



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
"DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ"  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DEL RUIDO TOTAL GENERADO POR LA  
CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LA AVENIDA QUITO,  
CANTÓN GUAYAQUIL, 2023**

**AUTOR**

**TORRES MURILLO EDUARDO HUMBERTO**

**TUTOR**

**ING. PORTALANZA PERALTA DIEGO ENRIQUE, PhD**

**GUAYAQUIL, ECUADOR  
2024**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **PORTALANZA PERALTA DIEGO ENRIQUE**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DEL RUIDO TOTAL GENERADO POR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LA AVENIDA QUITO, CANTÓN GUAYAQUIL, 2023**, realizado por el estudiante **TORRES MURILLO EDUARDO HUMBERTO**; con cédula de identidad **N°0931617039** de la carrera **INGENIERIA AMBIENTAL**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

Ing. Diego Portalanza Peralta, PhD

Guayaquil, 18 de noviembre del 2024



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”  
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DEL RUIDO TOTAL GENERADO POR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LA AVENIDA QUITO, CANTÓN GUAYAQUIL, 2023”**, realizado por el estudiante **TORRES MURILLO EDUARDO HUMBERTO**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Ing. Tomás Hernández Paredes  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Juan Guevara Vinza  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Helen Rodriguez Saltos  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Diego Portalanza Peralta  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 18 de noviembre del 2024

## **DEDICATORIA**

Ante todo, quiero dedicar a Dios por la sabiduría y fortaleza la razón por la que nunca me di por vencido. A mis amados padres, Liliana Murillo, Eduardo Torres y a mi abuelita Clara Solorzano por su fe en mí y amor incondicional en los buenos y malos momentos. A mis hermanas, Liliana Torres Murillo y Paulina Torres Murillo por todo su cariño y apoyo. A la familia Villamar por recibirme como un miembro más de su familia gracias por todos los consejos y buenos deseos. Por último, a nuestra familia gatuna Manchas Torres y Helena Torres, que cada día nos llenan de felicidad.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi amiga Amy y su mami Elizabeth gracias por los consejos y motivación en los momentos difíciles de mi vida, su apoyo fue fundamental en todo mi proceso de titulación. A mi grupo de amigos de la Universidad Jennifer, Luis y Cristhian gracias por todos los buenos recuerdos durante toda la carrera deseo que se sigan superando como seres humanos y excelentes profesionales. A mis amigas Tais y Mariuxi por su amistad e incondicional apoyo en mi sustentación, asimismo, Steven y Ramiro por todo los consejos y conocimiento. A los amigos Jordan y Doménica por toda la perseverancia que me brindaron con sus palabras.

A los docentes Leyla Zambrano y Luis Morocho por todo su conocimiento impartido en clases, a mi tutor Diego Portalanza y miembros del tribunal por toda la asesoría en mi tesis. Por último, en memoria del ingeniero Diego Muñoz que siempre demostró que la docencia era su vocación, su espíritu siempre estará presente en sus estudiantes por todo el cariño y respeto durante la carrera.

.

## **AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL**

Yo, **TORRES MURILLO EDUARDO HUMBERTO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DEL RUIDO TOTAL GENERADO POR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LA AVENIDA QUITO, CANTÓN GUAYAQUIL, 2023”**, para optar el título de INGENIERO AMBIENTAL por el presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 18 de noviembre del 2024

**TORRES MURILLO EDUARDO HUMBERTO**

**C.I. 0931617039**



## RESUMEN

La contaminación por ruido es un problema global que afecta a las personas de diversas maneras, llegando a causar daños auditivos, problemas con el sueño, entre otras perturbaciones. El objetivo del presente estudio es conocer los niveles sonoros emitidos en la Avenida Quito, que fue realizado desde el tramo de la Calle Portete de Tarqui hasta el tramo de la Calle Brasil con el fin de plantear medidas de corrección y control de un plan de mitigación de ruido ambiental que contribuya en la disminución de los niveles de ruido. El monitoreo se realizó desde el 16 de octubre al 3 de noviembre del 2023, esta actividad fue realizada en jornada diurna en horarios de: 8am, 12pm y 18pm. Se registraron un total de 360 datos, por otro lado, durante la fase de estimación, la semana 1 en el horario de las 12pm presentó un promedio de 79.50 dBA, considerado como el nivel más alto con respecto a los otros horarios. Por otro lado, en el horario de las 18pm en el punto 7 del día viernes se registró un promedio de 92.60 dBA considerado como el nivel de ruido más alto durante el tiempo de monitoreo. Al comparar los resultados con los Límites Máximos Permisibles (LMP), la Avenida Quito en las 3 semanas no cumplen con los LMP establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, a un nivel de confianza del 95%. Esto convierte a esta zona en punto de observación de contaminación sonora, para lo cual fue necesario establecer medidas de mitigación de ruido.

