

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN SONORA Y MAPAS DE  
RUIDO DE LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE LA CIUDAD DE PUNO - 2023**

**PRESENTADA POR:**

**LUIS MIGUEL SANIZO VILCANQUI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



14.55%

SIMILARITY OVERALL

5.22%

POTENTIALLY AI

SCANNED ON: 13 MAY 2024, 12:07 PM

### Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
0.93%

● CHANGED TEXT  
13.62%

### AI Detector Results

Highlighted sentences with the lowest perplexity, most likely generated by AI.

● LIKELY AI  
5.22%

● HIGHLY LIKELY AI  
0.00%

## Report #21234395

LUIS MIGUEL SANIZO VILCANQUI DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN SONORA Y MAPAS DE RUIDO DE LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE LA CIUDAD DE PUNO - 2023 RESUMEN El presente trabajo de investigación aborda el tema del monitoreo de ruido ambiental con el objetivo principal de evaluar el nivel de contaminación sonora y elaborar mapas de ruido de las principales avenidas de la ciudad de Puno - 2023. Se llevó a cabo un estudio detallado que incluye la instalación de sonómetro en diferentes ubicaciones para recopilar datos sobre los niveles de ruido durante el periodo de estudio. Para lo cual se empleó la siguiente metodología; el tipo de investigación fue aplicada, de nivel descriptivo, el método científico- inductivo, diseño no experimental y para la elaboración de mapas de ruidos la metodología de la integración de datos con el Sistema de Información Geográfica descrito como un sistema computacional de software llamado ArcMap 10.8, que permitió modelar la correlación espacial de ciertos datos utilizando el método de interpolación en su analizador espacial, a través de la técnica geoestadística conocida como IDW que se ajusta a una función matemática a un número específico de puntos. Los resultados obtenidos señalan que los niveles de ruido superan los límites establecidos en 69 muestras y solo 3 puntos en la avenida Costanera mostraron valores normales; asimismo resulta el 97,2% de las muestras de monitoreo de ruido exceden los estándares

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN SONORA Y MAPAS DE  
RUIDO DE LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE LA CIUDAD DE PUNO - 2023**

**PRESENTADA POR:**

**LUIS MIGUEL SANIZO VILCANQUI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Dr. RONNY ALEXANDER GUTIERREZ CASTILLO

PRIMER MIEMBRO

:



M.Sc. JOSE ELADIO NUÑEZ QUIROGA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

ASESOR DE TESIS

:



Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 16 de mayo del 2024.

## DEDICATORIA

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico esta tesis a cada uno de mis seres queridos, quienes fueron mi pilar para seguir adelante.

Primeramente quisiera dedicar mi investigación a Dios y a mis padres Miguel y Virginia que me apoyaron y no me dejaron solo en este proceso, gracias a su apoyo incondicional me dieron la fuerza para culminar este proyecto.

A mi querido abuelo Mauro (Q.E.P.D.) por sus palabras de aliento y confianza que siempre me brindó durante mi niñez, juventud, a mi querida abuela Rosa, tía Luzmila y prima Milenka por estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida.

También dedicó RFAJ que fue especial, por apoyarme durante mis estudios, en los momentos buenos y malos siempre estuvo allí, que fue una motivación muy importante que tuve hasta culminar mi formación profesional en los claustros de la UPSC

**LUIS MIGUEL**

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos, por abrirme las puertas y permitirme ser parte de la institución, por brindarme una formación profesional durante los 5 años de mi carrera profesional como estudiante que me permitieron desarrollarme como una mejor persona.

También agradecer a la Facultad de Ingenierías, y a sus docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día durante toda la carrera profesional de Ingeniería Ambiental, donde nos formaron para ser buenos profesionales, agradecer por la paciencia y exigencia de cada uno en los diferentes trabajos asignados.

A mis jurados y asesora la Mg. Elvira Anani Duurand Goyzueta por sus aportes, sugerencias y por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así también por su paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de este proyecto, por otra parte, agradecer a todo el personal administrativo del Área de investigación que me apoyaron para la realización y presentación de este proyecto de tesina.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>15</b>
1.1.1. Problema general	16
1.1.2. Problemas específicos	16
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>16</b>
1.2.1. Internacional	16
1.2.2. Nacional	18
1.2.3. Regional	20
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>22</b>
1.3.1. Objetivo general	22
1.3.2. Objetivos específicos	22

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>23</b>
2.1.1. Naturaleza Física del Ruido	23

2.1.2. Ruido Ambiental	23
2.1.3. Nivel de Ruido	23
2.1.4. Nivel de Ruido Equivalente	26
2.1.5. Contaminación Sonora	26
2.1.6. Fuentes generadoras de Ruido	26
2.1.7. Efectos del Ruido en la Salud	27
2.1.8. Instrumentos de Medición	28
2.1.9. Mapa de Ruido	29
2.1.10. Geoestadística y SIG aplicados a la evaluación de ruido ambiental	29
<b>2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b>	<b>30</b>
2.2.1. Ruido	30
2.2.2. Contaminación Acústica	30
2.2.3. Barreras acústicas	30
2.2.4. Contaminación Sonora	31
2.2.5. Decibel (dB)	31
2.2.6. Decibel A (dBA)	31
2.2.7. Emisión	31
2.2.8. Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido	31
2.2.9. Horario diurno	31
2.2.10. Horario nocturno	31
2.2.11. Inmisión	32
2.2.12. Instrumentos económicos	32
2.2.13. Monitoreo	32
2.2.14. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT)	32
2.2.15. Ruidos en Ambiente Exterior	32
2.2.16. Sonido	32
2.2.17. Zona comercial	32

2.2.18. Zonas críticas de contaminación sonora	33
2.2.19. Zona industrial	33
2.2.20. Zonas mixtas	33
2.2.21. Zona de protección especial	33
2.2.22. Zona residencial	33
2.2.23. Congestión Vehicular	33
2.2.24. Vehículos	33
2.2.25. Volumen Vehicular	34
2.2.26. Mapa de Ruido	35
<b>2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO</b>	<b>35</b>
2.3.1. NIVEL NACIONAL	35
2.3.2. NIVEL LOCAL	37
<b>2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>37</b>
2.4.1. Hipótesis general	37
2.4.2. Hipótesis específicas	37
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>38</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>40</b>
3.2.1. Población	40
3.2.2. Muestra	40
<b>3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS</b>	<b>40</b>
3.3.1. Distribución de las estaciones de monitoreo	40
3.3.2. Selección de Puntos de Medición	41
3.3.3. Procedimiento de medición	41
3.3.4. Materiales	42
3.3.5. Formato de registro de datos	43
3.3.6. Georeferenciación de los puntos de muestreo	43



3.3.7. Metodología de la integración de datos con el SIG	44
3.3.8. Unificación de las coordenadas geográficas	44
3.3.9. Análisis espacial de los datos mediante el programa “ArcMap”	44
3.3.10. Criterios para la representación gráfica del mapa de ruido	45
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>45</b>
3.4.1. Variable independiente	45
3.4.2. Variable dependiente	45
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	
<b>4.1. DETERMINAR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA POR EL TRÁFICO VEHICULAR URBANO EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE LA CIUDAD DE PUNO 2023.</b>	<b>46</b>
<b>4.2. ELABORAR MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL CON EL USO DE ARCGIS PRO 15.8 EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE LA CIUDAD DE PUNO 2023.</b>	<b>103</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>112</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>115</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>119</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 01:</b> Estándares de calidad para ruido	36
<b>Tabla 02:</b> Estaciones de monitoreo	39
<b>Tabla 03:</b> Datos del Sonómetro	42
<b>Tabla 04:</b> Datos del GPS	43
<b>Tabla 05:</b> Resultados del punto de registro Av, Simón Bolívar con Av. Ejército	47
<b>Tabla 06:</b> Resultados del punto de registro Av. Ejército con el Jr. Beltran Rivera	49
<b>Tabla 07:</b> Resultados del punto de registro Av. Simón Bolívar con el Jr. Belizario Suarez.	52
<b>Tabla 08:</b> Resultados del punto de registro Av. El Sol con Jr. Branden	55
<b>Tabla 09:</b> Resultados del punto de registro Av. Simón Bolívar con Jr. Banchemo Rossi	58
<b>Tabla 10:</b> Resultados del punto de registro Av. Laykakota con Jr. Echenique	61
<b>Tabla 11:</b> Resultados del punto de registro Av. Costanera con Jr. Ricardo Palma	64
<b>Tabla 12:</b> Resultados del punto de registro Av. El Sol con Jr. Carabaya	68
<b>Tabla 13:</b> Resultados del punto de registro Av. Laykakota con Jr, Carabaya	70
<b>Tabla 14:</b> Resultados del punto de registro Av. La Torre con Jr. Oquendo	73
<b>Tabla 15:</b> Resultados del punto de registro Av. Simón Bolívar con Jr. Los Incas	76
<b>Tabla 16:</b> Resultados del punto de registro Av. Costanera con Jr. Los Incas	79
<b>Tabla 17:</b> Resultados del punto de registro Av. Floral con Av. La Torre	82
<b>Tabla 18:</b> Resultados del punto de registro Av. Floral con Av. Simon Bolivar	85
<b>Tabla 19:</b> Resultados del punto de registro Av. Floral con Av. Costanera	88
<b>Tabla 20:</b> Resultados del punto de registro Av. Circunvalación con Jr. Pedro Vilcapaza	91
<b>Tabla 21:</b> Resultados del punto de registro Av. Circunvalación con Jr. Bolognesi	94
<b>Tabla 22:</b> Resultados del punto de registro Av. Circunvalación con Jr. Leoncio Prado	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01:</b> Zonificación de los puntos a muestrear	38
<b>Figura 02:</b> Medición del sonómetro del PM-01 en fecha 20/10/2023	48
<b>Figura 03:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	49
<b>Figura 04:</b> Medición del sonómetro del PM-02 en fecha 03/11/2023	51
<b>Figura 05:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	52
<b>Figura 06:</b> Medición del sonómetro del PM-03 en fecha 27/10/2023	54
<b>Figura 07:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	55
<b>Figura 08:</b> Medición del sonómetro del PM-04 en fecha 27/10/2023	57
<b>Figura 09:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	58
<b>Figura 10:</b> Resumen de medición del sonómetro del PM-05 en fecha 27/10/2023	60
<b>Figura 11:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	61
<b>Figura 12:</b> Medición del sonómetro del PM-06 en fecha 10/11/2023	63
<b>Figura 13:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	64
<b>Figura 14:</b> Medición del sonómetro del PM-07 en fecha 20/10/2023	66
<b>Figura 15:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	67
<b>Figura 16:</b> Medición del sonómetro del PM-08 en fecha 27/10/2023	69
<b>Figura 17:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	70
<b>Figura 18:</b> Medición del sonómetro del PM-09 en fecha 20/10/2023	72
<b>Figura 19:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	73
<b>Figura 20:</b> Medición del sonómetro del PM-10 en fecha 24/10/2023	75
<b>Figura 21:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	76
<b>Figura 22:</b> Medición del sonómetro del PM-11 en fecha 14/11/2023	78
<b>Figura 23:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	79
<b>Figura 24:</b> Medición del sonómetro del PM-12 en fecha 24/10/2023	81
<b>Figura 25:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	82
<b>Figura 26:</b> Medición del sonómetro del PM-13 en fecha 24/10/2023	84

<b>Figura 27:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	85
<b>Figura 28:</b> Medición del sonómetro del PM-14 en fecha 14/11/2023	87
<b>Figura 29:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	88
<b>Figura 30:</b> Medición del sonómetro del PM-15 en fecha 17/10/2023	90
<b>Figura 31:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	91
<b>Figura 32:</b> Medición del sonómetro del PM-16 en fecha 24/10/2023	93
<b>Figura 33:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	94
<b>Figura 34:</b> Medición del sonómetro del PM-17 en fecha 24/10/2023	96
<b>Figura 35:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	97
<b>Figura 36:</b> Medición del sonómetro del PM-18 en fecha 24/10/2023	99
<b>Figura 37:</b> Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados	100
<b>Figura 38:</b> Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-01, PM-03, PM-05, PM-11 y PM-14 ubicados en la Av. Simón Bolívar.	104
<b>Figura 39:</b> Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-01, PM-02 y PM-04 ubicados en la Av. Ejercito.	105
<b>Figura 40:</b> Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-08, y PM-04 ubicados en la Av. El Sol.	106
<b>Figura 41:</b> Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-06, PM-09 y PM-10 ubicados en la Av. Laykakota.	107
<b>Figura 42:</b> Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-13 y PM-10 ubicados en la Av. La Torre	108
<b>Figura 43:</b> Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-13, PM-14 y PM-15 ubicados en la Av. Floral	109
<b>Figura 44:</b> Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-07, PM-12 y PM-15 ubicados en la Av. Costanera	110
<b>Figura 45:</b> Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-16, PM-17 y PM-18 ubicados en la Av. Circunvalación.	111

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Norma Técnica Peruana ISO 1996-1	120
<b>Anexo 02:</b> Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental	121
<b>Anexo 03:</b> Certificado de Calibración por el INACAL - SONÓMETRO	122
<b>Anexo 04:</b> Hoja de campo para la recolección de datos	123
<b>Anexo 05:</b> Hoja de campo para el conteo de vehículos motorizados	124
<b>Anexo 06:</b> Tabla de colores para la elaboración del mapa de ruido según ISO 1996-2:2007	125
<b>Anexo 07:</b> Hoja de campo	126
<b>Anexo 08:</b> Panel fotográfico	127

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación aborda el tema del monitoreo de ruido ambiental con el objetivo principal de evaluar el nivel de contaminación sonora y elaborar mapas de ruido de las principales avenidas de la ciudad de Puno - 2023. Se llevó a cabo un estudio detallado que incluye la instalación de sonómetro en diferentes ubicaciones para recopilar datos sobre los niveles de ruido durante el periodo de estudio. Para lo cual se empleó la siguiente metodología; el tipo de investigación fue aplicada, de nivel descriptivo, el método científico- inductivo, diseño no experimental y para la elaboración de mapas de ruidos la metodología de la integración de datos con el Sistema de Información Geográfica descrito como un sistema computacional de software llamado ArcMap 10.8, que permitió modelar la correlación espacial de ciertos datos utilizando el método de interpolación en su analizador espacial, a través de la técnica geoestadística conocida como IDW que se ajusta a una función matemática a un número específico de puntos. Los resultados obtenidos señalan que los niveles de ruido superan los límites establecidos en 69 muestras y solo 3 puntos en la avenida Costanera mostraron valores normales; asimismo resulta que el 97,2% de las muestras de monitoreo de ruido exceden los estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido diurno. siendo los puntos de muestreo PM-07 y PM-12 los puntos que se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental. Se concluye que las zonas de especial protección, residencial y comercial de la ciudad de Puno se ven gravemente afectadas por la contaminación acústica vehicular de acuerdo a lo establecido en la normativa de los estándares de calidad ambiental para ruido DS. N°085-2003-PCM y los mapas de ruido permitió evidenciar los sectores con mayor afectación correspondientes a las avenidas principales.

**Palabras clave:** Calidad Ambiental, Contaminación Acústica, Mapa de Ruido, Ruido, Sonómetro.

## ABSTRACT

The present research work addresses the topic of environmental noise monitoring with the main objective of evaluating the level of noise pollution and preparing noise maps of the main avenues of the city of Puno - 2023. A detailed study is carried out that includes the installation of sound level meters in different locations to collect data on noise levels during the study period. For which the following methodology was used: The type of research was applied, descriptive level, the scientific-inductive method, non-experimental design and for the preparation of noise maps the methodology of data integration with the Geographic Information System described as a computer software system called ArcMap 10.8, which allowed modeling the spatial correlation of certain data using the interpolation method in its spatial analyzer, through the geostatistical technique known as IDW that fits a mathematical function to a specific number of points. The results obtained indicate that noise levels exceed the established limits in 69 samples and only 3 points on Costanera Avenue showed normal values; It is also found that 97.2% of noise monitoring samples exceed national environmental quality standards for daytime noise. Sampling points PM-07 and PM-12 being the points that are within the environmental quality standards. It is concluded that the special protection, residential and commercial areas of the city of Puno are seriously affected by vehicular noise pollution in accordance with the provisions of the regulations of environmental quality standards for DS noise. N°085-2003-PCM and the noise maps made it possible to show the sectors with the greatest impact corresponding to the main avenues.

**Keywords:** Environmental Quality, Acoustic Pollution, Noise Map, Noise, Sound level meter.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación sonora emitida por los vehículos es una problemática a nivel mundial dado el crecimiento del parque automotor, este tipo de contaminación no es ajena a lo que hoy en día viene sucediendo en las principales vías de la ciudad de Puno. El incremento del ruido se relaciona con el incremento del desarrollo industrial, el avance de la tecnología, el comercio (Foraquita, 2023), el incremento de las urbanizaciones, entre otras fuentes se tiene a los altavoces, automóviles, aviones, trenes, trabajos de construcción, radios, micrófonos, entre otros, en diversos países, la búsqueda de estrategias recreativas, hace que la gente migre a desarrollar diversas actividades lo que incrementa la contaminación sonora, a ello se suma el desconocimiento de los ciudadanos sobre los estándares máximos permitidos del sonido. El elevado ruido perjudica gravemente la salud humana, disminuyendo el rendimiento en las actividades laborales diarias de la población, en la escuela reduciendo el rendimiento intelectual, el trabajo, en el hogar, además perturba el sueño, causa problemas cardiovasculares y psicofisiológicos, también provoca cambios en el comportamiento social, así como el incremento en el sobrepeso en niños, riesgo de demencia y riesgo de anomalías congénitas. En la actualidad, la contaminación sonora se considera como problema de salud humana, el sonido puede ser medido utilizando aplicaciones que se pueden instalar en celulares, sensores inteligentes y sonómetros.

En la introducción, se desarrolla la descripción y formulación del problema, el cual describe los diferentes problemas nacionales e internacionales y mencionando como puntos críticos de contaminación sonora las principales avenidas de la ciudad de Puno, asimismo cuestiona la determinación de los niveles de presión sonora alcanzados en la zona de estudio; el objetivo general es evaluar los niveles de contaminación sonora generado por los vehículos; en la justificación se describe la necesidad de realizar el monitoreo de ruido vehicular por ser una zona que no posee información actualizada referente al ruido vehicular; en la hipótesis se afirma que la determinación de los niveles



de contaminación sonora permitirá proponer acciones correctivas para mitigar los efectos de presión sonora. En el marco teórico, se desenvuelve y describe los conceptos de la contaminación sonora, el sonido, presión sonora, propagación del sonido congestión vehicular, ruido y otros que principalmente tengan relación con la tesis en mención, asimismo se describe los aspectos legales aplicados a la contaminación sonora el cual se destaca el reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y la norma técnica peruana (ISO 1996-1, 2003) que menciona las pautas de medición y evaluación de ruido ambiental.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento poblacional y de las urbes a nivel mundial trajo consigo la realización de actividades con mayor frecuencia, generando una alteración al medio ambiente; el ruido ambiental es un problema global que ocasiona preocupación en la actualidad, el incremento de fuentes generadores de ruido como el tráfico, comercio, entre otros, ocasiona mayores niveles de presión sonora, también perturba las actividades comunitarias, interfiriendo en la comunicación, impidiendo el sueño, perjudicando la concentración y el aprendizaje; además de sus impactos sobre el comportamiento humano, efectos sobre la salud y por las consecuencias físicas y sociales a las que conlleva.

En el Perú, Según la Organización Mundial de la Salud en 2019, menciona que “el 90% de zonas que tienen mayor concurrencia, superan los estándares establecidos por el organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) situación que preocupa”, asimismo reporta que solo el 24% de Municipios ha implementado planes para disminuir el nivel de presión sonora alto y que mayormente se muestra en Lima y Callao, notándose que hay una falta de interés sobre los impactos que causa la contaminación sonora en la población de muchas municipalidades a nivel del país.

La contaminación sonora en la ciudad de Puno ha tomado un papel preocupante, teniendo como causas principales de ello el tránsito vehicular, actividades comerciales y

centros nocturnos de diversión. Por tanto en la presente investigación se pretende obtener datos reales para realizar una evaluación más precisa de los niveles de presión sonora generados por el parque automotor de las principales avenidas de la ciudad de Puno porque es el factor que más molestias causa a la población urbana.

### **1.1.1. Problema general**

¿Cuáles son los niveles de contaminación sonora y mapas de ruido en las principales avenidas de la ciudad de Puno - 2023?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el nivel de contaminación sonora por el tráfico vehicular urbano en las principales avenidas de la ciudad de Puno 2023?

- ¿Cuáles son las zonas de mayor generación de ruido ambiental identificadas en las principales avenidas de la ciudad de Puno 2023, con el uso del sistema de información geográfica - ArcGIS 15.8?

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. Internacional**

Román, (2018) En su estudio de evaluación de niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija, el 39 % de las mediciones realizadas exceden los 68 dB con valores oscilantes entre 65 y 75 dB, entre los valores excedentes se registró un valor máximo de 100.9 dB. Estos niveles provocan una pérdida auditiva significativa y grave (comunicación muy difícil) y una pérdida auditiva a largo plazo. Los focos de contaminación acústica más importantes encontrados durante la encuesta son las motocicletas (36%), seguido de los vehículos motorizados (34%), que afectan la calidad de vida de los transeúntes en las calles céntricas de Tarija.

Llanos & Guevara, (2019) en su proyecto titulado ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL GENERADO POR LOS ESTABLECIMIENTOS NOCTURNOS EN LOS BARRIOS EL SAMÁN Y LA INDEPENDENCIA DEL MUNICIPIO DE ACACÍAS,

DEPARTAMENTO DEL META, COLOMBIA evaluó el ruido ambiental en los suburbios. El Samán y La Independencia se encuentran ubicados en el área urbana del municipio de Acacías - Meta, El muestreo siguió los procedimientos de la Norma Nacional de Ruido. Se determinaron 16 puntos de muestreo a lo largo del área de estudio y la medición del ruido se realizó en cada punto de muestreo. Posteriormente se realizó un análisis estadístico con los datos obtenidos en sitio. Software estadístico Minitab para construir un experimento de bloques aleatorios (en decibelios) para así determinar la normalidad de los datos obtenidos del contaminante medido, que en el caso de estudio es el ruido ambiental. En la práctica se elaboraron cuatro mapas de ruido ambiental de la zona de estudio. Con base en los resultados obtenidos se determinó el efecto de los niveles de ruido generado en la comunidad industrial. recomendaciones de control y/o mitigación en función de los resultados obtenidos.

Gamero, (2020) En su investigación, afirma que tres países definen el límite máximo permitido de ruido según lo propuesto por la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental, y en las zonas industriales el sonido inarticulado está estrictamente prohibido porque causa problemas de audición. y plantea una amenaza mayor para la salud humana. Por tanto, afirma que el ruido no perturba la tranquilidad de los ciudadanos. Sin embargo, solo Chile cumple con los parámetros recomendados, que permiten un máximo de 70 dBA durante el día, mientras que en Colombia y Perú es de hasta 80 dBA.

Velasco et al., (2022) Nos indica en su investigación de ruido ambiental en la zona urbana del centro norte de Quito. con base en la aplicación de la NTE Ecuador INEN-ISO 1996-1 (2014); NTE INEN-ISO 1996-2 (2014) y TULSMA. Con reconocimiento de campo se asignaron 23 puntos críticos de observación al área investigada. Durante la observación se utilizó dos veces un sonómetro de Clase 2, durante el día y la tarde. Para calcular el flujo de vehículos, se realizaron recuentos de vehículos (ligeros y pesados) 3 veces, día, tarde y noche, para obtener el flujo de vehículos durante un período de 24 horas para el

método de interpolación y el modelado CadnaA. , utilizó información topográfica sobre el terreno, altura y número de pisos, velocidad del tráfico, estado, ancho y tipo de la carretera. Los resultados obtenidos mostraron valores de incertidumbre entre  $\pm 3,26$  dB y  $\pm 3,18$  dB para el día y tarde, también se obtuvo valores entre 69,58 dBA a 77,93 dBA para el horario diurno mismos que fueron georreferenciados usando el software ArcGis para la generación de los diferentes mapas de ruido ambiental.

### **1.2.2. Nacional**

Delgadillo, (2018) En su proyecto de evaluación de contaminación sonora vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, durante el día (de 7:00 a. m. a 8:00 a. m., de 12:30 p. m. a 1:30 p. m. y de 5:00 p. m. a 6:00 p. m.), se identificaron siete puntos de observación durante siete semanas. Los resultados obtenidos superan los estándares de calidad ambiental sonora (D.S. N°085-2003-PCM) y afirman que Jr. Jiménez Pimentel y Jr. En el cruce Shapaja, que pertenece a la zona comercial, presenta el punto 5 (P-5). los niveles de presión sonora más altos de los tres períodos (80,4, 81,6 y 87,8 dB), . El informe concluye que los flujos de vehículos, formados por motos lineales, motocicletas y otros vehículos (pasajeros, furgonetas, camiones, etc.), generan ruido y contribuyen a la contaminación acústica urbana.

Chavez, (2019) En su investigación fue evaluar el nivel de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, Los resultados obtenidos del monitoreo de ruido arrojan valores promedio correspondientes a 71.6 dB en el área residencial, 70.6 dB en el área comercial, 81.9 dB en el área industrial, 79.2 dB en el área mixta y 64.1 dB en la zona objetivo de protección; que superan el D.S. ECA establecidos. N° 085-2003-PCM. Luego de obtener estos valores, se evaluó el riesgo ambiental teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia e identificando escenarios extremos, amenazas (efectos a la salud humana y al medio ambiente), expansión y población afectada; concluyendo que el

nivel de riesgo para la ciudad de Celendín es moderado, debido principalmente al ruido ambiental provocado por la flota perturbada.

Quispe et al., (2019) en su trabajo de investigación que lleva por título “Nivel de ruido ambiental producido por el tránsito de vehículos y la percepción de las personas en el cercado de la ciudad de Huancavelica - 2019” señala que el ruido generado por el tránsito vehicular dentro del cerco de Huancavelica en la escala especificada tiene una calificación superior a los 60 dB, con un promedio diario de 64.96 dB, superando los estándares de calidad ambiental de la ECA (D.S. N° 085 -2003-PCM). Las zonas de alto riesgo de exposición al ruido vehicular están designadas como zonas residenciales y como Zonas de Protección Especial bajo el ECA (D.S. N° 085-2003-PCM) con un límite superior de 50 dB para Zonas de Protección Especial durante la conducción. Los niveles de ruido son más altos en la mañana y el mediodía, alcanzando un máximo promedio de 20 estaciones de medición.

Cardenas, (2021) detalla en su investigación Contaminación sonora en la zona urbana del distrito de Chulucanas, provincia de Morropón, región Piura, año 2020 indica que la contaminación acústica es uno de los mayores problemas medioambientales actuales, porque la exposición a altos niveles de ruido puede causar diversas enfermedades, por lo que el propósito de este estudio fue evaluar la contaminación Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, Acuerdo Ministerial N° 227-2013-MINAM. El estudio fue no experimental y descriptivo. En el desarrollo se definieron 3 tipos de áreas según estándares de calidad ambiental en áreas residenciales y 12 comerciales. Se realizaron 6 mediciones con el sonómetro Integrador para cada punto de control día y noche, entre meses. Los valores obtenidos fueron procesados en el software. Microsoft Excel versión 2013 para obtener desviación estándar, multiplicador varianza y la media aritmética de las mediciones y luego compararlas con los Estándares de calidad ambiental. Los mapas de ruido se prepararon de la misma manera con el programa ArcGIS 10.5 con valores obtenidos de mediciones. Los resultados evidenciaron que el 95.7 % del total de puntos

medidos en ambos horarios sobrepasaron la normativa, asimismo estos resultados se expresaron a través de colores más oscuros en los mapas de ruido. Se concluye que existe una contaminación sonora en el distrito de Chulucanas, siendo las zonas de protección especial y residencial las de mayor afectación.

### 1.2.3. Regional

Romero (2018), nos dice en su investigación que se realizó en los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2018 tiene como objetivo determinar los niveles de contaminación acústica y efectos en la salud de las personas. De igual forma, la prueba estadística ANOVA utilizada para comparar los datos obtenidos muestra que la ciudad de Puno está expuesta a un nivel de ruido de 66.7 %, el cual supera el LMP en las zonas de estudio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Mercado Central fue la zona con mayor nivel de ruido con 71.9 dB, seguido por la zona de Salcedo con 69 dB y finalmente Chulluni con 49.5 dB, los tres tiempos de prueba arrojaron niveles de presión sonora similares al mes en que lo hizo. estaba en producido el nivel de ruido más alto se registró en octubre, seguido de noviembre y diciembre. Las encuestas realizadas revelaron que el 92% de los residentes afirma que los vehículos son la principal fuente de ruido en la ciudad, los minibuses son los más ruidosos el 42%, el 50% dice que el ruido es causado por el mal uso de la bocina. Las conclusiones fueron: que en el mercado central fue la zona más ruidosa, el mes más ruidoso fue octubre y la gente siente que el ruido del tráfico de vehículos afecta su salud.

Rivera (2019), Realizó una investigación de los niveles de contaminación acústica en cuatro centros educativos de la avenida circunvalación oeste de la ciudad de Juliaca el 2019. La contaminación acústica de los colegios Pedro Kalbermatter, Adam Smith, CE N° 70563 y CE N° 70548 fue revisada 3 veces seguidas con un sonómetro tipo 1 al frente de los centros educativos. Además, se realizó el estudio "Percepción del ruido" y se aplicó el test de Toulouse Piéron a estudiantes de sexto grado de primaria. Dado que los niveles de ruido exceden los límites permisibles de las zonas de protección objetivo según la

norma peruana vigente, la percepción del ruido está relacionada con el nivel de atención de los estudiantes y la calidad de la atención es “Mala” y “Distractora”. Según la prueba de Toulouse-Pieron.

Flores (2021), en su estudio de la evaluación de la contaminación sonora producida en el centro histórico de la ciudad de Puno. Los resultados fueron: el nivel de ruido superó el límite establecido en 11 muestras en el barrio Central, 3 puntos en el barrio Independencia, 2 puntos en el barrio Victoria y 1 punto en el barrio Victoria, todas las puntuaciones fueron valores normales en el barrio San Antonio. La conclusión es que la contaminación acústica del centro histórico de la ciudad de Puno es normal en el 93.84% de las muestras y alta en el 6.16%, la mayoría de los puntos críticos corresponden a la zona centro de Puno.

Percca (2021), Señala que en este estudio de evaluación de los niveles de contaminación sonora de acuerdo con los estándares nacionales de calidad ambiental en zonas residencial y comercial de la ciudad de Puno, los niveles de contaminación acústica de la urbanización en el punto de medición RUI-01, que está ubicado en la Av. Simón Bolívar y Av. Entre El Ejército se observó un valor máximo de 70,8 dBA y un valor mínimo de 64,4 dBA durante el día, ya que los contrastes superan el ruido ECA DS°085-2003 PC. En cuanto a espacio comercial, lo puedes encontrar en Jr. Desde el sitio de muestreo de Cahuide en Av. Los Incas tiene un valor de 70,8 dBA, que supera los valores de ruido aprobados por la ECA de 70 dBA durante el día.

