

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**UNIDAD DE POSGRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA**



**Contaminación acústica y construcción del Smart Sound  
para los vecinos de la Av. Participación del distrito de  
Belén y San Juan Bautista**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE**  
**DOCTOR EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Autor: Ms. Flores Flores, Luis Antonio**

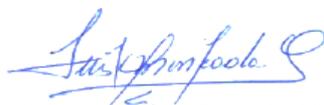
**Asesor: Dr. Castillo Valdiviezo, Pascual Ancelmo**

**TRUJILLO – PERU**

**2023**

Registro Nro.....

MIEMBROS DEL JURADO DICTAMINADOR



.....  
Dr. Luis Orlando Moncada Albitres  
Presidente



.....  
Dr. Manuel Isaías Vera Herrera  
Secretario



.....  
Dr. Medardo Alberto Quezada Álvarez  
Miembro



.....  
Dr. Pascual Ancelmo Castillo Valdiviezo  
Asesor

## DEDICATORIA

La presente tesis dedico al ser supremo que inspira mis conocimientos y por darme la fortaleza de la intelectualidad y sabiduría cada día.

A mis grandes amores de mi vida, mi esposa **Maria Enith** y mis creaciones humanas **Anthoyne Engeel, Akovalevska Rashell** y la nueva integrante que está por llegar a la familia **Akirán Dhián Enith** que, sin ellos, la inspiración de alcanzar un grado más y la necesidad de llegar al éxito, demostrando a la sociedad que algún día se puede cambiar.

A mis padres **María Paz y Rubén**, quienes con sus enseñanzas de luchar por la vida y ser una persona de bien, han forjado ese ánimo de seguir superándome como ejemplo de la juventud.

A mis hermanos **Kimber Andrei, Rubén, Nadia y Miguel Angel** a quienes quiero y aprecio mucho en mi vida.

## AGRADECIMIENTO

Un enorme reconocimiento a mi asesor el **Dr. Ancelmo Castillo** por ese apoyo incondicional en todo momento, mejor dicho, desde el inicio del estudio de doctorado estuvo apoyándome con los trámites y poder llegar a una meta más en mi vida.

A mi compadre **Frank León**, por el apoyo incondicional en todo este periodo de formación profesional del doctorado.

A mi amiga y comadre **Kosseth Bardales** por su orientación y los buenos deseos de conseguir una meta más en mi vida profesional.

A los vecinos de esta importante vía que es la avenida participación por permitir recabar información sin dudar en ningún momento de mi persona.

A los profesionales **Raúl y Danae** por el apoyo en las mediciones de ruido y a mis practicantes **Jesús, David, Benjamín, Mohamed y Daniel**, por su apoyo en el conteo vehicular.

A mi jefe **Darwin Angulo Ríos** por todas las facilidades realizada en este proceso de investigación.

Finalmente, agradecer a **todos los investigadores del proyecto URATE – Facultad de Ingeniería Química** de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, que aportó mucho en la realización de esta Innovación Tecnológica.

## PRESENTACIÓN

SRS

### **Miembros del jurado**

En cumplimiento con lo dispuesto en el reglamento de grados y títulos de la Escuela de Posgrado, del doctorado en Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Trujillo, me permito poner a vuestra consideración la presente tesis que lleva como título: Contaminación acústica y Construcción del Smart Sound para los vecinos de la avenida Participación del distrito de Belén y San Juan Bautista.

Por tal motivo, dejo a vuestro criterio profesional el informe de tesis para su respectiva evaluación y corrección.

Trujillo, 31 de Julio de 2023

## INDICE

MIEMBROS DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
INDICE.....	vi
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Formulación del problema .....	1
1.1.1. Realidad problemática.....	1
1.1.2. Antecedentes .....	2
1.1.3. Formulación del problema .....	9
1.1.4. Justificación .....	9
1.2. Marco teórico .....	9
1.2.1. Contaminación Acústica .....	9
1.2.2. Efectos de la contaminación acústica.....	11
1.2.3. Fuentes de contaminación .....	12
1.2.4. Estrategias de mitigación de la contaminación acústica .....	14
1.2.5. Tecnología del sonido inteligente .....	16
1.2.6. Sistemas de control de ruido .....	17
1.2.7. Tecnologías emergentes y tendencias futuras .....	19
1.3. Hipótesis.....	21
1.3.1. General.....	21
1.3.2. Específica .....	21
1.4. Objetivos .....	21
1.4.1. General.....	22
1.4.2. Específica .....	22
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1. Material contaminación sonora .....	23
2.1.1. Área geográfica.....	23
2.1.2. Población.....	23

2.1.3.	Muestra.....	24
2.1.4.	Unidad de análisis .....	25
2.1.5.	Tipo de muestreo .....	25
2.1.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
2.1.7.	Tipo de estudio .....	26
2.2.	Material Smart Sound .....	26
2.2.1.	Población.....	27
2.2.2.	Muestra.....	27
2.2.3.	Tipo de estudio .....	28
2.3.	Método .....	28
2.3.1.	Procedimiento para contaminación acústica .....	28
2.3.2.	Procedimiento para el Smart sound .....	30
III.	RESULTADOS .....	34
IV.	DISCUSIÓN .....	43
V.	CONCLUSIÓN.....	45
VI.	RECOMENDACIÓN Y/O PROPUESTA .....	47
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
	ANEXOS .....	57

## RESUMEN

En la ciudad de Iquitos, el crecimiento poblacional y económico ha provocado un aumento significativo del ruido ambiental. Esta investigación se enfocó en determinar el nivel de ruido y evaluar la contaminación acústica en una importante vía, así como diseñar y construir un sistema de medición de ruido a bajo costo capaz de procesar señales sonoras. Se utilizaron procedimientos basados en la Regulación Técnica del Perú ISO 1996-2, 2021 y se realizaron mediciones con un sonómetro profesional en 45 cuadras y en tres horarios diferentes. Además, se aplicó una encuesta a 370 personas para evaluar la percepción del ruido. Por otra parte, se utilizó componentes como microcontrolador, sensor de sonido con sistema de amplificación, micro SD y pantalla LED, se creó un dispositivo que convierte el sonido captado en electricidad para su posterior procesamiento. Los resultados mostraron que los vehículos son las principales fuentes generadoras de ruido, con niveles promedio de sonido en torno a los 77,5 dB(A), y el prototipo construido comparado con un sonómetro profesional, se encontró una desviación estándar de  $\pm 3.145$  decibeles. Se encontró una correlación del 43,2% entre las variables evaluadas, y el Smart Sound necesita ajustes en la configuración o la adición de un potenciómetro en el sistema de preamplificación para obtener mejores datos.

*Palabras claves:* Contaminación acústica, prototipo, Smart Sound

## ABSTRACT

In the city of Iquitos, population growth and economic development have led to a significant increase in environmental noise. This research focused on determining the noise level and evaluating acoustic pollution on a major road, as well as designing and building a low-cost noise measurement system capable of processing sound signals. Procedures based on Peru's Technical Regulation ISO 1996-2, 2021 were employed, and measurements were conducted using a professional sound level meter along 45 blocks at three different times of the day. Additionally, a survey was administered to 370 individuals to assess their perception of the noise. On the other hand, the system utilized components such as a microcontroller, sound sensor with amplification system, micro-SD, and LED screen, to create a device that converts captured sound into electricity for subsequent processing. The results showed that vehicles are the main sources of noise, with average sound levels around 77.5 dB(A). When the built prototype was compared to a professional sound level meter, a standard deviation of  $\pm 3.145$  decibels was found. A correlation of 43.2% was observed among the evaluated variables, and the Smart Sound system requires adjustments in its configuration or the addition of a potentiometer in the pre-amplification system to obtain more accurate data.

**Keywords:** *Noise pollution, prototype, Smart Sound*

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Formulación del problema

### 1.1.1. Realidad problemática

Los centros urbanos de todo el mundo enfrentan crecientes desafíos en el manejo de problemas ambientales, y una preocupación destacada es el aumento del ruido ambiental debido al rápido crecimiento poblacional y desarrollo económico (Alfie et al., 2017). La ciudad de Iquitos, ubicada en la selva amazónica de Perú, ha experimentado un significativo incremento en la contaminación acústica, afectando negativamente el bienestar de sus habitantes. Como respuesta a este apremiante problema, esta investigación se propone adentrarse en el campo de la contaminación acústica en una importante avenida de Iquitos, con un enfoque especial en el diseño e implementación de un sistema de medición de ruido a bajo costo capaz de procesar señales sonoras en tiempo real (Merlo, 2014).

El objetivo de este estudio es doble: en primer lugar, determinar los niveles de ruido actuales a lo largo de la avenida principal, arrojando luz sobre la intensidad de la contaminación acústica a la que los residentes están expuestos en su vida diaria; en segundo lugar, desarrollar un innovador sistema "Smart Sound" que aproveche la tecnología para abordar eficazmente el problema del ruido. Mediante minuciosas mediciones comparadas con un sonómetro profesional y la aplicación de encuestas para evaluar la percepción del ruido en la comunidad, se recopilarán datos valiosos para evaluar la correlación entre los niveles de ruido y el impacto percibido en el bienestar de la población (Ajrota, 2022).

La metodología de investigación incluye el cumplimiento de la Regulación Técnica del Perú ISO 1996-2, 2021, garantizando la precisión y confiabilidad de las mediciones de ruido. Para lograr el objetivo de crear el sistema "Smart Sound", es esencial tener un conocimiento profundo del lenguaje de programación C++ y la integración de componentes clave, como microcontroladores, sensores de sonido con sistemas de amplificación, micro SD y pantallas LED. La capacidad innovadora del sistema para convertir el sonido en señales eléctricas para su posterior procesamiento

ofrece un enfoque prometedor para mitigar el impacto de la contaminación acústica (Muñoz & Merino, 2023).

En última instancia, los resultados de esta investigación tienen importantes implicaciones para la gestión ambiental y la planificación urbana en Iquitos, ya que revelan la gravedad de la contaminación acústica a lo largo de la avenida vital. Los hallazgos contribuirán a procesos de toma de decisiones informadas, fomentando intervenciones específicas y medidas de política para mejorar la calidad de vida en los habitantes de la ciudad. Además, la exploración de la viabilidad y el rendimiento del sistema "Smart Sound" ofrece una emocionante oportunidad para aplicar tecnología de vanguardia en la solución de los desafíos de la contaminación acústica urbana (Peña et al., 2021).

A través de esta investigación, como tesista, busco aportar al creciente cuerpo de conocimiento sobre la contaminación acústica e inspirar soluciones innovadoras que prioricen el bienestar de las comunidades urbanas. Al combinar una rigurosa investigación científica con el potencial de avances tecnológicos, este estudio tiene como objetivo generar un impacto positivo en el medio ambiente y en la vida de aquellos que residen a lo largo de las bulliciosas calles de Iquitos (Estrella, 2022).

### **1.1.2. Antecedentes**

En su investigación, Peña et al. (2021) aportó el diseño de un sistema de Internet de las Cosas (IoT) con el propósito de supervisar y analizar los niveles de ruido en las áreas cercanas al aeropuerto de Cartagena de Indias. Los resultados del estudio arrojaron que, en las 731 mediciones tomadas, se registró un valor promedio de 44.22 dB, categorizado como nivel "Normal" de ruido. Adicionalmente, se observó que la desviación estándar de los niveles de ruido capturados se sitúa en torno a 3.17. Esta evidencia respalda la conclusión de que el sistema propuesto se ajusta a la arquitectura convencional de cuatro capas del IoT, enriqueciendo las metodologías tradicionales de medición al habilitar la monitorización, almacenamiento y análisis de datos mediante la implementación de algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado (Peña et al., 2021).

No obstante, García (2019) hace referencia a que "el tráfico vehicular y el sistema de transporte en general generan un impacto significativo en los niveles de contaminación". Este señalamiento destaca la importancia de abordar la problemática del transporte y sus efectos en la contaminación, lo cual representa un desafío clave para lograr una gestión ambiental más sostenible y reducir los efectos negativos en la calidad del aire y la salud pública. La toma de conciencia sobre la relevancia de implementar medidas efectivas para mitigar la contaminación vehicular es fundamental para promover un entorno más limpio y saludable para todos ([Puma & Vargas, 2021](#)).

En Perú, diversas investigaciones se han llevado a cabo con el propósito de demostrar el impacto real que está causando la contaminación sonora en la población. Un ejemplo relevante es el estudio realizado por Falcón (2021), quien señala que "la contaminación sonora va ocasionando gradualmente lesiones en la audición y perjudica la salud mental de las personas expuestas". Este hallazgo destaca la importancia de abordar de manera efectiva la contaminación acústica para proteger la salud auditiva y el bienestar mental de la población. La concienciación sobre los efectos nocivos del ruido y la implementación de medidas adecuadas pueden contribuir significativamente a crear entornos más saludables y armoniosos para todos los ciudadanos ([Falcón, 2021](#)).

Por otro lado, Zaballos., (2020), en su estudio realizado, determinó que la contaminación acústica puede disminuir la capacidad de las áreas protegidas urbanas para brindar refugio a las personas y hábitat para la vida silvestre. Estos hallazgos destacan la importancia de abordar la problemática del ruido en las zonas urbanas protegidas, considerando tanto el bienestar humano como la preservación de la fauna y la flora. La comprensión de los efectos de la contaminación acústica en estos entornos es fundamental para implementar estrategias de conservación efectivas y garantizar la sostenibilidad de estas áreas cruciales para la biodiversidad y el disfrute de la naturaleza ([Zaballos, 2020](#)).

En ese sentido, Llorente (2019), investigó que, en España, el Instituto Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicaciones ha desarrollado un innovador dispositivo de medición de fuentes de baja señal de ruido. Este sistema de medición

amplifica el ruido en su entrada, lo que permite que pueda ser medido por equipos de medición convencionales. Para lograr este notable avance, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de teorías de circuitos electrónicos y técnicas de reducción de ruido, con el objetivo de implementar la amplificación de par diferencial de transistores, un sistema que ha sido desarrollado e integrado en una placa de circuito impreso. Este avance tecnológico representa un significativo progreso en la medición y comprensión del ruido de baja señal, y su potencial aplicación puede tener un impacto positivo en el estudio y control de la contaminación acústica en diversas áreas urbanas (Llorente, 2019).

Para Wen, et al., (2019), sostiene que, en China, un estudio revela que la contaminación acústica del tráfico, involucrando a vehículos livianos, camiones medianos y camiones pesados, constituye un problema real de suma importancia que impacta negativamente en la calidad de vida de los residentes urbanos. Esta investigación destaca la urgencia de abordar este desafío para mitigar los efectos perjudiciales del ruido en el bienestar de la población y promover entornos urbanos más saludables y habitables (Wen et al., 2019).