**Palabras Claves:** *Medidas de mitigación, niveles de ruido, perturbaciones, plan de mitigación*

## ABSTRACT

The noise pollution is a global problem that affects people in various ways, causing hearing damage, sleep problems, among other disturbances. The objective of this study is to know the sound levels emitted on Quito Avenue, which was carried out from the section of Portete de Tarqui Street to the section of Brasil Street in order to propose correction and control measures for a mitigation plan of environmental noise that contributes to the reduction of noise levels. The monitoring was carried out from October 16 to November 3, 2023, this activity was carried out during the day at: 8am, 12pm and 18pm. A total of 360 data were recorded; on the other hand, during the estimation phase, week 1 at 12pm presented an average of 79.50 dBA, considered the highest level with respect to the other times. On the other hand, on Friday at 6pm at point 7, an average of 92.60 dBA was recorded, considered the highest noise level during the monitoring time. When comparing the results with the LMP, Avenida Quito in the 3 weeks does not comply with the LMP established in Ministerial Agreement 097-A, at a confidence level of 95%. This makes this area an observation point for noise pollution, for which it was necessary to establish noise mitigation measures.

**Keywords:** *Mitigation measures, noise levels, disturbances, mitigation measures, mitigation plan*

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes del problema.....	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.2.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2.2 Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación de la investigación .....	3
1.4 Delimitación de la investigación .....	4
1.5 Objetivo general.....	4
1.6 Objetivos específicos .....	4
1.7 Hipótesis .....	5
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1 Estado del arte.....	6
2.2 Bases teóricas .....	9
2.2.1 Contaminación acústica .....	9
2.2.2 Sonido.....	9
2.2.3 Onda sonora .....	10
2.2.3.1. Propiedades de la onda sonora.....	10
2.2.3.1.1. Frecuencia.....	10
2.2.3.1.2. Amplitud de onda.....	10
2.2.3.1.3. Longitud de onda.....	10
2.2.3.1.4. Periodo.....	10
2.2.4. Ruido.....	11
2.2.4.1. Tipos de ruido. ....	11
2.2.4.1.1. Ruido constante o estable. ....	11
2.2.4.1.2. El ruido blanco.....	11
2.2.4.1.3. Ruido intermitente.....	11
2.2.4.1.4. Ruido variable aleatorio.....	11
2.2.4.1.5. Ruido de impacto o de impulso.....	12
2.2.4.1.6. Ruido variable periódico.....	12
2.2.4.2. Fuentes de ruido. ....	12
2.2.4.2.1. Originados por industrias.....	12
2.2.4.2.2. Tráfico rodado o vehicular.....	12
2.2.4.2.3. Tráfico aéreo.....	12

2.2.5 Puntos Críticos de Afectación (PCA).....	13
2.2.6 Clasificación de fuentes de ruido.....	13
2.2.6.1. Fuente Emisora de Ruido (FER). ....	13
2.2.6.2. Fuente Fija de Ruido (FFR). ....	13
2.2.6.3. Fuente Móvil de ruido (FMR). ....	13
2.2.7 Unidades de medida .....	13
2.2.7.1. Nivel de presión sonora (NPS). ....	13
2.2.7.2. Presión sonora (P). ....	13
2.2.7.3. Decibelio. ....	14
2.2.8 Sistema de Información Geográfica (SIG).....	14
2.2.8.1. Interpolación de datos. ....	14
2.2.8.2. Método Kriging. ....	14
2.2.8.3. Mapas de ruido. ....	14
2.2.9 Gestión del ruido urbano .....	15
2.3 Marco legal .....	15
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008).....	15
2.3.2 Código Orgánico del Ambiente (2017) .....	15
2.3.3 Acuerdo Ministerial N° 097 - A, Anexo 5 Normas Técnicas e Instructivos que establece los Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Móviles (2015) .....	16
2.3.4 Acuerdo Ministerial No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicada en el Registro Oficial N° 316 del 4 de mayo de (2015).....	16
2.3.5 Anexo 5 Niveles máximos de emisión de ruido para Fuentes Fijas de Ruido (FFR), y Fuentes Móviles de Ruido (FMR) (2015).....	18
2.3.6 Norma Técnica Ecuatoriana INEN – ISO 3746 (2016).....	20
2.3.7 Norma Técnica para el control de la contaminación por ruido (2013).....	20
2.3.8 Ordenanza Municipal de Guayaquil (2021) .....	20
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1 Enfoque de la investigación .....	21
3.1.1 Tipo de investigación.....	21
3.1.1.1. Investigación documental.....	21
3.1.1.2. Investigación de campo.....	21
3.1.2 Diseño de investigación .....	21