Coronel (2022), En su estudio “Evaluación de puntos críticos de contaminación acústica mediante la aplicación del mapa de ruido ambiental en el distrito comercial central de la ciudad de Juliaca” presenta como objetivo general evaluar los puntos críticos de contaminación acústica mediante la aplicación del mapa de ruido ambiental. Usando ArcGis para crear un mapa de ruido y finalmente crear cuatro estrategias para reducir la contaminación acústica a las que se llegó a resultados a través de una prueba de



correlación de Pearson y se encontró que el 95% de la contaminación acústica es causada por vehículos de flota. La principal fuente de contaminación es el tráfico, donde en el centro de la ciudad de Juliaca en el distrito comercial, el 54% de la contaminación acústica total es causada por motocicletas.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el nivel de contaminación sonora y elaborar mapas de ruido de las principales avenidas de la ciudad de Puno - 2023.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar los niveles de contaminación sonora por el tráfico vehicular urbano en las principales avenidas de la ciudad de Puno 2023.
- Elaborar mapas de ruido ambiental con el uso de ArcGIS Pro 15.8 en las principales avenidas de la ciudad de Puno 2023.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

##### 2.1.1. Naturaleza Física del Ruido

Físicamente, no hay diferencia entre ruido y sonido. El sonido se produce por la propagación de energía (sonido) a través de corrientes de onda en un medio elástico (por ejemplo, el aire). Más prácticamente, el sonido se define como un cambio físico en un medio (sólido, líquido o gas) que puede ser detectado por el oído humano. (Harris et al., 1995)

Por tanto, la aparición del sonido requiere la disposición de tres elementos: el elemento que provoca la perturbación mecánica (fuente sonora), el medio por el que pasa la perturbación y el receptor donde la perturbación provoca el sentido del oído. (Licla, 2016)

##### 2.1.2. Ruido Ambiental

El ruido ambiental es denominado también como ruido urbano (Berglund et al., 1995) Se refiere al ruido producido por la suma de todas las fuentes en un área urbana, o sonido extraño, no deseado o dañino producido por la actividad humana en un área determinada. (Bruel, 2000)

##### 2.1.3. Nivel de Ruido

Es la exposición de la presión del ruido generadas por diversas fuentes hacia el exterior o receptor. En relación a la fuente estos podrían ser fluctuantes, estables e intermitentes en un sitio determinado.

Por ello existen diversas escalas de estimación de frecuencia, esto pertenece a niveles en función a 100 dB, 70 dB y 40 dB, consideradas en C, B, A paralelamente. La ponderación A se aplica cuando el sonido está de bajo nivel, el B al nivel de ruido intermedio y el de C a un nivel alto.

El monitoreo de energía inarticulada ambiental debe aplicar la ponderación A. Con el objetivo de contrastar el resultado con el ECA vigente (MINAM, 2013)

El procedimiento a nivel nacional de evaluación de sonido inarticulado el (MINAM, 2013) indica que las fuentes de sonido inarticulado se dividen en las siguientes:

- **Fuente puntual:** La fuente sonora puntual es aquella donde globalmente la energía de transmisión acústica está concentrada en un sitio. Se suele estimar como fija estática a un equipo que ejecuta un trabajo sin movimiento (MINAM, 2013)
- **Fuente de área o zonales:** Son fijas puntuales que, por su cercanía a un espacio tranquilo, suelen juntarse y estimar una fuente, se define como una fija zonal a aquellas áreas restringidas del territorio (MINAM, 2013)
- **Fuente móvil detenida:** Un automóvil es una emisión de energía que genera sonido no deseado por funcionamiento de su motor, bocina, alarma, esta emisión se estima a vehículos terrestre, marítimo y aéreos (MINAM, 2013)
- **Fuente móvil lineal:** Se refieren a vías de avenidas, autopistas, calles, vías de tren, rutas aéreas entre otros. donde transitan vehículos, puesto que este sonido desarticulado deriva de una fija lineal. (MINAM, 2013)

Hay diversos tipos de energía transmitida por ondas de presión que se define en el protocolo y que estos tipos son:

- **Sonido estable:** Son aquellas fuentes emitidos por diferentes tipos de fuentes, de tal forma que no muestre un cambio significativo (más de 5dB) por más de un minuto, por ejemplo: energía inarticulada o desagradable producido por discoteca o espacios de diversión musical. (Pereita, 1990)

- **Sonido fluctuante:** Son emitidos por diversos tipos de fuentes que no presentan fluctuaciones superiores a los 5 dB en un lapso de un minuto. Verbigracia; dentro del ruido lineal de una discoteca, se genera el aumento del nivel de sonido inarticulado cuando se presentan artistas o realizan show. (Pereita, 1990)
- **Sonido intermitente:** Son aquellos que están presentes sólo en ciertas ocasiones y momentos y que son tales que el tiempo de cada una de estos sucesos es mayor a 5 segundos, verbigracia: sonido generado por una compresora de aire o por una calle que tiene reducido el flujo de automóviles (Ninavilca, 2020)
- **Sonido impulsivo:** Es la onda de energía desarticulada caracterizada de emisión intermitente individual de poca persistencia de intensidad en el aire. El tiempo de sonido generalmente puede durar 1 segundo, en ocasiones suele ser más duradero (Ninavilca, 2020)
- **Verbigracia:** el sonido inarticulado efectuado tras una tronadura de explosivos en la minería, vuelo de naves militares, campana de la cátedra, y otros que dura un segundo (Ninavilca, 2020)

El desarrollo se debería aplicar según el protocolo de evaluación de ruido o sonido desarticulado, por ello se establecen los puntos siguientes para el desarrollo: espacio mixto, zona residencial, área de resguardo especial, zona comercial y área industrial. El sitio residencial, área de comercio e industrial son establecidos por las entidades o por los gobiernos locales correspondientes (D.S. No 085-2003-MINAM, 2003). El sonido generado en relación al tipo de proceso generador del ruido (MINAM, 2013). Se clasifica en:

- Sonido desagradable producido por el movimiento vehicular
- Energía en onda de presión desagradable causado por el tránsito ferroviario
- Sonido inarticulado producido por el flujo de tránsito de aeronaves.
- Movimiento vibratorio inarticulado producido de procesos industriales, construcción y demás actividades económicas, servicio y sociales.

#### 2.1.4. Nivel de Ruido Equivalente

Durante la duración de la medición, es posible obtener un nivel de sonido instantáneo que cambia con el tiempo. Durante el tiempo de medición, es posible medir la energía total que produce. Luego, para determinar el nivel equivalente, se calcula un nivel de sonido constante que produce la misma dosis de energía que un sonido ponderado A variable durante un cierto intervalo de tiempo. El nivel equivalente se obtiene entonces mediante la siguiente ecuación:

$$L_{eq}(A) = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_1} \left( \frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right]$$

Donde:

L = Nivel de presión sonora ponderado A instantáneo o en un tiempo (T) de la muestra (i).

n = Cantidad de mediciones en la muestra (i).

En otras palabras, también se puede decir que el nivel equivalente es la energía media del nivel sonoro instantáneo a lo largo de un período de tiempo fijo (Viro, 2002)

#### 2.1.5. Contaminación Sonora

La contaminación sonora, o contaminación acústica, es cuando en el ambiente se produce ruido de diversas fuentes, que supone una amenaza para la salud y el bienestar de las personas y el desarrollo de sus actividades. (PCM, 2016)

En este sentido, la contaminación acústica es un gran problema porque es difícil de medir y cuantificar. Además, se diferencia de otras formas de contaminación en que no deja residuos, lo que significa que no tiene un efecto acumulativo sobre el medio ambiente. sin embargo, sus efectos pueden ser acumulativos, como en los humanos. (Amable et al., 2017)

#### 2.1.6. Fuentes generadoras de Ruido

- **Ruido generado por el tráfico automotor:** Este ruido es generado por el tránsito vehicular, ya que el parque vehicular ha crecido exponencialmente en los últimos años,

más aún considerando que también ha crecido demográficamente, el ruido vehicular es uno de los principales factores que contribuyen a la contaminación acústica en las ciudades desarrolladas.

- **Ruido generado por el tráfico ferroviario:** es provocado por el paso de los trenes, este generador de ruido en nuestra ciudad pequeña, pero causa grandes molestias a las personas que rodean el paso de este medio de transporte.
- **Ruido generado por otras actividades productivas:** está provocada por la mayoría de las actividades que realiza el ser humano, como son la industria, la construcción, los servicios, las actividades recreativas y de ocio, así como el tráfico de vehículos, que es otro de los principales contaminantes acústicos.

#### 2.1.7. Efectos del Ruido en la Salud

- **Efectos sobre las funciones fisiológicas:** El alcance y la duración de los efectos están determinados en parte por las características individuales, el estilo de vida y las condiciones ambientales. (Berglund et al., 1995)
- **Efectos sobre la salud mental:** El ruido ambiental no causa directamente problemas mentales, pero se cree que acelera e intensifica el desarrollo de trastornos mentales latentes. (Berglund et al., 1995)
- **Efectos sobre el rendimiento:** Se ha demostrado que el ruido puede perjudicar el funcionamiento de los procesos cognitivos, especialmente en trabajadores y niños. Aunque el aumento del ruido puede mejorar el rendimiento en tareas sencillas a corto plazo, el rendimiento cognitivo se ve significativamente afectado en tareas más complejas (Romero, 2017)

La exposición al ruido también afecta negativamente el rendimiento. En las escuelas alrededor de los aeropuertos, los niños expuestos crónicamente al ruido de aviones tienen problemas en la adquisición y comprensión de la lectura, en la persistencia para completar rompecabezas difíciles y en la capacidad de motivación (Berglund et al., 1995)

- **Efectos cardiovasculares:** Existen varios estudios que corrobora que la contaminación sonora tiene efectos temporales o permanentes en las personas a través de sistema nervioso, el ruido actúa en forma nociva y estresante, produciendo respuestas tanto en el sistema endocrino como el nervioso autónomo que afecta al sistema cardiovascular, por ello es un factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares (Berglund et al., 1995)
- **Estrés provocado por el ruido:** El estrés agudo se desencadena por un sonido inesperado; aumenta el nivel de adrenalina y el suministro de oxígeno al cerebro, la secreción de hormonas aumenta el ritmo cardíaco y la presión arterial, lo que provoca una rápida liberación de energía a la circulación sanguínea, una disminución de las hormonas sexuales y la activación de algunas funciones inmunitarias. Una reacción de estrés agudo es necesaria para sobrevivir, pero cuando las reacciones de estrés inmediatas ocurren inesperadamente, pueden tener un efecto perjudicial en una persona debido a un desequilibrio en las reacciones de los sistemas del cuerpo. (Berglund et al., 1995)

## 2.1.8. Instrumentos de Medición

### 2.1.8.1. Sonómetro

Entre los instrumentos para la medición y evaluación de ambientes ruidosos se encuentra el Medidor de Nivel Sonoro o Sonómetro (SLM, Sound Level Meter), que es un instrumento para medir niveles de presión sonora. Un sonómetro debe cumplir con las normas que establece la International Electrotechnical Commission (IEC, Comisión Internacional Electrotécnica) para los instrumentos de medición, también es posible la observancia de otras normas tanto internacionales como nacionales (Salvador, 2009)

#### - Tipos de sonómetro

El estándar ANSI S1.4-1983, American National Standard Epecificación for Sound Level Meters, establece 4 tipos de medidores:

- **Tipo 0:** tiene las tolerancias más estrictas ( $\pm 0.7$ dB entre 100 Hz y 4000 Hz). Se utiliza en laboratorios. Sirve como referencia.
- **Tipo 1:** se emplea en mediciones de precisión en el terreno. Con tolerancias de ( $\pm 0.1$ dB entre 100 Hz y 4000 Hz).
- **Tipo 2:** medidor de propósito general, las tolerancias son las mínimas aceptables ( $\pm 1.5$ dB entre 100 Hz y 1250 Hz,  $\pm 3$ dB hasta 4000 Hz).
- **Tipo 3:** empleado para realizar reconocimientos. Mediciones aproximadas.

### 2.1.9. Mapa de Ruido

Es la representación cartográfica de los niveles de presión sonora existentes en una zona concreta y en un período determinado, cuya utilidad es determinar la exposición de la población al ruido ambiental, para así adoptar los planes o programas necesarios para prevenir y reducir el ruido ambiental, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana. (MINAM, 2013)

### 2.1.10. Geoestadística y SIG aplicados a la evaluación de ruido ambiental

La geoestadística es considerada una rama de la estadística que trata fenómenos espaciales. Se enfoca en la estimación, predicción y simulación de dichos fenómenos. (García, 2020)

La interpolación es un proceso estadístico por medio del cual es posible estimar valores desconocidos de determinada variable de estudio a partir de valores conocidos de la misma. Es decir, a partir de una muestra se obtiene el comportamiento general de un fenómeno (Sotter et al., 2002)

La interpolación geoestadística se basa en los supuestos de estacionariedad en la variable, hipótesis intrínseca y distribución de probabilidad en los datos. En caso de que la variable modelada se comporte como una distribución normal, el método será más exacto (Sotter et al., 2002)

#### 2.1.10.1. Método de interpolación espacial Kriging



Es un método que se fundamenta en las variables regionalizadas y autocorrelacionadas en el espacio. Esta autocorrelación se determina a partir de la elaboración de semivariogramas con los cuales se logra definir el modelo de mejor ajuste, para proceder luego a la interpolación y en el cual se define la distancia máxima o “rango”, donde finaliza la autocorrelación (Cano, 2009)

#### **2.1.10.2. Método de Inverse Distance Weighted (IDW)**

Este método de interpolación asume que la variable a interpolar tiene un comportamiento de aumento o disminución de su valor en función de un cambio en la distancia desde una fuente (Cano, 2009)

### **2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **2.2.1. Ruido**

El ruido se define como cualquier sonido no deseado. Si el ruido es emitido por tránsito motor, aéreo, ferroviario, obras públicas, comercio ambulatorio, entre otros, se denomina ruido urbano o ambiental, y ruido ocupacional si incluyen actividades industriales OMS, (2019) El nivel de presión sonora muestra cuán penetrante se percibe el ruido y se cuantifica mediante la unidad decibel (dB) (OEFA, 2016)

#### **2.2.2. Contaminación Acústica**

La contaminación acústica, o contaminación sonora, es un sonido adicional que cambia las condiciones ambientales normales de una determinada zona. Aunque el ruido no se acumula, se desplaza ni persiste en el tiempo como otras contaminaciones, también puede provocar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se gestiona bien o adecuadamente (MINAM, 2013)

#### **2.2.3. Barreras acústicas**

Dispositivos que interpuestos entre la fuente emisora y el receptor atenúan la propagación aérea del sonido, evitando la incidencia directa al receptor (PCM, 2003)

#### **2.2.4. Contaminación Sonora**

Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano (PCM, 2003)

#### **2.2.5. Decibel (dB)**

Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora (MINAM, 2013b)

#### **2.2.6. Decibel A (dBA)**

Unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, que permite registrar dicho nivel de acuerdo al comportamiento de la audición humana.(MINAM, 2013b)

#### **2.2.7. Emisión**

Nivel de presión sonora existente en un determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar (MINAM, 2013b)

#### **2.2.8. Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido**

Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.(MINAM, 2013b)

#### **2.2.9. Horario diurno**

Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas (MINAM, 2013b)

#### **2.2.10. Horario nocturno**

Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente (MINAM, 2013b)

### **2.2.11. Inmisión**

Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A, que percibe el receptor en un determinado lugar, distinto al de la ubicación del o los focos ruidosos (MINAM, 2013b)

### **2.2.12. Instrumentos económicos**

Instrumentos que utilizan elementos de mercado con el propósito de alentar conductas ambientales adecuadas (competencia, precios, impuestos, incentivos, etc (MINAM, 2013b)

### **2.2.13. Monitoreo**

Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno (MINAM, 2013b)

### **2.2.14. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT)**

Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido (MINAM, 2013b)

### **2.2.15. Ruidos en Ambiente Exterior**

Todos aquellos ruidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora (MINAM, 2013b)

### **2.2.16. Sonido**

Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición (MINAM, 2013b)

### **2.2.17. Zona comercial**

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios (MINAM, 2013b)

#### **2.2.18. Zonas críticas de contaminación sonora**

Son aquellas zonas que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80 dBA (MINAM, 2013b)

#### **2.2.19. Zona industrial**

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales (MINAM, 2013b)

#### **2.2.20. Zonas mixtas**

Áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más zonificaciones, es decir: Residencial - Comercial, Residencial - Industrial, Comercial - industrial o Residencial - Comercial - Industrial (MINAM, 2013b)

#### **2.2.21. Zona de protección especial**

Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos, asilos y orfanatos (MINAM, 2013b)

#### **2.2.22. Zona residencial**

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales (MINAM, 2013b)

#### **2.2.23. Congestión Vehicular**

La condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás (MTC, 2008)

#### **2.2.24. Vehículos**

Todo medio capaz de desplazarse que sirve para transportar personas o mercancías y que se encuentra comprendido dentro de la clasificación vehicular del Reglamento Nacional de Vehículos (MTC, 2008)

### 2.2.24.1. Tipos de vehículos

De acuerdo a la clasificación vehicular en el Perú, los vehículos caracterizados con 4 ruedas a más son comprendidos entre los livianos y pesados

- **Vehículo liviano.** Es aquel vehículo automotor que, de acuerdo a la clasificación vehicular establecida por el Reglamento Nacional de Vehículos, pertenece a cualquiera de las siguientes categorías: M1, M2, N1, O1 y O2, y que su peso bruto sea de 3,5 toneladas o menos (MTC, 2008)

El vehículo menor es considerado las motos, por defecto en la presente tesis se incluirá esta categoría en los vehículos livianos.

Entre los vehículos livianos considerados podemos tener a los autos sedan, camionetas, combis, furgones, remolques, coaster (MTC, 2008)

- **Vehículo pesado.**

Es aquel vehículo automotor que, de acuerdo a la clasificación vehicular establecida por el Reglamento Nacional de Vehículos, pertenece a cualquiera de las siguientes categorías: M1, M2, M3, N2, N3, O3 y O4, y que su peso bruto sea mayor a 3,5 toneladas (MTC, 2008). “Entre los vehículos pesados considerados podemos tener a los ómnibus, articulados, volquete, tráiler” (MTC, 2008).

### 2.2.25. Volumen Vehicular

Es la relación equivalente entre el número de vehículos que pasa por un punto dentro de una unidad de tiempo, normalmente medido en intervalos de 15 minutos o por hora (MTC, 2008)

## **2.2.26. Mapa de Ruido**

Mapa diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona. (Sotter et al., 2002)

### Sistema de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son un conjunto de herramientas técnicas que permiten la integración y conexión simultánea de varios componentes, tales como bases de datos alfanuméricos y cartográficos, procesos de modelado, etc., que permiten organizar, almacenar, procesar, analizar y modelar datos que pueden ser representativos (datos reales) o no (datos secundarios o de referencia). Este software requiere gran cantidad de datos del mundo real y, entre otras cosas, está georreferenciado, lo que facilita la inclusión de diferentes aspectos como aspectos ecológicos, económicos y socioculturales, para que se puedan tomar decisiones efectivas. según su procesamiento e interpretación, la gestión de la planificación operativa.(MINAM, 2013)

## **2.3. MARCO TEÓRICO NORMATIVO**

### **2.3.1. NIVEL NACIONAL**

#### **2.3.1.1. R.M. 227-2013-MINAM Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental**

El Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental establece las metodologías, técnicas y procedimientos (desde el diseño del plan de monitoreo) para realizar mediciones de niveles de ruido y tener un monitoreo técnicamente adecuado. Los resultados obtenidos podrán, luego, ser comparados con los ECA para verificar su cumplimiento (MINAM, 2013)

Su alcance es nacional y debe ser usado por toda persona natural o jurídica, pública o privada, que quiera realizar un monitoreo de ruido ambiental con fines de comparación con los ECA para ruido (MINAM, 2013)

En su contenido incluye capítulos referidos a: Diseño del plan de monitoreo, frecuencia de monitoreo, periodos de toma de muestra, selección de métodos de medición, lugares para muestrear, etc.

### 2.3.1.2. D.S. No 085-2003-PCM: “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido”

El D.S. N° 085-2003-PCM, por medio del cual se aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido, representa el marco normativo nacional en materia de ruido ambiental. Establece los ECA para ruido y los lineamientos para no exceder los con el objetivo de proteger la salud y mejorar la calidad de vida de la población, así como promover el desarrollo sostenible (PCM, 2013)

De ahí que, los ECA para ruido son entendidos como los niveles máximos de ruido, en el ambiente exterior, que no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Por otro lado, los ECA establecidos consideran como parámetro de evaluación el nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A - LAeq; al mismo tiempo que, toman en cuenta cuatro zonas de aplicación y dos horarios; tal como se detalla a continuación:

**Tabla 01:** Estándares de calidad para ruido

Zonas de aplicación	Valores expresados en Laeq	
	Horario Diurno (07:01 am - 10:00 pm)	Horario Nocturno (10:01 pm - 07:00 am)
Zona de Protección especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

**Fuente:** Extraído del Ministerio del Ambiente

## **2.3.2. NIVEL LOCAL**

### **2.3.2.1. Ordenanza que aprueba la prevención y control de ruidos molestos en el Distrito de Puno. Ordenanza Municipal N°214/2008/MPP**

La cual establece las definiciones y las normas relativas a la regulación, control, excepciones y prohibiciones, sobre los ruidos sonidos o vibraciones molestos, producidos en la vía pública, calles, plazas, salas de espectáculos, eventos, etc., en que se desarrollen de manera individual o colectiva actividades públicas o privadas dentro de la jurisdicción del distrito de Puno (Municipalidad Provincial de Puno [MPP], 2008). Ordenanza dónde queda prohibido en el distrito de Puno todo ruido o sonido molesto que por su intensidad por encima de los estándares permisibles ocasionen molestias y perturben la tranquilidad de los habitantes de la Ciudad de Puno. (Art. N°2 Ordenanza Municipal N°214/2008/MPP).

## **2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. Hipótesis general**

- Los niveles de contaminación sonora en las principales avenidas de la ciudad de Puno sobrepasan significativamente los estándares de calidad ambiental de ruido.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Los niveles de ruido en la avenida Simón Bolívar sobrepasan significativamente los decibeles a comparación de las otras avenidas evaluadas.
- El mapa de ruido ambiental utilizando ArcGIS Pro 3 en las principales avenidas de la ciudad de Puno 2023 permite recopilar información y georeferenciar los puntos críticos de las medidas de ruido significativamente.

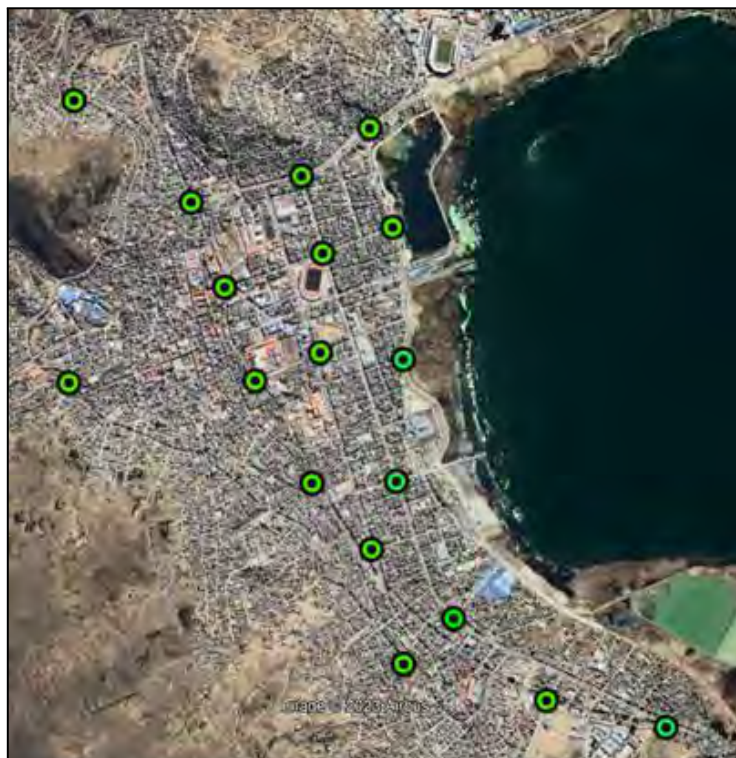


## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

En la presente investigación, se seleccionaron 08 avenidas principales de la ciudad de Puno, correspondiente a la ruta del transporte urbano público. Como parte de la investigación se evaluarán los niveles sonoros generados por el tránsito vehicular. dichos lugares fueron elegidos por ser calles con más concurrencia de vehículos, los cuales fueron:



**Figura 01:** Zonificación de los puntos a muestrear

**Fuente:** <https://www.google.es/earth/about/versions/#download-pro>

**Tabla 02:** Estaciones de monitoreo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE
PM-01	Inter. Av. Simón Bolívar con Av. Ejército	392364.63	8246601.18
PM-02	Inter. Av. Ejército con el Jr. Beltran Rivera	391759.78	8246734.33
PM-03	Inter. Av. Simón Bolívar con Jr. Belisario Suarez	391288.36	8247144.37
PM-04	Inter. Av. El Sol con Jr. Branden	390871.68	8247490.33
PM-05	Inter. Av. Simón Bolívar con Jr. Banchemo Rossi	390995.00	8247833.00
PM-06	Inter. Av. Laykakota con Jr. Echenique	390569.00	8247822.00
PM-07	Inter. Av. Costanera con Jr. Ricardo Palma	391027.61	8248447.36
PM-08	Inter. Av. El Sol con Jr. Carabaya	390607.58	8248479.40
PM-09	Inter. Av. Laykakota con Jr, Carabaya	390278.00	8248336.00
PM-10	Inter. Av. La Torre con Jr. Oquendo	390122.00	8248806.00
PM-11	Inter. Av. Simón Bolívar con Jr. Los Incas	390617.00	8248979.00
PM-12	Inter. Av. Costanera con Jr. Los Incas	390970.00	8249112.00
PM-13	Inter. Av. Floral con Av. La Torre	389951.00	8249233.00
PM-14	Inter. Av. Floral con Av. Simon Bolivar	390508.71	8249368.58
PM-15	Inter. Av. Floral con Av. Costanera	390852.00	8249610.00
PM-16	Int. Av. Circunvalación con Jr. Pedro Vilcapaza	389356.00	8249742.00
PM-17	Int. Av. Circunvalación con Jr. Bolognesi	389337.00	8248321.00
PM-18	Int. Av. Circunvalación con Jr. Leoncio Prado	391036.00	8246914.00

**Fuente:** Elaboración propia

## **3.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA**

### **3.2.1. Población**

Las ocho avenidas principales (Av. Simon Bolivar, Av. El Sol, Av. Costanera, Jr. Tacna, Av. Laykakota, Av. Floral, Av. La Torre, Av. Circunvalación y Av. Ejército) más concurridos de la ciudad de Puno seleccionados para la investigación.

### **3.2.2. Muestra**

En este estudio el tipo de muestreo es “no probabilístico – conveniencia”, utilizando únicamente el método vial o de tránsito de áreas (Avenidas) para determinar los puntos de monitoreo, este método indica que los puntos deben ubicarse en zonas donde el flujo de vehículos es más denso, por lo tanto la muestra que se considera es de 18 puntos estratégicos en 8 avenidas de la ciudad de Puno, la ubicación de los puntos de monitoreo se eligieron por persuasión, son zonas elegidas donde se sospecha que existe una contaminación acústica por el constante movimiento de vehículos motorizados de transportes comerciales y particulares. Los 18 puntos de monitoreo distribuidos en las 07 avenidas (Av. Simon Bolivar, Av. El Sol, Av. Costanera, Jr. Tacna, Av. Laykakota, Av. Floral, Av. La Torre, Av. Circunvalación y Av. Ejército)

## **3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS**

- **Tipo de investigación:** Aplicada.
- **Nivel de investigación:** Descriptivo.
- **Diseño de investigación:** No experimental - Longitudinal
- **Método:** Deductivo.
- **Materiales:** Equipo de laboratorio - sonómetro.

### **3.3.1. Distribución de las estaciones de monitoreo**

Para el presente trabajo de investigación, los 18 puntos estudiar de la ciudad de Puno, fueron divididas en 7 avenidas como se muestra en la tabla 01

### **3.3.2. Selección de Puntos de Medición**

Para este estudio se eligió 07 avenidas de la ciudad de Puno en las cuales se estableció 18 puntos utilizando una malla de procesamiento de 500 m entre punto a punto adecuados para un entorno urbano y evitando sesgos además de tener en cuenta criterios de densidad poblacional, densidad de vías, conglomeraciones sociales existentes (mercados, parada de buses, escuelas, colegios)

### **3.3.3. Procedimiento de medición**

Se utilizó un sonómetro integrador clase 1 que se colocó sobre un trípode ubicado a una altura de 1,5 m desde el suelo, direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45°, sobre su plano horizontal y con el operador alejado del equipo un metro, debido a que se puede presentar atenuaciones del sonido afectando en los niveles de presión sonora registrados.

Se utilizó un calibrador marca PCE- SC41 de frecuencia 1KHz con Nivel de referencia: 94dB - 114 dB midiendo el Nivel de Presión Sonora (NPS) hasta 94 dB siguiendo instrucciones del manual del equipo antes y después de cada medición, comprobando así la sensibilidad del instrumento.

Al registrarse niveles de presión sonora variables constantemente y en apreciable extensión, es decir ruido fluctuante se realizó 04 mediciones de diez minutos por cada punto monitoreado en 04 semanas. Se reportó el ruido de fondo y el Nivel de Presión Sonora equivalente mínimo, máximo y promedio expresados en decibeles en ponderación A (dB(A) y respuesta lenta)..


Se estableció el horario dependiendo el momento donde las fuentes emisoras de ruido difunden los niveles de presión sonora más altos. En jornada diurna desde 9:00 AM a 22:00 PM de lunes a sábado de acuerdo a lo establecido en la Política Nacional del Ambiente (PCM 2003).

Las mediciones no se efectuaron en condiciones adversas que puedan afectar el proceso de medición, por ejemplo: presencia de lluvias, truenos, etc. La toma de datos se llevó a cabo, solamente, cuando la velocidad del viento era igual o menor a 10 m/s aproximadamente.

### 3.3.4. Materiales

#### 3.3.4.1. Sonómetro

**Tabla 03:** Datos del Sonómetro

DATOS DEL SONÓMETRO		Imagen Referencial
Marca	CIRRUS	
Modelo	CR:162B	
Escala de medición	30 - 132 dB	
Ponderación de Frecuencia	A, C y Z	
Tiempo de Respuesta	Rápido	
Resolución de Pantalla	0.01 dB	
Rango de error	+/- 0.5 dB	

### 3.3.4.2. GPS.

**Tabla 04:** Datos del GPS

DATOS DEL GPS		Imagen Referencial
Marca	GARMIN	
Modelo	62SC	
Memoria Interna	3.5 GB	
Cámara	5 Megapíxeles	
Resolución de Pantalla	2,6 pulgadas	
Brújula	3 ejes con altímetro barométrico	

### 3.3.5. Formato de registro de datos

En el Anexo 04 se detalla el formato que se utilizó para el levantamiento de datos del nivel de presión sonora equivalente.

### 3.3.6. Georeferenciación de los puntos de muestreo

Con el fin de realizar mediciones siempre desde los mismos lugares, para que no se pierda la precisión, se tomaron las coordenadas geográficas de cada punto de monitoreo con un dispositivo GPS. Además, se utilizó para mapear y geolocalizar digitalmente cada punto de seguimiento.

### **3.3.7. Metodología de la integración de datos con el SIG**

Un Sistema de Información Geográfica puede ser descrito como un sistema computacional de software, hardware de datos, y el personal que manipula, analiza y presenta la información que es georreferenciada es decir, ligado a una localización espacial (WG-AEN), 2007).

La modelización espacial se puede desarrollar utilizando SIG, en cuyo caso el resultado se obtiene interpolando información ya conocida. En otras palabras, se prueban diferentes escenarios antes de tomar decisiones.