Ibarra (2019) en su investigación manifestó que, en el ámbito de la investigación mundial, organismos internacionales, han destacado la importancia del ruido como una forma significativa de contaminación ambiental. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha catalogado el ruido como un factor relevante que afecta la salud humana, teniendo efectos significativos en la eficiencia física, fisiológica, psicológica y operativa. La contaminación acústica se ha reconocido como un problema de gran impacto, y sus repercusiones sobre diversos aspectos del bienestar humano hacen necesario abordar este tema de manera integral y efectiva (Ibarra, 2019).

Zamorano, et al. (2019), en su investigación indica que, en México, se llevó a cabo un estudio exhaustivo sobre los daños ocasionados por la contaminación sonora y su relación con las perturbaciones en la población, principalmente causadas por la principal fuente de ruido, las motocicletas. Este estudio proporciona una perspectiva importante sobre cómo el ruido del tráfico, específicamente de las motocicletas, puede afectar la calidad de vida y el bienestar de los habitantes urbanos. Los

resultados obtenidos pueden tener implicaciones significativas para el diseño de políticas y medidas de mitigación de la contaminación acústica en áreas urbanas con alta densidad de tráfico de motocicletas, buscando así mejorar el entorno sonoro y proteger la salud y el confort de la población afectada (Zamorano et al., 2019).

Por su parte Quiroz (2018), investigó que, en España, estudios como el realizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, han revelado que el ruido tiene un impacto significativo en el estado de ánimo de las personas, afectándolas tanto a nivel psicológico como fisiológico. Este fenómeno se debe al crecimiento urbano tanto en grandes ciudades como en pequeños núcleos poblacionales, principalmente atribuido al tráfico rodado. Estas investigaciones resaltan la importancia de abordar el problema de la contaminación acústica para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y promover entornos más saludables y armoniosos (Quiroz, 2018).

Mejía (2018), en su investigación realizada en Ecuador, en la Universidad de Uzuay, se llevó a cabo la calibración y evaluación de un sistema de medición de ruido que emplea un sensor de sonido para lograr la transmisión inalámbrica de datos a bajo costo. Este sensor permite la recolección y calibración de la información, que es transmitida de manera continua a través de la red WSN (Wireless Sensor Network) en tiempo real y en paralelo. Todos los datos recopilados son finalmente almacenados con una precisión comparable a la de un medidor de nivel de sonido de clase 3, ya sea en el dispositivo o en la nube. Este sistema innovador de medición de ruido representa un significativo avance en el monitoreo y control de la contaminación acústica en Ecuador. Al combinar la tecnología inalámbrica, la precisión de los datos y la eficiencia en la transmisión, se logra una herramienta confiable y efectiva para evaluar y abordar los niveles de ruido en áreas urbanas y proteger la calidad de vida de los ciudadanos. El enfoque en la reducción de costos lo convierte en una solución accesible para el estudio de la contaminación acústica en diversos entornos, permitiendo la toma de decisiones informadas para mejorar el bienestar general de la población (Mejía, 2018).

En esa misma línea, Chango (2018) en su investigación realizada en la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, ha llevado a cabo el desarrollo de un innovador sistema de monitoreo del

nivel de ruido ambiental en la zona central de la ciudad de Ambato. Este sistema incorpora una plataforma IoT (Internet de las cosas) y un dispositivo de transmisión GSM integrado, lo que le permite determinar con precisión la cantidad de ruido presente en tiempo real. El enfoque de bajo costo utilizado en el desarrollo del prototipo se basa en el uso de hardware y software gratuitos, lo que permite que este sistema de medición sea asequible y de fácil implementación. Además, se han empleado sensores de sonido especializados para el análisis y la visualización del ambiente exterior, presentando los resultados de forma clara e intuitiva en una interfaz web accesible al departamento de gestión ambiental. Este sistema de monitoreo de ruido representa un paso significativo hacia la mejora de la calidad del entorno acústico en la ciudad de Ambato. Al proporcionar información precisa y actualizada sobre los niveles de ruido en tiempo real, se facilita la toma de decisiones informadas para abordar la contaminación acústica y promover un ambiente más saludable y confortable para los residentes de la ciudad. Además, la utilización de tecnología IoT ofrece una herramienta versátil y eficiente para el monitoreo continuo de la calidad ambiental, lo que puede servir como base para la implementación de políticas de gestión ambiental más efectivas y sostenibles (Chango, 2018).

Asimismo, Viamonte (2018) planteó en su investigación que "los niveles de ruido generados por el despegue y aterrizaje de los aviones, especialmente en el aeropuerto Inca Manco Cápac de la ciudad de Juliaca, producen una alta contaminación sonora que afecta la salud de las personas que se encuentran en las zonas cercanas al aeropuerto. Los registros en todos los puntos de estudio han evidenciado este impacto. La gravedad del efecto en la salud dependerá de la distancia entre el individuo y la fuente de contaminación, ya que aquellos más cercanos experimentarán un mayor grado de afección." Esta afirmación destaca la necesidad de abordar la contaminación acústica en áreas cercanas a aeropuertos y adoptar medidas para proteger la salud y el bienestar de los residentes afectados. El conocimiento y la conciencia sobre estos impactos permitirán implementar estrategias adecuadas para mitigar los efectos negativos del ruido generado por la aviación en estas comunidades (Viamonte, 2018).

Otiniano (2018), como parte de su investigación realizada en la Universidad César Vallejo del Perú, ha desarrollado un dispositivo físico y moderno de bajo costo en

forma de prototipo utilizando la tecnología NodeMcu. Este innovador sistema incluye un módulo ESP8266, un micrófono, una placa prototipo y LEDs alfanuméricos en pantalla con I2C, además de un adaptador LED y tres LEDs multicolores. Para facilitar la recopilación de datos, se utilizó una batería portátil y se implementó la transferencia de datos a través del teléfono, almacenándolos en la nube. El resultado de esta investigación demostró que la automatización del proceso de medición del ruido redujo significativamente el tiempo necesario para obtener los datos. Esta valiosa conclusión resalta el potencial de la tecnología utilizada en el dispositivo, permitiendo una mayor eficiencia en la obtención y análisis de información sobre la contaminación acústica. La implementación de este tipo de soluciones de bajo costo y con mayor automatización puede ser de gran utilidad para futuras investigaciones y para el monitoreo continuo del ruido ambiental en diferentes áreas urbanas, contribuyendo así a una mejor comprensión y control de la contaminación sonora en beneficio de la salud y el bienestar de la población (Otiniano, 2018).

Por su parte, Intriago (2017), en su investigación manifestó que Ecuador no es ajeno a los efectos de la contaminación acústica, un problema que deteriora la calidad de vida de sus habitantes. Este fenómeno es resultado de actividades antropogénicas relacionadas con los procesos de industrialización, urbanización y desarrollo moderno, lo que ha generado un desequilibrio entre la naturaleza y la sociedad. La comprensión de esta situación es esencial para implementar medidas adecuadas que mitiguen la contaminación acústica y promuevan entornos más saludables y armoniosos para la población ecuatoriana (Intriago, 2017).

Además, en Cuba, Amable et al. (2017) han señalado que la contaminación acústica se ha convertido en un problema de salud ambiental debido a sus características potencialmente nocivas. La transferencia de cantidades suficientes de ruido a los individuos ha generado problemas graduales relacionados con la pérdida auditiva. Estos hallazgos resaltan la importancia de abordar de manera efectiva la contaminación acústica para proteger la salud auditiva de la población y preservar un entorno sonoro favorable en el país (Amable et al., 2017).

En consecuencia, Suarez et al. (2017) en su investigación realizada en Colombia, se ha desarrollado una herramienta de medición de ruido basada en la tecnología Arduino y Raspberry Pi. Esta herramienta tiene en cuenta los niveles de decibelios establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud. Los resultados obtenidos muestran la arquitectura general del sistema y el soporte del prototipo mediante la combinación de Arduino y Raspberry Pi. En conclusión, el envío de datos a través de un sistema de Internet permite proporcionar información a bajo costo. Esta innovadora herramienta de medición de ruido ofrece una oportunidad valiosa para monitorear y controlar la contaminación acústica de manera efectiva y asequible, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida en áreas urbanas y proteger la salud auditiva de la población (Suárez et al., 2017).

Cabe destacar que Pérez (2019) menciona que, durante el desarrollo de actividades comerciales y mercados de abastos, pueden producirse interferencias con las actividades de muchas escuelas. Para abordar esta cuestión, se analizó el nivel máximo de ruido ambiental medido durante el día y la noche. Como resultado de este análisis, se estableció un valor máximo de 70 dB para los espacios comerciales durante el día, y 60 dB durante la noche. Estos límites buscan regular y controlar el impacto del ruido en zonas comerciales y proteger el bienestar de la comunidad escolar, asegurando un ambiente propicio para el aprendizaje y la convivencia en horarios sensibles del día.

Finalmente, en la ciudad de Iquitos, ubicada en el departamento de Loreto, Peña (2017) señaló en su investigación que la pendiente de las vías juega un papel determinante en el aumento del ruido ambiental asociado al tráfico. Este hallazgo resalta la importancia de considerar factores geográficos y topográficos al analizar y abordar la contaminación acústica en áreas urbanas con pendientes significativas. Comprender cómo estas características influyen en el nivel de ruido generado por el tráfico vehicular puede proporcionar información valiosa para la planificación y diseño de medidas de mitigación que contribuyan a reducir la exposición de la población a niveles excesivos de ruido y mejorar la calidad de vida en la ciudad (Peña, 2017).

### **1.1.3. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la contaminación acústica generada por el tráfico vehicular, entre otras fuentes y cómo puede contribuir un sistema de medición de ruido a bajo costo y fácilmente replicable para monitorear y controlar de manera efectiva la contaminación acústica en la avenida Participación?

### **1.1.4. Justificación**

El estudio y abordaje de la contaminación acústica reviste gran importancia debido a sus consecuencias en la calidad de vida de las personas y en el medio ambiente. La Organización Mundial de la Salud ha identificado el ruido como una de las principales formas de contaminación ambiental y ha instado a los países a tomar medidas para reducir sus efectos negativos en la salud. Es fundamental contar con información precisa y actualizada sobre los niveles de ruido en áreas urbanas, con el fin de implementar políticas y acciones eficientes que protejan la salud de la población y promuevan entornos más saludables y armoniosos.

## **1.2. Marco teórico**

### **1.2.1. Contaminación Acústica.**

#### **Concepto:**

La contaminación acústica, también conocida como contaminación sonora o ruido ambiental, es un problema ambiental que afecta a muchas áreas urbanas y rurales en todo el mundo. Se refiere a la presencia excesiva y perjudicial de sonidos en el entorno que interfieren con la calidad de vida, la salud humana y el equilibrio ecológico. A continuación, profundizaré en los conceptos, definiciones y características de la contaminación acústica (Ibarra, 2019).

#### **Definición:**

La contaminación acústica se produce cuando hay una sobreexposición a niveles de sonido no deseados y molestos que tienen efectos negativos en el bienestar humano,

la fauna, la vegetación y el medio ambiente en general. Los sonidos indeseados pueden provenir de una variedad de fuentes, como el tráfico vehicular, la industria, la construcción, actividades recreativas y más. Se mide en decibelios (dB), que es una escala logarítmica que refleja la intensidad del sonido (Aldana et al., 2020).

### **Características:**

**Niveles de Ruido:** La contaminación acústica se caracteriza por la presencia de niveles de ruido que exceden los límites aceptables. Estos niveles pueden ser medidos en diferentes lugares y momentos para evaluar la gravedad de la contaminación (Román, 2018).

**Fuentes de Ruido:** Las fuentes de contaminación acústica pueden ser tanto naturales como humanas. Las fuentes humanas incluyen el tráfico vehicular, la construcción, la industria, el transporte público, actividades recreativas ruidosas (como conciertos y eventos deportivos), y el uso de equipos y herramientas ruidosas (Corrales, 2017).

**Efectos en la Salud Humana:** La exposición prolongada a niveles altos de ruido puede tener efectos negativos en la salud humana. Estos efectos incluyen estrés, insomnio, problemas de concentración, aumento de la presión arterial, trastornos cardiovasculares y auditivos, entre otros (Álvarez, 2021).

**Efectos en la Fauna:** La contaminación acústica puede afectar gravemente a la fauna. Los animales silvestres pueden experimentar disturbios en sus patrones de alimentación, reproducción y migración debido al ruido. Esto puede llevar a cambios en la composición de las poblaciones animales y tener un impacto en los ecosistemas (Zaballos, 2020).

**Impacto en el Entorno:** La contaminación acústica puede alterar el equilibrio ecológico de un área. Puede afectar la vegetación, ya que algunas plantas son sensibles a ciertos niveles de ruido. Además, los ecosistemas acuáticos también pueden verse afectados, ya que los sonidos pueden propagarse a través del agua y perturbar a los organismos acuáticos (Grijalba & Paül, 2018).

**Regulación y Mitigación:** Muchos países han establecido regulaciones para controlar y reducir la contaminación acústica. Estas regulaciones pueden incluir límites de ruido en diferentes entornos y horarios, así como medidas para reducir el ruido en las fuentes, como el uso de barreras acústicas, diseño urbano inteligente y tecnologías más silenciosas (Arce & Gómez, 2017).

**Conciencia Pública:** La conciencia pública sobre los efectos dañinos de la contaminación acústica ha ido en aumento. Las comunidades y los individuos están abogando por un entorno más tranquilo y medidas para mitigar los efectos negativos del ruido (Duque et al., 2022).

### 1.2.2. Efectos de la Contaminación Acústica.

La contaminación acústica tiene una serie de efectos negativos en la salud humana y el bienestar. Estos efectos pueden variar en gravedad según la intensidad y la duración de la exposición al ruido (Morán, 2017). A continuación, profundizaré en la base teórica de los efectos de la contaminación acústica en la salud humana y el bienestar:

**Estrés y Trastornos Psicológicos:** La exposición continua a niveles elevados de ruido puede provocar estrés crónico en las personas. El ruido constante y perturbador puede desencadenar una respuesta de estrés en el sistema nervioso, lo que puede tener efectos psicológicos negativos. El estrés relacionado con el ruido se ha asociado con trastornos psicológicos como la ansiedad, la depresión y la irritabilidad (Puma & Vargas, 2021).

**Problemas de Sueño e Insomnio:** El ruido excesivo puede interferir con el sueño y causar problemas de insomnio. Los sonidos fuertes e inesperados pueden despertar a las personas durante la noche, lo que interrumpe los ciclos de sueño y afecta la calidad del descanso. El insomnio crónico puede tener impactos negativos en la salud general, el estado de ánimo y el funcionamiento diario (Zamorano et al., 2019).