3.2 Metodología .....	21
3.2.1 Variables 21	
3.2.1.1. Variable independiente.....	21
3.2.1.2. Variable dependiente. ....	21
3.2.2 Matriz de operacionalización de variables .....	21
3.2.3 Recolección de datos .....	23
3.2.3.1. Recursos.....	23
3.2.3.2. Equipos.....	23
3.2.3.3. Métodos y técnicas.....	23
3.2.3.3.1. Realizar una caracterización del área de estudio para el establecimiento de puntos críticos de afectación mediante la herramienta OpeNoise. ....	23
3.2.3.3.2. Monitorear los niveles de ruido desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil en la Avenida Quito mediante un sonómetro integrador clase 2 para la comparación con los límites máximos permisibles según el acuerdo ministerial 097-A, Anexo 5 en la zona de estudio.....	24
3.2.3.3.3. Elaborar mapas de ruido ambiental con los datos obtenidos mediante el software de Sistema de Información Geográfica (GIS) para el establecimiento de medidas de mitigación de ruido.....	25
3.2.4 Población y muestra .....	26
3.2.4.1. Población. ....	26
3.2.4.2. Muestra. ....	26
3.2.5 Análisis estadístico.....	26
3.2.5.1. Estadística descriptiva.....	26
Medidas de tendencia central .....	26
3.2.5.2. Estadística inferencial. ....	28
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
4.1 Realizar una caracterización del área de estudio para el establecimiento de puntos críticos de afectación mediante la herramienta OpeNoise .....	29
4.1.1 Puntos Críticos de Afectación .....	31
4.2 Monitorear los niveles de ruido desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil en la Avenida Quito mediante un sonómetro integrador clase 2 para la comparación con los límites máximos permisibles según el acuerdo ministerial 097-A, Anexo 5 en la zona de estudio.....	31

4.2.1 Análisis de los datos obtenidos en el muestreo .....	31
4.2.2 Comparación de los niveles de ruido con los LMP de ruido establecido en el acuerdo ministerial 097-A.....	35
4.3 Elaborar mapas de ruido ambiental con los datos obtenidos mediante el software de Sistema de Información Geográfica (GIS) para establecer medidas de mitigación de ruido .....	36
4.3.1 Mapas de ruido .....	36
4.3.2 Establecimiento de medidas de mitigación .....	37
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
6.1. Conclusiones .....	43
6.2. Recomendaciones .....	44
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

**ÍNDICE DE TABLA**

<b>Tabla 1.</b> Matriz de variable independiente. ....	22
<b>Tabla 2.</b> Matriz de variable dependiente. ....	22
<b>Tabla 3.</b> Coordenadas de los puntos de muestreo en formato WGS84- 17S. ....	24
<b>Tabla 4.</b> Resumen estadístico de los datos obtenidos del monitoreo de ruido de la primera semana (16 al 20 de octubre del 2023). ....	31
<b>Tabla 5.</b> Resumen estadístico de los datos obtenidos del monitoreo de ruido de la segunda semana (23 al 27 de octubre del 2023). ....	33
<b>Tabla 6.</b> Resumen estadístico de los datos obtenidos del monitoreo de ruido de la tercera semana (30 de octubre al 3 de noviembre del 2023). ....	34
<b>Tabla 7.</b> Prueba de hipótesis de los niveles de ruido obtenidos del monitoreo con respecto al LMP establecido en el acuerdo ministerial 097-A. ....	36
<b>Tabla 8.</b> Medidas de control de ruido- Normativa y control ....	38
<b>Tabla 9.</b> Medidas de control de ruido- Monitoreo de ruido ....	39
<b>Tabla 10.</b> Medidas de control de ruido- Planificación urbanística. ....	39
<b>Tabla 11.</b> Propuesta de medidas correctivas ....	40