### **3.3.8. Unificación de las coordenadas geográficas**

Considerando la ubicación de los puntos de observación, el primer paso fue integrar el SIG con los datos recopilados por el GPS, que luego fueron tabulados y mapeados en ArcGis. Con esto se logró crear un mapa de las áreas monitoreadas y luego interpolar este mapa con los archivos ráster, los cuales pertenecen a su base de datos de sistemas de información geográfica.

### **3.3.9. Análisis espacial de los datos mediante el programa “ArcMap”**

Luego de completar el monitoreo en los 18 puntos indicados, los datos fueron procesados en un programa Excel, generando una tabla de todas las variables observadas, como ubicación del punto de monitoreo, coordenadas, nivel de presión sonora equivalente promedio (LAeq). Esta tabla fue posteriormente exportada al software ArcGis 10.1, que utiliza ArcMap 10.1, que permite modelar la correlación espacial de ciertos datos utilizando el método de interpolación en su analizador espacial, a través de la técnica geoestadística conocida como IDW que se ajusta a una función matemática a un número específico de puntos, o a todos los puntos dentro de un radio específico, para determinar el valor de salida para cada ubicación. Kriging es un proceso que consta de varios pasos, incluido el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la generación de superficies y (opcionalmente) la varianza de la superficie. Este método es más apropiado cuando se sabe que existe un efecto direccional o de distancia

especialmente correlacionado en los datos. Se utiliza a menudo en pedología y geología. Este método es aplicable, ya que se adapta a fluctuaciones significativas de los datos medidos, como es el caso de los LAeq, generados en el monitoreo de ruido ambiental de una ciudad.

### **3.3.10. Criterios para la representación gráfica del mapa de ruido**

La representación gráfica del mapa se realiza según los criterios del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental vigente del Ministerio de Medio Ambiente y la selección de colores de la norma ISO 1996-2:2007. Para ello, se ajustó la predicción a un rango de 2 decibeles para cada nivel de ruido.

## **3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **3.4.1. Variable independiente**

- Ubicación de las principales avenidas de la ciudad de Puno

### **3.4.2. Variable dependiente**

- Nivel de contaminación Sonora.

## **3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO**

Por las características de los datos obtenidos y el propósito de la investigación, se hizo un análisis estadístico descriptivo comparativo, con todas las muestras de diferentes estaciones. Se recolectaron los datos con el fin de medir los niveles de ruido ambiental presentes en el área de estudio para después analizarlos y hacer la contrastación con el estándar de calidad ambiental de ruido.



## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. DETERMINAR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA POR EL TRÁFICO VEHICULAR URBANO EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE LA CIUDAD DE PUNO 2023.

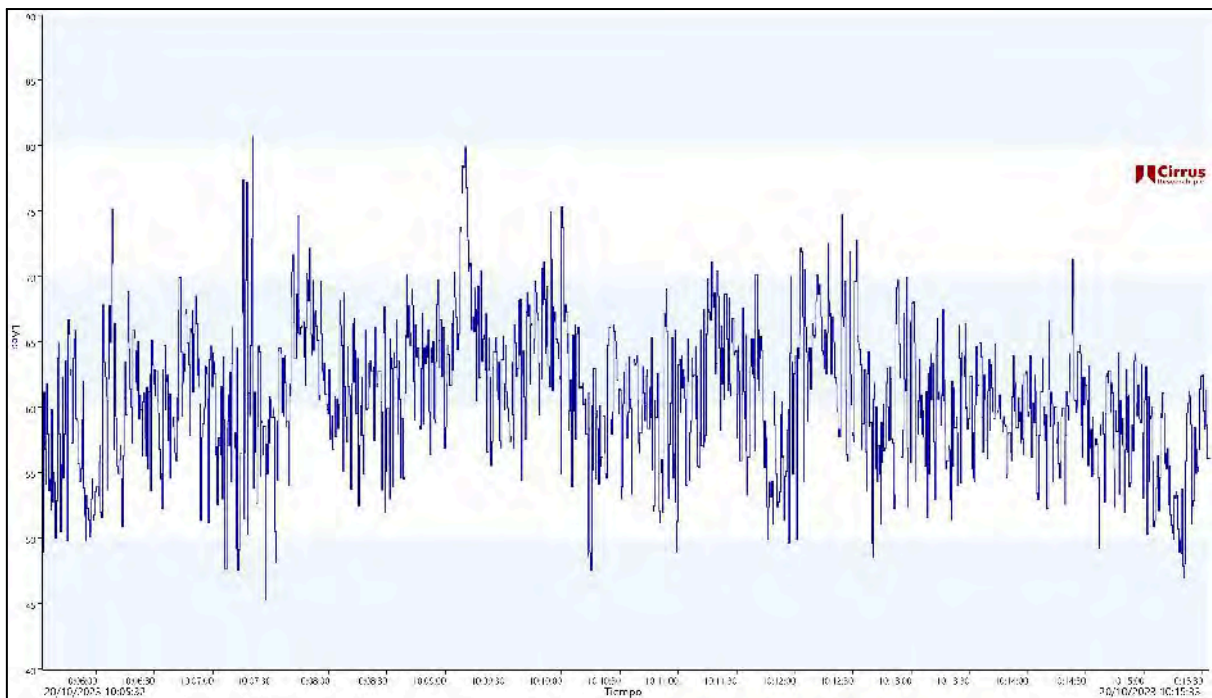
##### Presentación de Datos

La ejecución de monitoreo se realizó, los meses de octubre y noviembre del 2023. El registro de los niveles de presión sonora (NPS) vehicular se realizó en los 18 puntos de monitoreo establecidos, de acuerdo a la Norma NTP 1996-2:2008 y el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, donde se registraron 72 lecturas de 10 minutos. A partir del registro de nivel de presión sonora (NPS) máximo y mínimo, se calcula el nivel promedio y los niveles de presión sonora continuo equivalente (LAeq), finalmente el promedio logarítmico de los niveles de presión sonora continuo equivalente (LAeq) para cada periodo de tiempo de cada estación de monitoreo (EM) mostrando 72 datos como resultado del monitoreo de ruido ambiental, el cual se detalla en las siguientes tablas:

**Tabla 05:** Resultados del punto de registro Av, Simón Bolívar con Av. Ejército

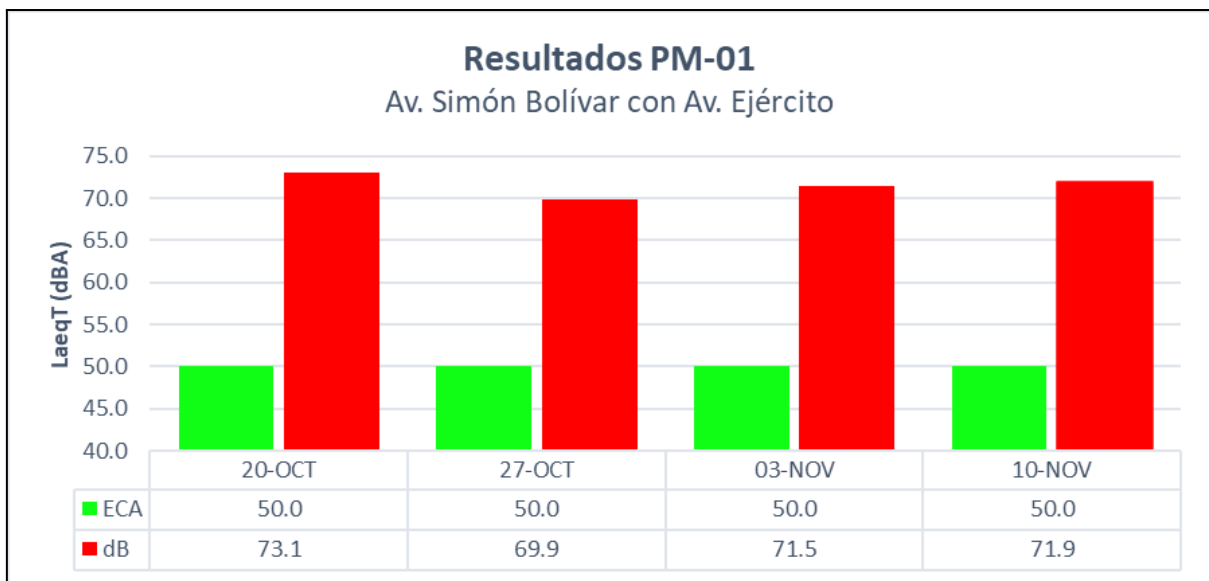
Punto de Registro	Horario Diurno ECA	Zonificación	Hora Turno	Fecha	LAeq (dB)		
					Lmax	Lmin	dB
PM-01	50 dB	ZONA DE PROTECCIÓN ESPECIAL	09:06 Mañana	20/10	81,5	46,8	<b>73.1</b>
			08:46 Mañana	27/10	74,6	67,9	<b>69.9</b>
			14:13 Tarde	03/11	79,3	68,3	<b>71.5</b>
			17:59 Tarde	10/11	75,5	69,7	<b>71.9</b>

En la tabla 05 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 20 - 27 del mes de octubre y 03 - 10 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los Lmax, Lmin y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 27 de octubre con 69.9 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 20 de octubre con 73.1 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 03) superan los límites considerados (50 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido), siendo esta una zona de protección especial por la presencia de un centro de salud perteneciente al Ejército del Perú y la Institución Educativa Primaria Chanu Chanu. Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia de algunas actividades comerciales (tiendas) y principalmente por flujo de vehículos mayores y menores (trailers, buses, combis, taxis y mototaxis) que realizan el servicio a diferentes partes de la ciudad de Puno.



**Figura 02:** Medición del sonómetro del PM-01 en fecha 20/10/2023

En el Figura N° 02 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-01 Av, Simón Bolívar con Av. Ejército, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 73,1 dB**

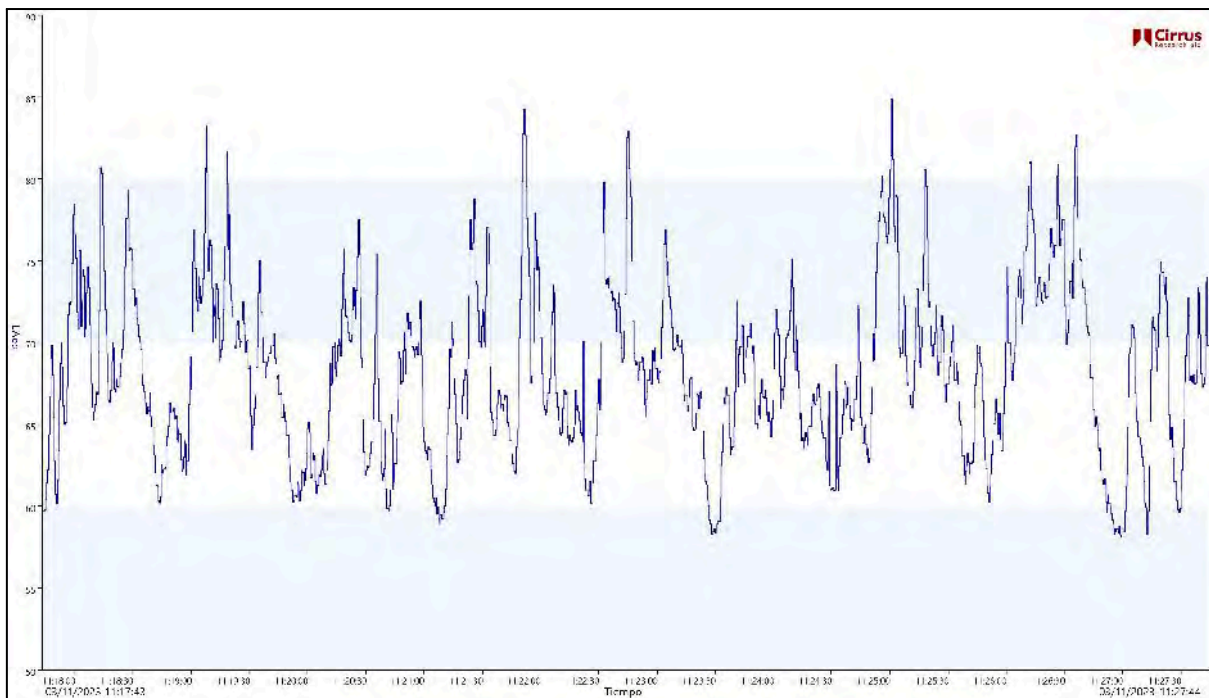


**Figura 03:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 06:** Resultados del punto de registro Av. Ejército con el Jr. Beltran Rivera

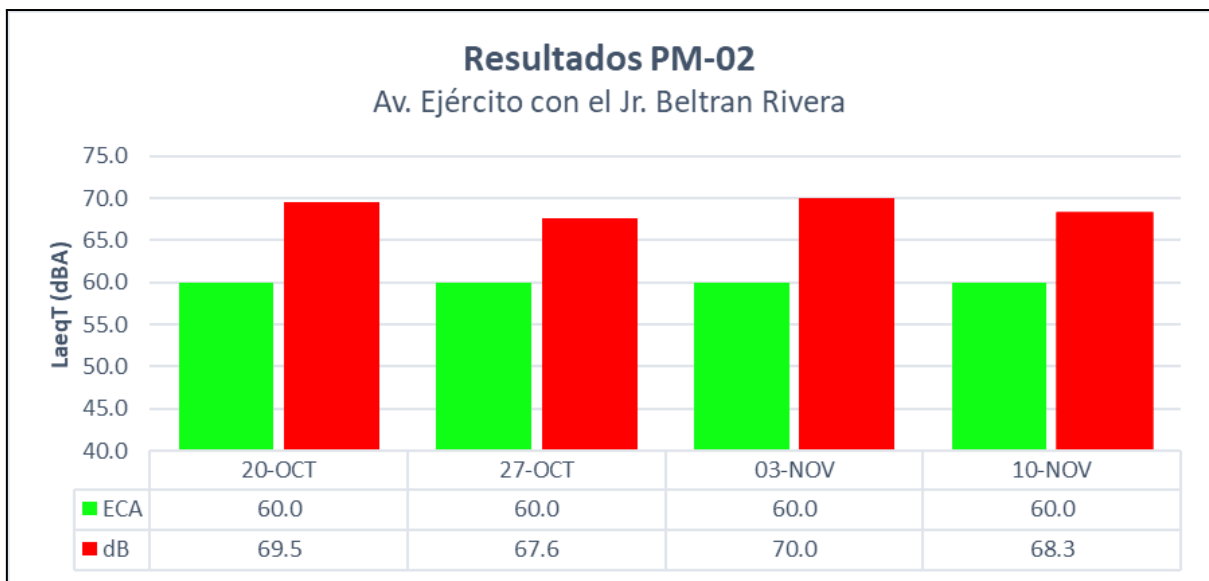
Punto de Registro	Horario		Hora	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	Zonificación			Turno	Lmax	Lmin
<b>PM-02</b>	60 dB	ZONA RESIDENCIAL	09:25	20/10	74.6	65.8	<b>69.5</b>
			Mañana				
			09:02	27/10	73.0	66.1	<b>67.6</b>
			Mañana				
			14:34	03/11	86.9	58.9	<b>70.0</b>
			Tarde				
			15:24	10/11	74.1	66.4	<b>68.3</b>
			Tarde				

En la tabla 06 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 20 - 27 del mes de octubre y 03 - 10 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 27 de octubre con 67.6 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 03 de noviembre con 70.0 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 05) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido), siendo esta una zona residencial. Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de vehículos mayores y menores (trailers, buses, combis, taxis y mototaxis) que realizan el servicio a diferentes partes de la ciudad de Puno y también de restaurantes que emiten publicidad con elevados niveles de sonido.



**Figura 04:** Medición del sonómetro del PM-02 en fecha 03/11/2023

En el Figura N° 04 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-02 Av. Ejército con el Jr. Beltran Rivera, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **L<sub>Aeq</sub> 70,0 dB**



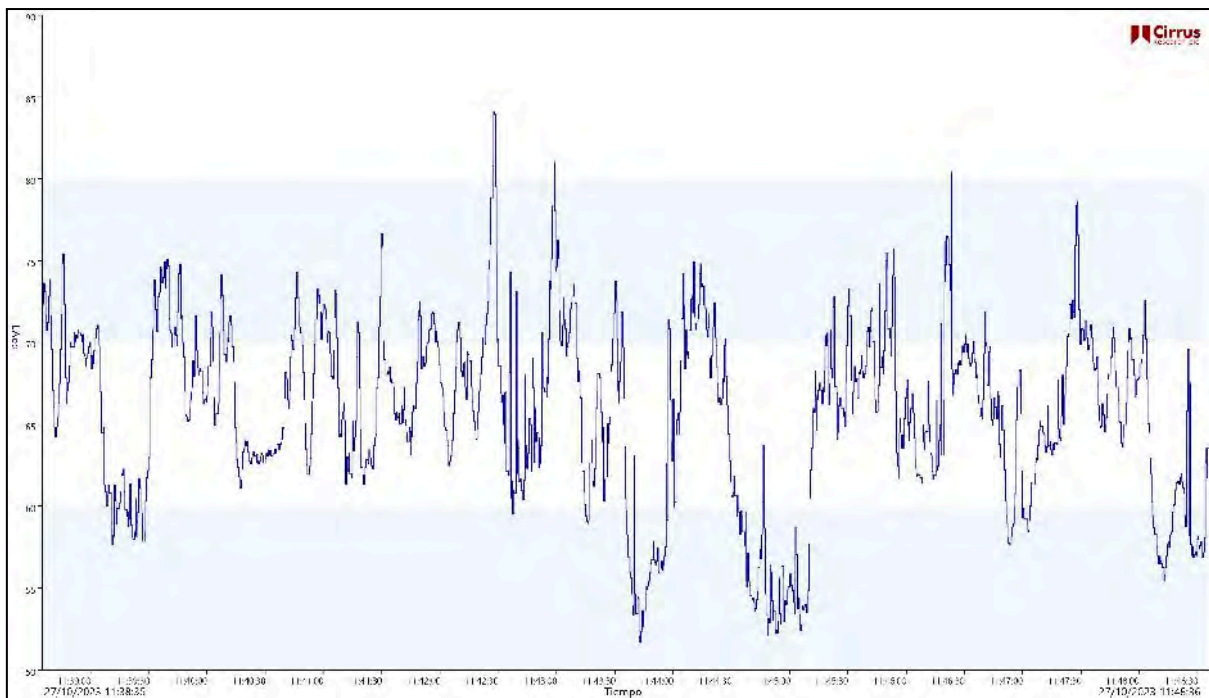
**Figura 05:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 07:** Resultados del punto de registro Av. Simón Bolívar con el Jr. Belizario Suarez.

Punto de Registro	Horario		Zonificación	Hora Turno	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno ECA					Lmax	Lmin	dB
<b>PM-03</b>	60 dB	ZONA RESIDENCIAL	09:59	Mañana	20/10	72.4	65.8	<b>68.7</b>
			09:25	Mañana	27/10	84.3	52.5	<b>71.3</b>
			14:50	Tarde	03/11	72.7	67.3	<b>68.9</b>
			15:44	Tarde	10/11	69.9	66.6	<b>68.8</b>

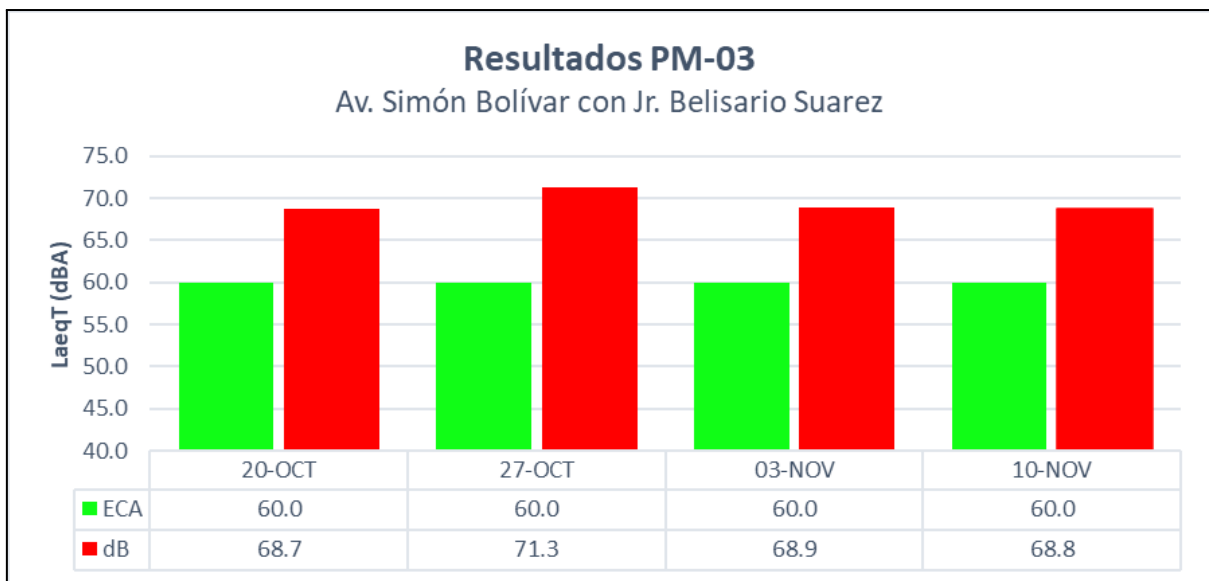
En la tabla 07 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 20 - 27 del mes de octubre y 03 - 10 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 20 de octubre con 68.7 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 27 de octubre con 71.3 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 07) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido), siendo esta una zona residencial. Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de vehículos menores que realizan el servicio a diferentes partes de la ciudad de Puno y la proliferación de talleres mecánicos informales que generan una gran congestión vehicular y en especial los días en el que se realizan las ferias sabatinas.





**Figura 06:** Medición del sonómetro del PM-03 en fecha 27/10/2023

En el Figura N° 06 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-03 Av. Simón Bolívar con el Jr. Belizario Suarez, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 70,0 dB**

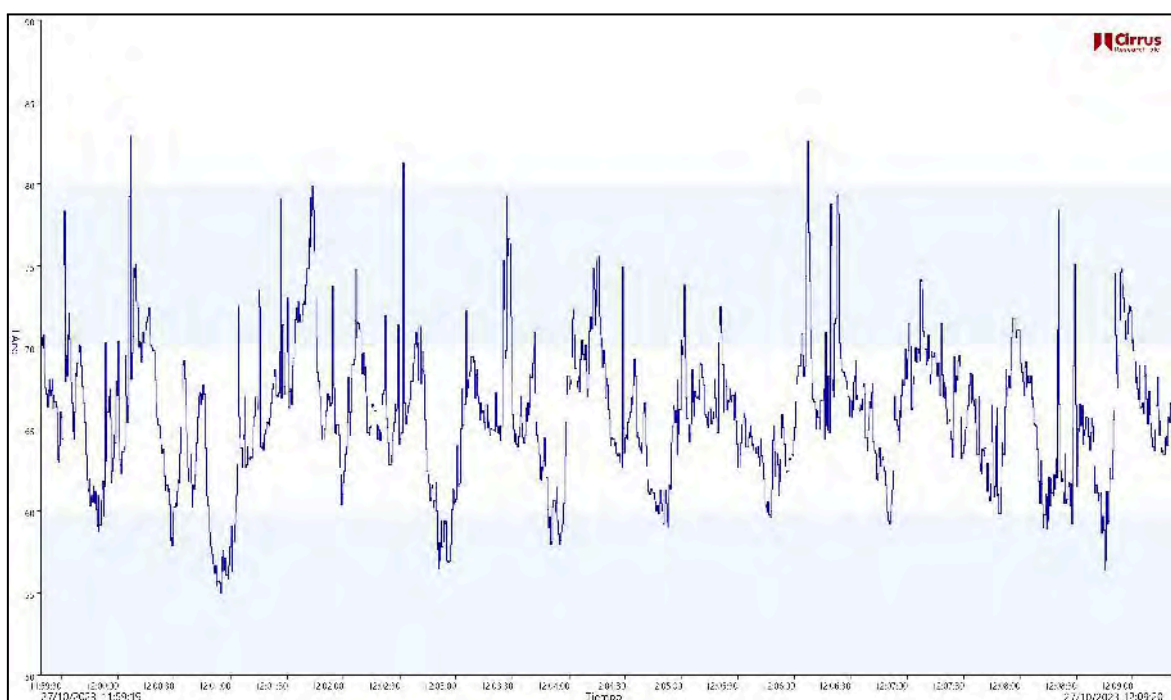


**Figura 07.** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 08:** Resultados del punto de registro Av. El Sol con Jr. Branden

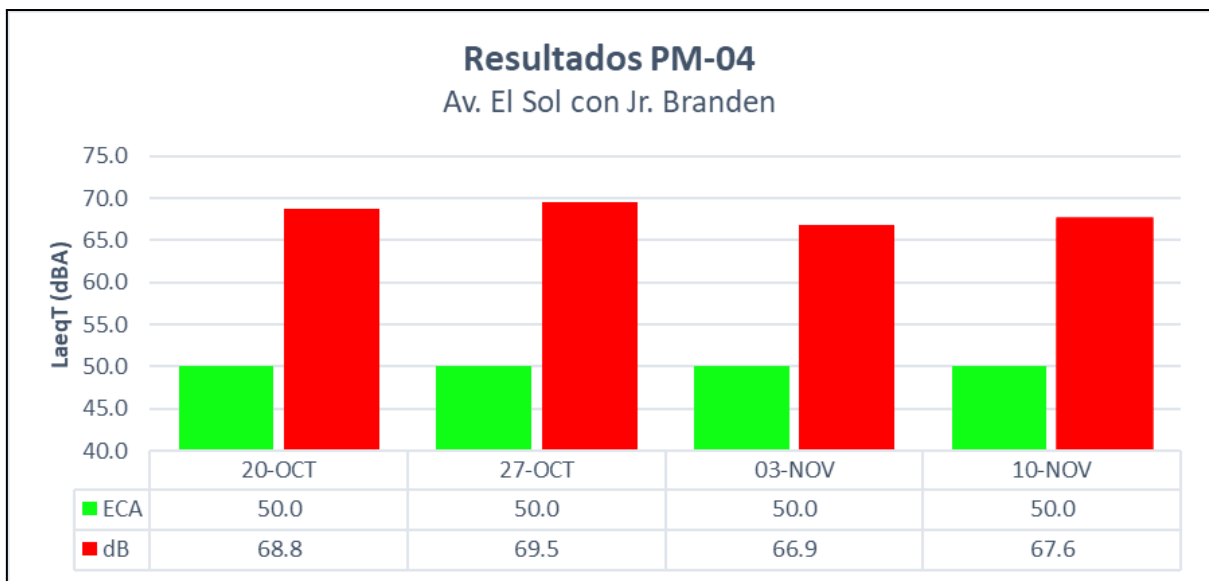
Punto de Registro	Horario		Zonificación	Hora Turno	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	ECA				Lmax	Lmin	dB
<b>PM-04</b>	50 dB	ZONA DE PROTECCIÓN ESPECIAL	10:15	Mañana	20/10	73.6	67.7	<b>68.8</b>
			09:45	Mañana	27/10	83.3	55.4	<b>69.5</b>
			15:20	Tarde	03/11	74.4	63.8	<b>66.9</b>
			18:23	Tarde	10/11	69.3	65.7	<b>67.6</b>

En la tabla 08 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 20 - 27 del mes de octubre y 03 - 10 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los Lmax, Lmin y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 03 de noviembre con 66.9 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 27 de octubre con 69.5 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 09) superan los límites considerados (50 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido) siendo esta una zona de protección especial por la presencia de una Institución Educativa Privada Imagina School y también las oficinas de Provias Nacional Zonal Puno. Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de actividades comerciales existentes formales e informales y por la aglomeración de vehículos que realizan el servicio a diferentes partes de la ciudad de Puno; además se pudo observar que los niveles máximos medidos podrían ser debido a la utilización excesiva de la bocina y/o claxon, por parte de los conductores.



**Figura 08:** Medición del sonómetro del PM-04 en fecha 27/10/2023

En el Figura N° 08 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-04 Av. El Sol con Jr. Branden, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 69,5 dB**

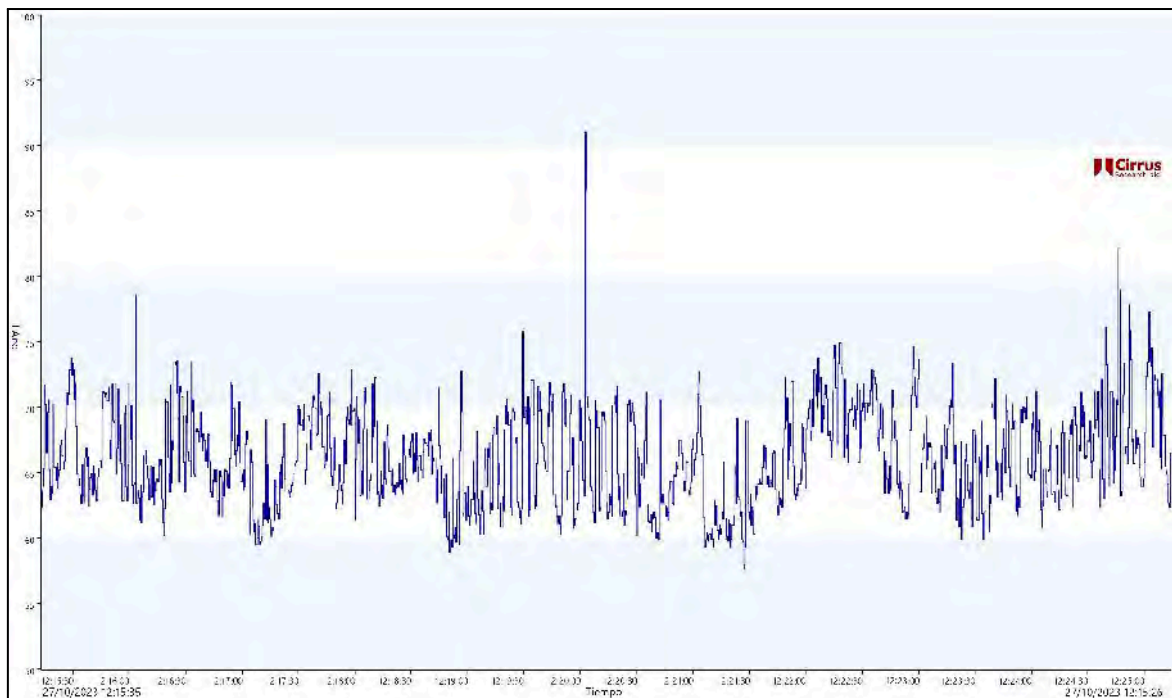


**Figura 09:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 09:** Resultados del punto de registro Av. Simón Bolívar con Jr. Banchemo Rossi

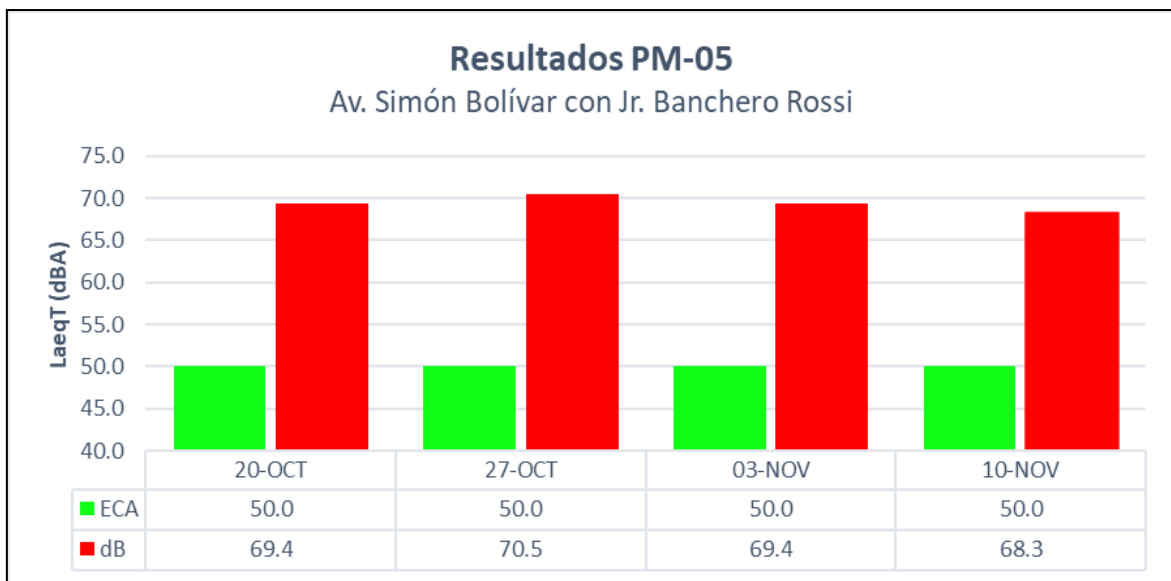
Punto de Registro	Horario		Hora	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	Zonificación			Turno	Lmax	Lmin
<b>PM-05</b>	50 dB	ZONA DE PROTECCIÓN ESPECIAL	10:33	20/10	75.6	67.3	<b>69.4</b>
			Mañana				
			09:59	27/10	72.8	67.4	<b>70.5</b>
			Mañana				
			15:37	03/11	73.5	68.4	<b>69.4</b>
			Tarde				
			16:16	10/11	71.4	65.6	<b>68.3</b>
			Tarde				

En la tabla 09 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 20 - 27 del mes de octubre y 03 - 10 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 10 de noviembre fluctúa los 68.3 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 27 de octubre con 70.5 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 11) superan los límites considerados (50 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido) siendo esta una zona de protección especial por la presencia de una Institución Educativa Laykakota. Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de actividades comerciales existentes formales e informales y por la aglomeración de vehículos que realizan el servicio a diferentes partes de la ciudad de Puno como también vehículos que prestan servicio a los distritos de Acora, Chucuito, entre otros lugares del sur de Puno. Además se podría deber a la presencia de cantinas informales presentes en el jr. Bancharo Rosi y esto es perjudicial para los estudiantes de la institución educativa Laykakota.