**Problemas Cardiovasculares:** La contaminación acústica también ha sido asociada con problemas cardiovasculares, como el aumento de la presión arterial y la

incidencia de enfermedades cardíacas. La exposición constante a niveles altos de ruido puede aumentar la liberación de hormonas relacionadas con el estrés, lo que puede tener un efecto adverso en el sistema cardiovascular (Charcape, 2022).

**Disminución de la Concentración y el Rendimiento:** El ruido constante puede dificultar la concentración y el rendimiento cognitivo. En entornos ruidosos, las personas pueden tener dificultades para concentrarse en tareas importantes, lo que puede afectar su productividad en el trabajo o en los estudios (Charcape, 2022).

**Pérdida Auditiva y Daño al Oído:** La exposición prolongada a niveles altos de ruido puede causar daño permanente en el sistema auditivo. Esto puede manifestarse como pérdida auditiva gradual y progresiva. Las personas expuestas a niveles extremadamente altos de ruido, como aquellos que trabajan en industrias ruidosas, pueden enfrentar un mayor riesgo de daño auditivo (Charcape, 2022).

**Impacto en la Calidad de Vida:** En general, la contaminación acústica puede afectar significativamente la calidad de vida de las personas. Los efectos negativos en la salud mental, el sueño, la concentración y las relaciones interpersonales pueden llevar a una disminución del bienestar general (Álvarez, 2021).

**Grupos Vulnerables:** Algunos grupos de personas pueden ser más vulnerables a los efectos de la contaminación acústica. Estos incluyen a los niños, los ancianos, las personas con trastornos del sueño y aquellos que ya tienen problemas de salud mental. Además, las personas que viven cerca de fuentes de ruido intenso, como carreteras con tráfico constante o áreas industriales, pueden estar en mayor riesgo (Álvarez, 2021).

### 1.2.3. Fuentes de Contaminación Acústica.

**Tráfico Vehicular:** El tráfico vehicular es una de las fuentes más comunes de contaminación acústica en áreas urbanas. Los motores de combustión, el rodamiento de neumáticos y el frenado generan niveles significativos de ruido. Las congestiones y los atascos también pueden aumentar el ruido debido a la aceleración y desaceleración constante de los vehículos (Corrales, 2017).

**Industrias:** Las industrias y fábricas pueden generar altos niveles de ruido debido a maquinaria pesada, procesos de fabricación y transporte interno. Sectores como la construcción, la metalurgia y la manufactura son especialmente propensos a contribuir a la contaminación acústica (Alfie et al., 2017).

**Construcción:** Los sitios de construcción son otra fuente importante de ruido en áreas urbanas. Las actividades como el uso de maquinaria pesada, perforadoras, martillos neumáticos y transporte de materiales pueden generar ruidos intensos y persistentes que afectan a los residentes cercanos (Alfie et al., 2017).

**Aviación:** Los aeropuertos y las rutas de vuelo cercanas a zonas urbanas pueden generar altos niveles de ruido debido al despegue y aterrizaje de aviones. Los motores a reacción y las maniobras de aeronaves generan ruido que puede ser perjudicial para la salud y el bienestar de las personas en las cercanías (Alfie et al., 2017).

**Ocio y Entretenimiento:** Eventos recreativos y de entretenimiento, como conciertos al aire libre, festivales, fiestas y actividades deportivas, pueden contribuir significativamente a la contaminación acústica en áreas urbanas, especialmente si no se gestionan adecuadamente (Alfie et al., 2017).

**Equipos de Jardinería y Mantenimiento:** El uso de equipos de jardinería y mantenimiento en parques y espacios públicos puede generar ruido que afecta a la tranquilidad de las áreas urbanas (Lugo & Salvador, 2020).

**Sistemas de Transporte Público:** Los sistemas de transporte público, como trenes, metros y autobuses, también pueden ser fuentes de ruido en áreas urbanas, especialmente en zonas densamente pobladas (Alfie et al., 2017).

**Actividades de Construcción y Reparación:** Además de la construcción a gran escala, las actividades de construcción y reparación en hogares y edificios residenciales también pueden contribuir a la contaminación acústica (Cortés & Ocotitla, 2019).

**Locales Comerciales y Restaurantes:** La música alta y el ruido proveniente de locales comerciales, bares y restaurantes pueden contribuir a la contaminación acústica, especialmente durante las horas nocturnas (Lugo & Salvador, 2020).

**Ruidos de Vida Cotidiana:** Incluso actividades cotidianas como el tráfico peatonal, el uso de electrodomésticos en hogares y las conversaciones en espacios públicos pueden sumarse a la contaminación acústica en áreas urbanas (Lugo & Salvador, 2020).

#### 1.2.4. Estrategias de mitigación de la contaminación acústica.

**Diseño Urbano:** El diseño urbano juega un papel crucial en la reducción de la contaminación acústica. Se pueden implementar medidas como la planificación de zonas residenciales alejadas de fuentes de ruido intenso, la ubicación estratégica de áreas verdes y espacios tranquilos, y la creación de corredores peatonales y ciclables que minimicen la exposición al tráfico vehicular (Arango et al., 2021).

**Barreras Acústicas:** Las barreras acústicas, como muros y vallas insonorizadas, se utilizan para bloquear y absorber el ruido proveniente de fuentes ruidosas, como carreteras y ferrocarriles. Estas barreras pueden ayudar a reducir la propagación del ruido hacia áreas residenciales y otros lugares sensibles (Galiana & Redondo, 2020).

**Zonas Silenciosas:** La creación de zonas silenciosas o áreas de calma en espacios urbanos es una estrategia eficaz para proporcionar lugares donde las personas puedan escapar del ruido constante. Estas áreas suelen ubicarse en parques, plazas o espacios públicos y se caracterizan por límites de ruido más estrictos y un diseño que fomente la tranquilidad (Martínez, 2016).

**Políticas de Control del Tráfico:** Las políticas de control del tráfico son esenciales para reducir la contaminación acústica relacionada con el tráfico vehicular. Estas políticas pueden incluir la implementación de zonas de velocidad reducida en áreas residenciales, la promoción del uso de vehículos eléctricos y el fomento del transporte público (Alfie et al., 2017).

**Regulaciones de Horario y Ruido:** Las regulaciones de horario y ruido establecen restricciones en cuanto a las horas durante las cuales ciertas actividades ruidosas pueden llevarse a cabo. Por ejemplo, la construcción o actividades industriales intensivas en ruido pueden estar limitadas a ciertos horarios para reducir su impacto en la comunidad (Morales &, 2023).

**Planificación de Uso del Suelo:** La planificación de uso del suelo puede separar las zonas residenciales de las áreas industriales y comerciales, reduciendo así la exposición de los residentes al ruido proveniente de actividades comerciales y de producción (Bayón, 2021).

**Mejora de Infraestructuras de Transporte Público:** Invertir en sistemas de transporte público eficientes y bien gestionados puede reducir la necesidad de uso de vehículos privados, disminuyendo así la congestión del tráfico y la contaminación acústica asociada (Alfie et al., 2017).

**Educación y Concienciación:** La educación pública y la concienciación sobre los efectos negativos del ruido pueden llevar a un cambio de comportamiento. Informar a la comunidad sobre cómo pueden contribuir a reducir la contaminación acústica, como apagar motores en ralentí innecesario, puede tener un impacto positivo (Martínez, 2016).

**Aplicaciones de Tecnología Inteligente:** La tecnología puede desempeñar un papel importante en la mitigación del ruido, como el uso de sensores para monitorear niveles de ruido en tiempo real y ajustar la circulación del tráfico o el funcionamiento de maquinaria en consecuencia (Sangurima et al., 2020).

**Mantenimiento y Renovación de Infraestructuras:** El mantenimiento regular de carreteras, calles y maquinaria industrial puede ayudar a reducir los ruidos generados por vibraciones y desgaste. La renovación de infraestructuras obsoletas con tecnologías más silenciosas también puede ser beneficiosa (Carrasco et al., 2021).

### 1.2.5. Tecnología inteligente del sonido.

La tecnología inteligente del sonido, también conocida como "smart sound" en inglés, se refiere a la aplicación de enfoques tecnológicos avanzados para gestionar y controlar el sonido de manera eficiente en diversos entornos. Esta tecnología se centra en mejorar la calidad acústica de espacios urbanos, interiores, exteriores y otros lugares mediante el uso de sensores, algoritmos de procesamiento de audio y sistemas de gestión inteligente (Guambuguete & Soledispa, 2021). Aquí te proporciono una descripción más detallada sobre la tecnología inteligente del sonido:

**Sensores Acústicos:** Los sensores acústicos son dispositivos que captan y registran los niveles de sonido en tiempo real. Pueden ser colocados en diferentes ubicaciones dentro de un área para medir y analizar la intensidad, la frecuencia y la duración del ruido ambiental. Estos datos son esenciales para comprender la contaminación acústica y tomar decisiones informadas sobre cómo abordarla (Noriega, 2017).

**Procesamiento de Audio:** Los algoritmos de procesamiento de audio son parte fundamental de la tecnología inteligente del sonido. Estos algoritmos pueden analizar y procesar el sonido captado por los sensores, identificando patrones de ruido, diferenciando entre fuentes de sonido y eliminando o reduciendo ruidos no deseados. También pueden adaptarse a condiciones cambiantes para garantizar un entorno acústico óptimo (Merlo, 2014).

**Cancelación de Ruido:** La cancelación de ruido es una técnica que utiliza señales antifase para reducir o eliminar ciertas frecuencias de sonido no deseadas. Esta tecnología es especialmente útil en entornos donde el ruido constante de fondo afecta la comunicación o el confort, como en oficinas o en transporte público (Correa, 2020).

**Altavoces Direccionales:** Los altavoces direccionales emiten el sonido en direcciones específicas, lo que permite que el sonido sea escuchado con claridad solo en ciertas áreas y minimiza su dispersión en otras. Esto puede ser útil para crear zonas de sonido específicas en espacios públicos o para permitir comunicación privada en ambientes ruidosos (Tello, 2019).

**Sistemas de Alerta y Notificación:** Los sistemas de alerta y notificación inteligentes pueden utilizar sensores para detectar situaciones de emergencia o niveles de ruido excesivos y enviar alertas a través de dispositivos móviles o sistemas de megafonía. Esto es especialmente valioso en situaciones de seguridad y en la gestión de eventos públicos (Chanchi et al., 2020).

**Integración con Infraestructuras Urbanas:** La tecnología inteligente del sonido puede integrarse con la infraestructura urbana existente, como farolas o postes, para desplegar sensores y sistemas de audio. Esto permite una mayor eficiencia en la monitorización del ruido y la distribución del sonido en áreas urbanas (García et al., 2019).

**Sistemas de Control Automatizado:** En algunos casos, los sistemas de sonido inteligente pueden ser automatizados y adaptativos. Pueden ajustar automáticamente el volumen y la dirección del sonido en función de los niveles de ruido ambiental y la actividad en el entorno (Viloria et al., 2016).

**Recopilación y Análisis de Datos:** La tecnología inteligente del sonido también permite la recopilación de datos a largo plazo sobre los niveles de ruido en una zona específica. Estos datos pueden ser analizados para identificar tendencias, patrones y áreas que requieren intervención (Chanchi et al., 2020).

#### 1.2.6. Sistemas de control de ruido

**Aislamiento Acústico:** El aislamiento acústico implica la incorporación de materiales y técnicas de diseño que reducen la transmisión de sonido entre espacios. Esto se logra mediante la utilización de materiales absorbentes de sonido en paredes, techos y pisos, así como la construcción de estructuras con capas aislantes. El aislamiento acústico es común en edificios residenciales, oficinas y hoteles para prevenir la transferencia de ruido entre habitaciones o apartamentos (Tisné, 2022).

**Absorción de Sonido:** Los materiales absorbentes de sonido, como paneles acústicos y revestimientos especiales, se utilizan para reducir la reflexión del sonido

en un espacio. Estos materiales absorben las ondas sonoras y evitan que reboten, lo que ayuda a minimizar el eco y la reverberación. Son comunes en salas de grabación, auditorios y lugares donde la claridad del sonido es importante (Olvera et al., 2023).

**Barreras Acústicas:** Las barreras acústicas son estructuras físicas diseñadas para bloquear o reducir la propagación del sonido desde una fuente ruidosa hacia un área sensible. Se utilizan comúnmente en carreteras y vías férreas para proteger zonas residenciales cercanas del ruido del tráfico. Estas barreras pueden ser muros, vallas o estructuras más complejas con materiales absorbentes y deflectores (Galiana & Redondo, 2020).

**Pantallas Acústicas:** Las pantallas acústicas son dispositivos que se colocan entre la fuente de ruido y la zona afectada para bloquear, absorber o difractar el sonido. Son especialmente útiles en lugares donde la barrera tradicional no es factible o estéticamente deseable. Se usan en áreas urbanas y espacios al aire libre (Castiñeira et al., 2017).

**Ventanas y Puertas con Aislamiento Acústico:** Las ventanas y puertas con aislamiento acústico están diseñadas para reducir la transmisión del sonido desde el exterior hacia el interior y viceversa. Estas soluciones incluyen vidrios laminados, doble acristalamiento y sellados herméticos para minimizar la entrada de ruido indeseado (Licciardo, 2021).

**Diseño de Espacios:** El diseño arquitectónico y de interiores también puede contribuir al control del ruido. La disposición de los espacios, la ubicación de paredes y la selección de materiales pueden ayudar a minimizar la transmisión del sonido y la reverberación. Por ejemplo, la disposición estratégica de obstáculos puede interrumpir las trayectorias del sonido y reducir su propagación (Galiana & Redondo, 2020).

**Tecnologías de Cancelación de Ruido:** Estas tecnologías utilizan sistemas electrónicos para generar ondas de sonido que son inversas a las ondas del ruido no deseado, cancelándolo parcial o totalmente. Estos sistemas son efectivos en espacios

controlados y se utilizan a menudo en auriculares con cancelación de ruido y salas de control de sonido (Correa, 2020).

**Normativas y Regulaciones:** Las normativas y regulaciones locales, nacionales e internacionales establecen límites de ruido y especificaciones de control acústico en diferentes entornos, como residencial, comercial e industrial. Los sistemas de control de ruido deben cumplir con estas regulaciones para garantizar un entorno adecuado (Arce & Gómez, 2017).

**Monitoreo y Mantenimiento:** Los sistemas de control de ruido a menudo incluyen monitoreo constante de los niveles de sonido y su eficacia. Se requiere un mantenimiento regular para garantizar que los materiales y equipos estén en buenas condiciones y funcionando como se espera (Carrasco et al., 2021).