**ÍNDICE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Estructura de las medidas de mitigación de ruido.....	26
<b>Figura 2.</b> Diagrama de caja de los datos obtenidos de opeNoise de la primera semana.....	32
<b>Figura 3.</b> Diagrama de caja de los datos obtenidos de opeNoise de la segunda semana.....	33
<b>Figura 4.</b> Diagrama de caja de los datos obtenidos de opeNoise de la tercera semana.....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo N°1:</b> Puntos de muestreo de la Avenida Quito. ....	51
<b>Anexo N°2:</b> Puntos críticos de afectación de ruido de la Avenida Quito .....	52
<b>Anexo N°3:</b> Punto 1 - Calle Portete de Tarqui .....	53
<b>Anexo N°4:</b> Punto 2 - Calle José Gómez Valverde.....	53
<b>Anexo N°5:</b> Punto 3 - Calle Club Sport Emelec.....	54
<b>Anexo N°6:</b> Punto 4 – Calle Miguel de Letamendi.....	54
<b>Anexo N°7:</b> Punto 5 - Calle Francisco Marcos Crespo .....	55
<b>Anexo N°8:</b> Punto 6 - Calle Gral. Calicuchima.....	55
<b>Anexo N°9:</b> Punto 7 - Calle Carlos Gómez Rendon .....	56
<b>Anexo N°10:</b> Punto 8 - Calle Brasil.....	56
<b>Anexo N°11:</b> Sonómetro Marca Benetech modelo GM1352.....	57
<b>Anexo N°12:</b> Ficha de registro de datos para mediciones .....	58
<b>Anexo N°13:</b> Tabla de presiones sonoras por días y puntos de la primera semana en el horario de las 8AM .....	59
<b>Anexo N°14:</b> Tabla de presiones sonoras por días y puntos de la primera semana en el horario de las 12PM .....	59
<b>Anexo N°15:</b> Tabla de presiones sonoras por días y puntos de la primera semana en el horario de las 18PM .....	59
<b>Anexo N°16:</b> Tabla de presiones sonoras por días y puntos de la segunda semana en el horario de las 8AM .....	60
<b>Anexo N°17:</b> Tabla de presiones por días y puntos de la segunda semana en el horario de las 12PM .....	60
<b>Anexo N°18:</b> Tabla de presiones por días y puntos de la segunda semana en el horario de las 18PM .....	60
<b>Anexo N°19:</b> Tabla de presiones por días y puntos de la tercera semana en el horario de las 8AM .....	60
<b>Anexo N°20:</b> Tabla de presiones por días y puntos de la tercera semana en el horario de las 12PM .....	61
<b>Anexo N°21:</b> Tabla de presiones por días y puntos de la tercera semana en el horario de las 18PM .....	61
<b>Anexo N°22:</b> Gráficos de Prueba de normalidad de la semana 1 .....	62
<b>Anexo N°23:</b> Gráficos de Prueba de normalidad de la semana 2 .....	63
<b>Anexo N°24:</b> Gráficos de prueba de normalidad de la semana 3 .....	64

<b>Anexo N°25:</b> Mapa de ruido de la Avenida Quito de la primera semana en el horario de las 8am .....	65
<b>Anexo N°26:</b> Mapa de ruido de la Avenida Quito de la primera semana en el horario de las 12pm .....	66
<b>Anexo N°27:</b> Mapa de ruido de la Avenida Quito de la primera semana en el horario de las 18pm .....	67
<b>Anexo N°28:</b> Mapa de ruido de la Avenida Quito de la segunda semana en el horario de las 8am .....	68
<b>Anexo N°29:</b> Mapa de ruido de la Avenida Quito de la segunda semana en el horario de las 12pm .....	69
<b>Anexo N°30:</b> Mapa de ruido de la Avenida Quito de la segunda semana en el horario de las 18pm .....	70
<b>Anexo N°31:</b> Mapa de ruido de la Avenida Quito de la tercera semana en el horario de las 8am .....	71
<b>Anexo N°32:</b> Mapa de ruido de la Avenida Quito de la tercera semana en el horario de las 12pm .....	72
<b>Anexo N°33:</b> Mapa de ruido de la Avenida Quito de la tercera semana en el horario de las 18pm .....	73
<b>Anexo N°34:</b> Datos de mediciones en el horario 8 am de la primera semana.....	74
<b>Anexo N°35:</b> Datos de mediciones en el horario 12 pm de la primera semana.....	75
<b>Anexo N°36:</b> Datos de mediciones en el horario 6 pm de la primera semana.....	76
<b>Anexo N°37:</b> Datos de mediciones en el horario 8 am de la segunda semana.....	77
<b>Anexo N°38:</b> Datos de mediciones en el horario 12 pm de la segunda semana.....	78
<b>Anexo N°39:</b> Datos de mediciones en el horario 6 pm de la segunda semana....	79
<b>Anexo N°40:</b> Datos de mediciones en el horario 8 am de la tercera semana.....	80
<b>Anexo N°41:</b> Datos de mediciones en el horario 12 pm de la tercera semana.....	81
<b>Anexo N°42:</b> Datos de mediciones en el horario 6 pm de la tercera semana.....	82