**Figura 10.** Resumen de medición del sonómetro del PM-05 en fecha 27/10/2023

En el Figura N° 10 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-05 Av. Simón Bolívar con Jr. Banchero Rossi, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 70,5 dB**



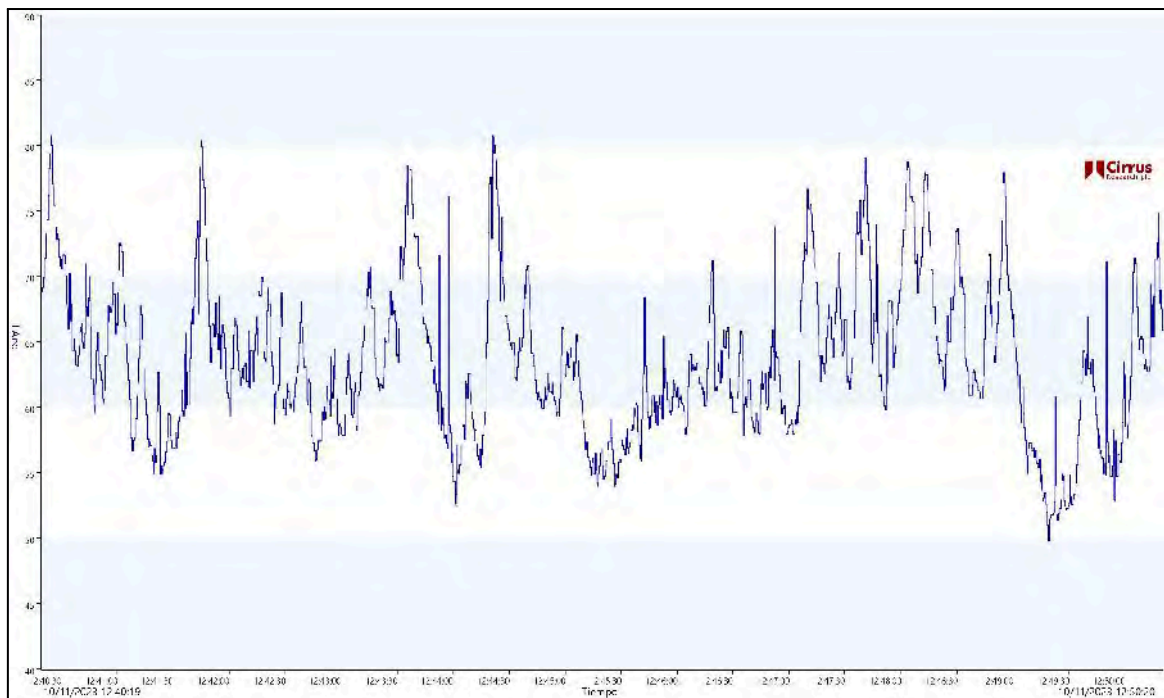
**Figura 11:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 10:** Resultados del punto de registro Av. Laykakota con Jr. Echenique

Punto de Registro	Horario		Hora	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	Zonificación			Lmax	Lmin	dB
<b>PM-06</b>	60 dB	ZONA DE RESIDENCIAL	10:49	20/10	73.5	68.7	<b>72.1</b>
			Mañana				
			10:15	27/10	75.2	67.4	<b>70.5</b>
			Mañana				
			15:55	03/11	74.8	64.7	<b>68.2</b>
Tarde							
			18:12	10/11	81.9	50.2	<b>73.1</b>
			Tarde				

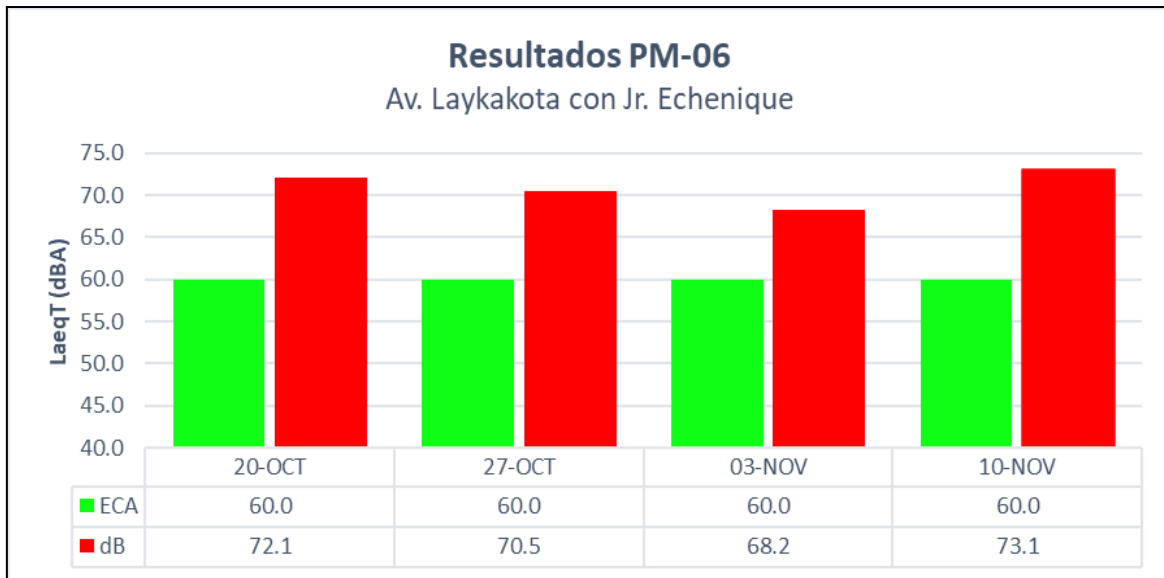


En la tabla 10 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 20 - 27 del mes de octubre y 03 - 10 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 03 de noviembre fluctúa los 68.2 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 10 de noviembre con 73.1 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 13) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido). Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de actividades comerciales existentes formales e informales existentes alrededor del óvalo dante nava y por la presencia de vehículos que realizan el servicio urbano a diferentes partes de la ciudad de Puno, además se pudo observar que los niveles máximos medidos podrían ser debido a la utilización excesiva de la bocina y/o claxon, por parte de los conductores.



**Figura 12:** Medición del sonómetro del PM-06 en fecha 10/11/2023

En el Figura N° 12 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-06 Av. Laykakota con Jr. Echenique, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 73,1 dB**

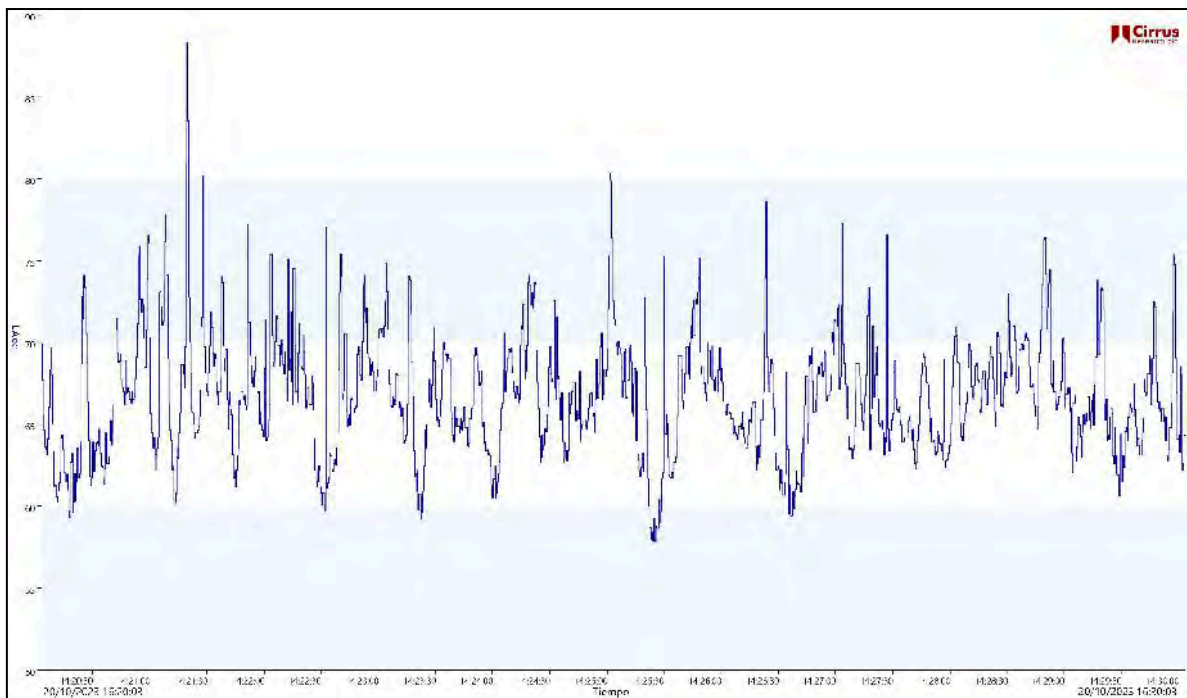


**Figura 13:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 11:** Resultados del punto de registro Av. Costanera con Jr. Ricardo Palma

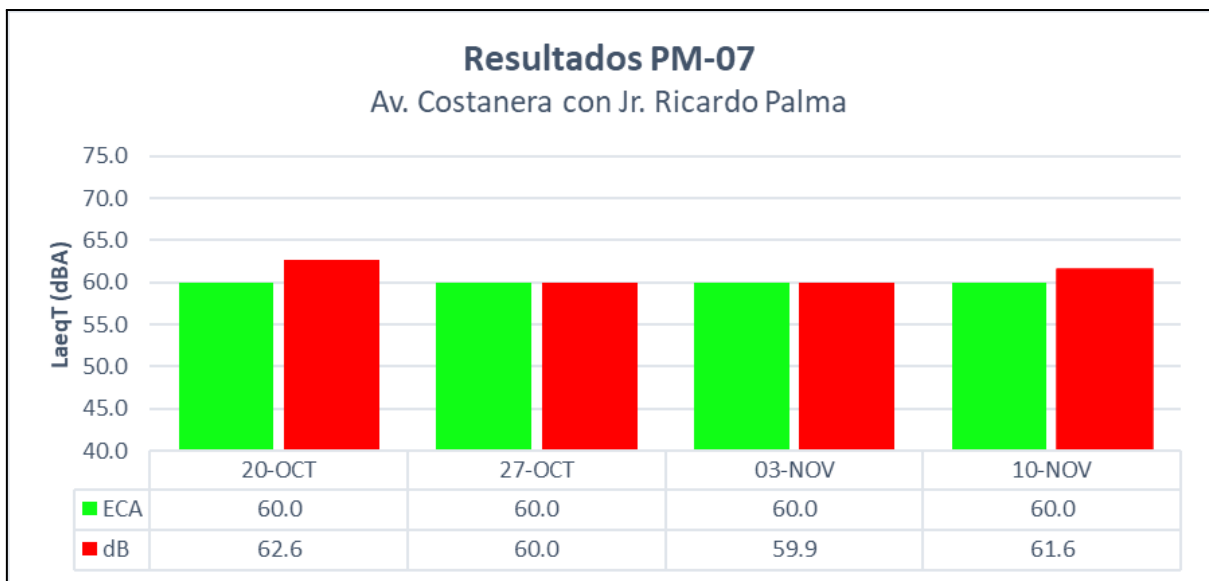
Punto de Registro	Horario		Hora	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	Zonificación			Lmax	Lmin	dB
<b>PM-07</b>	60 dB	ZONA RESIDENCIA	11:03 Mañana	20/10	68.4	59.5	<b>62.6</b>
			10:28 Mañana	27/10	64.6	57.3	<b>60.0</b>
			16:18 Tarde	03/11	64.3	58.8	<b>59.9</b>
			16:51 Tarde	10/11	67.3	59.4	<b>61.6</b>

En la tabla 11 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 20 - 27 del mes de octubre y 03 - 10 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el valor máximo se determinó en la fecha 20 de octubre con 61.6 dB, en este caso solo dos de los cuatro niveles mientras el mínimo de ruido se presentó en la fecha 03 de noviembre fluctúa los 59.9 dB siendo este un resultado favorable para la presente investigación puesto que dos de los cuatro muestreos se encuentran dentro de los dB permitidos según la norma vigente, mientras que los de ruido registrados (Figura 15) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido) siendo esta una zona residencial. Asimismo, según lo observado in situ los dos valores máximos obtenidos que exceden según la norma vigente se podrían deber a la confluencia del flujo de actividades comerciales existentes formales e informales y puestos de expendio de bebidas alcohólicas.



**Figura 14:** Medición del sonómetro del PM-07 en fecha 20/10/2023

En el Figura N° 14 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-06 Av. Costanera con Jr. Ricardo Palma, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 73,1 dB**



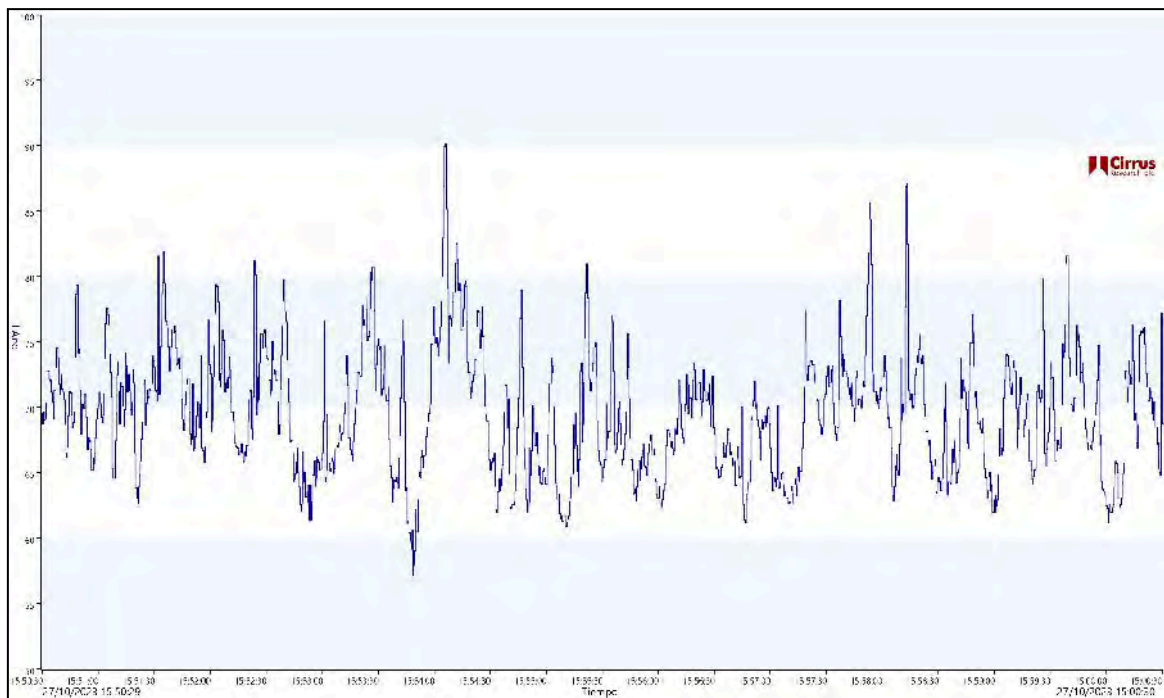
**Figura 15:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 12:** Resultados del punto de registro Av. El Sol con Jr. Carabaya

Punto de Registro	Horario		Hora Turno	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno ECA	Zonificación			Lmax	Lmin	dB
<b>PM-08</b>	50 dB	ZONA DE PROTECCIÓN ESPECIAL	11:31 Mañana	20/10	70.4	66.3	<b>67.8</b>
			10:47 Mañana	27/10	70.1	67.1	<b>68.0</b>
			18:00 Tarde	03/11	69.4	65.3	<b>66.9</b>
			17:21 Tarde	10/11	70.0	64.6	<b>66.8</b>

En la tabla 12 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 20 - 27 del mes de octubre y 03 - 10 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los Lmax, Lmin y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 10 de noviembre fluctúa los 66.8 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 27 de octubre con 68.0 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 17) superan los límites considerados (50 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido) siendo esta una zona de protección especial por la presencia de la institución educativa Gran Unidad San Carlos y el centro de rehabilitación de ESSALUD. Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de actividades comerciales existentes formales e informales

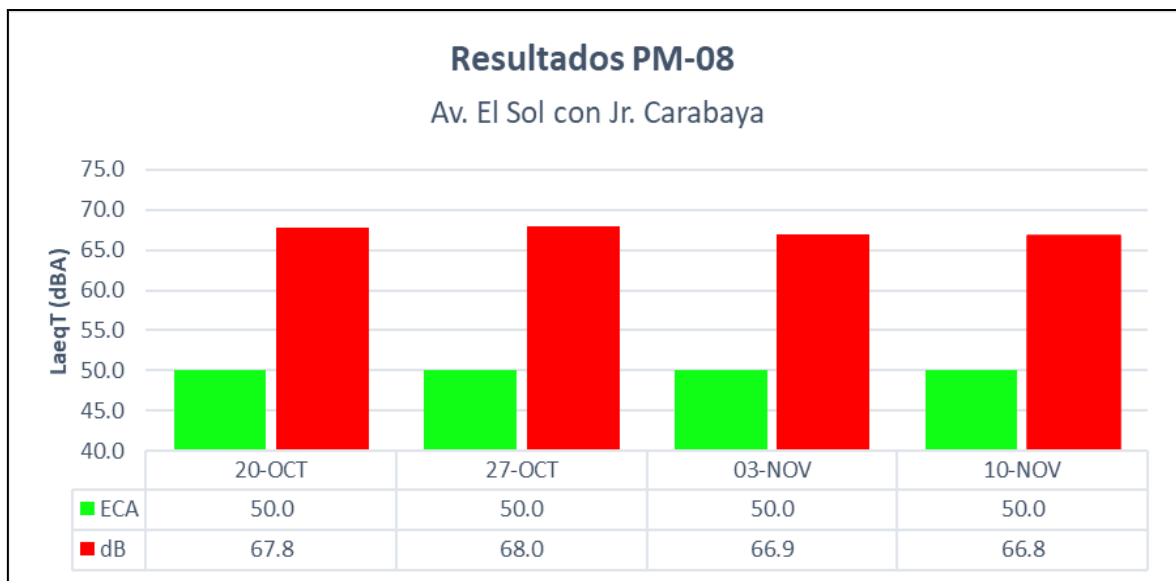
existentes alrededor del óvalo Ramón Castilla que cuentan con megáfonos, equipos de sonido y otros aparatos que usan para realizar publicidad y por otro lado la presencia de vehículos que realizan el servicio urbano de norte a sur y viceversa de la ciudad de Puno, además se pudo observar que los niveles máximos medidos podrían ser debido a la utilización excesiva de la bocina y/o claxon, por parte de los conductores.



**Figura 16:** Medición del sonómetro del PM-08 en fecha 27/10/2023

En el Figura N° 16 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-08 Av. El Sol con Jr. Carabaya, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **L<sub>Aeq</sub> 68,0 dB**



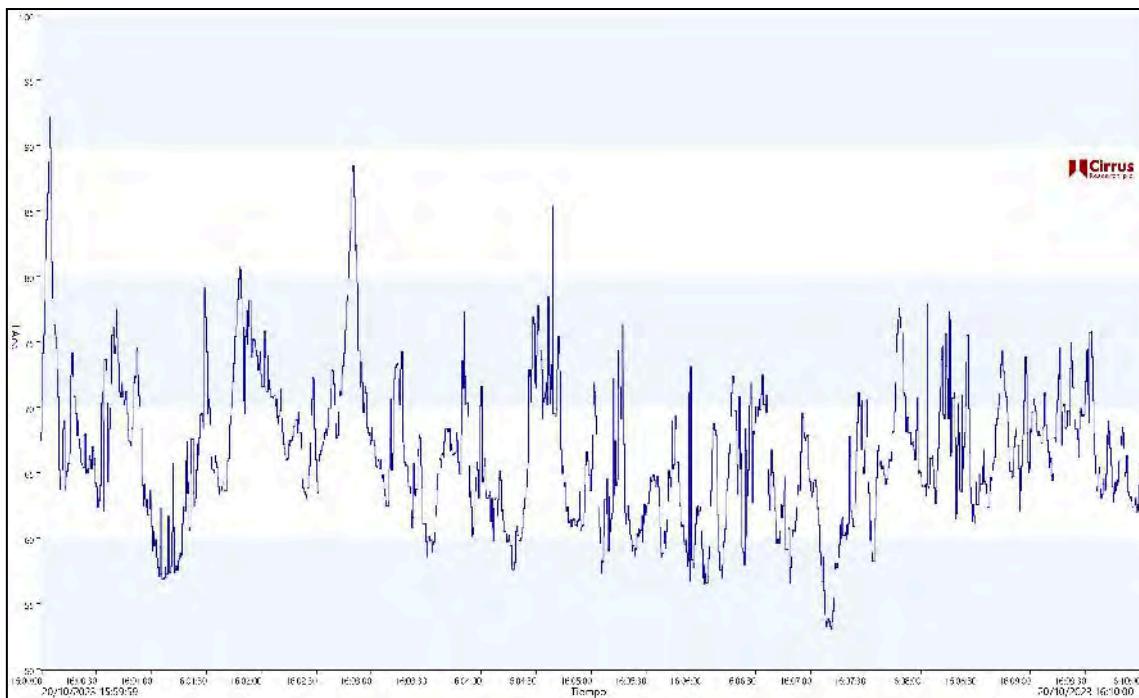


**Figura 17:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 13:** Resultados del punto de registro Av. Laykakota con Jr, Carabaya

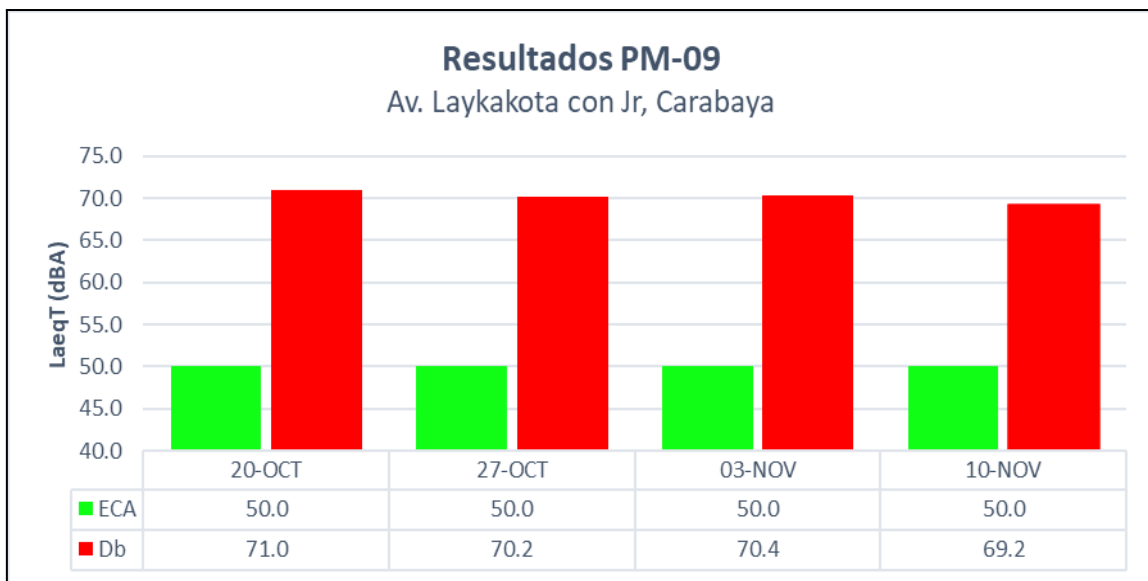
Punto de Registro	Horario		Hora	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	Zonificación			Lmax	Lmin	dB
<b>PM-09</b>	50 dB	ZONA DE PROTECCIÓN ESPECIAL	11:45	20/10	88.3	53.6	<b>71.0</b>
			Mañana				
			11:04	27/10	71.8	67.0	<b>70.2</b>
			Mañana				
			16:57	03/11	73.0	68.3	<b>70.4</b>
			Tarde				
			17:35	10/11	71.7	67.3	<b>69.2</b>
			Tarde				

En la tabla 13 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 20 - 27 del mes de octubre y 03 - 10 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 10 de noviembre fluctúa los 69.2 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 20 de octubre con 71.0 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 19) superan los límites considerados (50 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido) siendo esta una zona de protección especial por la presencia de la Institución Educativa Gran Unidad San Carlos, Institucion Educativa La Inmaculada y la Institución Educativa Secundaria Comercial 45 “ERP”. Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de vehículos menores que realizan el servicio urbano de norte a sur y viceversa de la ciudad de Puno, además se pudo observar que los niveles máximos medidos podrían ser debido a la utilización excesiva de la bocina y/o claxon, por parte de los conductores.



**Figura 18:** Medición del sonómetro del PM-09 en fecha 20/10/2023

En el Figura N° 18 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-09 Av. Laykakota con Jr, Carabaya, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 71,0 dB**

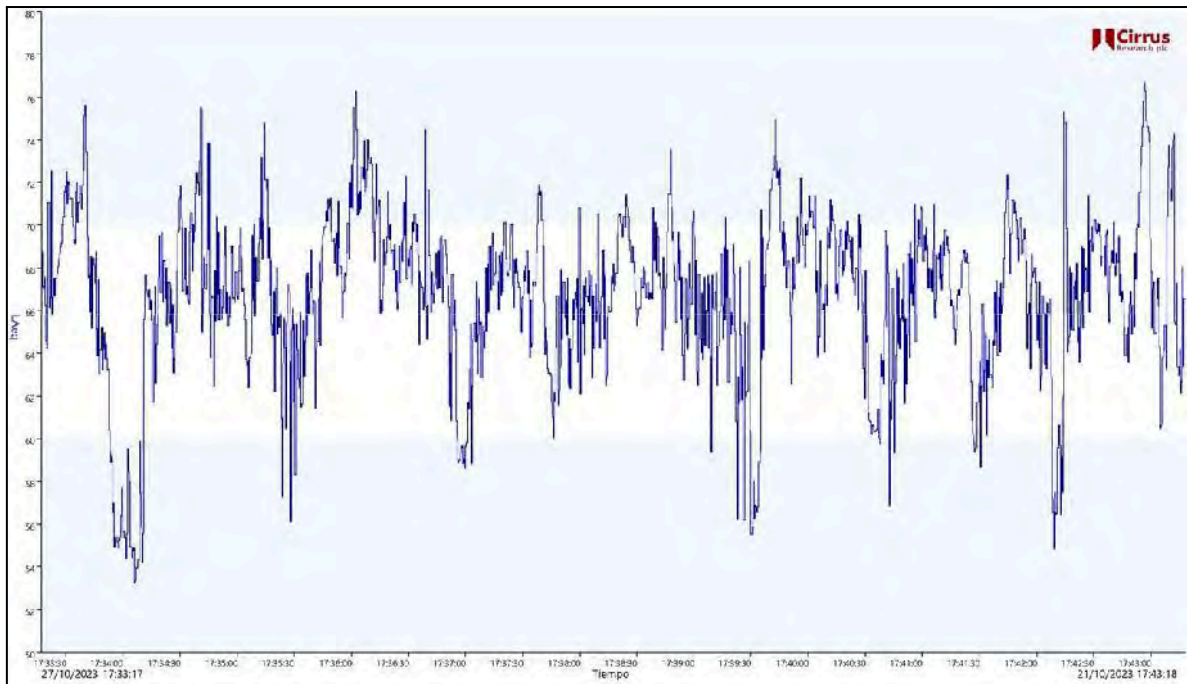


**Figura 19:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 14:** Resultados del punto de registro Av. La Torre con Jr. Oquendo

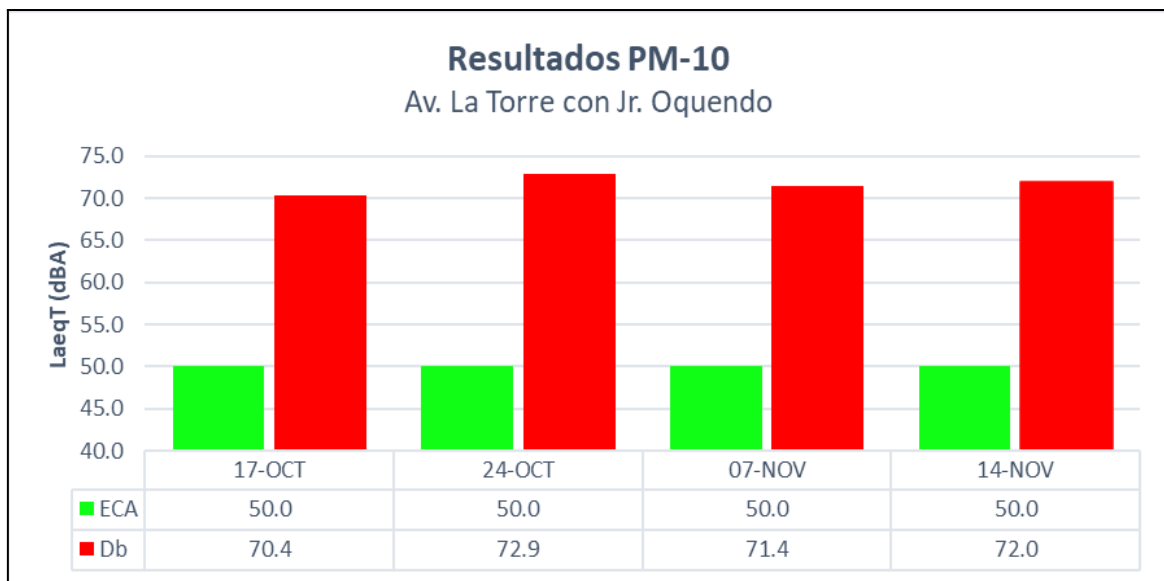
Punto de Registro	Horario		Hora Turno	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno ECA	Zonificación			Lmax	Lmin	dB
<b>PM-10</b>	50 dB	ZONA MIXTA COMERCIAL Y DE PROTECCIÓN ESPECIAL	08:59 Mañana	17/10	74,5	67,8	<b>70.4</b>
			09:32 Mañana	24/10	76,9	53,5	<b>72.9</b>
			14:24 Tarde	07/11	72,3	68,3	<b>71.4</b>
			18:05 Tarde	14/11	72,5	69,7	<b>72.0</b>

En la tabla 14 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 17 - 24 del mes de octubre y 07 - 11 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 17 de octubre que fluctúa los 70.4 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 24 de octubre con 72.9 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 21) superan los límites considerados (50 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido) siendo esta una zona de protección especial por la presencia de la institución educativa Glorioso Colegio Nacional San Carlos. Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de actividades comerciales existentes formales e informales existentes que cuentan con megáfonos, equipos de sonido y otros aparatos que usan para realizar publicidad, también la presencia del centro comercial Plaza Vea que aglomera miles de personas al día y asu vez generando tráfico al momento de salir de la misma y por otro lado la presencia de vehículos que realizan el servicio urbano de norte a sur y viceversa de la ciudad de Puno, además se pudo observar que los niveles máximos medidos podrían ser debido a la utilización excesiva de la bocina y/o claxon, por parte de los conductores.