### 1.2.7. Tecnologías emergentes y tendencias futuras

**Internet de las Cosas (IoT) y Sensores Inteligentes:** La integración de sensores inteligentes en áreas urbanas y edificios permitirá un monitoreo continuo y en tiempo real de los niveles de ruido. Estos sensores pueden estar interconectados a través del IoT para proporcionar datos precisos y ayudar en la toma de decisiones para la gestión del ruido (Chanchi et al., 2020).

**Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático:** La IA y el aprendizaje automático pueden procesar grandes cantidades de datos acústicos para identificar patrones y tendencias. Esto permitirá la detección temprana de problemas de ruido, la optimización de soluciones y la adaptación automática a condiciones cambiantes (Díaz, 2021).

**Modelado Acústico Avanzado:** Los avances en simulación y modelado acústico permitirán a los urbanistas y diseñadores prever cómo afectará el ruido en un área específica antes de construir. Esto facilitará la planificación de entornos acústicos más agradables y funcionales (Celis et al., 2017).

**Tecnologías de Cancelación de Ruido Adaptativo:** Las futuras tecnologías de cancelación de ruido serán más eficientes y adaptables. Podrán ajustarse automáticamente según las condiciones acústicas cambiantes y personalizarse para adaptarse a las preferencias del usuario (Correa, 2020).

**Superficies Inteligentes de Absorción Acústica:** Se están investigando materiales con propiedades de absorción acústica ajustables. Estos materiales pueden cambiar su capacidad de absorción de sonido según las necesidades, lo que permitirá adaptar los espacios a diferentes usos y situaciones (García et al., 2019).

**Realidad Virtual y Aumentada para Diseño Acústico:** Las tecnologías de realidad virtual y aumentada podrán simular cómo sonará un espacio antes de ser construido. Esto facilitará el diseño y la planificación acústica de edificios y áreas urbanas (García et al., 2019).

**Comunidades Acústicas en Línea:** Plataformas en línea y aplicaciones móviles podrían permitir a los ciudadanos informar y monitorear el ruido en tiempo real. Esto puede aumentar la participación ciudadana en la gestión del ruido y generar datos más amplios y precisos (Chanchi et al., 2020).

**Diseño Bioinspirado:** La naturaleza ofrece soluciones para el control del ruido, como la forma en que los murciélagos evitan la ecolocación. Inspirarse en la biología podría llevar a innovaciones en el diseño de barreras acústicas y materiales absorbentes (Marín et al., 2022).

**Vehículos y Equipos Más Silenciosos:** La industria automotriz y la de equipos de construcción están trabajando para reducir el ruido generado por vehículos y maquinaria. Esto mejorará la calidad del entorno urbano y disminuirá la contaminación acústica (Camarena & Vásquez, 2018).

**Normativas y Regulaciones más Estrictas:** Se espera que las regulaciones sobre contaminación acústica se vuelvan más rigurosas, lo que impulsará la adopción de tecnologías de control de ruido más avanzadas y efectivas (Arce & Gómez, 2017).

### **1.3. Hipótesis**

#### **Hipótesis General**

- Se espera que el sistema de medición de ruido a bajo costo y fácilmente replicable tenga un impacto positivo en la evaluación y control de la contaminación acústica generada por el tráfico vehicular y otras fuentes en la avenida Participación.

#### **Hipótesis Especificas**

- Existe una relación significativa entre la intensidad del tráfico vehicular y los niveles de ruido ambiental en diferentes áreas de la avenida Participación, siendo esta vía con mayor pendiente las que presentan mayores niveles de contaminación acústica.
- La exposición prolongada a altos niveles de ruido ambiental tiene efectos negativos en la salud física, psicológica y fisiológica de la población de Iquitos, afectando su calidad de vida y bienestar general.
- La percepción de la población respecto a la contaminación acústica en Iquitos es alta, y la mayoría de los ciudadanos consideran que es un problema que requiere atención y medidas de control por parte de las autoridades.
- El sistema de medición de ruido desarrollado a bajo costo será una herramienta efectiva y confiable para monitorear la contaminación acústica en la ciudad, proporcionando datos precisos y actualizados que contribuyan a la toma de decisiones informadas en materia de gestión ambiental.

### **1.4. Objetivos**

#### **Objetivo General**

- Evaluar el impacto de la contaminación acústica generada por el tráfico vehicular, entre otras fuentes y cómo puede contribuir un sistema de medición de ruido a bajo costo y fácilmente replicable para monitorear y controlar de manera efectiva la contaminación acústica en la avenida Participación.

### **Objetivos específicos**

- Determinar los niveles de ruido ambiental en diferentes puntos estratégicos de la avenida participación.
- Evaluar el impacto del ruido ambiental en la calidad de vida y la salud de los habitantes de Iquitos, identificando posibles efectos físicos, psicológicos y fisiológicos asociados.
- Analizar la percepción de la población respecto a la contaminación acústica, mediante encuestas y entrevistas, para comprender su nivel de conciencia y preocupación al respecto.
- Diseñar y construir un sistema de medición de ruido a bajo costo y fácilmente replicable, que permita obtener datos precisos y continuos sobre la contaminación acústica en la ciudad.

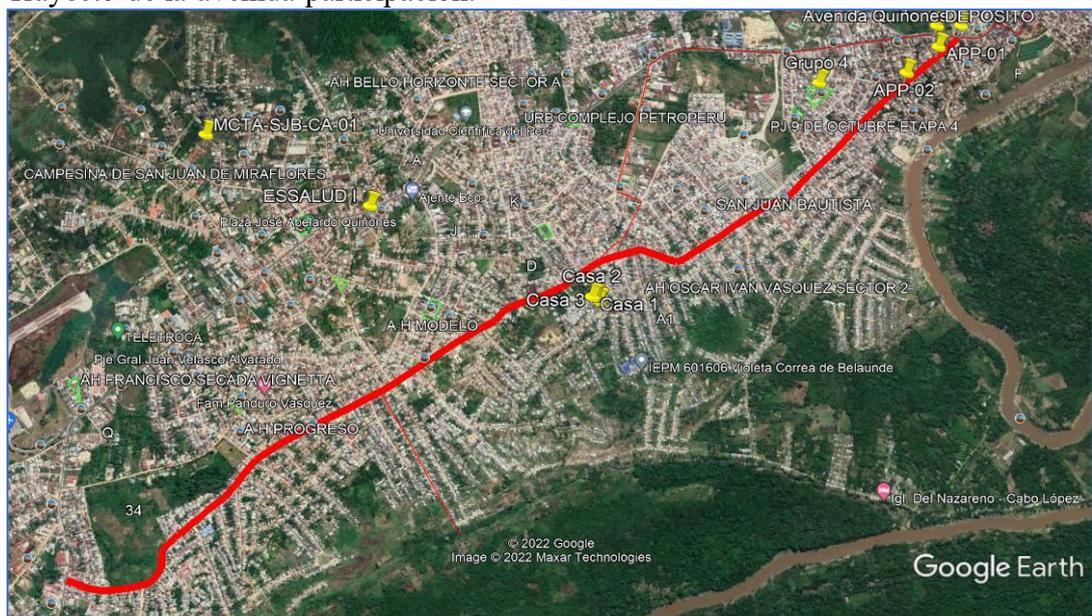
## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Material contaminación acústica.

#### 2.1.1. Área geográfica

La avenida participación se ubica entre los distritos de Belén y San Juan Bautista, en la provincia de Maynas, en Loreto, es una importante vía alterna para la avenida José Abelardo Quiñones, cuya longitud es de aproximadamente 3.5 km que inicia en la intersección de la avenida José Abelardo Quiñones y termina en el primer kilómetro de la Carretera Iquitos - Nauta.

Figura 1  
Trayecto de la avenida participación.



Nota: en el mapa se observa un trayecto de color rojo que representa toda la avenida participación.  
Fuente: Google Heart

#### 2.1.2. Población

La población de estudio en esta investigación serían los residentes de la avenida Participación del distrito de Belén y San Juan Bautista, así como cualquier persona que frecuente o trabaje en esa área y que pueda verse afectada por la contaminación acústica y beneficiada por el smart sound implementada.

### 2.1.3. Muestra

La muestra para la contaminación sonora fue calculada de acuerdo a la ecuación 1, que consiste en un total de 135 muestra, distribuida en tres horarios.

$$n = (Z^2 \cdot S^2) / D^2 \dots\dots\dots (1)$$

- n*** = muestra
- Z<sup>2</sup>*** = nivel de confianza
- S<sup>2</sup>*** = varianza
- D<sup>2</sup>*** = precisión

Al mismo tiempo se realizó el cálculo de las personas a ser encuestas dirigida a los vecinos de la avenida Participación del Distrito de Belén y Distrito de San Juan Bautista, siendo un total de 370.

No obstante, en la siguiente Tabla N° 1 se muestra las estaciones de monitoreo georreferenciados con el GPS Garmin, lendar.

Tabla 1.  
Estaciones de monitoreo de ruido en la Avenida Participación

Estación	Coordenada X	Coordenada Y	Altura
AP-B-01	693510	9583635	99
AP-B-02	693357	9583534	96
AP-B-03	693255	9583441	96
AP-B-04	693199	9583396	98
AP-B-05	693096	9583302	106
AP-B-06	693038	9583240	112
AP-B-07	692957	9583148	110
AP-B-08	692882	9583081	111
AP-B-09	692803	9582998	105
AP-B-10	692724	9582922	106
AP-B-11	692661	9582865	102
AP-B-12	692603	9582799	97
AP-B-13	692521	9582718	98
AP-B-14	692374	9582642	96
AP-B-15	692326	9582598	95
AP-B-16	692242	9582559	94
AP-B-17	692153	9582493	96

AP-B-18	692066	9582420	97
AP-B-19	692017	9582396	94
AP-B-20	691895	9582353	100
AP-B-21	691770	9582409	104
AP-B-22	691626	9582388	97
AP-B-23	691501	9582340	107
AP-B-24	691428	9582269	106
AP-B-25	691325	9582210	103
AP-B-26	691234	9582172	97
AP-B-27	691087	9582105	104
AP-B-28	691018	9582069	108
AP-B-29	690961	9582011	109
AP-B-30	690793	9581909	108
AP-B-31	690626	9581788	102
AP-B-32	690449	9581679	99
AP-B-33	690348	9581618	97
AP-B-34	690230	9581543	97
AP-B-35	690130	9581492	97
AP-B-36	689975	9581412	106
AP-B-37	689770	9581282	108
AP-B-38	689683	9581155	108
AP-B-39	689579	9581051	106
AP-B-40	689369	9580862	102
AP-B-41	689329	9580723	110
AP-B-42	689265	9580645	112
AP-B-43	689112	9580628	109
AP-B-44	688963	9580642	100
AP-B-45	688865	9580662	106

Nota: Las coordenadas de ubicación en todo el trayecto de la avenida participación.  
Fuente: Elaboración propia

#### **2.1.4. Unidad de análisis**

La unidad de análisis de la investigación son los vecinos que viven, transitan, laboran en todo el trayecto de la avenida Participación del distrito de Belén y San Juan Bautista.

#### **2.1.5. Tipo de muestreo**

El muestreo a utilizar es el muestreo aleatorio simple: En este enfoque, seleccionas aleatoriamente un número determinado de individuos, comercios o lugares de la población de estudio para formar tu muestra. Es importante que cada elemento de la

población tenga la misma probabilidad de ser seleccionado. Este método puede proporcionar una representación imparcial de la población.

#### **2.1.6. Técnica e instrumento de recolección de datos**

##### **Técnica**

La técnica utilizada es la observación directa y la encuesta

##### **Instrumentos**

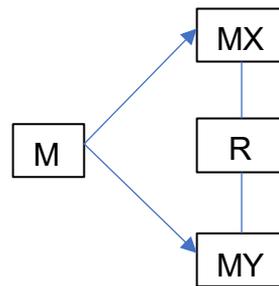
En primer lugar, se utilizó el sonómetro de clase 1 que a continuación se describe sus características: instrumento de medición fue el sonómetro, cuya marca Cirrus, modelo CR:171B, rango de medición de 20 a 140 dB, precisión 0.1 dB, clase 1, número de serie G071565, micrófono MK224, serie del micrófono 606076B, modelo de preamplificador MV:200, serie de preamplificador 4911F, fecha de calibración 24-10-2021.

Para evaluar la percepción se realizó las encuestas con escala de liker, con el fin de conocer la contaminación sonora producida por el ruido ambiental.

#### **2.1.7. Tipo de estudio**

Se optó por un enfoque cuantitativo para este estudio, con un diseño no experimental de tipo transversal y un alcance correlacional. La población considerada abarca a todos los residentes y transeúntes que realizan actividades antropogénicas en la avenida. Para la recopilación de datos, se llevó a cabo un monitoreo en 45 cuadras con alto tráfico vehicular y diversas actividades comerciales y domésticas. Adicionalmente, se administró una encuesta para indagar en la percepción que los habitantes tienen respecto a este agente ambiental.

Diseño de la investigación utilizado:



## 2.2. Material Smart Sound

### 2.2.1. Población

El Smart Sound tiene como población al conjunto de componentes electrónicos, siendo El Smart Sound es un innovador prototipo que integra un sensor de sonido de alta precisión para medir de manera efectiva el nivel de ruido ambiental. Este dispositivo cuenta con una placa procesadora Arduino Uno, que proporciona un procesamiento eficiente de los datos recopilados. La información obtenida se presenta de manera clara y accesible a través de una pantalla de cristal tipo 2x16, lo que garantiza un sistema de medición de calidad comparable a la clase 1 en términos de precisión y fiabilidad.

### 2.2.2. Muestra

La muestra se encuentra organizado en diferentes componentes estratégicamente ubicados para su funcionamiento óptimo. En la parte frontal, se encuentran los botones pulsadores y el interruptor (switch), permitiendo una interfaz de fácil interacción con el usuario. Además, se dispone una pantalla de cristal para visualizar los datos de manera clara y legible.

En el lateral izquierdo, en la parte inferior, se encuentra la tarjeta SD, la cual actúa como registradora de datos, almacenando la información relevante del sistema. En la parte superior, se ubica el micrófono Electret, encargado de captar el sonido ambiente y proporcionar las señales al sistema de medición.

En el lateral derecho, se encuentra la fuente de alimentación, donde se conectará el cargador para suministrar la energía necesaria al sistema. En la parte posterior, se ha diseñado una estructura de protección para salvaguardar los componentes internos. En el interior, se sostiene la batería, fundamental para la operación autónoma del dispositivo.

Para asegurar la estabilidad del sistema, se han incorporado 4 patitas como base en la parte inferior, garantizando un soporte firme. Por su parte, en la parte superior se encuentra una tapa de fácil acceso, por donde se introduce cualquier elemento necesario para el funcionamiento adecuado del sistema.

