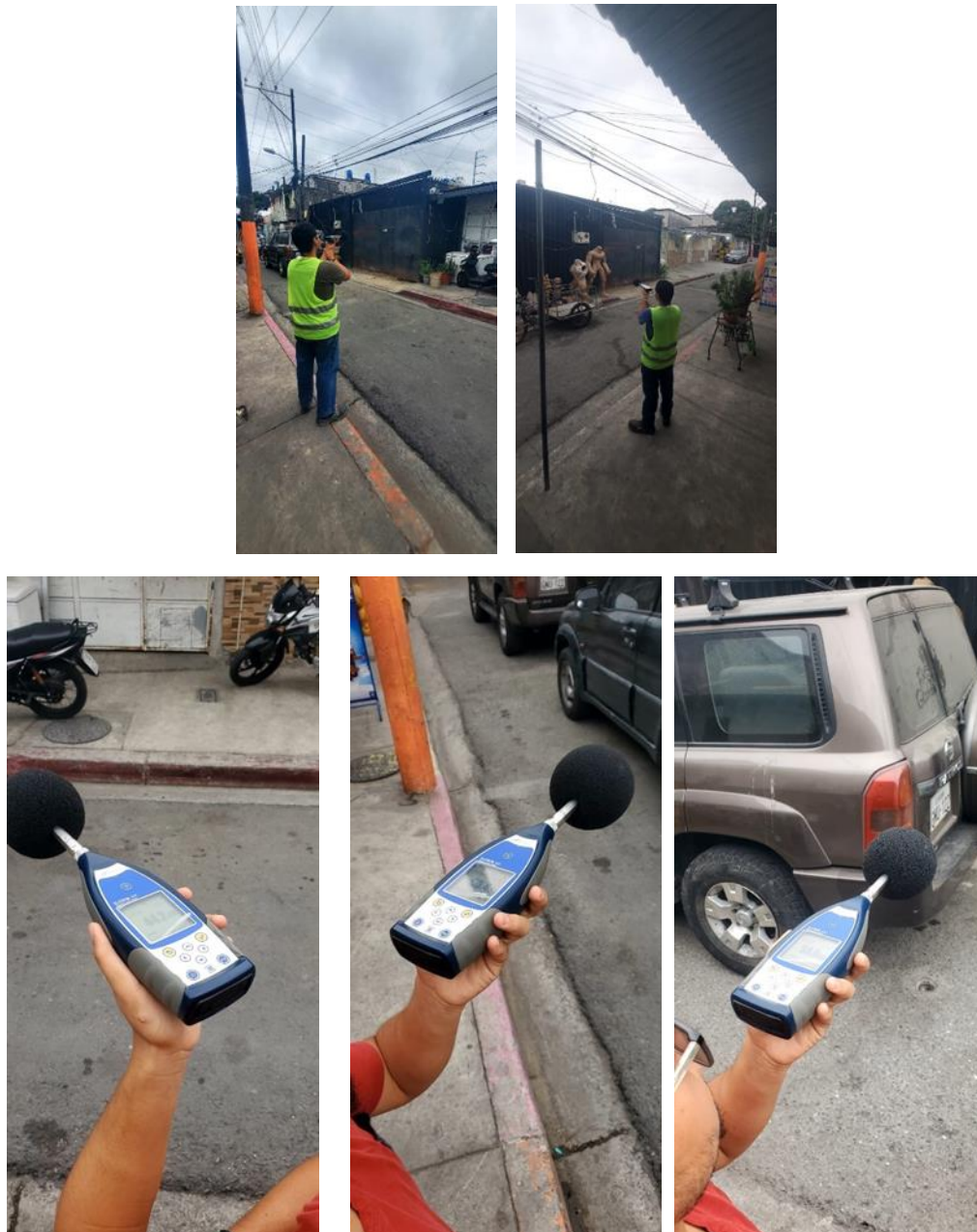
Ilustración 43: ubicación, ajuste, mediciones de temperatura y voltaje del compresor dentro de la cámara de insonorización.



Fuente: Autor

Anexo 6: Mediciones de ruido en el banco de prueba Kundt

Ilustración 44: Mediciones de ruido fuera del taller después de la implementación



Fuente: Autor