**Figura 20:** Medición del sonómetro del PM-10 en fecha 24/10/2023

En el Figura N° 20 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-10 Av. La Torre con Jr. Oquendo, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 72,9 dB**



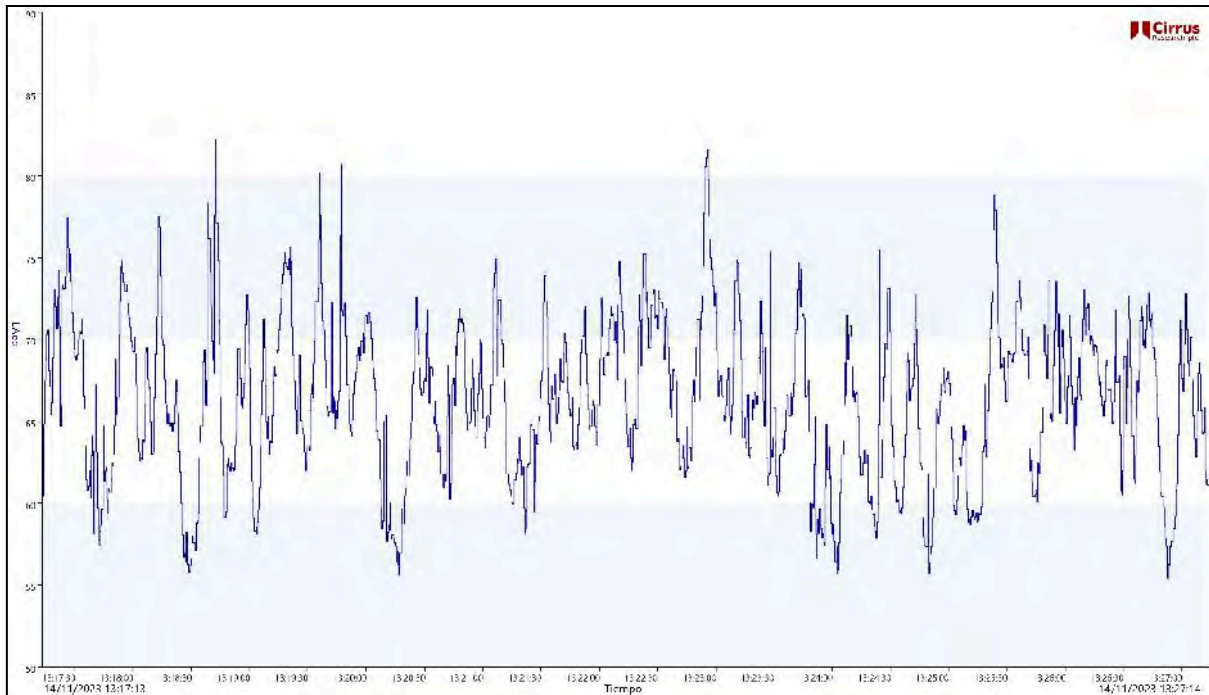
**Figura 21:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 15:** Resultados del punto de registro Av. Simón Bolívar con Jr. Los Incas

Punto de Registro	Horario		Hora	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	Zonificación			Lmax	Lmin	dB
PM-11	70 dB	ZONA COMERCIAL	09:18	17/10	79.2	66.7	<b>75.4</b>
			Mañana				
			09:47	24/10	82.5	67.4	<b>73.3</b>
			Mañana				
			14:44	07/11	77.8	66.2	<b>75.0</b>
Tarde							
			13:05	14/11	83.1	55.9	<b>76.7</b>
			Tarde				

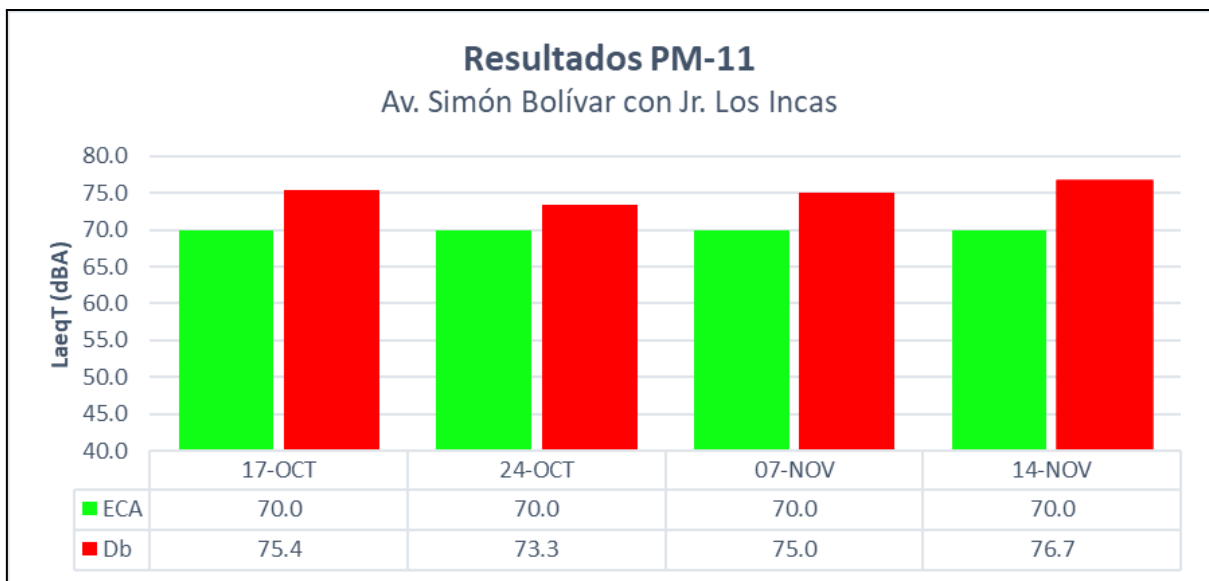
En la tabla 15 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 17 - 24 del mes de octubre y 07 - 14 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 24 de octubre que fluctúa los 73.3 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 14 de noviembre con 76.7 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 23) superan los límites considerados (70 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido). Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de actividades comerciales existentes formales e informales existentes que cuentan con megáfonos, equipos de sonido y otros aparatos que usan para realizar publicidad, por otro lado la presencia de vehículos que realizan el servicio de taxi, mototaxis y autos privados de la ciudad de Puno, además se pudo observar que los niveles máximos medidos podrían ser debido a la utilización excesiva de la bocina y/o claxon, por parte de los conductores.





**Figura 22:** Medición del sonómetro del PM-11 en fecha 14/11/2023

En el Figura N° 22 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-11 Av. Simón Bolívar con Jr. Los Incas, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 76,7 dB**

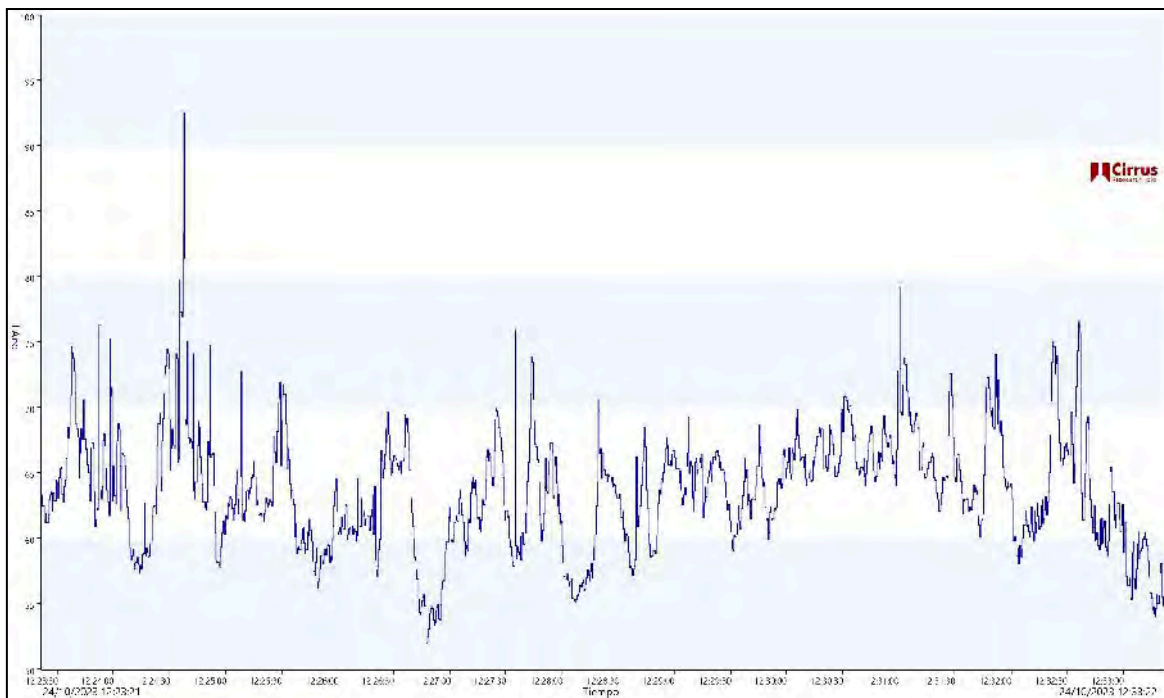


**Figura 23:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 16:** Resultados del punto de registro Av. Costanera con Jr. Los Incas

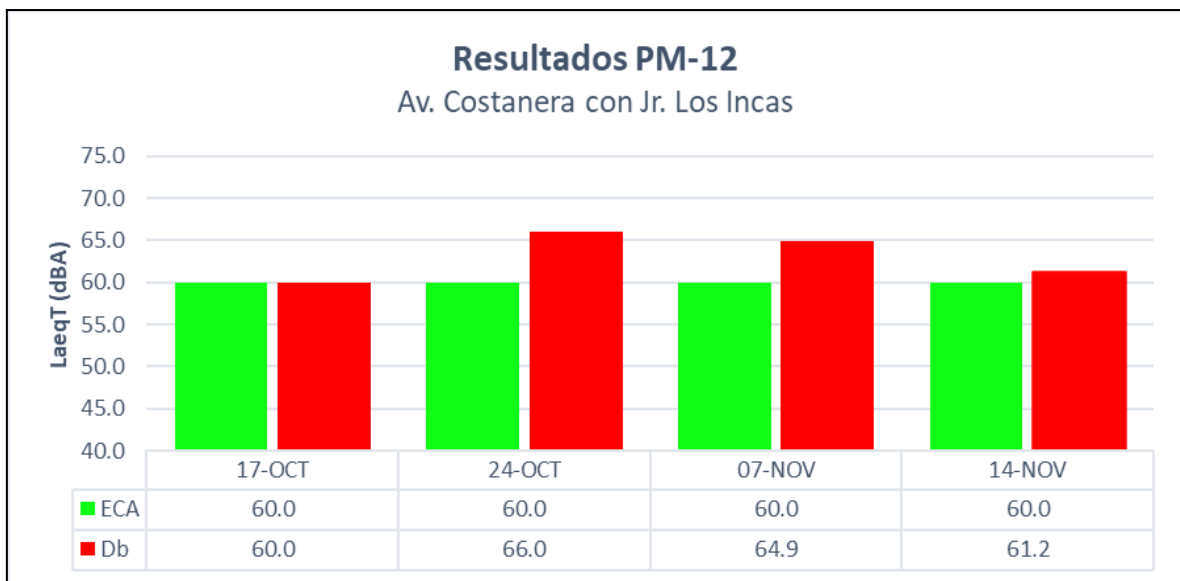
Punto de Registro	Horario		Zonificación	Hora Turno	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno ECA					Lmax	Lmin	dB
<b>PM-12</b>	60 dB	ZONA RESIDENCIAL	09:39	Mañana	17/10	72,5	64,8	<b>60.0</b>
			10:03	Mañana	24/10	69,6	65,9	<b>66.0</b>
			15:00	Tarde	07/11	72,3	64,3	<b>64.9</b>
			13:24	Tarde	14/11	70,5	62,7	<b>61.2</b>

En la tabla 16 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 17 - 24 del mes de octubre y 07 - 14 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 24 de octubre que fluctúa los 60.0 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 14 de noviembre con 66.0 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 25) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido). por ser esta una zona residencial. Asimismo, según lo observado in situ los tres valores máximos obtenidos que exceden según la norma vigente se podrían deber a la confluencia del flujo de actividades comerciales existentes formales e informales y puestos de expendio de bebidas alcohólicas. y por otro lado el flujo de vehículos menores que realizan el servicio a diferentes partes de la ciudad de Puno, además se pudo observar que los niveles máximos medidos podrían ser debido a la utilización excesiva de la bocina y/o claxon, por parte de los conductores.



**Figura 24:** Medición del sonómetro del PM-12 en fecha 24/10/2023

En el Figura N° 24 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-12 Av. Costanera con Jr. Los Incas, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 66,0 dB**

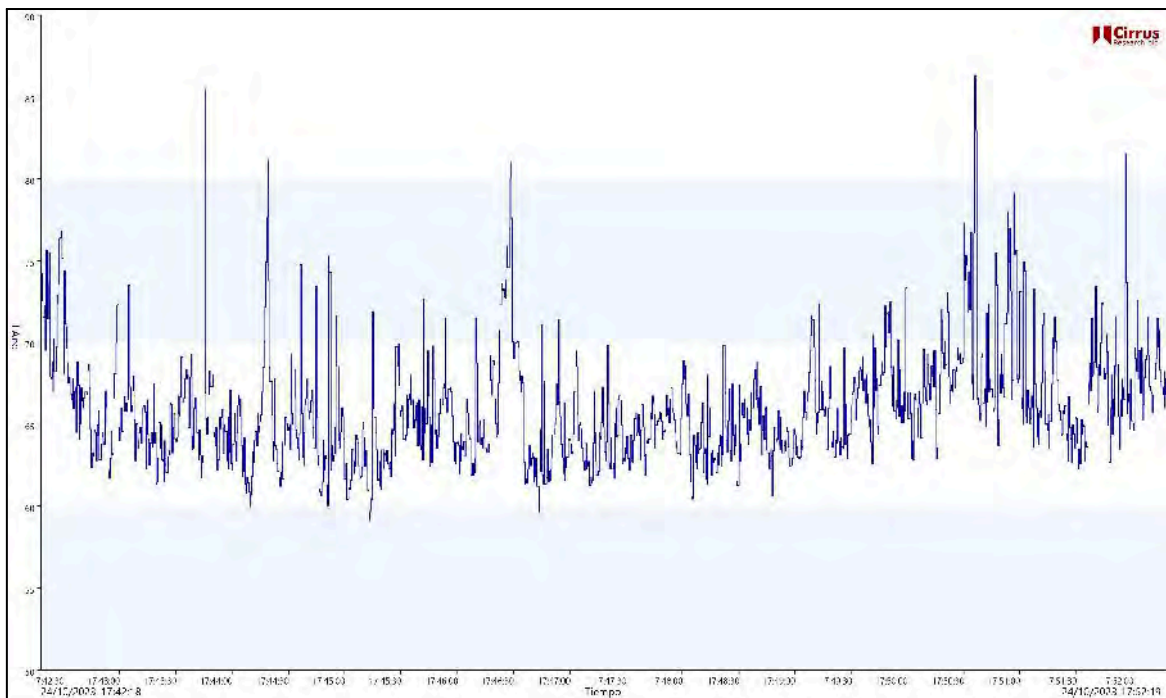


**Figura 25:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 17:** Resultados del punto de registro Av. Floral con Av. La Torre

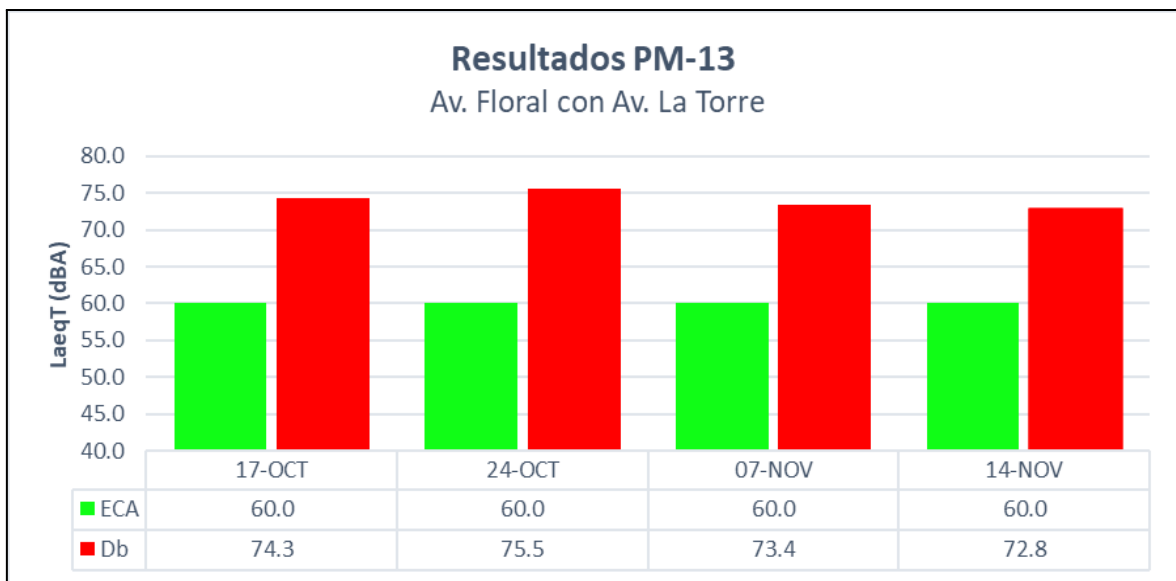
Punto de Registro	Horario		Zonificación	Hora Turno	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno ECA					Lmax	Lmin	dB
<b>PM-13</b>	60 dB	ZONA RESIDENCIAL	10:00 Mañana	17/10	75.4	68.4	<b>74.3</b>	
			10:17 Mañana	24/10	86.2	59.5	<b>75.5</b>	
			18:00 Tarde	07/11	75.9	69.3	<b>73.4</b>	
			17:02 Tarde	14/11	73.4	70.1	<b>72.8</b>	

En la tabla 17 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 17 - 24 del mes de octubre y 07 - 14 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 14 de noviembre que fluctúa los 72.8 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 24 de octubre con 75.5 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 27) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido). Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de vehículos que realizan el servicio urbano de norte a sur y viceversa de la ciudad de Puno, también la presencia de vehículos procedentes de la ciudad de Juliaca al estar muy cerca del punto de muestreo la terminal de minibuses; además se pudo observar que los niveles máximos medidos podrían ser debido a la utilización excesiva de la bocina y/o claxon, por parte de los conductores. Por otro lado actividades comerciales existentes formales e informales existentes por la zona de estudio.



**Figura 26:** Medición del sonómetro del PM-13 en fecha 24/10/2023

En el Figura N° 26 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-13 Av. Floral con Av. La Torre, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **L<sub>Aeq</sub> 75,5 dB**



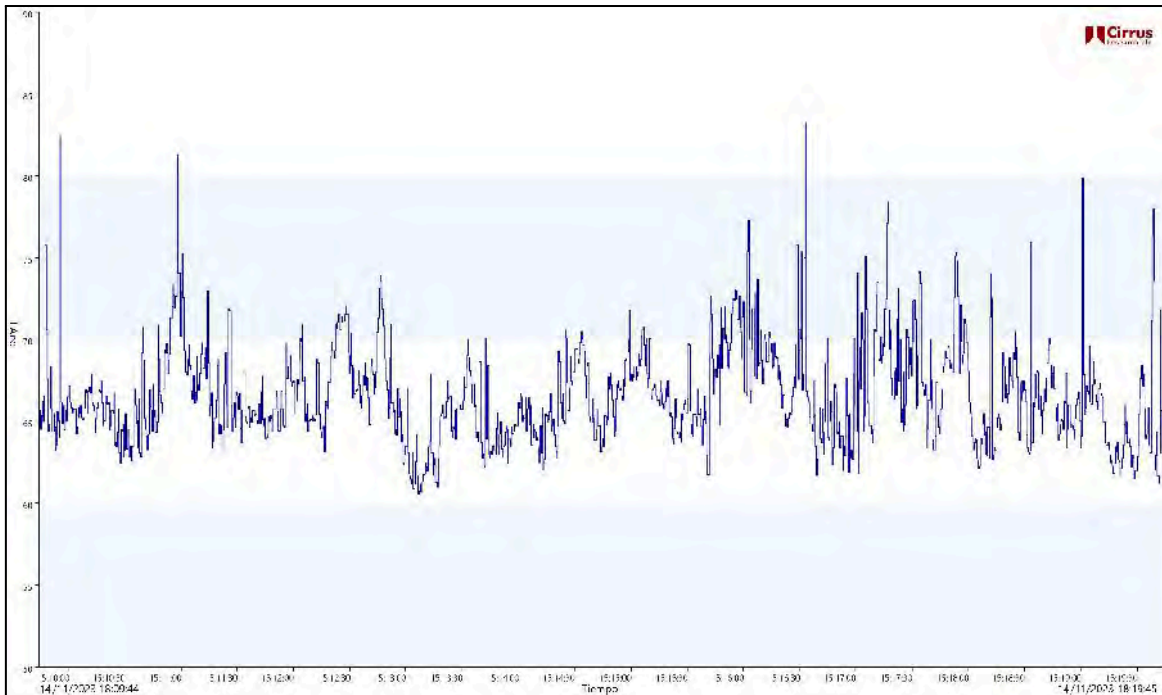
**Figura 27:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 18:** Resultados del punto de registro Av. Floral con Av. Simon Bolivar

Punto de Registro	Horario		Zonificación	Hora Turno	LAeq (dB)			
	Diurno ECA				Fecha	Lmax	Lmin	dB
<b>PM-14</b>	60 dB	ZONA MIXTA RESIDENCIAL Y COMERCIAL	10:14	Mañana	17/10	71.8	68.9	<b>71.0</b>
			10:38	Mañana	24/10	72.9	67.4	<b>70.5</b>
			15:16	Tarde	07/11	73.2	68.4	<b>71.8</b>
			13:24	Tarde	14/11	83.4	60.7	<b>72.8</b>

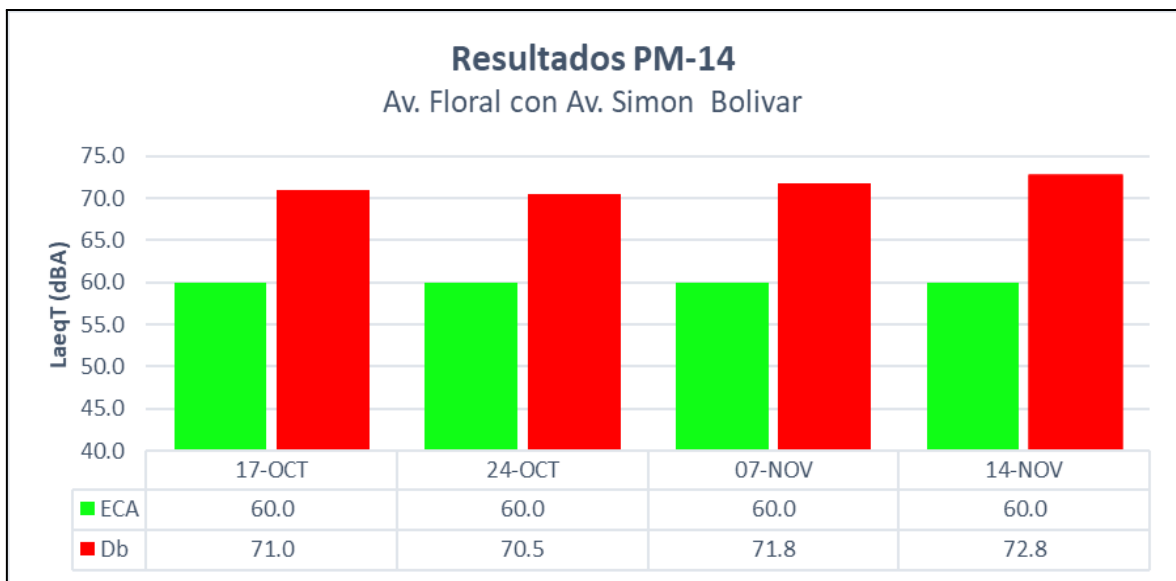


En la tabla 18 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 17 - 24 del mes de octubre y 07 - 14 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 24 de octubre que fluctúa los 70.5 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 14 de noviembre con 72.8 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 29) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido). Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de vehículos que realizan el servicio urbano de norte a sur y viceversa de la ciudad de Puno y estos a su vez generan demasiado ruido por el excesivo uso de las bocinas y/o claxon de sus vehículos, también las actividades comerciales existentes formales e informales existentes que cuentan con megáfonos, equipos de sonido y otros aparatos que usan para realizar publicidad.



**Figura 28:** Medición del sonómetro del PM-14 en fecha 14/11/2023

En el Figura N° 28 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-14 Av. Floral con Av. Simón Bolívar, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 72,8 dB**

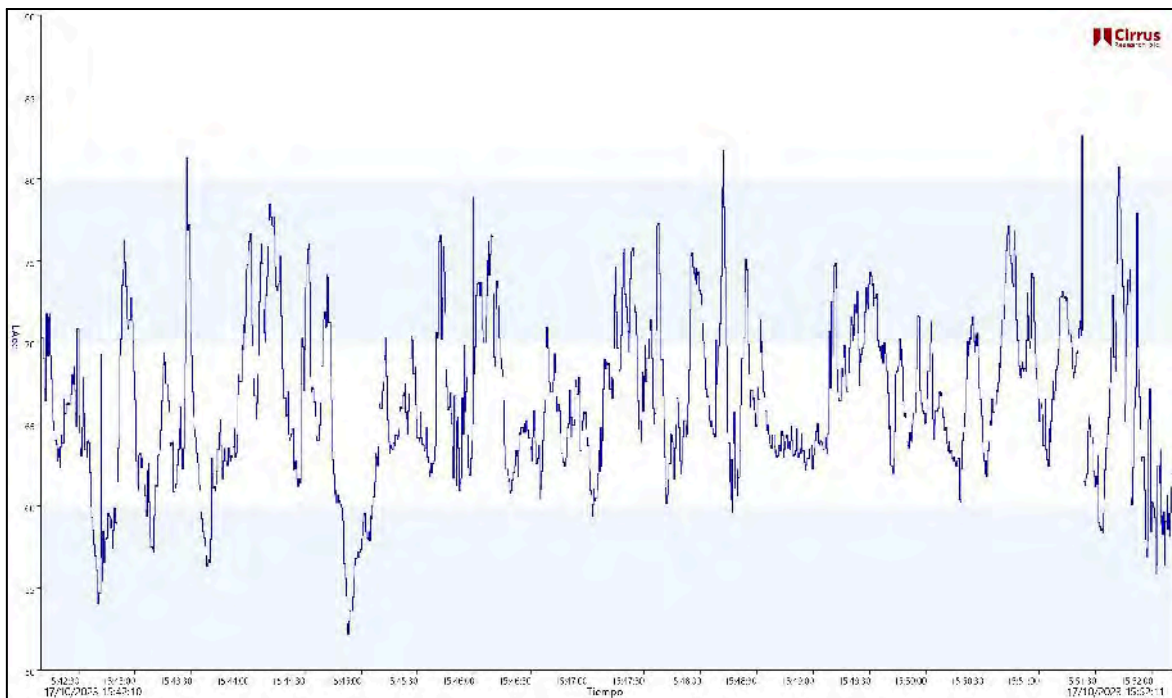


**Figura 29:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 19:** Resultados del punto de registro Av. Floral con Av. Costanera

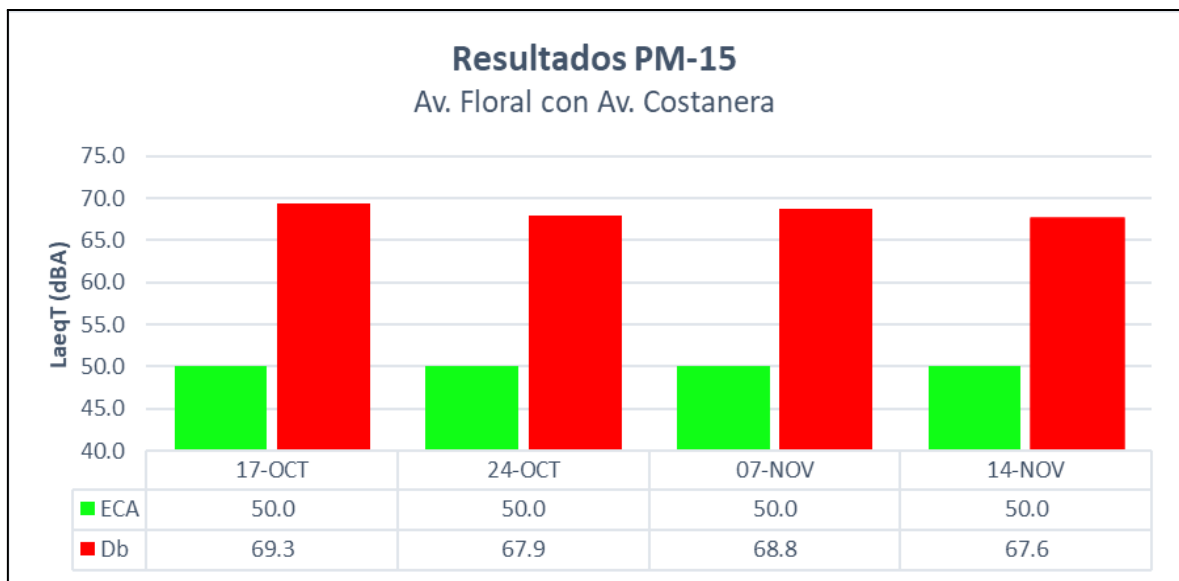
Punto de Registro	Horario		Hora	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	Zonificación			Lmax	Lmin	dB
<b>PM-15</b>	50 dB	ZONA MIXTA RESIDENCIAL Y DE PROTECCIÓN ESPECIAL	10:32	17/10	82.4	53.4	<b>69.3</b>
			Mañana				
			10:59	24/10	69.3	65.3	<b>67.9</b>
			Mañana				
			15:36	07/11	72.5	67.1	<b>68.8</b>
			Tarde				
			13:41	14/11	72.6	64.5	<b>67.6</b>
			Tarde				

En la tabla 19 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 17 - 24 del mes de octubre y 07 - 14 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 14 de noviembre que fluctúa los 67.6 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 17 de octubre con 69.3 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 31) superan los límites considerados (50 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido) por la existencia de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista. Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de vehículos que realizan el servicio urbano de norte a sur y viceversa de la ciudad de Puno y estos a su vez generan demasiado ruido por el excesivo uso de las bocinas y/o claxon de sus vehículos. Y por otro lado se tuvo la queja de los vecinos que el ferroviario de la empresa PERURAIL en horas de la mañana y tarde generan un ruido excesivo al grado de llegar a ser molesto.