### **2.2.3. Tipo de estudio**

Se empleó un enfoque cuantitativo en la metodología, utilizando un diseño no experimental de tipo transversal con un alcance aplicativo. La población considerada abarca a todos los residentes y transeúntes que realizan actividades antropogénicas en la avenida. Para la recopilación de datos, se llevó a cabo en la comparación de Smart Sound con un equipo profesional las cuales se utilizó para determinar la contaminación acústica en todo el trayecto de esta vía.

## **2.3. Método**

### **2.3.1. Procedimiento para contaminación acústica**

#### **Cálculo de la muestra**

Se eligieron las intersecciones de la avenida Participación más concurridas llegando a determinar un total de 45, luego se calculó el total de muestras considerando tres horarios mañana (07:00 – 09:00 horas), medio día (12:00 – 14:00 horas), tarde (17:00 – 19:00 horas), para ello se aplicó la fórmula de la ecuación 1 y se ha obtenido un total de 135 muestras divididas en los tres horarios.

## **Para medición del ruido ambiental**

Coloque el micrófono en un soporte a una altura de 1,2 m a 1,5 m desde la calzada del piso, idealmente apuntando el micrófono hacia la fuente de sonido o la ubicación de interés. Encienda el medidor de nivel de sonido y configúrelo en la frecuencia A; la ponderación temporal dependerá de si el ruido cambia con frecuencia en 6 dB o más, en cuyo caso la ponderación temporal será rápida o "rápida" (F); de lo contrario, las ponderaciones aplicadas serán lentas o "lentas" (C). (N.T.P. ISO 1996-2: 2008).

Si el ruido es permanente u oscilante en el tiempo, luego se proyecta en el sonómetro la medición de los niveles de presión sonora: este nivel, por norma debe ser continua equivalente con ponderación A (LAeq), también, el nivel máximo con ponderación A (LAMáx), luego activar el sonómetro para que inicie las mediciones un minuto después de que el operador se haya retirado del equipo. Al moverse del lugar no se interfiera en ningún momento entre la fuente sonora y el micrófono. Procure permanecer a distancias mayores a 0,5m detrás y 0,5m al costado del micrófono. La programación del sonómetro debe incluir el tiempo elegido de muestreo, para evitar que, al tratar de apagarlo, el especialista interfiera con la medición. Si es posible, el sonómetro será programado para registrar y almacenar datos como la fecha, hora, período de muestreo y los valores obtenidos de cada uno de los parámetros.

Para comparar los datos se utilizó un sonómetro profesional marca CRIFFER, Clase 1 OCTAVA PLUS + CR2 Plus.

## **Para la correlación**

Se realizó una encuesta donde se recolectó datos socio demográfico como género, edad, nivel de educación tiempo de vivencia y se trabajó tres dimensiones, la primera fue a las fuentes molestias con un total de 5 ítems, la segunda dimensión fue ambiente de muestreo, con un total de 7 ítems y la tercera dimensión fue respecto a efecto de ruido con un total de 14 ítems, haciendo un total de 26 ítems, luego se correlacionó con la metodología de Spearman por tener un P valor menor al 0.05.

En esa línea, se aplicó la encuesta a los pobladores que habitan en la avenida participación de jóvenes voluntarios de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, específicamente de la Facultad de Ingeniería Química.

### **2.3.2. Procedimiento para el Smart Sound**

El presente equipo fue diseñado sobre una base de ácido poliláctico con una impresión en 3D, donde se encuentran los componentes de electrónica en la estructura principal, parte frontal sobresalen los pulsadores, la pantalla LCD, el interruptor de alimentación y el micrófono. Además, se tienen 2 puertos, una para la tarjeta SD que almacena información y el segundo puerto para conectar la carga que alimenta la electrónica interior.

Para este desarrollo se consideran tres fases:

#### **Circuito micrófono**

La placa del circuito del sensor está compuesta por tres componentes principales. En primer lugar, encontramos el bloque del sensor ubicado en la parte frontal del módulo, que consiste en un micrófono capacitivo con una sensibilidad que abarca desde 50Hz hasta 15KHz. Sin embargo, se ha aplicado un filtro pasa alto a 15.92Hz para optimizar su rendimiento en frecuencias cercanas a 1KHz. Este sensor físicamente mide el área y envía una señal analógica al amplificador, el segundo componente.

El amplificador tiene la función de amplificar la señal del sensor de acuerdo con el valor de las resistencias y el potenciómetro, y luego envía esta señal amplificada al terminal de salida analógica del módulo. Finalmente, el tercer componente es un comparador que actúa como un interruptor digital, activando el transistor y el LED cuando la señal cae por debajo de un cierto valor predeterminado. Además, se tiene la posibilidad de controlar la sensibilidad del sistema mediante el ajuste del potenciómetro.

Este diseño de placa del circuito del sensor permite una captura y procesamiento eficiente de las señales acústicas, proporcionando una herramienta efectiva para medir y monitorear los niveles de ruido en diferentes entornos y situaciones. La combinación de estos tres componentes es clave para obtener una medición precisa y confiable del ruido ambiental, lo que facilita la identificación y control de la contaminación acústica en diversas áreas urbanas y entornos industriales

### **Circuito Boost**

En esta etapa, la segunda fase del proyecto se compone de un circuito BOOST que se encarga del procesamiento de la información. En primer lugar, las ondas sonoras ingresan a través del micrófono y son enviadas al microprocesador, donde se convierten en una señal eléctrica. Posteriormente, mediante un algoritmo, esta señal se traduce en valores de decibeles, que son visualizados en una pantalla de cristal de 2x16 caracteres. Además, los datos son registrados en un módulo lector de tarjetas SD, permitiendo almacenar hasta 1000 muestras por visualización.

El sistema cuenta con un convertidor CC-CC o circuito Boost, que cumple la función de controlar el voltaje de salida del convertidor desde una fuente de voltaje específica. Es decir, actúa como un puente para transferir energía entre la fuente y la carga, ambas de corriente continua (Gonzales y Cáceres, 2014).

Adicionalmente, el microcontrolador, un circuito integrado digital programable, juega un papel fundamental al convertir las señales digitales en valores numéricos, que son presentados en una pantalla LED 2x32. Este componente es responsable de transformar las señales eléctricas en la placa de circuito en información visual comprensible para los usuarios. La programación y conexión de la pantalla LCD de Arduino son de vital importancia, ya que este componente resulta muy útil en diversos proyectos. Su ventaja radica en la capacidad de mostrar datos informativos como temperatura, humedad, presión o voltaje de manera clara y sencilla.

Por último, se encuentran los pulsadores, que tienen la responsabilidad de accionar y controlar la programación del microcontrolador. Estos componentes permiten la interacción del usuario con el sistema, facilitando su configuración y uso.

## **Circuito Carga y protección**

La fase de carga y protección del sistema comprende un chasis fabricado con PLA de 3 mm de espesor y una masa de 25 g, con dimensiones de 100 x 75 x 100 mm. En esta fase se integran componentes fundamentales para garantizar el correcto funcionamiento del equipo.

En primer lugar, se incluye un circuito de carga con el módulo TP4056, el cual está diseñado para la carga de baterías de 3.7V y 2500mAh. Este circuito es especialmente adecuado para baterías de litio polímero (LiPo) o litio-ion (Li-ion) de una sola celda. Posee una corriente de carga de 1A, la cual puede ser ajustada mediante la resistencia R3. La carga completa de la batería se establece en 4.2V, asegurando una carga óptima y segura para su posterior uso.

Además, se implementa un circuito elevador de voltaje DC-DC basado en el módulo XL6009, que permite elevar la tensión de 3.7V a 5V con una corriente máxima de salida de 2.5A. Este componente es fundamental para proporcionar la potencia adecuada al sistema y asegurar un suministro de energía estable durante el funcionamiento.

Asimismo, se encuentra integrado el módulo de carga USB de batería de litio, el cual facilita la carga de baterías LiPo/LiOn de una sola celda. Este módulo es compatible con baterías con un voltaje de carga nominal de 3.7V y una carga completa de 4.2V, lo que lo hace perfecto para su uso con baterías Li-Polymer o Li-Po utilizadas en teléfonos inteligentes. La corriente de carga de 1A puede ser ajustada modificando la resistencia R3, brindando flexibilidad en la carga según las necesidades del sistema.

En esta fase también se acopla una tarjeta de interfaz diseñada para acceder a la memoria SD en modo SPI (Interfaz Serial Periférica), lo que facilita la comunicación con el microcontrolador del sistema. Las señales de control están claramente etiquetadas, lo que facilita su integración con la interfaz de comunicación SPI del Arduino u otro microcontrolador utilizado. El regulador de voltaje presente en la tarjeta proporciona salidas de 5V y 3.3V, lo cual es esencial para alimentar distintos

componentes del sistema. Su capacidad de comunicación SPI permite su uso en conjunto con Arduino, otorgando una solución versátil para la gestión de la memoria SD.

### III. RESULTADOS

Los resultados que a continuación se muestran en la tabla N° 2, son referente a las fuentes fija que se generan el ruido ambiental en todo el trayecto de esta importante vía.

**Tabla 2.**

*Fuentes Fijas Identificados en las 45 Cuadras de la Avenida Participación.*

Actividad	Tipo de fuente	Representación	Cantidad
Almacén de productos	Fija	Unidad	4
Garaje de vehículos	Fija	Unidad	2
Institución Educativa	Fija	Unidad	4
Peluquería	Fija	Unidad	9
Pollería	Fija	Unidad	9
Parchadora	Fija	Unidad	11
Restaurante	Fija	Unidad	4
Estaciones de servicios	Fija	Unidad	5
Taller de Soldadura	Fija	Unidad	7
Comida Ambulatoria	Fija	Unidad	8
Renovadora de zapato	Fija	Unidad	4
Servicio de Lavandería	Fija	Unidad	1
Casa de Dios	Fija	Unidad	4
Chifa	Fija	Unidad	2
Juego de Billar	Fija	Unidad	1
Lavadero de vehículos	Fija	Unidad	6
Servicio de Carpintería	Fija	Unidad	3
Servicio de Mecánica	Fija	Unidad	9
Servicio de Bar	Fija	Unidad	5
<b>Total</b>			<b>98</b>

Nota: se aprecia diferentes fuentes de emisión de sonidos en todo el trayecto de las 45 cuadras.

Fuente: [Elaboración propia](#)

Por otra parte, en la presente tabla N° 3, se tiene el resumen de las fuentes móviles (motociclos, motokar, furgoneta, y carros livianos y pesados) que circulan por esta vía.

**Tabla 3***Fuentes móviles Identificados en las 45 Cuadras de la Avenida Participación*

Horario	Moto	Motokar	Carro
Mañana	746	1318	104
Medio día	753	1168	77
Tarde	868	1170	84
Total	789	1219	88

Nota: en esta tabla observamos el numero de la fuente móvil en promedio por hora.

Fuente: [Elaboración propia](#)

Las mediciones nos brindaron información del nivel de ruido ambiental, donde se calcularon los estadísticos descriptivos, considerando los horarios muestreados de la presente investigación. A continuación, se muestra en la tabla N° 4 el resumen del total de casos.

**Tabla N° 4***Resumen del Procesamiento de Casos*

	Casos					
	Válido			Total		
	N			N	Porcentaje	
Mañana	45	100.0%	0	0.0%	45	100.0%
Medio Día	45	100.0%	0	0.0%	45	100.0%
Tarde	45	100.0%	0	0.0%	45	100.0%

Nota: La tabla N° 3, nos muestra el resumen del total de las 135 mediciones

Fuente: [Elaboración propia](#)

En ese sentido, la tabla N° 5 se muestra los descriptivos estadísticos analizados para el horario de la mañana.

**Tabla N° 5***Análisis Descriptivo del Horario Mañana*

Mañana		Estadístico	Error estándar
Media		77.500	0.3280
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	76.839	
	Límite superior	78.161	

Media recortada al 5%	77.439	
Mediana	77.300	
Varianza	4.842	
Desviación estándar	2.2005	
Mínimo	73.1	
Máximo	83.3	
Rango	10.2	
Rango intercuartil	3.0	
Asimetría	0.351	0.354
Curtosis	0.137	0.695

Nota: Se observa que el valor medio para este horario es de 77.500 dB.

Fuente: [Elaboración propia](#)

Por otra parte, siguiendo el análisis de los valores medidos, se muestran en la tabla N° 6, para el horario del medio día.

**Tabla N° 6**  
*Análisis Descriptivo del Horario Medio Día*

Medio Día	Estadístico	Error estándar
Media	77.238	0.2716
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	76.690
	Límite superior	77.785
Media recortada al 5%	77.217	
Mediana	76.800	
Varianza	3.320	
Desviación estándar	1.8221	
Mínimo	73.2	
Máximo	81.9	
Rango	8.7	
Rango intercuartil	2.3	
Asimetría	0.302	0.354
Curtosis	0.349	0.695

Nota: Se observa que el valor medio para este horario medio día que es de 77.238 dB.

Fuente: [Elaboración propia](#)

Asimismo, en el horario de la tarde también se evaluaron los datos que a continuación se presenta con la tabla N° 7.

**Tabla N° 7**  
*Análisis Descriptivo del Horario Tarde*

Tarde	Estadístico	Error estándar
Media	77.669	0.2701
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	77.125
	Límite superior	78.213
Media recortada al 5%	77.572	
Mediana	77.800	
Varianza	3.282	
Desviación estándar	1.8116	
Mínimo	74.8	
Máximo	82.6	
Rango	7.8	
Rango intercuartil	2.5	
Asimetría	0.617	0.354
Curtosis	0.431	0.695

Nota: Se observa que el valor medio para este horario tarde que es de 77.669 dB.