## 1. INTRODUCCIÓN

El término “contaminación acústica”, se refiere al ruido cuando se considera un contaminante, es decir, el sonido irritante, por definición, indeseable, lo que pueda manifestarse en efectos fisiológicos y psicológicos perjudiciales para una persona o grupo de personas. La razón principal de la contaminación acústica es la actividad humana, el transporte, la construcción de edificios y las obras públicas, la industria y otros (Morán, 2017).

La contaminación sonora es ocasionada por el ruido el cual se define como un sonido no deseado. Según Coriñaupa (2020), indica lo siguiente:

“El ruido afecta o interrumpe a la salud, en particular, el sistema auditivo y nervioso, ocasionando el estrés, debido que los efectos secundarios reducen la concentración y la eficiencia de las personas. Los estudios muestran que el impacto al estar expuesto por más de ocho horas diarias a un ruido que supera los 80 dB ocasiona un riesgo auditivo. De la misma manera, exposiciones mínimas a 100 dB causarán daño y a los 120 dB empieza el dolor ótico” (p.1). Por lo tanto, existirá afectaciones a nivel auditivo por exposiciones prolongadas superiores a 80 dB.

### 1.1 Antecedentes del problema

El aumento poblacional es la causa principal del crecimiento en la ciudad; los niveles superan los 80 decibeles en el centro de la ciudad de Guayaquil a esto se atribuye la fuerte demanda de circulación vehicular que se genera en horas pico de influencia diaria. Según los datos determinados por la OMS, se establece 60 dB durante el día y 50 dB por la noche. Además, el ruido no se produce específicamente por el progreso tecnológico sino por la carencia de conciencia por parte del ciudadano (Castro, 2016).

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2022) señala que, mediante encuestas, 3 de cada 10 familias son afectadas por los altos decibeles de ruido ocasionados por los vehículos y sectores comerciales, estando Guayaquil entre las ciudades más afectadas con un 38.15%, entre tanto que la ciudad de Loja con un 14.70% de afectación, esto ocasiona perturbaciones en la salud a nivel auditivo en las personas que se encuentran expuestas al ruido prolongadamente.

Conforme a lo establecido en la normativa ecuatoriana vigente, se detalla que para minimizar el ruido ambiental hay que fundamentarse en lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 5 se encuentran expuestos los rangos máximos permisibles, los cuales varían entre 45dB(A) y 55dB(A), en relación con el uso de

suelo de zonas comerciales. Teniendo en cuenta las posibles problemáticas que tienen relación con el uso desmedido de bocinas por parte de los buses de transporte público y vehículos ligeros que transitan por la zona identificada. Adicionalmente, las principales avenidas de Guayaquil incluidos los peatones se ven expuestos al constante ruido que se origina por diversas actividades. Al exponerse a altas concentraciones de ruido se convierte en una costumbre y no una molestia para los habitantes o transeúntes.

De acuerdo con Kephelopoulos et al. (2014), mencionan que Europa es el continente pionero en adoptar medidas para disminuir y controlar la contaminación acústica. Desde el 30 de junio de 2007, la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, en el artículo 7 sobre la elaboración de mapas estratégicos de ruido, exige a los países miembros de la Unión Europea determinen la exposición al ruido ambiental mediante la elaboración e implementación de mapas estratégicos de ruido para todas las carreteras principales, vías férreas, aeropuertos y aglomeraciones, que deben ser revisados y actualizados cada cinco años.