**Figura 30:** Medición del sonómetro del PM-15 en fecha 17/10/2023

En el Figura N° 30 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-15 Av. Floral con Av. Costanera, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **LAeq 69,3 dB**.

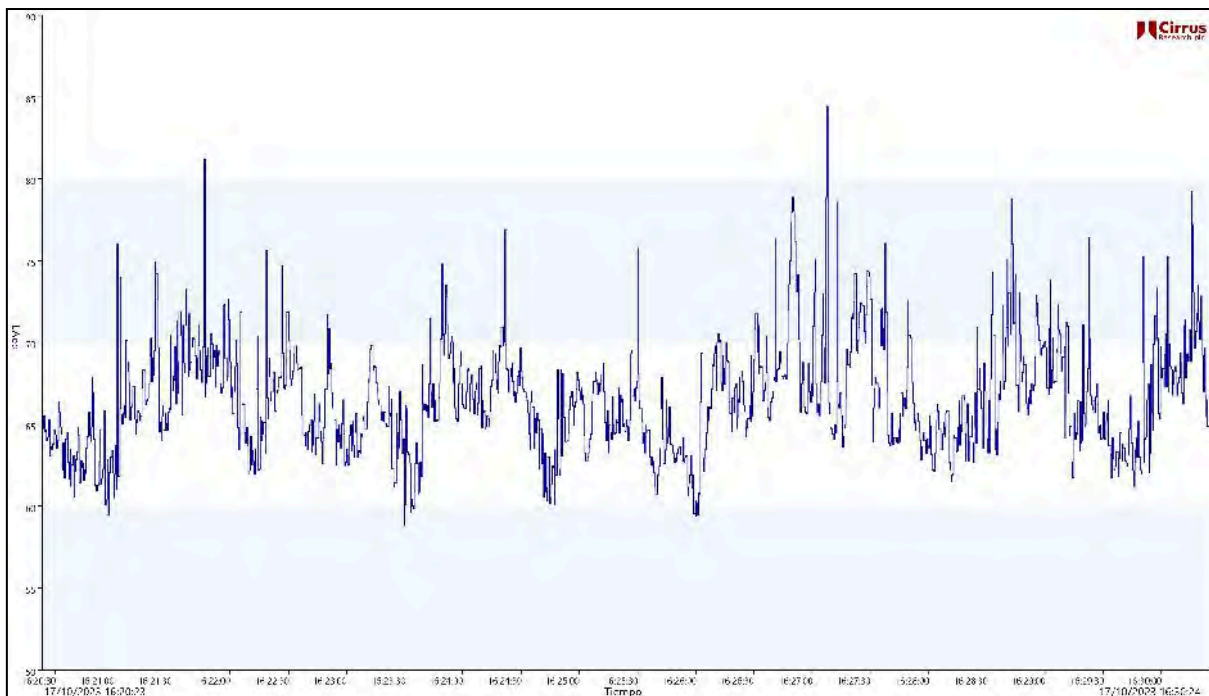


**Figura 31:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 20:** Resultados del punto de registro Av. Circunvalación con Jr. Pedro Vilcapaza

Punto de Registro	Horario		Hora	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	Zonificación			Lmax	Lmin	dB
<b>PM-16</b>	60 dB	ZONA RESIDENCIAL	10:45 Mañana	17/10	80.6	58.4	<b>71.0</b>
			11:16 Mañana	24/10	73.3	67.2	<b>74.5</b>
			15:57 Tarde	07/11	72.5	66.6	<b>69.8</b>
			14:14 Tarde	14/11	73.7	67.0	<b>72.1</b>

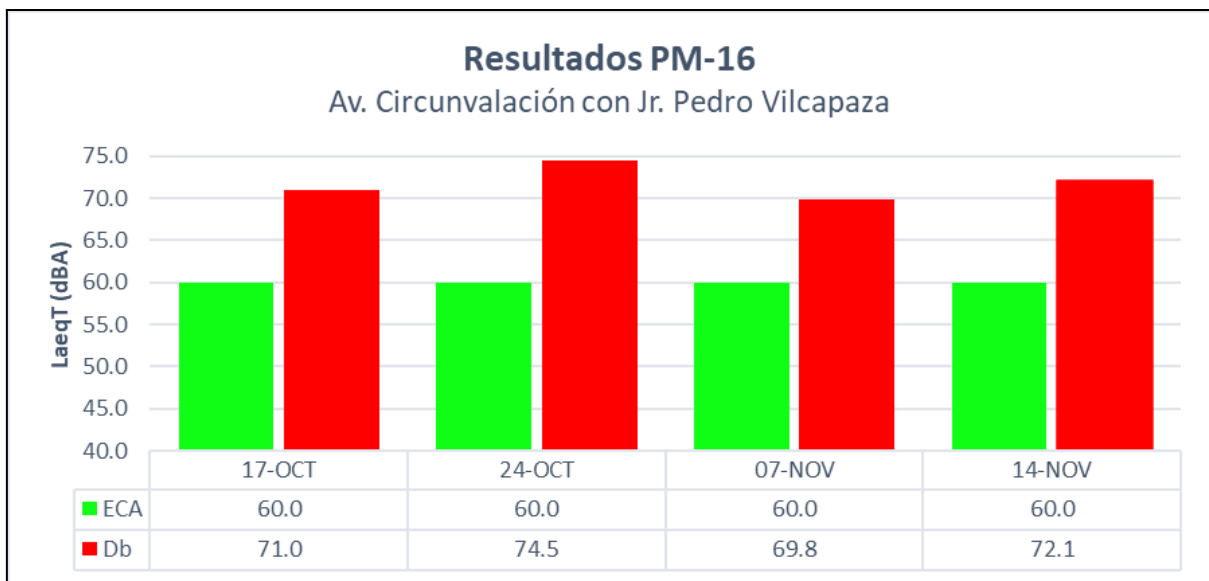
En la tabla 20 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 17 - 24 del mes de octubre y 07 - 14 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 07 de noviembre que fluctúa los 69.8 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 24 de octubre con 74.5 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 33) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido). Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de vehículos mayores y menores (trailers, buses, combis, taxis y mototaxis) que realizan el servicio a diferentes partes de la ciudad de Puno y también la presencia del transporte regional e internacional que hacen transbordo a las diferentes ciudades del territorio nacional y al país de Bolivia.



**Figura 32:** Medición del sonómetro del PM-16 en fecha 24/10/2023

En el Figura N° 32 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-16 Av. Circunvalación con Jr. Pedro Vilcapaza, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **L<sub>Aeq</sub> 74,5 dB**.





**Figura 33:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 21:** Resultados del punto de registro Av. Circunvalación con Jr. Bolognesi

Punto de Registro	Horario		Zonificación	Hora Turno	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	ECA				Lmax	Lmin	dB
PM-17	60 dB	ZONA MIXTA RESIDENCIAL	11:02	Mañana	17/10	72.5	66.7	<b>68.4</b>
			11:35	Mañana	24/10	83.7	57.5	<b>69.5</b>
			16:20	Tarde	07/11	72.3	67.1	<b>69.8</b>
			15:04	Tarde	14/11	74.0	65.7	<b>69.0</b>

En la tabla 21 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 17 - 24 del mes de octubre y 07 - 14 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 17 de octubre que fluctúa los 68.4 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 24 de octubre con 69.5 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 35) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido). Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de vehículos mayores y menores (trailers, buses, combis, taxis y mototaxis) que realizan el servicio a diferentes partes de la ciudad de Puno y también la presencia del transporte regional e internacional que hacen transbordo a las diferentes ciudades del territorio nacional y al país de Bolivia.

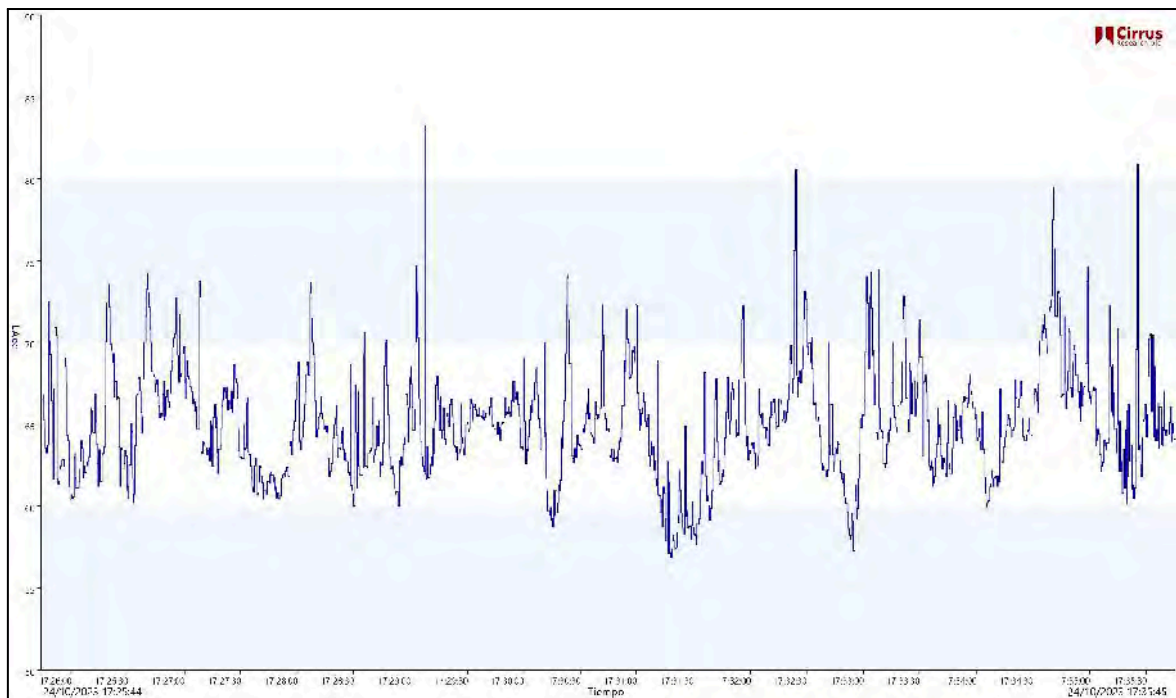
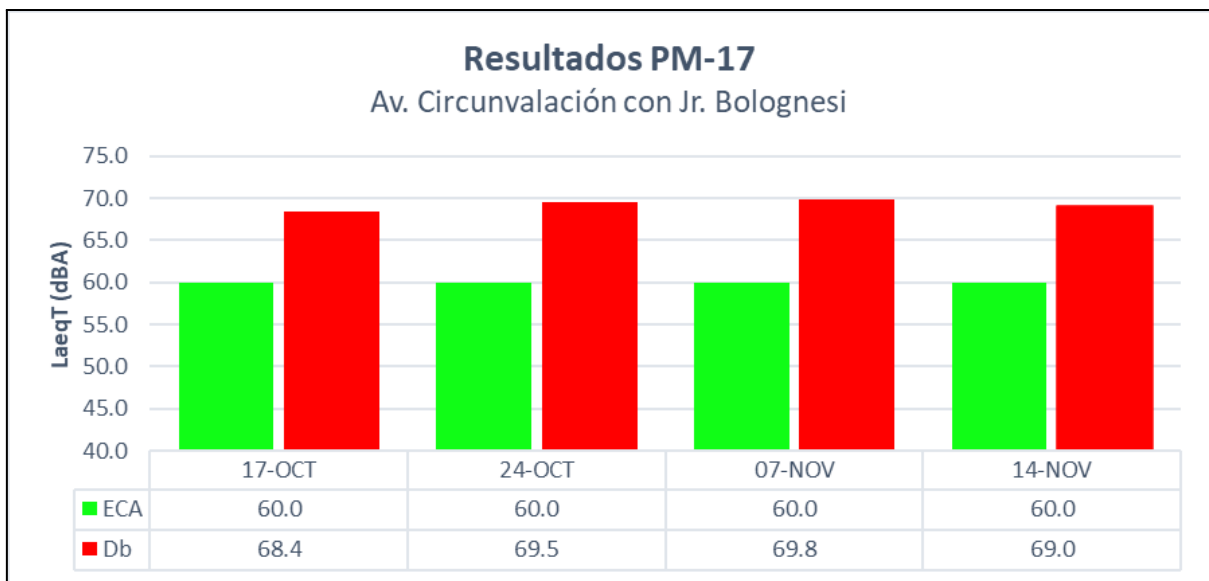


Figura 34. Medición del sonómetro del PM-17 en fecha 24/10/2023

En el Figura N° 34 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-17 Av. Circunvalación con Jr. Bolognesi, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **L<sub>Aeq</sub> 69,5 dB**.

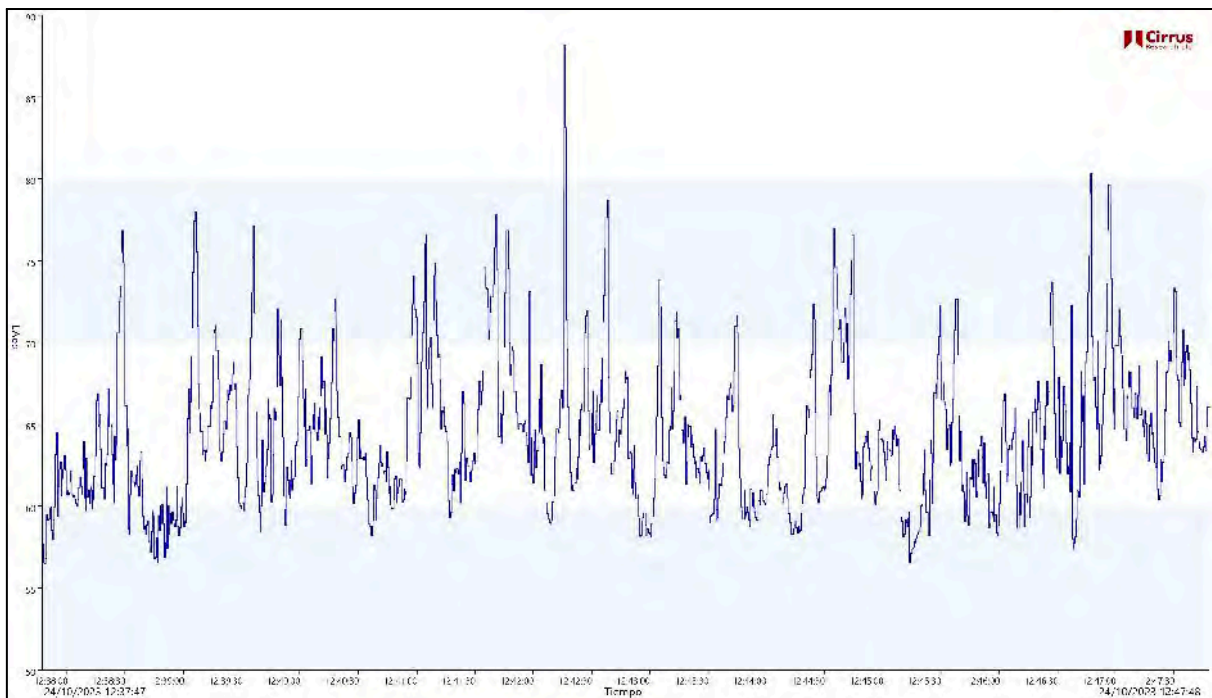


**Figura 35:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

**Tabla 22:** Resultados del punto de registro Av. Circunvalación con Jr. Leoncio Prado

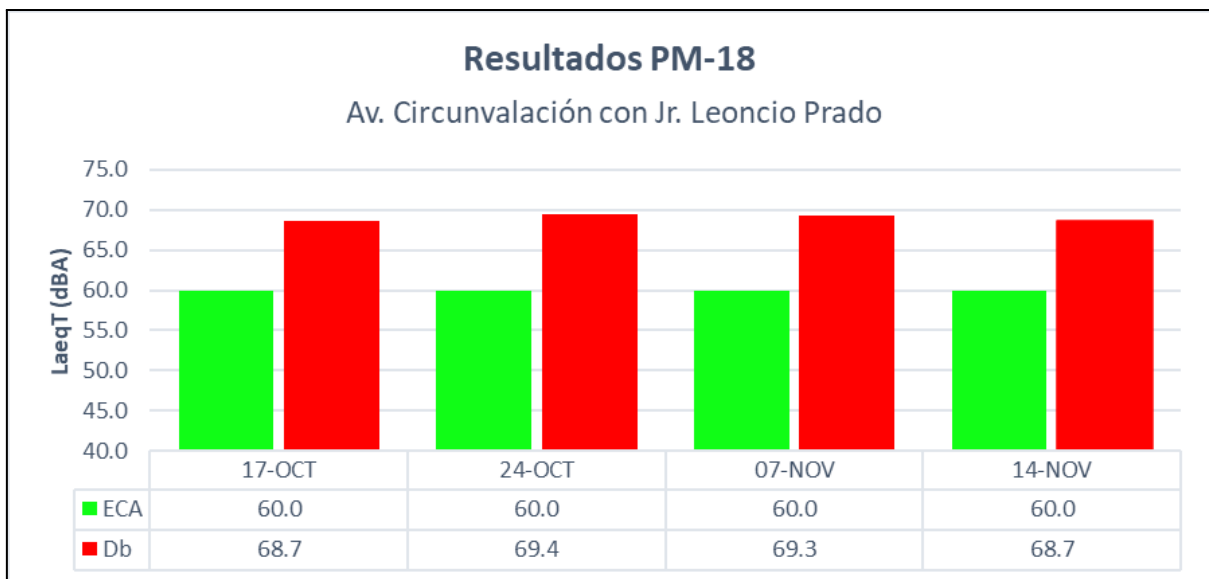
Punto de Registro	Horario		Hora	Fecha	LAeq (dB)		
	Diurno	Zonificación			Turno	Lmax	Lmin
<b>PM-18</b>	60 dB	ZONA MIXTA RESIDENCIAL	11:35	17/10	71,5	65,8	<b>68.7</b>
			Mañana				
			11:54	24/10	72,6	67,4	<b>69.4</b>
			Mañana				
			16:53	07/11	70,3	68,3	<b>69.3</b>
			Tarde				
			16:12	14/11	70,5	66,7	<b>68.7</b>
			Tarde				

En la tabla 22 se presenta los resultados que se obtuvieron en las fechas 17 - 24 del mes de octubre y 07 - 14 del mes de noviembre del 2023, durante este proceso se identificó los  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  y dB, como también el flujo de vehículos transitados por punto de registro; se muestra el nivel de ruido en decibeles (dB), el nivel mínimo de ruido se presentó en la fecha 17 de octubre y 14 de noviembre que fluctúan ambos días los 68.7 dB, mientras que el valor máximo se determinó en la fecha 24 de octubre con 69.4 dB, en este caso los cuatro niveles de ruido registrados (Figura 37) superan los límites considerados (60 dB) señalado en Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido). Asimismo, según lo observado in situ los valores máximos obtenidos se podrían deber a la confluencia del flujo de vehículos mayores y menores (trailers, buses, combis, taxis y mototaxis) que realizan el servicio a diferentes partes de la ciudad de Puno y también la presencia del transporte regional e internacional que hacen transbordo a las diferentes ciudades del territorio nacional y al país de Bolivia.



**Figura 36:** Medición del sonómetro del PM-18 en fecha 24/10/2023

En el Figura N° 36 se puede observar la fluctuación de nivel de presión sonora del PM-18 Av. Circunvalación con Jr. Leoncio Prado, siendo el dato más alto de ese punto de muestreo **L<sub>Aeq</sub> 69,4 dB**.



**Figura 37:** Nivel de Presión Sonora promedio de cada día de los puntos monitoreados

### Discusión de Resultados

Tras el estudio realizado y los resultados obtenidos llegamos al nivel de discusión con la finalidad de evaluar las respuestas a los objetivos específicos y poder desembocar en la respuesta al objetivo general.

Se determinó que los niveles de ruido producido por el tránsito de vehículos supera los estándares de calidad en todas las avenidas de estudio en el año 2023. El resultado arrojó que los niveles de presión sonora superan los estándares de calidad ambiental, exponiéndose la población a niveles de registro de 59.9 dB mínimo y de 76.7 dB como máximo, dando como promedio diario niveles que oscilan de 63.39 y 66.2 dB

Al respecto, (Barrera, 2017) diseñó una mapa estratégico de contaminación acústica diurno de las plataformas territoriales dos y tres para la zona urbana de la ciudad de Ambato en acuerdo con el Ilustre Municipio del lugar, el cual fue desarrollado mediante la medición de ruido, estratégicamente el determinó una contaminación acústica diurno (9: 00 – 15: 00), con respecto a mi investigación, se obtiene un resultado muy parecido ya que los niveles de presión sonora incrementan con el transcurso del día (horario diurno). Así mismo, (Chavez, 2019) determinó en su investigación de niveles de ruido en

mercados de Celendín - Cajamarca, que los decibelios incrementan ligeramente en los puntos que colindan con óvalos, parques, plazas, pasajes, entre otros; en concordancia con dicho estudio, como se muestra en la Figura N°42 las muestras de ese punto que es el PM-13 colindan con una terminal y parque que es un lugar muy concurrido, este punto tiene los valores más altos según el tramado de la Figura N°42.

Mientras que el estudio de (Román, 2018) se centró en la ciudad de Tarija y destacó la presencia predominante de motocicletas y vehículos motorizados como principales fuentes de ruido, y la presente investigación se enfocó en la ciudad de Puno y utilizó una metodología detallada para evaluar y mapear los niveles de ruido en las principales avenidas.

Es notable que ambos estudios encontraron que la mayoría de las mediciones de ruido superan los límites establecidos por las normativas ambientales, lo que indica una situación generalizada de contaminación acústica en áreas urbanas. Sin embargo, mientras que (Román, 2018) menciona que el 39% de las mediciones excedieron los 68 dB, tus resultados revelan un nivel aún más alarmante, con el 97.2% de las muestras superando los estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido diurno en la ciudad de Puno.

La diferencia en los resultados podría atribuirse a factores como la ubicación geográfica, el tamaño de la ciudad, la densidad del tráfico vehicular y la topografía del terreno. Además, la metodología utilizada en tu estudio, que incluyó la integración de datos con un Sistema de Información Geográfica y el uso de técnicas geoestadísticas, proporcionó una visión más detallada y espacialmente explícita de la distribución del ruido en la ciudad de Puno.

En conclusión, ambos estudios subrayan la necesidad urgente de abordar el problema de la contaminación acústica en áreas urbanas, y tus resultados, al proporcionar una evaluación exhaustiva y detallada de la situación en la ciudad de Puno, ofrecen



información valiosa para la implementación de medidas efectivas de mitigación y control del ruido en la región.

El estudio del centro histórico de Puno de (Flores, 2021) se centra específicamente en esta área, evaluando la contaminación sonora en diferentes barrios. Sus resultados indican que la mayoría de las muestras (93.84%) presentan niveles normales de ruido, mientras que solo un pequeño porcentaje (6.16%) supera los límites establecidos, principalmente en la zona central de la ciudad.

Por otro lado, la presente investigación se enfoca en las principales avenidas de la ciudad y utiliza un enfoque más amplio y detallado, utilizando la instalación de sonómetros en diversas ubicaciones y empleando un Sistema de Información Geográfica para elaborar mapas de ruido. Tus resultados muestran que la gran mayoría de las muestras (97.2%) exceden los estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido diurno, con solo unos pocos puntos dentro de los límites aceptables.

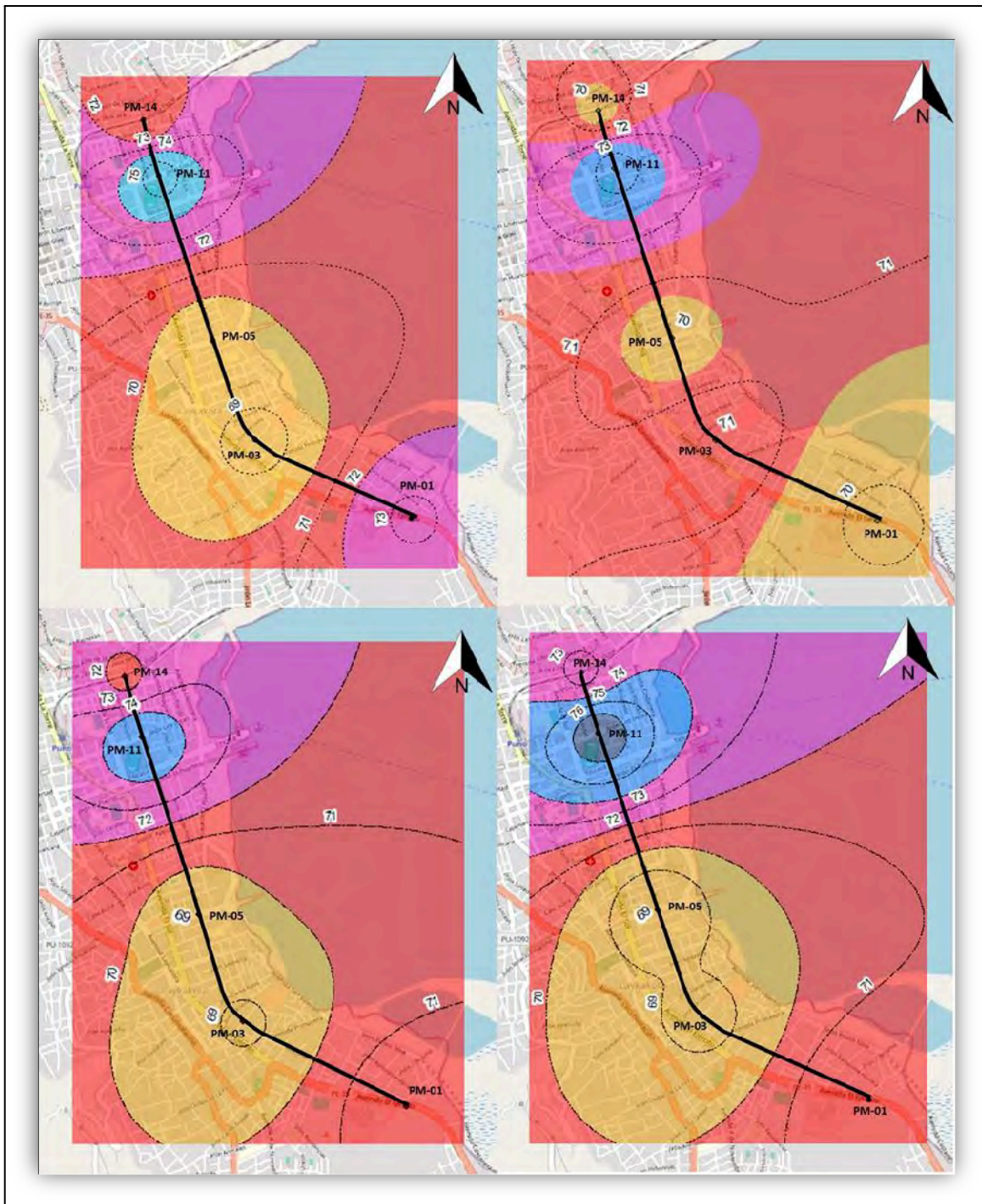
Aunque los estudios presentan diferencias en sus enfoques y resultados, ambos destacan la grave problemática de la contaminación acústica en Puno. Mientras que el estudio del centro histórico indica que la situación es mayormente normal, con algunos puntos críticos en el área central, tu investigación revela una situación más alarmante en las principales avenidas de la ciudad, donde la mayoría de las muestras exceden los límites de calidad ambiental.

En conjunto, estos estudios proporcionan una imagen más completa de la contaminación acústica en Puno, mostrando tanto las áreas donde la situación es relativamente estable como aquellas que requieren una atención inmediata y medidas de mitigación más rigurosas.

#### **4.2. ELABORAR MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL CON EL USO DE ARCGIS PRO 15.8 EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS DE LA CIUDAD DE PUNO 2023.**

Tomando en cuenta la base de datos en Excel, el primer paso fue unificar el sistema de información geográfico, los que luego fueron tabulados y mapeados en el programa ArcGis 10.1 usando el método IDW se graficó el mapa acústico para cada uno de las avenidas de estudio y de cada punto monitoreado (FIGURAS DE LOS MAPAS), en los cuales se puede observar las variaciones que tiene los niveles de ruido en toda la zona urbana de la ciudad de Puno

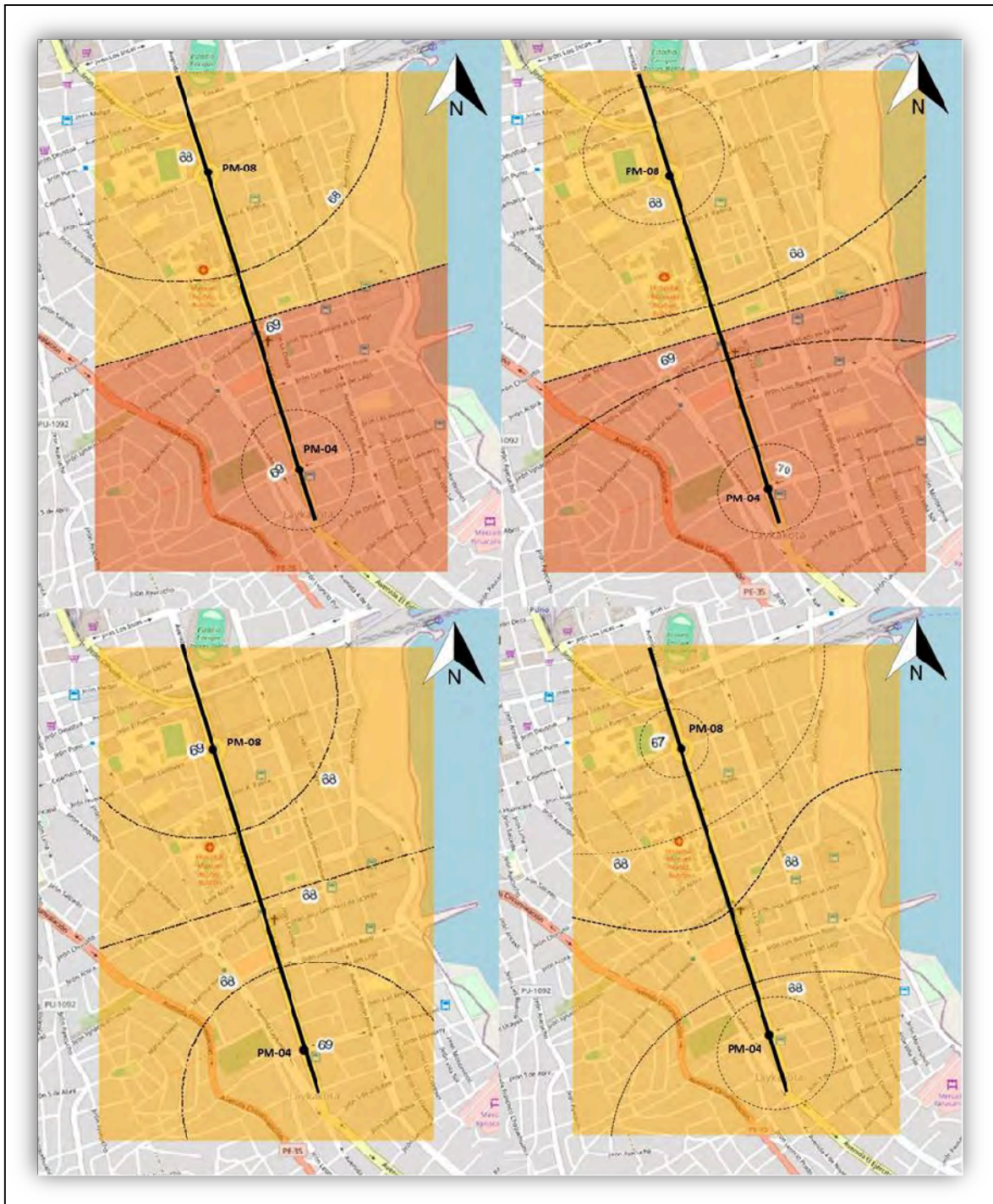
Los puntos más afectados por contaminación acústica durante el periodo de monitoreo en el fueron en la parte céntrica de la ciudad de Puno a lo largo de las avenidas principales que abarca los puntos de muestreo 9, 10,13 y 17 con los mayores niveles de ruido 70 dB a 76 dB estableciendo cada 2 decibeles la gama de colores de la norma ISO 1996-2:2007 cinabrio, carmín, rojo lila, azul y azul oscuro respectivamente. Al contrario, los puntos con niveles bajos de ruido que oscila entre 58 dB a 62 dB representados por los colores verde claro y verde oscuro se ubican en por la parte de la Av. Costanera puntos de muestreo 7 y 12.