Fuente: [Elaboración propia](#)

Los resultados de la correlación entre el ruido ambiental y la percepción de muestran en la siguiente:

**Tabla N° 8**  
*Correlación entre el ruido ambiental y la percepción.*

<b>CORRELACIONES</b>			
		RUIDO	PERCEPCIÓN
RUIDO	Correlación de Pearson	1	,423**
	Sig.(bilateral)		,000
	N	370	370
PERCEPCIÓN	Correlación de Pearson	,423**	1
	Sig.(bilateral)	,000	
	N	370	370

\*\*La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral)

Nota: La correlación es del 43.2%, corresponde a una correlación moderada (Lalinde et al, 2018)

Fuente: [Elaboración propia](#)

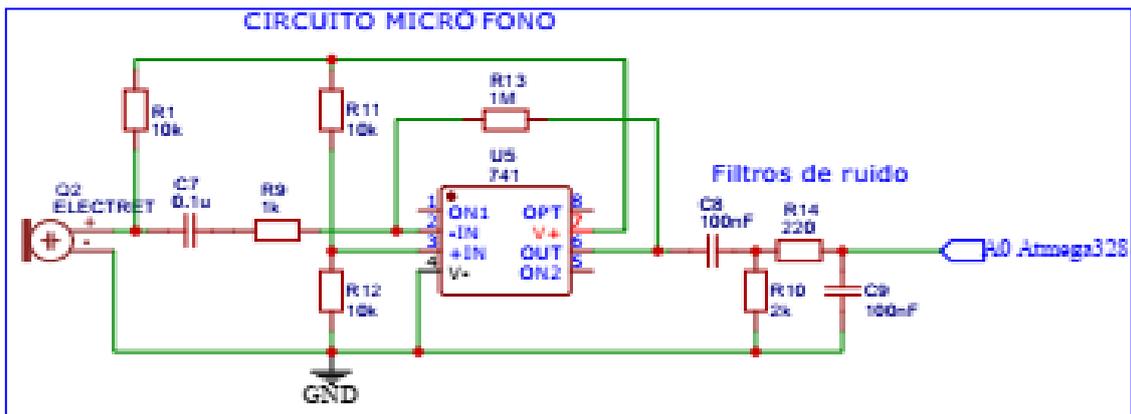
Los resultados obtenidos para el Smart Sound se muestran de la siguiente manera:

## Diseño y Construcción

Encontramos como primera parte el diseño del circuito micrófono como se aprecia en la figura N° 2, que nos permite la amplificación de las de las señales eléctricas.

Figura 2.

Circuito Micrófono del Smart Sound

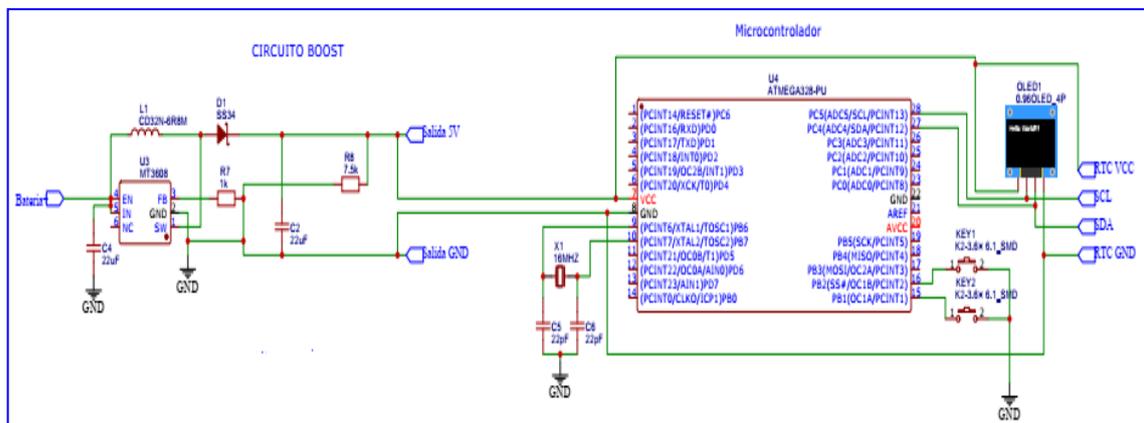


Nota: Se observa, el micrófono, resistencias, capacitor y transistor

Por otra parte, una vez convertida la señal de analógica a digital es enviada al sistema del circuito Boots, como se aprecia en la figura 3, en esta se procesa la señal eléctrica en señales digitales para ser visualizada en la pantalla led.

Figura 3.

Circuito BOOST del Smart Sound

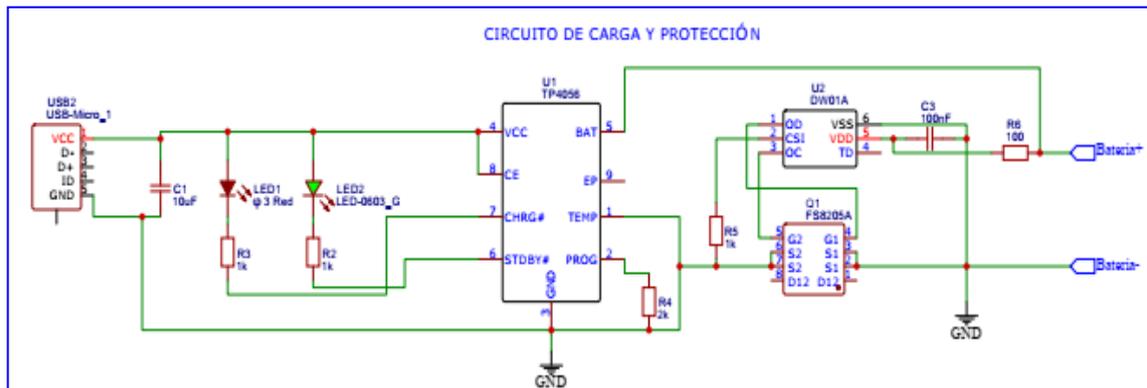


Nota: Se aprecia el microprocesador, pulsadores, pantalla led, transistores, capacitor y resistencias

Sin embargo, se necesita el aseguramiento de toda la información obtenida para ello se diseñó el sistema de carga y protección, como se aprecia en la figura 4, la finalidad es contar con la autonomía ante la falta de suministro de energía eléctrica, siendo esta autonomía 24 horas sin interrupción.

**Figura 4.**

*Carga y protección del Smart Sound*

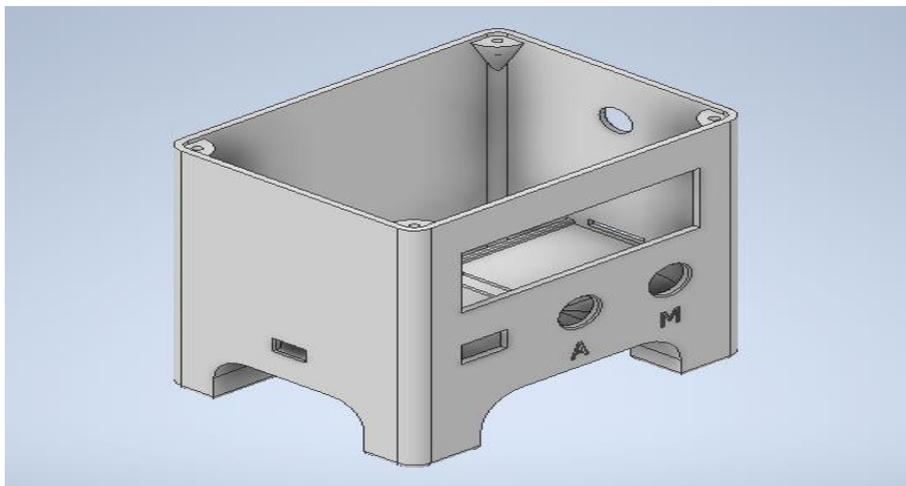


Nota: Se aprecia la conversión de los 220 voltios a 3.7 v mediante un acumulador y la alimentación de corriente al sistema de almacenamiento de datos.

Asimismo, se diseñó el prototipo de carcasa que recubrirá a todos los componentes, se tiene previsto la construcción en la base del ácido poliláctico, por su dureza y su fácil manejo durante la impresión, como se puede apreciar en la figura 5, diseño soportado por el programa de imágenes en 3D.

**Figura 5.**

*Estructura del equipo.*



Nota: Diseño rectangular donde se aprecia espacio de los pulsadores, swich y sistema de alimentación

Se realizó la construcción mediante una impresora 3D, la cual no dio como producto terminado la siguiente figura 6.

**Figura 6.**

*Construcción del prototipo de medición de ruido*



Nota: Diseño rectangular e impreso que cuenta con una tapa de protección en la zona superior

El procesamiento de toda la información se genera en el microprocesador, porque recibe las señales eléctricas para convertir en señales digitales como se aprecia en la figura 7, pantalla de led de 2x16, se visualiza un mensaje de la intensidad del sonido.

**Figura 7.**

*Visualización en la pantalla Led*



Nota: Pantalla de 2x16 donde se visualiza los valores en el instante.

Para el almacenamiento de todos los datos, nuestro sistema cuenta con un módulo SD ubicado en la parte lateral derecha de nuestro prototipo.

**Figura 8.**

*Memoria SD para el almacenamiento de datos*



Nota: La memoria sirve como soporte para el almacenamiento de la data.

Finalmente, cuenta con el periférico de alimento y suministro de energía que distribuye la corriente eléctrica por todos los sistemas.

**Figura 9.**

*Periférico de alimentación de energía eléctrica.*



Nota: La conexión de carga tiene un ingreso de un cargador universal o conector V8

## Mediciones de ruido Ambiental

Para las mediciones Ambientales se realizó la prueba de operatividad del prototipo construido y se realizó la comparación un sonómetro profesional de clase 1 de marca Criffer Octava Plus, como se puede apreciar en la siguiente tabla N° 8.

**Tabla N° 8.**

*Resultados de 5 mediciones comparativas*

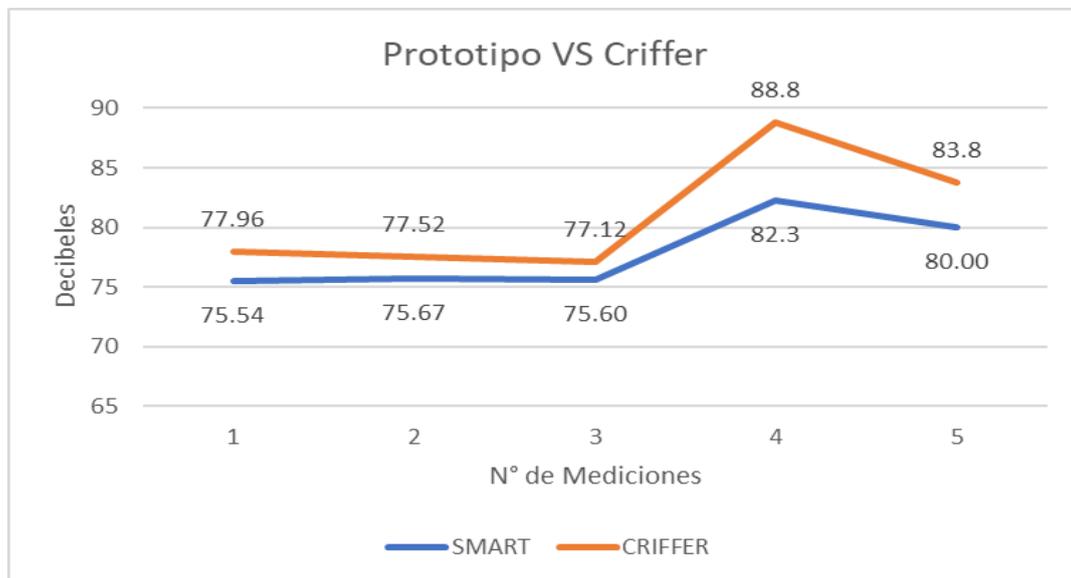
N°	Parámetro	Prototipo	Criffer	Diferencia
1	LAeqT	75.54	77.96	2.48
2	LAeqT	75.67	77.52	1.85
3	LAeqT	75.60	77.12	1.52
4	LAeqT	82.30	88.80	6.5
5	LAeqT	80.00	83.8	3.8
Promedios		77.82	81.04	3.218

Nota: Se aprecia una diferencia de 3.218 dB

Simultáneamente se realizó la gráfica de los resultados obtenidos en el programa Excel las cuales muestran que existe una dispersión entre nuestro prototipo y el sonómetro clase 1 Criffer Octava Plus como se aprecia en la siguiente figura 9.

**Figura 10.**

*Resultados de las cinco mediciones de comparación*



Nota: Se aprecia que entre el primer valor y el ultimo valor del Criffer existe mucha pendiente, en cambio en el prototipo es menor.

Por otra parte, se realizó el cálculo de la desviación estándar para el prototipo se ha obtenido 3.145, en cambio para el sonómetro Criffer Octava Plus obtenemos 5.125, la cual nos refleja mayor lejanía de la media.

#### IV. DISCUSIÓN

En comparación con los valores encontrados por Hernández et al. (2021) que registraron un valor de 70.58 dB(A), nuestros resultados muestran que el valor medio en los tres horarios (mañana, medio día, tarde) se encuentra por encima de este valor, superándolo en un 9.8% para el horario de la mañana, un 9.43% para el medio día y un 10.04% para el horario de la tarde.

En relación a la investigación de Peralta, Narváez & Gonzales (2016), que arrojó un resultado de 73.5 dB(A), nuestros valores son superiores en un 5.44% en el horario de la mañana, un 5.08% en el horario del medio día y un 5.67% en el horario de la tarde.

En el estudio realizado por Lira, Alfaro & Villanueva (2020), se determinó un valor de  $79.32 \pm 2.07$  dB(A). En comparación con nuestros resultados, se observa que nos supera en un 2.34% en el horario de la mañana, un 2.69% en el horario del medio día y un 2.12% en el horario de la tarde.

En relación al sistema del micrófono, Mejía (2017) señala que su nodo calibrado presenta una diferencia en las mediciones que varía entre 0.5 dB y 3.5 dB. Por lo tanto, resulta necesario buscar una forma de ajustar dichos valores para lograr obtener una mayor precisión en los resultados.

Los prototipos de bajo costo son aquellos que hacen uso de software libre y módulos. Guambuete y Soledispa (2021) sostienen que estos prototipos exhiben una alta eficiencia en la recolección de datos y la medición de la contaminación, gracias al empleo de sensores y placas Arduino.

Por otro lado, Peña et al. (2020) destacan que el monitoreo y análisis del nivel de ruido mediante sistemas IoT representa una solución de bajo costo que puede aprovechar algoritmos de aprendizaje supervisados y no supervisados para el monitoreo, almacenamiento y análisis de datos.

Además, Vilorio et al. (2016) señalan que, al utilizar un sistema inalámbrico de medición de ruido de bajo costo, se observa que el valor máximo de error es del 5.8%, lo cual es adecuado

para la mayoría de las mediciones de ruido ambiental. Sin embargo, se identificó una excepción en la frecuencia de 5KHz, por lo que sugieren realizar un reajuste en el sistema para obtener datos con una menor cantidad de errores.

Por otro lado, Bodoira et al. (2018) señalan que los sistemas de monitoreo de ruido de manera autónoma y remota obtienen datos con similitudes a los de un sonómetro profesional de clase 2. No obstante, se han identificado algunas discrepancias en la frecuencia de 250 Hz, las cuales pueden ser compensadas para mejorar la calidad de los datos obtenidos.