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La contaminación acústica está presente en el desempeño de las actividades cotidianas de las personas, esto genera malestar internamente en la sociedad, por ende, están enfocadas en indagar medidas con la finalidad de disminuir y prevenir todos los riesgos que se generan en la salud de las personas, un gran nivel de contaminación se genera en las zonas céntricas de las grandes ciudades, principalmente en las carreteras donde existen mayor afluencia vehicular o por las zonas industriales cercanas a la población, la ubicación y las características de las edificaciones influyen de manera directa con el ruido generado (Quishpe, 2017).

La ciudad de Guayaquil presenta un aumento vehicular, esto se debe al gran crecimiento poblacional y a su parque automotor, lo que produce una mayor circulación de vehículos sobre todo en las calles principales de la ciudad, en este caso en la calle Carlos Gómez Rendón con intersección en la Avenida Quito, está ubicada la Unidad Educativa Fiscal Guayaquil que tiene asistencia de cientos de estudiantes que se movilizan en horas pico de 8:00 am a 8:40 am; 12:00 pm a 12:40 pm y 18:00 pm a 18:40 pm donde existe mayor tránsito de vehículos, de la misma manera, se encuentra el Hospital del niño Francisco de Ycaza Bustamante que

brinda asistencia de pediatría siendo transitada diariamente por los ciudadanos. Debido a este acontecimiento se genera ruido ambiental ocasionando malestares a los ciudadanos que transitan o conviven a diario con este problema ambiental para ello se realizó una evaluación de contaminación acústica, caracterizando el área de estudio y sus puntos críticos de afectación para el monitoreo de los Niveles de Presión Sonora (NPS) en los ocho puntos establecidos en la Avenida Quito teniendo como tramo inicial la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil para la comparación con los límites máximos permisibles y en base a los datos se elaboró mapas de ruido ambiental para el establecimiento de medidas de mitigación de ruido.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuál es el nivel de ruido en la Avenida Quito desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil de la ciudad de Guayaquil en el horario Diurno?

### **1.3. Justificación de la investigación**

De acuerdo con la Organización Mundial para la Salud (OMS, 2022) detalla que existen millones de jóvenes y adolescentes que corren el riesgo de sufrir daños al sistema auditivo debido al uso excesivo de dispositivos de audio personales y a la exposición a niveles de sonido nocivos en lugares como clubes nocturnos, bares, conciertos y eventos deportivos que viven o transitan diariamente cerca de aeropuertos, industrias y avenidas con altos niveles de ruido. Luego, de una exposición prolongada, las personas susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con los altos decibeles de ruido.

El proyecto tuvo como fin específico la evaluación de los niveles de ruido producidos en la Avenida Quito desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil, donde los transeúntes diariamente se encuentran expuestos al ruido ambiental. Es importante mencionar que no hay estudios que precedan en esta zona. Por otra parte, en la Avenida Quito y calle Club Sport Emelec, se ubica el estadio George Capwell donde se incrementa la afluencia de transeúntes y vehículos dado que el ruido se origina a lo largo de la Avenida principal debido al transporte público de metro vía que moviliza a miles de personas en la ciudad de Guayaquil, asimismo, se encuentra la presencia de vendedores ambulantes en las diferentes intersecciones como la calle Club Sport Emelec, Gómez Rendón y Calle Brasil. Finalmente, se realizó una caracterización en el área de estudio para el

establecimiento de puntos críticos de afectación en los ocho puntos a lo largo de la Avenida Quito como objeto de monitoreo, de esta manera se obtuvo los datos permitiendo verificar si están dentro o fuera de los límites máximos permisibles, luego se elaboró los mapas de ruido para el establecimiento de medidas de mitigación de ruido. La investigación servirá como una aportación a la conservación del medio ambiente acústico en la ciudad de Guayaquil y el resto del país, para entidades públicas y privadas que tengan como objetivo el salvaguardar las condiciones de vida de los ciudadanos guayaquileños.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

- **Espacio:** La presente ubicación se llevó a cabo en la Avenida Quito con coordenada Este: 622952; coordenada Norte 9756140 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).
- **Tiempo:** El tiempo que se estimó para realización de la presente investigación es de dos meses.
- **Población:** La investigación fue dirigida a la población de Guayaquil que tiene un total de 4'391.923 habitantes, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2022). El área de estudio mencionada pertenece a la parroquia urbana Ayacucho y cuenta con 10,706 habitantes, por otra parte, tiene límite con la parroquia García Moreno que cuenta con 50,028 habitantes.