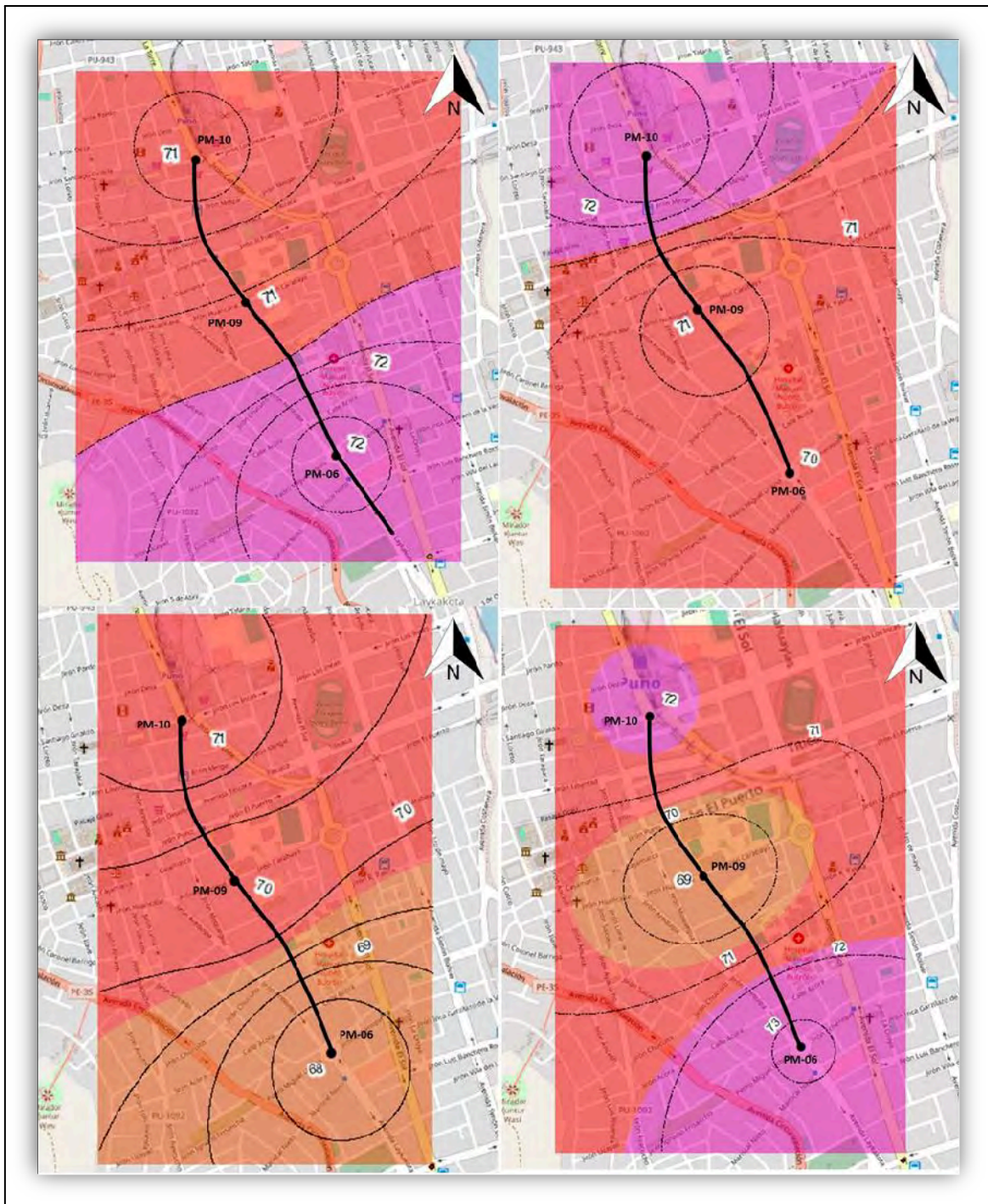
**Figura 38:** Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-01, PM-03, PM-05, PM-11 y PM-14 ubicados en la Av. Simón Bolívar.



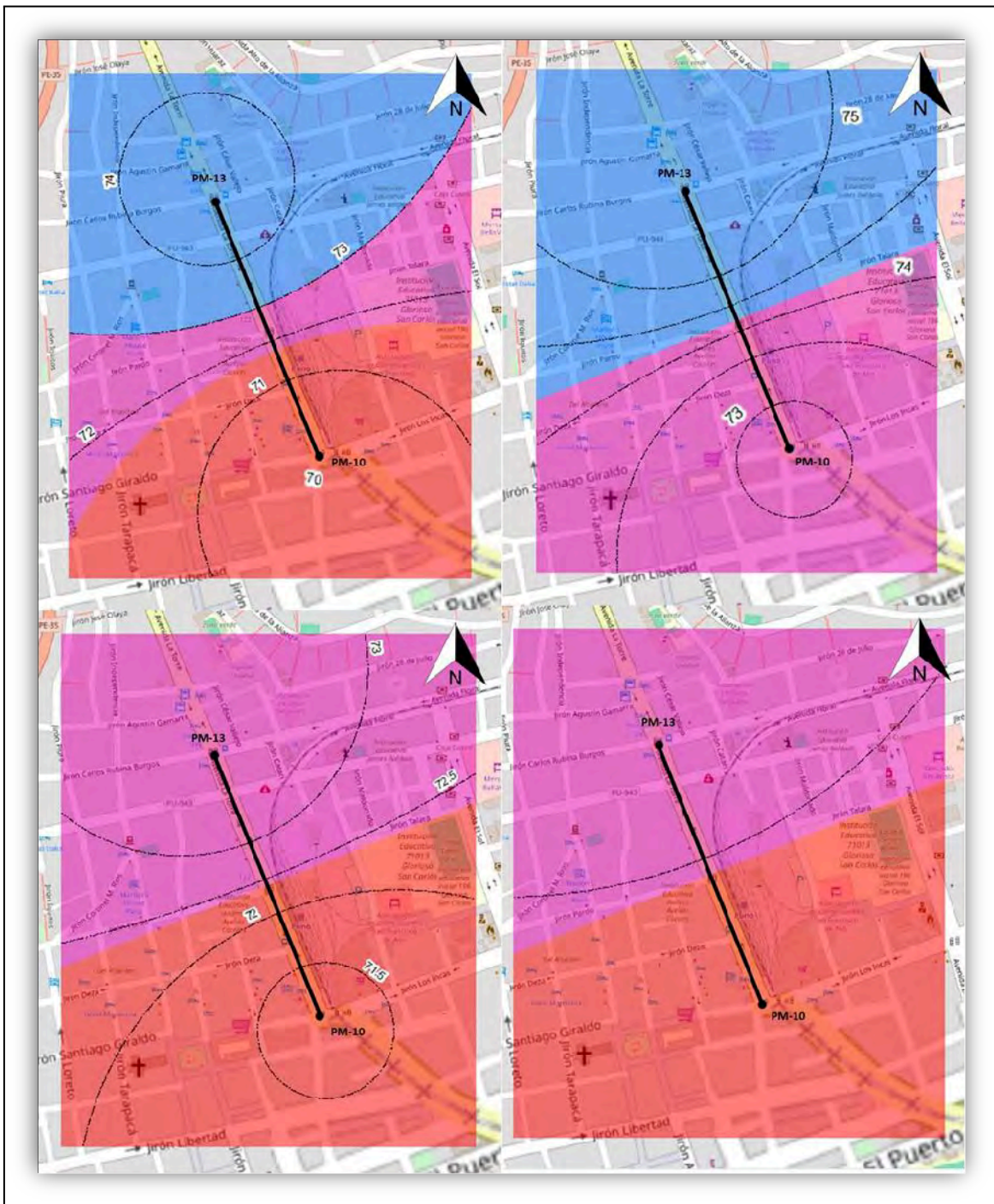
**Figura 39:** Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-01, PM-02 y PM-04 ubicados en la Av. Ejercito.



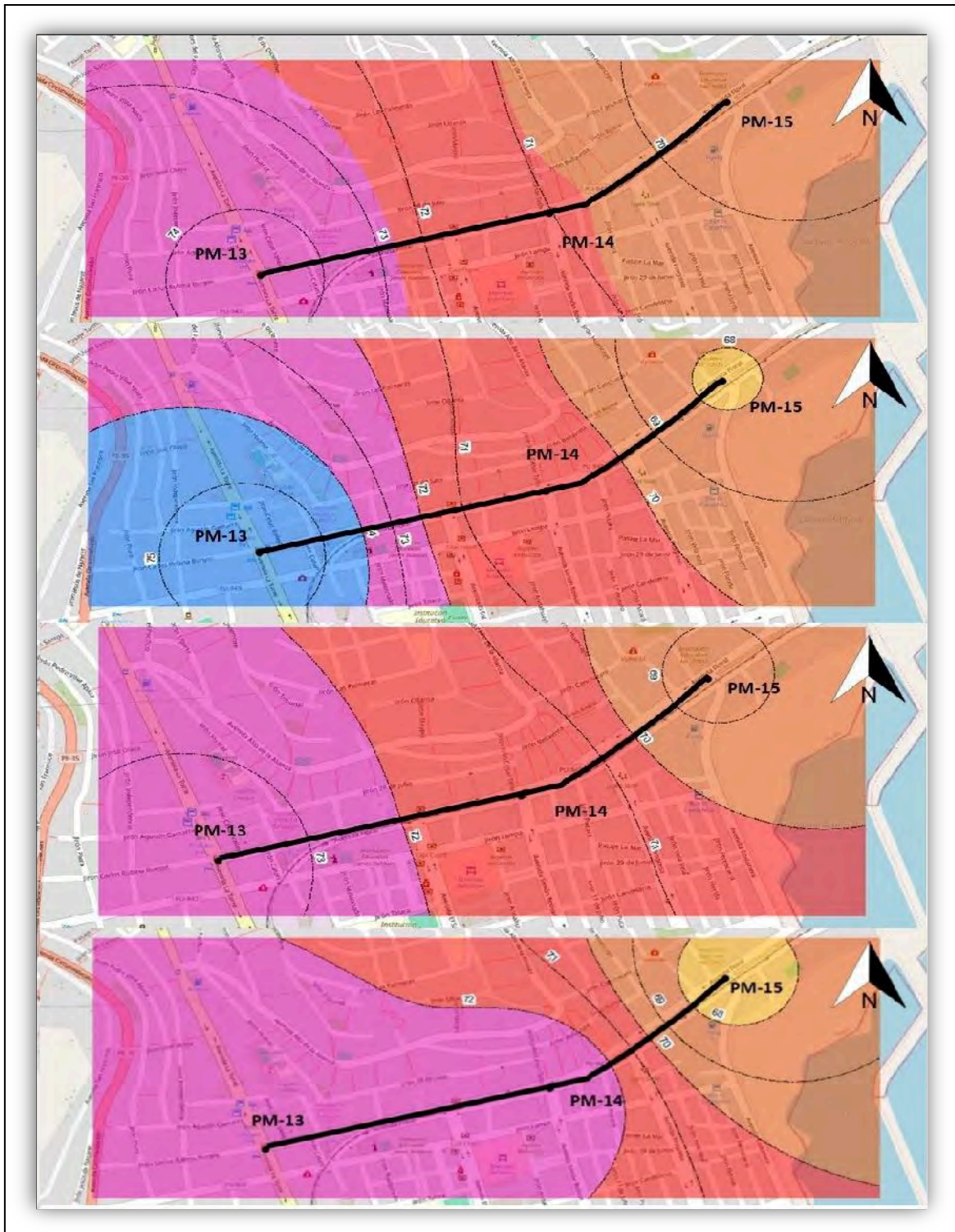
**Figura 40:** Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-08, y PM-04 ubicados en la Av. El Sol.



**Figura 41:** Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-06, PM-09 y PM-10 ubicados en la Av. Laykakota.



**Figura 42:** Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-13 y PM-10 ubicados en la Av. La Torre

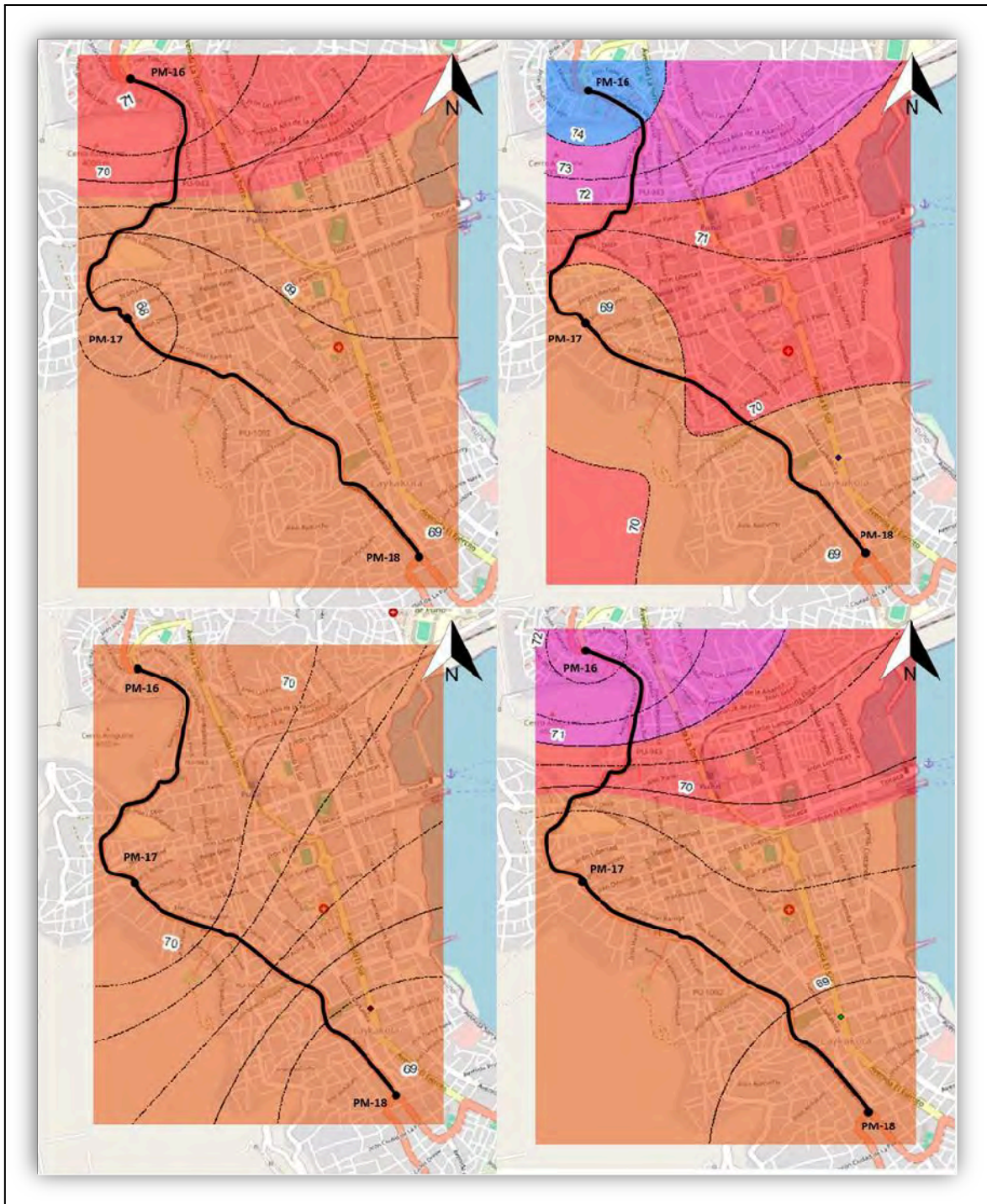


**Figura 43:** Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-13, PM-14 y PM-15 ubicados en la Av. Floral





**Figura 44:** Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-07, PM-12 y PM-15 ubicados en la Av. Costanera



**Figura 45:** Mapas de las estaciones de monitoreo de nivel de presión sonora PM-16, PM-17 y PM-18 ubicados en la Av. Circunvalación.

## CONCLUSIONES

- ❖ PRIMERA: Los niveles de presión sonora en los dieciocho puntos de monitoreo de ruido y setenta y dos muestras; muestran que en horas de la mañana de 08:00 hrs a 12:00 hrs varían entre, 75.5 db(A) a 60.0 db(A) y en horas de la tarde en el horario 13:00 hrs a 18:00 hrs varían entre 76.7 db(A) a 59.9 db (A), asimismo resulta que el 97,2% de las muestras de monitoreo de ruido exceden los estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido diurno. Esto significa que las zonas de especial protección, residencial y comercial de la ciudad de Puno se ven gravemente afectadas por la contaminación acústica vehicular de acuerdo a lo establecido en la normativa de los estándares de calidad ambiental para ruido DS. N°085-2003-PCM
- ❖ SEGUNDA: Durante la mañana, entre las 8:00 y las 12:00 horas, se registran niveles de ruido de hasta 75.5 dB(A) con un tránsito de 460 vehículos en un período de 10 minutos, y el nivel más bajo es de 60.0 dB(A) con 414 vehículos. Por la tarde, de 13:00 a 18:00 horas, los niveles más altos alcanzan los 76.7 dB(A) con 338 vehículos, mientras que el mínimo es de 59.9 dB(A) con 365 vehículos. Se concluye que la relación entre los niveles de ruido y el número de vehículos no es directa, ya que hay áreas con alta presión sonora y pocos vehículos, así como zonas con bajo ruido y gran cantidad de vehículos. Esta variabilidad depende del horario, la congestión vehicular y el comportamiento del conductor.
- ❖ TERCERA: Con el uso de Normativa Técnica Peruana ISO 1996-2:2007 y el nivel de presión sonora equivalente promedio se representó los Mapas Acústico de presión sonora usando el software ArcGis 10.8 y su herramienta de interpolación IDW en diferentes horarios de medición permitiendo conocer el grado de afectación por ruido

en la zona de estudio y los puntos de medición que superan a los límites máximos permisibles de acuerdo a la normativa de los estándares de calidad ambiental para ruido DS. N°085-2003-PCM., siendo la causa más importante el ruido generado por el flujo vehicular.

## RECOMENDACIONES

- ❖ PRIMERA: Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Puno implementar señalización ambiental que prohíba el uso inapropiado de bocinas, especialmente por vehículos del servicio público, cuyo ruido contribuye significativamente a la contaminación sonora en las principales calles de la ciudad. Además, se sugiere establecer sanciones económicas para los conductores que no respeten estas regulaciones, con el objetivo de mejorar la calidad de vida y la salud de los ciudadanos.
- ❖ SEGUNDA: También se recomienda a la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública de la Municipalidad provincial de Puno tome en cuenta la presente investigación con el fin de obtener mecanismos de mitigación del ruido vehicular y a la vez analizar la viabilidad de incluir la propuesta de acciones correctivas en el “Plan de prevención y control de ruidos molestos en el Distrito de Puno” regulado en la Ordenanza Municipal N°214/2008/MPP.
- ❖ TERCERA: Considerando la base de datos que se ha construido en el presente proyecto de investigación, se sugiere continuar investigando el tema o crear un estudio más extenso en la ciudad de Puno. Así, la metodología utilizada puede ser extrapolada, teniendo en cuenta las especificidades de cada campo de investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amable, A., Mendez, M., Delgado, P., Acebo, F., De Armas, M., & Rivero, L. (2017). Contaminación Ambiental por Ruido. *Revista médica electrónica*, 39(3), 640-649.
- Barrera, M. G. B. (s. f.). *Elaboración de un mapa de ruido ambiental diurno de la plataforma territorial 4—Zona norte de la ciudad de Ambato como herramienta estratégica para la gestión del control de la contaminación acústica del Gadma*.
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schewela, D. H. (1995). Guía para el ruido urbano. *Karolinshka Institute*, 1, 20.
- Bruel, kjaer. (2000). *RUIDO AMBIENTAL*. 71.
- Cano, A. (2009). *Metodología para el análisis de la dispersión del ruido en aeropuertos, estudio de caso: Aeropuerto Olaya Herrera de la ciudad de Medellín*.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/70114>
- Cardenas, F. O. (2021). Contaminación sonora en la zona urbana del distrito de Chulucanas, provincia de Morropón, región Piura, año 2020. *UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE*.
- Chavez, A. (2019). *Evaluación del riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendin. Perú, 2017*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Coronel, A. I. (2022). Evaluación de puntos críticos de contaminación sonora aplicando el mapa de ruido ambiental en la zona de comercio central de la ciudad de Juliaca. *Universidad Católica de Santa María*.  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11827>
- Delgadillo, M. C. (2018). *Evaluación de Contaminación Sonora Vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín 2017*. Universidad Peruana Unión.
- FLORES, E. T. (2021). *Mapa de ruidos de la ciudad de Ilave originado por fuentes móviles durante el periodo de emergencia sanitaria—2021*. Universidad Privada San Carlos.

- Flores, G. (2021). *Evaluación de la Contaminación sonora en el centro histórico de la ciudad de Puno—2020*. Universidad Privada San Carlos.
- Foraquita, M. (2023). *Evaluación de los niveles de contaminación sonora en las diferentes zonas de la ciudad de Ilave—2023*. Universidad Privada San Carlos.
- Gamero, H. G. (2020). Comparación de los niveles de ruido, normativa y gestión de ruido ambiental en Lima y Callao respecto a otras ciudades de Latinoamérica. *Revista Kawsaypacha: sociedad y medio ambiente; Núm. 5 (2020)*.  
<https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202001.004>
- García, T. S. (2020). Contaminación sonora y Percepción del aprendizaje. *Scientia*, 22(22), Article 22. <https://doi.org/10.31381/scientia.v22i22.3584>
- Harris, C., Suengas, A., & Rodríguez, J. J. (1995). *Manual de medidas acústicas y control de ruido*. McGraw-Hill.
- ISO 1996-1. (2003). *UNE-ISO 1996-1:2005 ACÚSTICA, DESCRIPCIÓN, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL*.  
<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0033866>
- Licla, L. R. (2016). *Evaluación y percepción social del ruido ambiental generado por el tránsito vehicular en la zona comercial del distrito de Lurín*.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3168>
- Llanos, S. V., & Guevara, M. S. S. (2019). Análisis y evaluación del ruido ambiental generado por los establecimientos nocturnos en los barrios el Samán y la Independencia del municipio de Acacias, departamento del Meta, Colombia. *UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - COLOMBIA*.
- MINAM. (2013a). *PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL (MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL AMC N° 031-2011-MINAM/OGA)*.
- MINAM. (2013b). *Resolución espacial en la elaboración de mapas de ruido por interpolación*.  
<https://www.google.com/search?q=Resoluci%C3%B3n+espacial+en+la+elaboraci%C3%B3n+de+mapas+de+ruido+por+interpolaci%C3%B3n&oq=Resoluci%C3%B3n>

- 3n+espacial+en+la+elaboraci%C3%B3n+de+mapas+de+ruido+por+interpolaci%C3%B3n&aq=chrome..69i57.660j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- MTC. (2008). *Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares—Título preliminar—Disposiciones Generales*. 108.
- Ninavilca, M. (2020). Diagnóstico situacional del ruido ambiental en el sector de la avenida ejército correspondiente al distrito de Yanahuara y propuesta de medidas de mitigación de la contaminación sonora. *Univeridad Nacional de San Agustin*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3074428>
- PCM. (2013). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido*. [Text]. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>
- PCM 2003. (2016). Política nacional del ambiente. *Paideia*, 2(3). <https://doi.org/10.31381/paideia.v2i3.462>
- PCM, S. (2016). Política Nacional del Ambiente. *PAIDEIA*, 2(3). <https://doi.org/10.31381/paideia.v2i3.462>
- Percca, N. (2021). *Evaluación de los niveles de la contaminación sonora de acuerdo con los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) Ruido en zonas residencial y comercial de la ciudad de Puno—2020*. Universidad Privada San Carlos.
- Pereita, P. (1990). *Manual de acústica, ruido y vibraciones fundamentos básicos y sistemas de control* (3a ed.). GYC.
- Quispe, V., Kemnet, Y., & Gaspar, A. (2019). *Nivel de ruido ambiental producido por el tránsito de vehículos y la percepción de las personas en el cercado de la ciudad de Huancavelica—2019*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Rivera, J. E. V. (2019). *Evaluación de la contaminación acústica en los centros educativos de la avenida circunvalación oeste en la ciudad de Juliaca, 2019*. 96.
- Román, G. (2018). *Evaluación de los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija, Bolivia*. 8, 12.



Romero, A. J. (2017). *Contaminación acústica por el transporte vehicular y los efectos en la salud de la población de la ciudad de Puno.*

Salvador, L. (2009). *Implementación y evaluación de un sistema virtual de medición de ruido.* [Instituto Político Nacional].  
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/5032/1/IMPLEMENTYEVUAC.pdf>

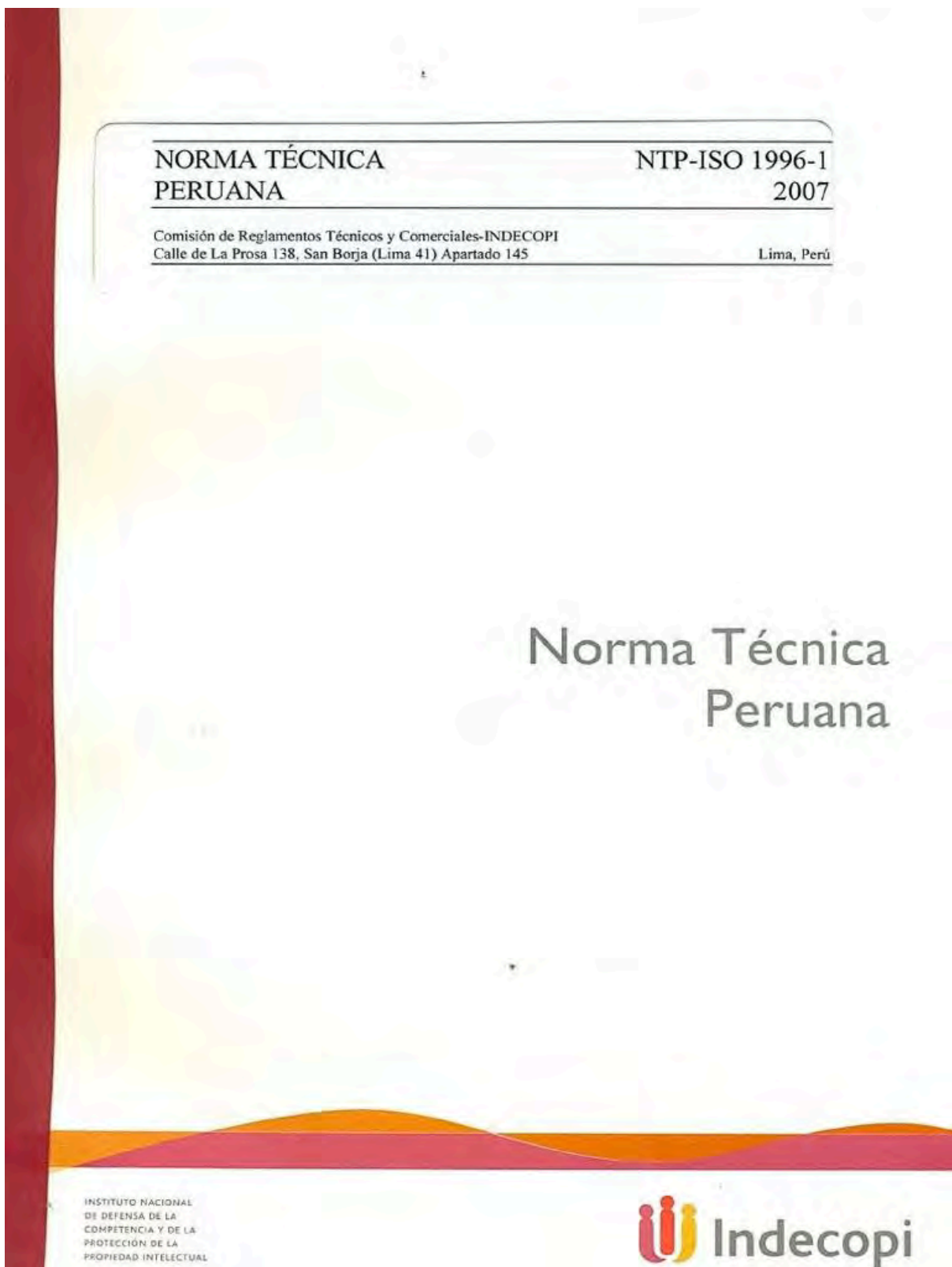
Sotter, A., Pulido, J., Siabato, W., & Ipia, A. (2002). Geoestadística aplicada a estudios de contaminación ambiental. *INGENIERÍA*, 7, 31.

Velasco, B., Danilo, A., Lopez, R., Mercedes, G., Orozco, C., Augusto, C. (2022). *Estudio de ruido ambiental en una zona urbana del centro norte de Quito.* 115.

Viro, G. (2002). Protocolo de mediciones para trazado de mapas de ruido normalizados. *Trabajo Profesional de Ingeniería Electrónica*, 61.