En última instancia, nuestro prototipo arrojó resultados con una diferencia de 0.5 dB en las frecuencias bajas y 0.7 dB en las frecuencias medias. Sin embargo, se observó una distorsión significativa de más de 5 dB en las frecuencias altas, especialmente por encima de los 3 KHz. Estos hallazgos concuerdan con los resultados obtenidos por Mejía en 2017.

## V. CONCLUSIONES

Se concluye que, el presente estudio sobre el ruido ambiental en la avenida Participación, realizado mediante un sonómetro de clase 1 de la Marca Cirrus, arrojó resultados significativos. Durante el horario de la mañana (07:00 – 09:00 horas), se determinó un nivel medio de ruido de 77.500 dB(A). En el horario del medio día (12:00 – 14:00 horas), se obtuvo un nivel de ruido promedio de 77.238 dB(A), y en el horario de la tarde (17:00 – 19:00 horas), el nivel de ruido medio alcanzó los 77.669 dB(A).

En este contexto, para evaluar la contaminación sonora, se llevó a cabo una encuesta que abarcó aspectos relacionados con la dimensión del ruido y la percepción del mismo. Los resultados obtenidos revelaron una correlación moderada entre ambas variables, reflejada numéricamente por un valor del 43.2% en el coeficiente de correlación de Pearson.

Estos hallazgos sugieren que existe una relación significativa entre la dimensión del ruido presente en el entorno y cómo es percibido por las personas encuestadas. Aunque la correlación es moderada, demuestra que la percepción del ruido está influenciada en cierta medida por el nivel de ruido medido en el lugar de estudio.

Es fundamental tener en cuenta que las percepciones subjetivas de las personas pueden variar según factores individuales, como la sensibilidad auditiva, el contexto social y la experiencia personal. Sin embargo, el hecho de que exista una correlación moderada sugiere que el ruido ambiental puede tener un impacto en cómo las personas lo perciben y experimentan.

Se logró con éxito el diseño de un sistema de medición mediante la plataforma EasyEDA. Esta herramienta resultó fundamental para ensamblar de manera óptima todos los componentes y simular el funcionamiento de cada uno de ellos, asegurándonos de obtener la información requerida de manera precisa y confiable.

La utilización de EasyEDA nos permitió trabajar de manera eficiente y evitar posibles falsos contactos entre los componentes del diseño, lo cual es crucial para asegurar la integridad y precisión del sistema de medición. La simulación previa del funcionamiento de los componentes nos brindó la confianza necesaria en el diseño antes de su implementación práctica.

Se ha logrado exitosamente construir un sistema de medición de bajo costo, empleando módulos de alta calidad y rendimiento. Estos componentes han demostrado una excelente capacidad para soportar variaciones en las tensiones durante su funcionamiento, lo que ha permitido que el sistema tenga una impresionante autonomía de 24 horas sin necesidad de estar conectado a una fuente de energía externa.

Por otra parte, la programación del sistema ha sido un factor clave en el proceso, ya que, mediante el lenguaje de programación utilizado, se ha desarrollado una fórmula eficiente y precisa capaz de convertir las señales eléctricas captadas por el sistema en lecturas de decibeles.

Finalmente, los resultados obtenidos revelan que la media de los datos es de 3.218. No obstante, al analizar la desviación estándar, se observa que esta se encuentra cercana a la media, indicando que los valores son más estables en el caso de nuestro prototipo. Sin embargo, es importante señalar que se requiere un ajuste en el sistema de preamplificación para mejorar aún más la precisión de las mediciones.

## VI. RECOMENDACIONES Y/O PROPUESTRAS

### Recomendaciones

- En futuros estudios, se recomienda ampliar la investigación a otras zonas de la ciudad y evaluar la influencia de diferentes fuentes de ruido, como el tráfico vehicular, actividades industriales y comerciales, entre otras.
- Implementar estrategias de control y mitigación, basadas en los hallazgos de este estudio, puede contribuir significativamente a crear un ambiente más favorable para la comunidad y preservar la salud auditiva de los ciudadanos.
- Integre un sistema de alerta temprana que notifique a los residentes y autoridades locales cuando los niveles de ruido superen umbrales establecidos.
- Desarrollar un sistema de monitoreo acústico inteligente ("Smart Sound") que utilice tecnologías IoT y sensores de alta sensibilidad para medir en tiempo real los niveles de ruido.

### Propuestas

- Con esta solución tecnológica avanzada, se busca ofrecer una herramienta confiable y efectiva para el monitoreo y control de la contaminación acústica, contribuyendo así a mejorar la calidad del entorno sonoro en diversas áreas urbanas.
- La implementación de esta tecnología de bajo costo permitirá estimar los niveles de ruido de manera efectiva, lo que a su vez reducirá la necesidad de personal para la recolección de muestras y disminuirá los costos asociados. En otras palabras, esta solución representa una opción más accesible y rápida para obtener un prototipo en comparación con la contratación de un profesional, lo que facilitará su adopción y utilización por parte de diferentes usuarios interesados en el monitoreo y control de la contaminación acústica.

- Llevar a cabo campañas educativas y de sensibilización dirigidas a los residentes, empresas y trabajadores de la zona, enfatizando los efectos negativos de la contaminación acústica en la salud y el bienestar.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ajrota, V. C. H. (2022). Niveles de ruido en diferentes puntos críticos de la ciudad de Bagua. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v3i1.71>
- Aldana, A. M. R., Torres, S. de J. F., Sariol, V. P., Sánchez, S. M., & Núñez, L. M. O. (2020). Estrategia de Intervención Comunitaria para potenciar conocimientos acerca de la contaminación acústica. Campechuela. *MULTIMED*, 24(1), Article 1. <https://revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/1501>
- Alfie Cohen, M., Salinas Castillo, O., Alfie Cohen, M., & Salinas Castillo, O. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. *Estudios demográficos y urbanos*, 32(1), 65-96.
- Alvarez, A. F. (2021). EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR RUIDO EN LA PARROQUIA SANTA LUCÍA DEL MUNICIPIO MARACAIBO-VENEZUELA. *AULA VIRTUAL*, 2(05), Article 05.
- Amable Álvarez, I., Méndez Martínez, J., Delgado Pérez, L., Acebo Figueroa, F., de Armas Mestre, J., & Rivero Llop, M. L. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640-649.
- Arango Cuartas, S., Lopez Valencia, A., Arango Cuartas, S., & Lopez Valencia, A. (2021). Diseño Urbano Participativo del Espacio Público. Una herramienta de apropiación social. *Bitácora Urbano Territorial*, 31(3), 13-26. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v31n3.86798>
- Arce Ruiz, R. M., & Gómez Sánchez, A. (2017). Medidas de mitigación en las carreteras españolas. Control del ruido y objetivos de calidad. *Ideas CONCYTEG*, 12(154), Article 154.

- Bayón, J. M. (2021). *Construcción de mapa de ambientes y planificación del uso de los suelos del Establecimiento "El Jagüel" (Villalonga, Partido de Patagones, Bs.As.)*.  
<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5559>
- Camarena Nomberto, E. A., & Vasquez Oblitas, M. (2018). Prototipo de seguridad silenciosa para reducir la contaminación sonora generada por alarmas vehiculares en el estacionamiento de la empresa Microembebidos 2017-2018. *Repositorio Institucional*. <http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/20.500.13067/990>
- Carrasco-Pilco, L. F., Burgos-Cevallos, V. E., Naranjo-Basantes, F. R., & Posso-Rivera, N. (2021). Generación de ondas sonoras en una guitarra eléctrica y relación con el nivel de ganancia y la intensidad. *Domino de las Ciencias*, 7(6), Article 6.  
<https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2341>
- Castiñeira-Ibáñez, S., Uris, A., Candelas, P., & Rubio, C. (2017). *DISEÑO DE PANTALLAS ACÚSTICAS ABIERTAS FORMADAS POR DISPERSORES RECTANGULARES AISLADOS CON SEPARACIÓN SUBSÓNICA*.
- Celis Núñez, J., Llanos Castro, R., Medina Delgado, B., Sepúlveda Mora, S., Castro Casadiego\*, S., Celis Núñez, J., Llanos Castro, R., Medina Delgado, B., Sepúlveda Mora, S., & Castro Casadiego\*, S. (2017). Modelo Acústico y de Lenguaje del Idioma Español para el dialecto Cucuteño, Orientado al Reconocimiento Automático del Habla. *Ingeniería*, 22(3), 362-376. <https://doi.org/10.14483/23448393.11616>
- Chanchi, G. E., Ospina, M. A., Universidad de Cartagena. Colombia, Saba, M., & Universidad de Cartagena. Colombia. (2020). Sistema IoT para la monitorización y análisis de niveles de ruido. *Espacios*, 41(50), 39-50.  
<https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n50p04>
- Chango Vásquez, C. R. (2018). *Sistema de monitoreo de nivel de ruido ambiental para el Casco Central de la Ciudad de Ambato* [BachelorThesis, Universidad Técnica de

- Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones].  
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/28939>
- Charcape Medina, C. A. E. (2022). Contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la Biota. Revisión sistemática 2022. *Repositorio Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89010>
- Corrales, A. (2017). Contaminación por ruido debido al tráfico vehicular: Un problema diario que va en aumento en la ciudad de Panamá. *Tecnología Hoy; Vol. 4, Núm. 1 (2000): Revista Tecnología HOY; 24-27*.  
<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/607>
- Correa Álvarez, P. J. (2020). *Cancelación de ruido y reverberación para reconocimiento de voz en interacción humano robot*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/173932>
- Cortés Rojas, M. N., & Ocotitla Vivanco, E. (2019). *Diseño urbano arquitectónico de recinto ferial en la junta auxiliar la resurrección , Puebla*.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12371/5010>
- Díaz-Ramírez, J. (2021). Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29(2), 180-181. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052021000200180>
- Duque-Aldaz, J., Benítez, H. P., Aguilar, J. F., & Farías, G. T. (2022). Mitigación de la contaminación por Ruido Ambiental en los alrededores de una Institución de Educación Superior mediante la Implementación de Estrategias en un Plan de Marketing Social. *Investigación, Tecnología e Innovación*, 14(17), Article 17.  
<https://doi.org/10.53591/iti.v14i17.1698>

- Estrella Sánchez, I. (2022). Sistema Web para el monitoreo de la contaminación acústica en el distrito de Tarapoto, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109747>
- Falcón Riva Agüero, R. (2021). Contaminación sonora y efectos psicofisiológicos en las personas expuestas de la ciudad de Pucallpa—2019. *Universidad Nacional de Ucayali*. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4823>
- Galiana N, J., & Redondo P, J. F. (2020). *SOBRE LA MEDICIÓN DEL AISLAMIENTO DE BARRERAS ACÚSTICAS BASADAS EN CRISTALES DE SONIDO*.
- García, J. S., Menacho, S. M., Climent, M. M., & Simó, J. O. (2019). Más allá de la Realidad Virtual. Reconstrucción Acústica Virtual de antiguos teatros del Siglo de Oro. Hacia una vivencia virtual del teatro en los albores de la ultra-realidad. *Diablotexto Digital*, 3(0), Article 0. <https://doi.org/10.7203/diablotexto.3.13446>
- Grijalba-Obando, J. A., & Paül-Carril, V. (2018). La influencia del paisaje sonoro en la calidad del entorno urbano. Un estudio en la ciudad de Popayán (Colombia). *Urbano*, 70-83. <https://doi.org/10.22320/07183607.2018.21.38.06>
- Guambuguete Gómez, M. M., & Soledispa Reyes, J. R. (2021). *Diseño e implementación de una red con sensores inalámbricos (WSN) utilizando protocolos open source basado en tecnología lorawan, para medir la contaminación del aire y los niveles de ruido en las extensiones de la Universidad de Guayaquil*. [Thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/52277>
- Ibarra Sarlat, R. (2019). Contaminación acústica: Problema ambiental que vulnera el derecho humano a una vivienda digna y decorosa en la Ciudad de México. *Dikê: Revista de Investigación en Derecho, Criminología y Consultoría Jurídica*, 26, 173-208.

- Intriago Córdova, V. D. (2017). *El buen vivir y la contaminación acústica* [BachelorThesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Jurisprudencia Ciencias Sociales y Políticas]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/30063>
- Licciardo Mansilla, C. I. (2021). *Estudio del comportamiento acústico de elementos de fachada*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/180033>
- Llorente Alonso, Á. (2019). *Sistema de medida de ruido: Diseño, implementación y prueba en una fuente de alimentación de bajo ruido* [Masters, E.T.S.I y Sistemas de Telecomunicación (UPM)]. <https://oa.upm.es/65680/>
- Lugo Castillo, V. J., & Salvador Cocha, J. D. (2020). Riesgos laborales relacionados a la salud ocupacional en el personal de limpieza pública y jardinería de la municipalidad provincial de Huaraz, 2019. *Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo*. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4447>
- Marín, N., Reyes, E., Wang, K., & Serrano, N. (2022). Diseño bioinspirado en la palma de coco de Panamá para estructuras de absorción de energía. *I+D Tecnológico*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.33412/idt.v18.1.3500>
- Martinez Olivar, F. A. M. (2016). *Educación ambiental para la construcción de una cultura ambiental desde la primera infancia, con niños y niñas del grado primero de primaria*.
- Mejía Saca, D. G. (2018). *Implementación, calibración y evaluación de un sistema de medición de ruido con un sensor de sonido que permita la transmisión inalámbrica de datos* [BachelorThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8569>
- Merlo Bodenhorts, J. C. (2014). *Diseño e implementación de un prototipo de medición acústica remoto* [BachelorThesis, Quito: Universidad de las Américas, 2014]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/2626>

- Morales Stacey, E. T., & Nuñez, S. (dir ). (2023). *Medidas preventivas para la hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de la empresa textilera Creaciones Luigi en la ciudad de Ambato*. [Thesis, Guayaquil: Universidad Del Pacífico].  
<http://uprepositorio.upacifico.edu.ec/handle/123456789/918>
- Morán Prado, E. A. (2017). *Efectos de la contaminación acústica generada por las actividades comerciales del centro comercial Garzocentro 2000* [BachelorThesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil].  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/22616>
- Muñoz, J. I. S., & Merino, M. A. O. (2023). Contaminación acústica y su incidencia en la salud de habitantes de la ciudad de Portoviejo – Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 8(7), Article 7. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i7.5811>
- Noriega Linares, J. E. (2017). *Análisis del campo sonoro y la molestia de la contaminación acústica en ciudades mediante el uso de redes de sensores*. [DoctoralThesis].  
<https://repositorio.ucam.edu/handle/10952/2883>
- Olvera-Martínez, M. de J., Lopez-Lara, T., Hernández-Zaragoza, J. B., & Horta-Rangel, J. M. (2023). Desarrollo de un Panel con Caucho Reciclado para Mejorar la Absorción Acústica. *Ciencia Nicolaita*, 87, Article 87. <https://doi.org/10.35830/cn.vi87.631>
- Otiniano López, M. F. (2018). Sistema de Medición Acústica usando NODEMCU ESP8266 para Determinar el Nivel de Ruido en Av. Víctor Larco cuadra 14 Trujillo 2018. *Universidad César Vallejo*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28240>
- Peña Inga, N. E. (2017). Pistas con alta pendiente en la avenida “la participación”, como factor de incremento de niveles de ruido. Distrito de San Juan. 2016. *Repositorio Institucional - UNAP*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3117288>