#### **1.5 Objetivo general**

Evaluar el nivel de ruido total generado en la Avenida Quito mediante un sonómetro integrador para la comparación con los límites máximos permisibles según el Acuerdo ministerial 097-A, Anexo 5.

#### **1.6 Objetivos específicos**

- Realizar una caracterización del área de estudio para el establecimiento de puntos críticos de afectación mediante la herramienta OpeNoise.
- Monitorear los niveles de ruido desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil en la Avenida Quito mediante un sonómetro digital para la comparación con los límites máximos permisibles según el acuerdo ministerial 097-A, Anexo 5 en la zona de estudio.
- Elaborar mapas de ruido ambiental con los datos obtenidos mediante el software de Sistema de Información Geográfica (GIS) para el establecimiento de medidas de mitigación de ruido.

### **1.7 Hipótesis**

El ruido total generado por la contaminación acústica en la Avenida Quito desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil sobrepasan los límites máximos permisibles para el tipo de suelo de zona comercial (60dBA) en el horario Diurno, según el Acuerdo 097-A, Anexo 5.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

En un artículo de la revista *Enfermería Intensiva* realizado por Garrido et al. (2015), evaluaron los niveles continuos de ruido equivalente en una unidad de cuidado intensivo neonatal asociado al síndrome de burnout en España. Para la investigación realizaron un muestreo continuo durante 20 días utilizando un sonómetro tipo I en la unidad. Luego, registraron los valores máximos, el percentil noventa y el nivel continuo equivalente de ruido (Leq). En base a los resultados, el nivel de ruido que reportaron estuvo en un rango de 51,4 - 77,6 dB(A) con un promedio de 64 dB(A), un máximo de 100,6 dB(A), y un ruido de fondo promedio de 57,9 dB(A). Finalmente, expresaron que los niveles de ruido sobrepasaron los estándares sugeridos para unidades de cuidado intensivo neonatal, los autores infirieron la alta probabilidad de incidencia de los niveles de ruido presentes en la unidad sobre el desarrollo del síndrome de burnout en el personal asistencial.

De acuerdo con la investigación que se llevó a cabo en Suiza por Tangermann et al. (2022), sobre la exposición al ruido ambiental y los trastornos de conducta en niños y adolescentes entre 10 a 17 años, escogieron 886 participantes los cuales completaron el Cuestionario de Fortalezas y Dificultades (SDQ), que mide los comportamientos positivos y negativos. Luego, realizaron los análisis transversales lineales mixtos y análisis de puntuación de cambio longitudinal. En base a los datos de los análisis transversales, los problemas de relación con los compañeros aumentaron en 0,15 unidades (IC del 95 %: 0,02, 0,27; rango de escala: 0–10) por cada 10 dB de aumento del ruido del tráfico rodado. En los análisis longitudinales, los aumentos en las escalas SDQ no se relacionaron con la exposición al ruido. Finalmente, los escritores encontraron algunas indicaciones de que el ruido del tráfico rodado está asociado con el comportamiento problemático en los adolescentes.

Una investigación realizada en México por Zamorano et al. (2019), identificaron el impacto del ruido ambiental sobre la calidad del sueño y el rendimiento de los habitantes del área urbana y el nivel de ruido ambiental que se genera en 13 cruces vehiculares. La investigación que realizaron fue cuantitativa, transversal y correlacional. Para la recolección de datos sobre la calidad del sueño y el rendimiento, tomaron una muestra de forma no probabilística y por conveniencia de 732 participantes con características de inclusión que los

habitantes deben estar dentro del diámetro de un kilómetro de la zona determinada como crítica. Como resultados, identificaron que en la mayoría de los cruces vehiculares excede los 70 dB, mientras que el 55.3% de la muestra, correspondiente a 405 sujetos, testificaron haber tenido problemas para dormir, de los cuales el 81.4% mencionó como causa principal el ruido ambiental exterior. Asimismo, el 72% determinó como fuente de dicho ruido el tráfico vehicular. Concluyeron que el ruido vehicular se asocia a la calidad subjetiva del sueño, la cual, a su vez se vincula significativamente con el rendimiento.