## ANEXOS

Anexo 01: Norma Técnica Peruana ISO 1996-1



## Anexo 02: Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental



### Anexo 03: Certificado de Calibración por el INACAL - SONÓMETRO



Registro N° LG - 029

## Certificado de Calibración OHLAC-038-2021

#### 1.- SOLICITANTE

**Nombre:** ECOSOUTH MEDIO AMBIENTE INGENIERIA Y GEOMATICA S.R.L.  
**Dirección:** JR. PRECURSORES NRO. 155 BARRIO MANTO NORTE - CIUDAD DE PUNO  
**OTI :** 102

Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales (INACAL) y/o internacionales.

OHLAB S.A.C. custodia, conserva y mantiene sus patrones en Áreas con condiciones ambientales controladas, realiza mediciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del sistema legal de unidades del medida del Perú.

OHLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.

#### 2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN Sonómetro

**Marca :** Cirrus Research plc  
**Modelo :** CR:162B  
**N° de Serie :** G68176  
**Clase :** 2  
**Micrófono :** Cirrus MK216  
**N° S. Micrófono :** 400289B  
**Resolución :** 0,1 dB  
**Procedencia :** Reino Unido

#### 3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- \* El instrumento fue calibrado el 2021 - 10 - 19
- \* La calibración se realizó en el Área de electroacústica del Laboratorio OHLAB S.A.C.

#### 4.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	23,1 °C	±	0,5 °C
Humedad	55,8 % HR	±	2,9 % HR
Presión	1013,9 hPa	±	0,6 hPa

Este Certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB S.A.C.. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a calibración, el laboratorio OHLAB S.A.C. declina de toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este certificado.

Fecha de emisión: 2021-10-19

Sello



**OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY SAC**  
*Juan Diego Arribasplata*  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

**OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.**  
Laboratorio de Metrología  
Avenida La Marina N° 365, La Perla Callao - Perú  
Telf.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672  
Email: comercial@ohlaboratory.com  
Web: www.ohlaboratory.com

Pág. 1 de 9  
FGC-144/MAYO2019/Rev.00





**Anexo 06:** Tabla de colores para la elaboración del mapa de ruido según ISO 1996-2:2007

Nivel Sonoro (dB)	Nombre del color	Color	Trama
56 – 58	Verde claro		Densidad baja
58,1 – 60	Verde		Densidad media
60,1 – 62	Verde oscuro		Densidad alta
62,1 – 64	Amarillo		Densidad baja
64,1 – 66	Ocre		Densidad media
66,1 – 68	Naranja		Densidad alta
68,1 – 70	Cinabrio		Densidad baja
70,1 – 72	Carmin		Densidad media
72,1 – 74	Rojo lila		Densidad alta
74,1 – 76	Azul		Rayas verticales anchas
76,1 - 78	Azul oscuro		Totalmente negro



Anexo 07: Hoja de campo

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**  
**HOJA DE CAMPO DE MONITOREO DE RUIDO**

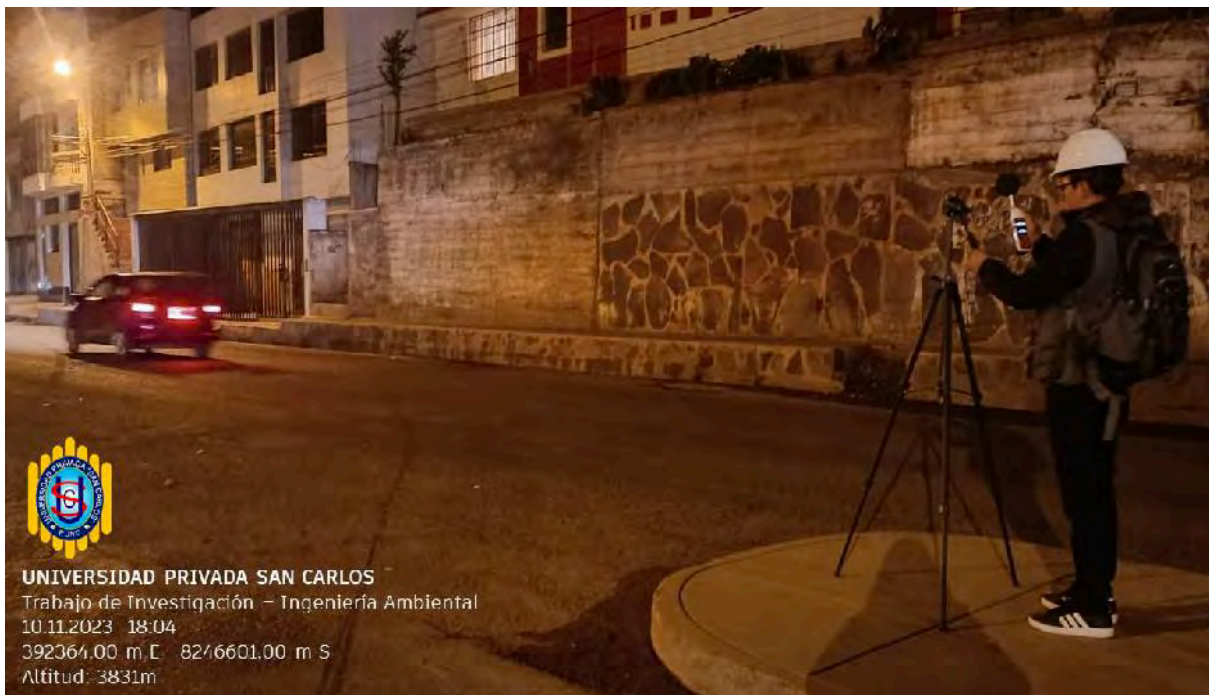


Ubicación de Puno : Av. Simón Bolívar Distrito : Puno Zonificación ECA : \_\_\_\_\_  
 Descripción del Sonómetro Marca : CIRRUS Clase : \_\_\_\_\_ Modelo : CR 162 B Frecuencia : A, C y Z

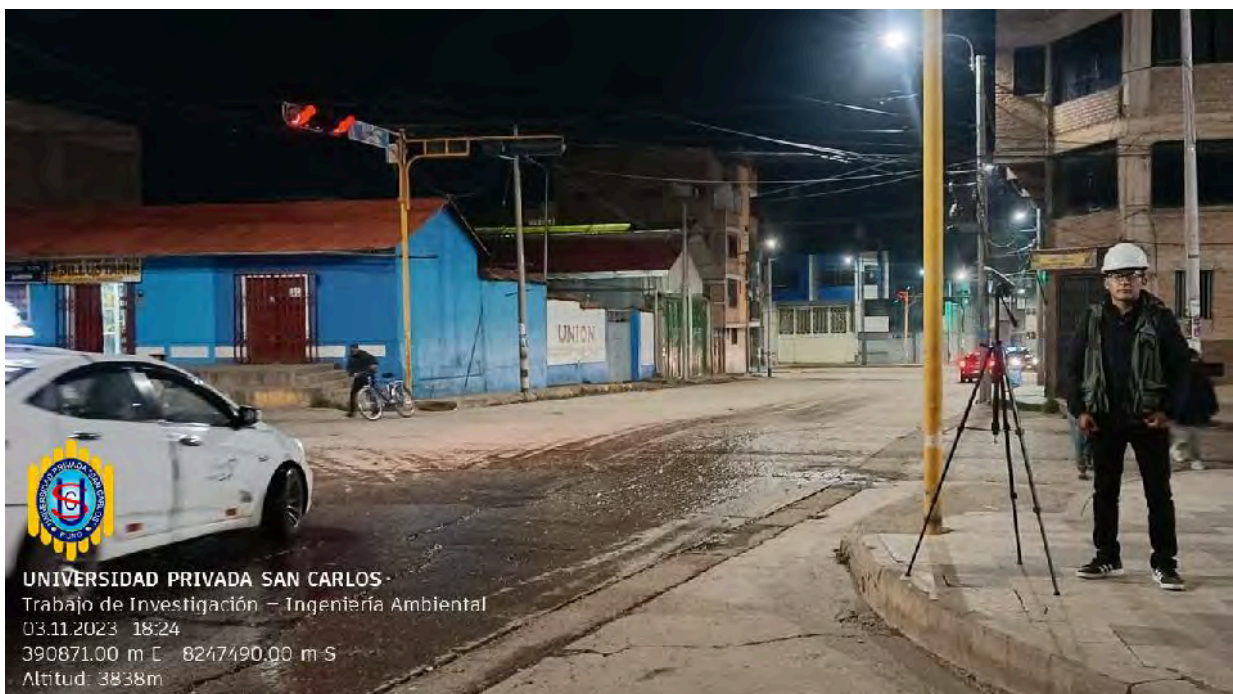


ESTACIÓN	FECHA DEL MONITOREO	HORA DE MONITOREO		NIVEL DE PRESION SONORA			OBSERVACIONES
		INICIO	FIN	NPS(max)	NPS (min)	L(Aeq,T)	
PM-01	20/10/23	09:06	09:16	81,5	46,8	73,1	
PM-01	27/10/23	08:46	08:56	74,6	67,9	69,9	
PM-01	03/11/23	14:13	14:23	79,3	68,3	71,5	
PM-01	10/11/23	17:59	18:09	75,5	69,7	71,9	
PM-03	20/10/23	09:59	10:09	72,4	65,8	68,7	
PM-03	27/10/23	09:25	09:35	84,3	52,5	71,3	
PM-03	03/11/23	14:50	15:00	72,7	67,3	68,9	
PM-03	10/11/23	15:44	15:54	69,9	66,6	68,8	
PM-05	20/10/23	10:33	10:43	75,6	67,3	69,4	
PM-05	27/10/23	09:59	10:09	72,8	67,4	70,5	
PM-05	03/11/23	15:37	15:47	73,5	68,4	69,4	
PM-05	10/11/23	16:16	16:26	71,4	65,6	68,3	
PM-11	17/10/23	09:18	09:28	79,2	66,7	73,4	
PM-11	24/10/23	09:47	09:57	82,5	67,4	73,3	
PM-11	07/11/23	14:44	14:54	77,8	66,2	75,0	
PM-11	14/11/23	13:05	13:15	83,1	55,9	76,7	
PM-14	17/10/23	10:14	10:24	71,8	68,9	71,0	
PM-14	24/10/23	10:38	10:48	72,9	67,4	70,5	
PM-14	03/11/23	15:16	15:26	73,2	68,4	71,8	
PM-14	14/11/23	13:24	13:34	83,4	60,7	72,8	

## Anexo 08: Panel fotográfico



**Fotografía 01.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-01; Av. Simón Bolívar intersección Av. Ejército



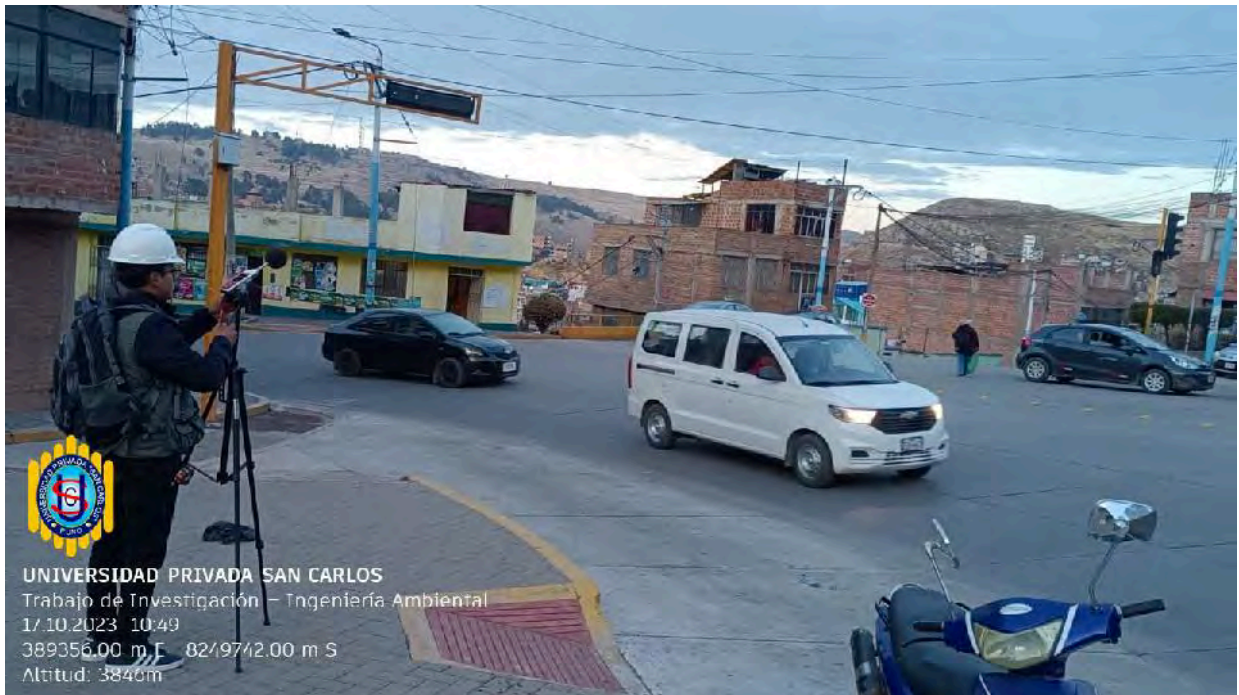
**Fotografía 02.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-04; Av. El Sol intersección Jr. Branden



**Fotografía 03.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-06; Av. Laykakota  
intersección Jr. Echenique



**Fotografía 04.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-13; Av. La Torre  
intersección Av. Floral.



**Fotografía 05.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-16; Av.  
Circunvalación intersección Jr. Pedro Vilcapaza



**Fotografía 06.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-10; Av. La Torre  
intersección Jr. Oquendo



**Fotografía 07.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-07; Av. Costanera  
intersección Jr. Ricardo Palma



**Fotografía 08.** Instalación del Manómetro en la estación de monitoreo de nivel de presión  
sonora PM-01; Av. Simón Bolívar intersección Av. Ejército.



**Fotografía 09.** Sonómetro PM-13



**Fotografía 10.** Muestreando PM-17

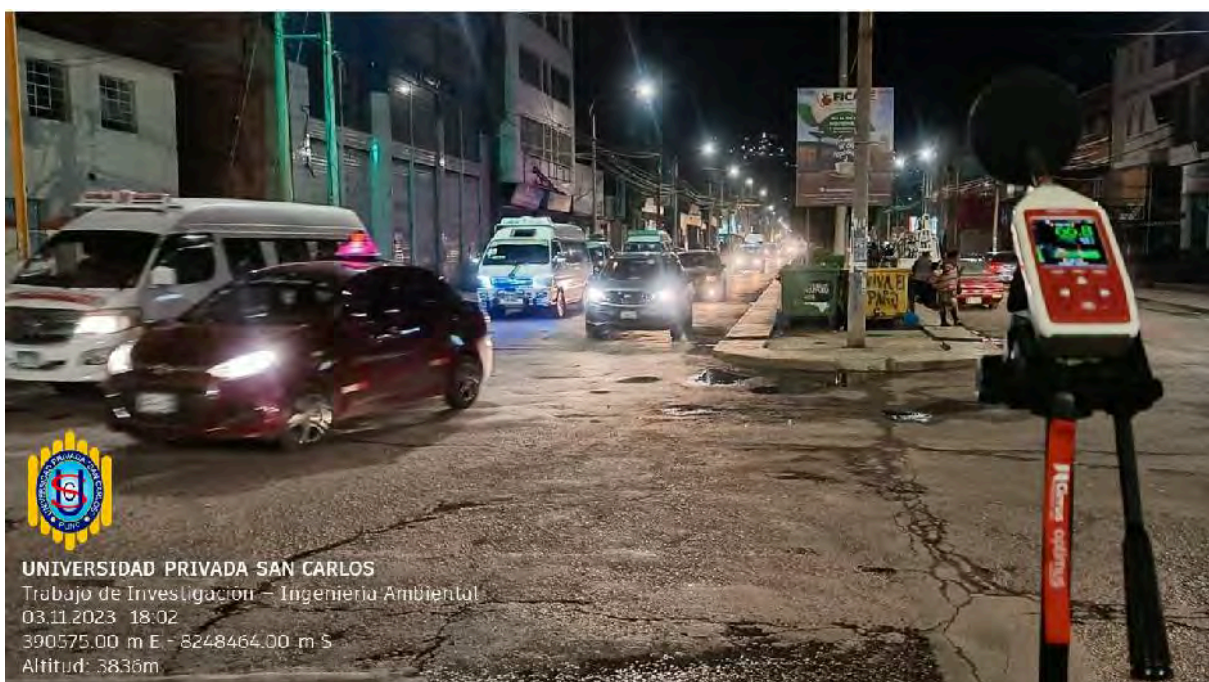


**Fotografía 11.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-05; Av. Simón

Bolívar intersección Jr. Banchemo Rossi



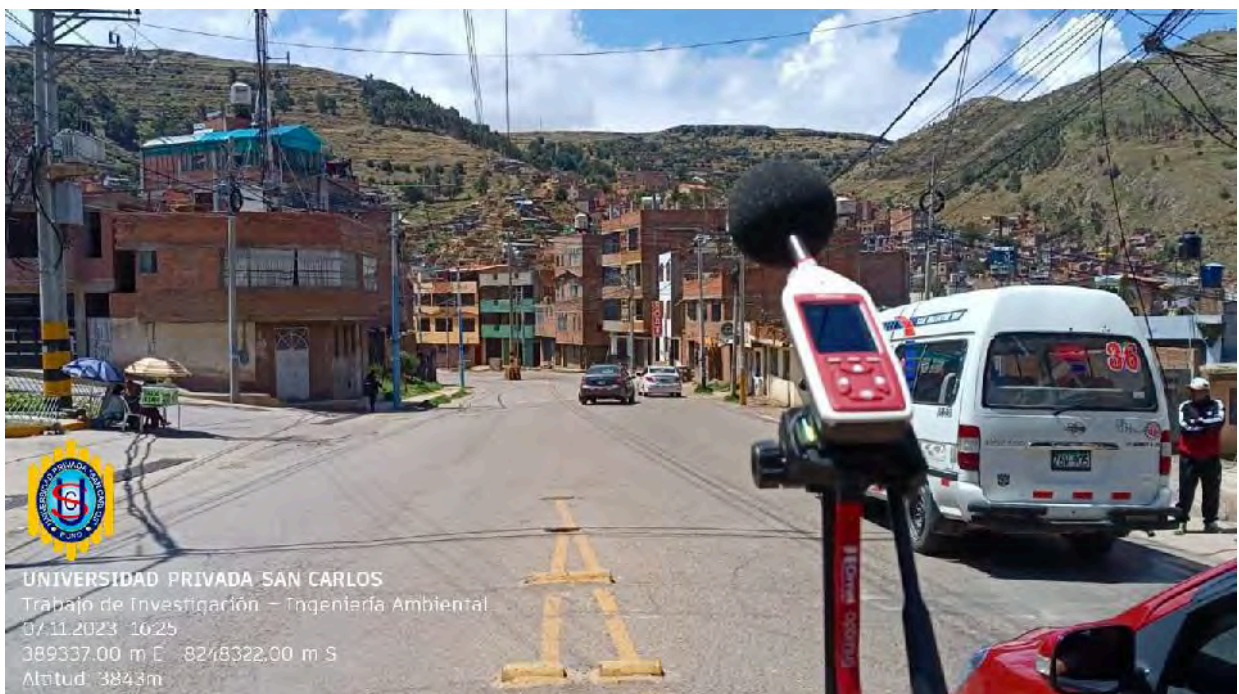
**Fotografía 12.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-11; Av. El Sol  
intersección Jr. Los Incas



**Fotografía 13.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-08; Av. El Sol  
intersección Jr. Carabaya.

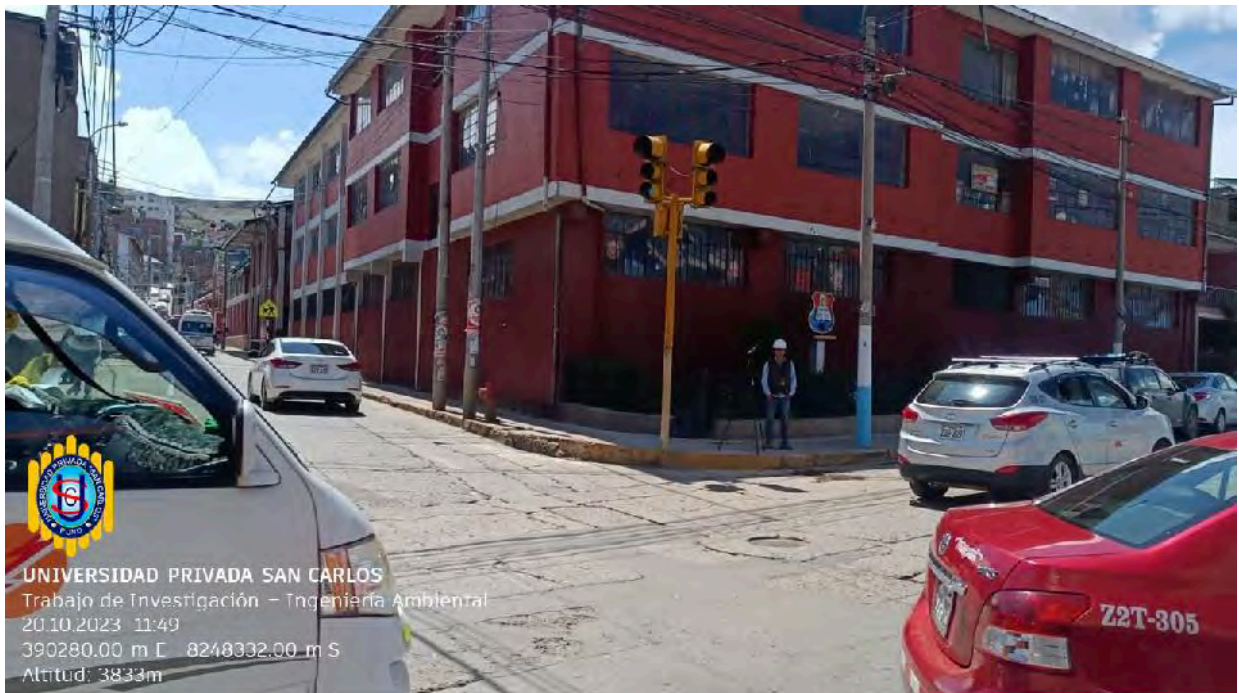


**Fotografía 14.** Instalacion del sonómetro a 1,5 metro según Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental en la estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-17; Av. Circunvalación intersección Jr. Bolognesi

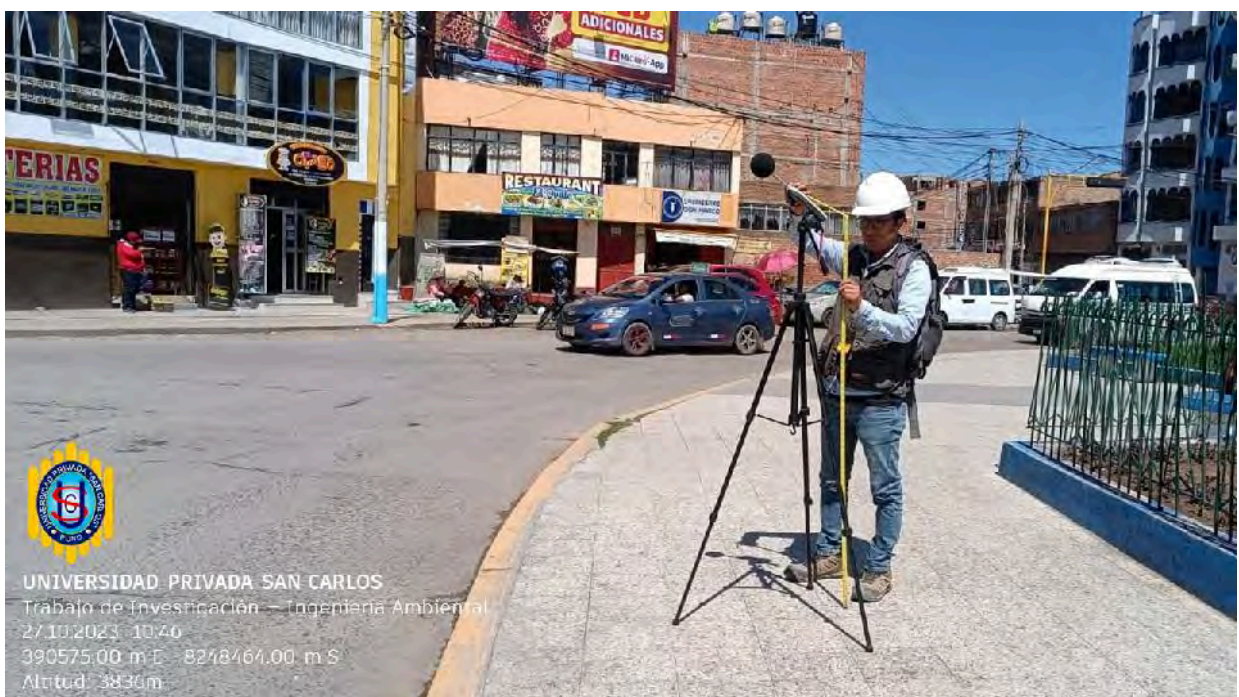


**Fotografía 15.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-17; Av. Circunvalación intersección Jr. Bolognesi

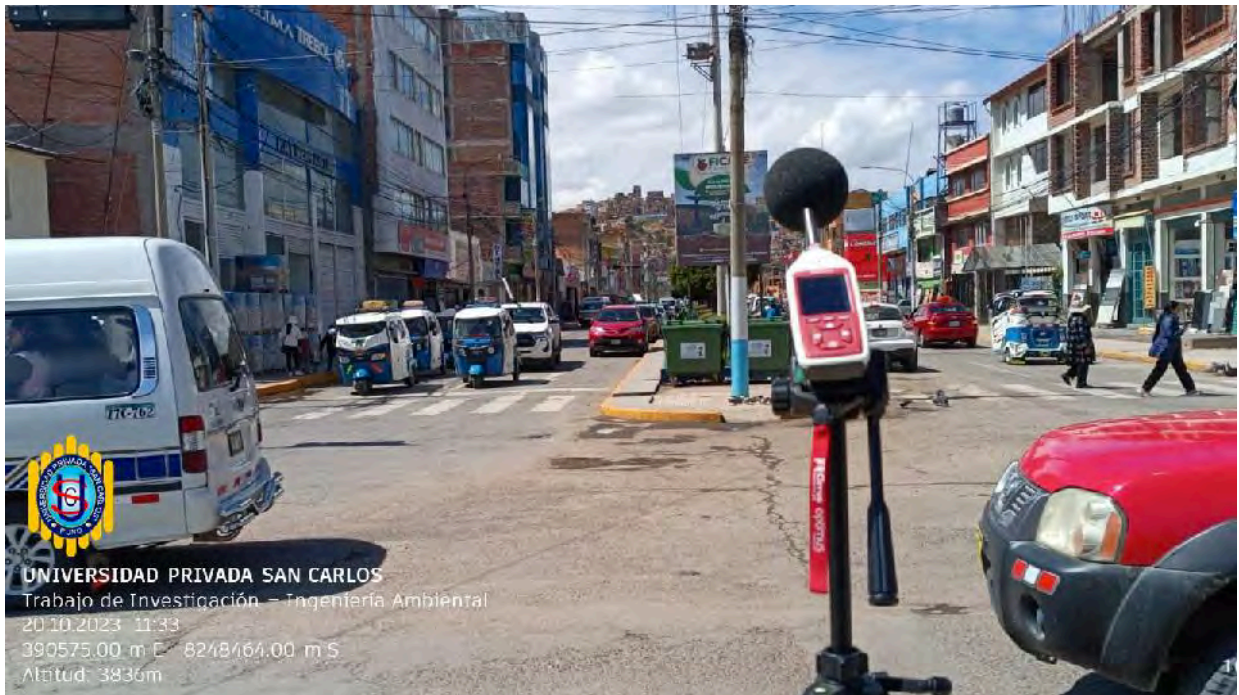




**Fotografía 16.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-09; Av. Laykakota  
intersección Jr. Carabaya



**Fotografía 17.** Instalación del sonómetro a 1,5 metros según Protocolo Nacional de  
Monitoreo de Ruido Ambiental en la estación de monitoreo de nivel de presión sonora  
PM-08; Av. El Sol intersección Jr. Carabaya.



**Fotografía 18.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-08; Av. El Sol  
intersección Jr. Carabaya.



**Fotografía 19.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-17; Av.  
Circunvalación intersección Jr. Bolognesi.



**Fotografía 20.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-11; Av. El Sol  
intersección Jr. Los Incas.



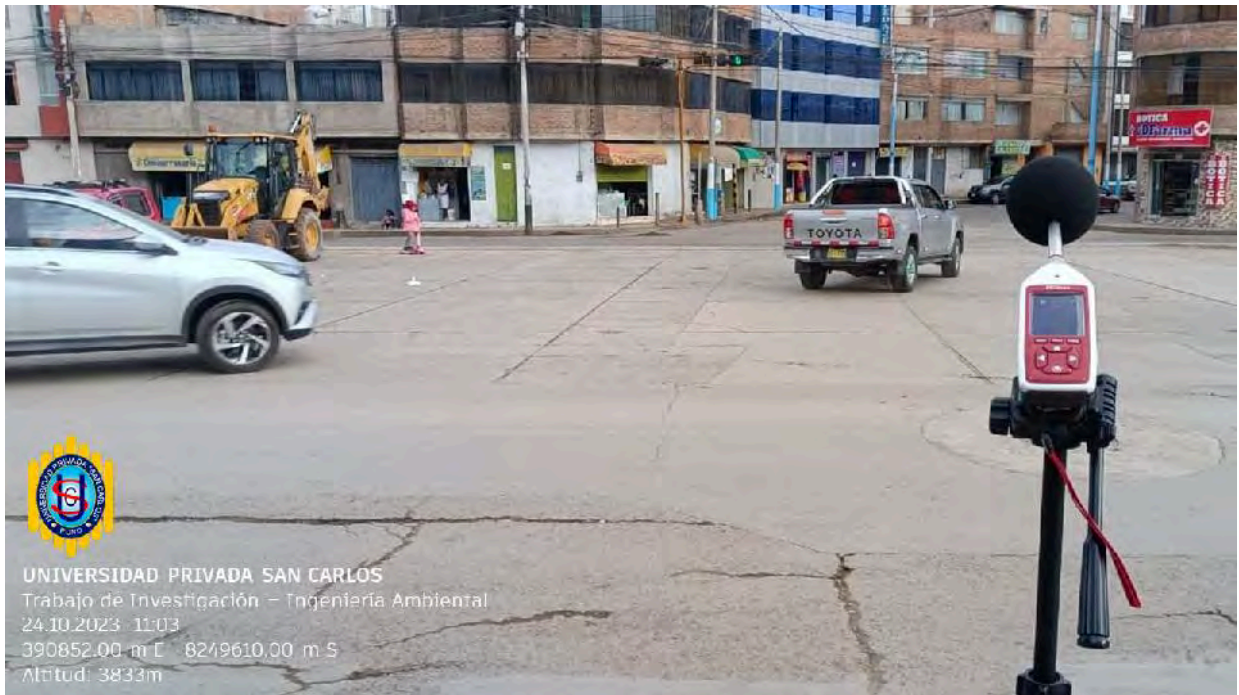
**Fotografía 21.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-10; Av. La Torre  
intersección Jr. Oquendo.



**Fotografía 22.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-18; Av.  
Circunvalación intersección Jr. Leoncio Prado.



**Fotografía 23.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-18; Av.  
Circunvalación intersección Jr. Leoncio Prado.



**Fotografía 24.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-15; Av. Floral  
intersección Jr. Costanera



**Fotografía 25.** Estación de monitoreo de nivel de presión sonora PM-14; Av. Floral  
intersección Jr. Simon Bolivar.