- Peña, R. H. A. 1, Chanchí, G. G. E. 1, & Campo, M. W. Y. 2 1 U. de C. (2021). *Sistema IoT para la monitorización de niveles de ruido en zonas aledañas al aeropuerto de Cartagena de Indias*. 257-271.
- Puma Longhi, A. G., & Vargas Rodríguez, F. R. (2021). Evaluación y percepción social del ruido ambiental generado por el tránsito vehicular en las vías terciarias del distrito de El Agustino 2020. *Repositorio Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75291>
- Quiroz Rangel, R. (2018). *Estudio de la Contaminación Acústica en la ciudad de Sueca*.  
<https://riunet.upv.es/handle/10251/106975>
- Román, G. (2018). Evaluación de los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija, Bolivia. *Acta Nova*, 8(3), 421-432.
- Sangurima, A., Medina, M., Guerrero, M.-L., & Orellana, D. (2020). Validación del uso de teléfonos inteligentes para medición de ruido ambiental urbano. *MASKANA*, 11(2), 81-87. <https://doi.org/10.18537/mskn.11.02.08>
- Suárez López, D., Morales Espinosa, R., Cordero Gutierrez, I., & Schreiner de Oliveira, L. (2017). Diseño de una herramienta de medición de ruidos basados en tecnologías Arduino-Raspberry PI. *Producción + Limpia*, 12(1), 81-87.  
<https://doi.org/10.22507/pml.v12n1a8>
- Tello Santacana, P. (2019). *Evaluación experimental de las técnicas de predistorsión utilizadas en altavoces direccionales ultrasónicos*. <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/33725>
- Tisné Niemann, J. (2022). Alternativas de defensa del comprador a propósito del inadecuado aislamiento acústico de viviendas. *Revista de derecho (Coquimbo)*, 29.  
<https://doi.org/10.22199/issn.0718-9753-4038>

- Viamonte Calla, O. V. (2018). Evaluación de la Contaminación acústica Producida por los Aviones en el Aeropuerto de la Ciudad de Juliaca. *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2893667>
- Viloria, G., Niño, J., & Calle, M. (2016). *Red Inalámbrica de Sensores para Monitoreo de Ruido Ambiental*. 3.
- Wen, X., Lu, G., Lv, K., Jin, M., Shi, X., Lu, F., & Zhao, D. (2019). Impacts of traffic noise on roadside secondary schools in a prototype large Chinese city. *Applied Acoustics*, 151, 153-163. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.02.024>
- Zaballos, M. (2020). *RUIDO Y MEDIO NATURAL. ESPECIAL REFERENCIA A LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS*. 18, 79-92.
- Zamorano Gonzáleg, B., Velázquez Narváez, Y., Peña Cárdenas, F., Ruiz Ramos, L., Monreal Aranda, Ó., Parra Sierra, V., Vargas Martínez, J. I., Zamorano Gonzáleg, B., Velázquez Narváez, Y., Peña Cárdenas, F., Ruiz Ramos, L., Monreal Aranda, Ó., Parra Sierra, V., & Vargas Martínez, J. I. (2019). Exposición al ruido por tráfico vehicular y su impacto sobre la calidad del sueño y el rendimiento en habitantes de zonas urbanas. *Estudios demográficos y urbanos*, 34(3), 601-629. <https://doi.org/10.24201/edu.v34i3.1743>

## **ANEXOS**

## **INSTRUMENTO CONTAMINACIÓN SONORA**

Encuesta dirigida a los vecinos de la avenida Participación del Distrito de Belén y Distrito de San Juan Bautista.

### **OBJETIVO**

Recolectar información respecto a la contaminación sonora en la avenida Participación del Distrito de Belén.

### **INDICACIONES**

Con el fin de conocer la contaminación sonora producida por el ruido ambiental, le agradeceremos su colaboración que lea el cuestionario y marque con una X la pregunta que considere pertinente, desde ya le agradecemos de antemano su apoyo en beneficio de la comunidad científica.

### **Datos Socio Demográficos:**

#### **GENERO:**

- a) Masculino
- b) Femenino

#### **EDAD**

- a) 18 a 25
- b) 26 a 32
- c) 33 a 45
- d) 46 a 55
- e) 56 a 64
- f) Mas de 65

#### **NIVEL DE EDUCACIÓN**

- a) Ninguno
- b) Inicial
- c) Primaria
- d) Secundaria
- e) Técnico
- f) Superior

#### **TIEMPO DE VIVENCIA EN LA ZONA**

- a) 1 a 5 años
- b) 6 a 10 años
- c) 11 a 20 años
- d) 21 a más

## ENCUESTA

La presente valoración de la encuesta es teniendo en cuenta a (Licla, 2016)

Ítems	Preguntas	1	2	3	4
<b>Dimensión Fuente y molestias</b>					
1	¿El ruido percibido es de moto?				
2	¿El ruido percibido es de motokar?				
3	¿El ruido percibido es de omnibus?				
4	¿El ruido percibido es de los vecinos?				
5	¿El ruido percibido es de otras fuentes (bar, taller, animales, etc)?				
<b>Dimensión Ambiente de muestreo</b>					
6	¿Le molesta el ruido ambiental de la zona?				
7	¿El ruido que le molesta en la zona es constante?				
8	¿Cuándo se encuentra en el interior de su domicilio le molesta el ruido?				
9	¿Cuándo se encuentra en el exterior de su domicilio le molesta el ruido?				
10	¿El ruido le molesta los 7 días de la semana?				
11	¿El ruido le molesta los 5 primeros días de la semana?				
12	¿El ruido le molesta los fines de semana?				
<b>Dimensión Efectos del Ruido</b>					
13	¿El ruido percibido le ocasiona zumbido en el oído?				
14	¿El ruido percibido le ocasiona dolor de oído?				
15	¿El ruido percibido le ocasiona dolor de cabeza?				
16	¿Usted siente que el ruido está afectando en la perdiendo la audición?				
17	¿Usted siente que el ruido está afectando su ritmo cardiaco?				
18	¿Usted siente que el ruido está afectando su aparato digestivo?				
19	¿Usted siente que el ruido está afectando en su aparato respiratorio?				
20	¿Usted siente que el ruido está afectando su sistema nervioso central?				
21	¿Usted siente que el ruido está afectando su visión?				
22	¿El ruido le causa cansancio?				
23	¿El ruido le causa trastorno de sueño?				
24	¿El ruido le causa stress?				
25	¿El ruido le causa bajo rendimiento?				
26	¿El ruido le causa alteración al comportamiento social?				

*Primera Medición*

68.2	6606934.48		Max	83.2
77.48	55975760.1		EQ	75.54
70.16	10375284.2		Min	54.9
67.83	6067363.3			
69.74	9418895.97			
79.44	87902251.7			
68.92	7798301.11			
71.38	13740419.8			
71.79	15100801.5			
70.67	11668096.2			
76.82	48083934.8			
73.27	21232444.6			
72.68	18535316.2			
75.18	32960971.2			
76.44	44055486.4			
70.06	10139113.9			
71.06	12764388.1			
71.59	14421153.5			
76.53	44977985.5			
76.51	44771330.4			
70.75	11885022.3			
72.98	19860949.2			
64.01	2517676.93			
67.57	5714786.37			
71.57	14354894.3			
75.25	33496543.9			
70.37	10889300.9			
78.04	63679552.1			
74.16	26061535.5			
74.97	31405086.9			
72.96	19769696.4			
74.8	30199517.2			
74.64	29107171.2			
66.79	4775292.74			
63.01	1999861.87			
68.68	7379042.3			
67.36	5445026.53			
67.69	5874893.53			
76.59	45603691.6			
64.57	2864177.97			

### Segunda Medición

69.8	9549925.86		Max	83.4
66.21	4178303.67		EQ	75.67
58.97	788860.118		Min	19.6
61.72	1485935.64			
54.24	265460.556			
59.11	814704.284			
61.27	1339676.69			
69.49	8892011.18			
68.96	7870457.9			
69.75	9440608.76			
67.7	5888436.55			
61.1	1288249.55			
78.88	77268058.5			
67.45	5559042.57			
71.72	14859356.4			
46.66	46344.692			
55.49	353997.341			
42.53	17906.0585			
61.44	1393156.8			
61.1	1288249.55			
71.22	13243415.4			
56.74	472063.041			
51.69	147570.653			
56.81	479733.449			
44.88	30760.9681			
69.88	9727472.24			
64.32	2703958.36			
75.07	32136605.4			
63.96	2488857.32			
55.17	328851.631			
55.07	321366.054			
55.13	325836.701			
54.77	299916.252			
65.1	3235936.57			
61.47	1402813.7			
64.06	2546830.25			
60.8	1202264.43			
64.25	2660725.06			
71.42	13867558.3			
76.79	47752927.4			

*Tercera medición*

60.28	1066596.12		Max	83.1
79.45	88104887.3		EQ	75.60
78.42	69502431.8		Min	19.2
28.91	778.036551			
32.41	1741.80687			
80.27	106414302			
71.2	13182567.4			
69.08	8090958.99			
76.93	49317380.4			
55.37	344349.931			
75.66	36812897.4			
76.23	41975898.4			
68.57	7194489.78			
75.82	38194427.1			
76.09	40644332.9			
73.99	25061092.5			
78.64	73113908.3			
79.5	89125093.8			
77.5	56234132.5			
80.94	124165231			
73.09	20370420.8			
79.49	88920111.8			
69.05	8035261.22			
71	12589254.1			
76.43	43954161.5			
74.08	25585858.9			
70.64	11587773.6			
66.22	4187935.65			
79.37	86496791.9			
78.93	78162780.5			
79.09	81096105.8			
79.08	80909589.9			
75.65	36728230			
49.75	94406.0876			
58.27	671428.853			
75.61	36391503.6			
70.32	10764652.1			
72.64	18365383.4			
75.32	34040819			
77.13	51641636.9			

## Mediciones con el sonómetro Criffer Octava Plus

Informe de ruido @ OCTAVA+ SN: 035000601

Fecha: 8/11/2022  
Empresa evaluada:  
Área:

Empleado:  
Empresa evaluadora:  
Realizado por:

### Puntos de medición

Evento	Nombre	L [dB] Aeq	L [dB] AFmax	L [dB] Cpeak
5	Mustreo05	77.96	88.17	105.89
6	Mustreo06	77.52	87.92	98.45
7	Mustreo07	77.12	85.31	100.37

### Calibración de laboratorio

Sonómetro: CRV0467/2022 29/04/2022  
Calibrador de sonido:

### Observaciones

Registro:



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

### DECLARACIÓN JURADA

Los autores suscritos en el presente documento DECLARAMOS BAJO JURAMENTO que somos los autores responsables legales de la calidad y originalidad del contenido del proyecto de investigación científica, así como, del informe de la investigación científica realizado.

**TITULO: Contaminación acústica y construcción del Smart Sound para los vecinos de la Av. Participación del distrito de Belén y San Juan Bautista**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ( ) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO) ( )

PREGRADO

PROYECTO DE TESIS PREGRADO ( ) TESIS PREGRADO ( )

PROYECTO DE TESIS MAESTRIA ( ) TESIS MAESTRÍA ( )

PROYECTO DE TESIS DOCTORADO ( ) TESIS DOCTORADO (X)

El equipo investigador integrado por:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	FACULTAD	CONDICIÓN (NOMBRADO, CONTRATADO, MERITO, estudiante, OTROS)	CÓDIGO docente Número de matrícula del estudiante	Autor coautor asesor
1	Flores Flores, Luis Antonio	Posgrado	Estudiante	820145019	Autor
2	Castillo Valdiviezo, Pascual Ancelmo	Posgrado	Nombrado	4035	Asesor



.....  
FIRMA

45218431  
DNI



.....  
FIRMA

17895893  
DNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN REPOSITORIO DIGITAL RENATI – SUNEDU

Trujillo, 26 de octubre de 2023

Los autores suscritos del INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

Titulado: Contaminación acústica y construcción del Smart Sound para los vecinos de la Av. Participación del distrito de Belén y San Juan Bautista

AUTORIZAMOS SU PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INTITUCIONAL, REPOSITORIO RENATI – SUNEDU, ALICIA-CONCYTEC, CON EL SIGUIENTE TIPO DE ACCESO:

- A. Acceso abierto: [X]
B. Acceso restringido [ ] (datos del autor y resumen del trabajo)
C. No autorizo su publicación [ ]

Si eligió la opción restringido o No autoriza su publicación sírvase justificar

ESTUDIANTE DE PREGRADO: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN [ ] TESIS [ ]
ESTUDIANTE DE POSGRADO: TESIS MAESTRIA [ ] TESIS DOCTORAL [X]
DOCENTE: INFORME DE INVESTIGACIÓN [ ] OTROS [ ]

El equipo investigador integrado por:

Table with 6 columns: N°, APELLIDOS Y NOMBRES, FACULTAD, CONDICIÓN (NOMBRADO, CONTRATADO, MERITO, estudiante, OTROS), CÓDIGO docente Número de matrícula del estudiante, Autor coautor asesor. Contains 2 rows of author data.

[Handwritten signature in blue ink]

FIRMA

Código orcid: https://orcid.org/0000-0002-1981-2012

45218431
DNI

[Handwritten signature in blue ink]

FIRMA

Código orcid: https://orcid.org/0000-0003-2257-776X

17895893
DNI

## **CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

N°: 2148900612 F. 21-ago-2023-UNT

1. Investigador: Flores Flores, Luis Antonio

DNI: 45218431

Código: 820145019

2. Asesor: Dr. Castillo Valdiviezo, Pascual Ancelmo

3. Tipo de Investigación: Aplicativo

4. Título de Trabajo de Investigación: **Contaminación acústica y construcción del Smart**

**Sound para los vecinos de la Av. Participación del distrito de Belén y San Juan**

**Bautista**

5. Fecha de evaluación: 21-ago-2023

1. Software antiplagio: **TURNITIN**

2. Porcentaje de Informe de Similitud: 7 %

<b>Porcentaje de Similitud</b>	<b>Resultado de Evaluación</b>
Hasta el 20%	* APROBADO
Mayor a 20%	**



**Nombres y apellidos**  
**Asesor de Tesis**  
**Escuela de Posgrado**