Un estudio elaborado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2016) en Lima-Perú establecieron 250 puntos de monitoreo ubicados equitativamente entre los 49 distritos, durante una hora en el turno diurno en la zona de estudio, asimismo, utilizaron las ISO 1996-1:1982 e ISO 1996-2:1987. A través de los resultados se encuentran núcleos al sureste de Lima Centro con 85 dB, del mismo modo otro núcleo lo encontraron en el norte al límite del distrito de Breña con 80 dB, 3 núcleos más se hallaron en Lima Norte. Como resultado final concluyeron que de los 224 puntos de medición los niveles de presión más elevados se encontraron entre 81 dB y 84 dB(A), siendo 10 puntos los más críticos en el estudio de investigación en el año 2015.

En el trabajo de investigación elaborado por Román (2018) determinó los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija en Bolivia para la posterior comparación con los límites máximos permisibles establecidos por el Reglamento Boliviano en Relación a la Contaminación Ambiental. Las mediciones fueron tomadas en rangos de 15 minutos en 64 nodos pertenecientes al casco Urbano de la ciudad de Tarija, para ello verificó el número de nodos que exceden o están conformes a los límites establecidos por el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA - 68 dB). En base a los resultados, identificó que un 39% de las mediciones excede los 68 dB. Por otro lado, los valores cotidianos de ruido obtenidos en los 64 nodos oscilan entre los 65 y 75 dB (A), generando malestar en la población. Finalmente, determinó que la fuente principal de ruido era móvil, como motos, bocina de los autos, e inclusive la publicidad auditiva.

Según el estudio realizado por Queiroz et al. (2019), sobre los efectos de la contaminación acústica en 17 vendedores ambulantes de sexo masculino habitantes de Uberlândia-Brasil mediante el seguimiento de las variaciones diarias

de los niveles de cortisol tomando en cuenta las variables como la edad y el índice de masa corporal (IMC). La exposición al ruido la evaluaron usando un dosímetro de audio, cada dos horas, recolectaban muestras de saliva con la finalidad de determinar los niveles de cortisol en saliva a través de un inmune-ensayo enzimático. Por último, los niveles de ruido oscilaron desde 70,2 dB (A) hasta 76,6 dB(A). Estos niveles matutinos de cortisol en los vendedores ambulantes fueron más altos en las personas mayores y con sobrepeso.

Teniendo en cuenta a Mamani (2019), en su trabajo de investigación realizó una evaluación de los niveles de contaminación sonora a los cuales se expone la comunidad educativa de Tacna-Perú en el cual estableció monitoreos y encuestas en 13 instituciones educativas más vulnerables al problema de contaminación sonora, entre los meses de mayo, junio y julio. De acuerdo a los resultados existieron valores entre 43.18 dB(A) y 69.25 dB(A), es por ello que, que el autor concluye que, ninguna institución educativa cumple con la normativa internacional (35 dB(A), según la Organización Mundial de la Salud), asimismo, cinco instituciones educativas sobrepasan los 50 dB(A). De la misma manera, las personas que se exponen continuamente a elevados niveles de ruido manifiestan problemas en su calidad de vida y salud, como dolores constantes de cabeza, irritación, estrés y falta de concentración. Finalmente, de acuerdo al desarrollo de clases el 69% de los encuestados evidencia que el ruido ambiental afecta las clases escolares.

En el artículo realizado por Hernández et al. (2018), realizaron mediciones en cuatro zonas de la ciudad de Loja para la evaluación de la contaminación acústica generada por los vehículos en las calles de mayor tránsito y congestión, con un sonómetro integrador con analizador portátil de precisión. En base a los resultados, identificaron que el sector norte de la ciudad de Loja, se encuentran los mayores niveles de presión sonora en las avenidas Cuxibamba y Nueva Loja destacando un nivel de presión sonora de 82,1 dB(A) en el horario de 17H00-19H00. Por último, los niveles de presión sonora registrados en las cuatro zonas muestreadas en la ciudad de Loja sobrepasan la normativa vigente y pueden, por lo tanto, generar daños irreparables en la salud de las personas.

En el siguiente artículo realizado por Figueroa et al. (2020), determinaron los niveles de presión sonora para proponer medidas de reducción y control del ruido. Para llevar a cabo el monitoreo, establecieron la línea base ambiental mediante la

ubicación de cuatro puntos establecidos a lo largo de la avenida 9 de octubre del cantón Pedro Carbo, utilizando la prueba de t student. La determinación de los niveles de ruido la llevó a cabo siguiendo el Acuerdo Ministerial 97A. Como parte de los resultados obtuvo que, en el turno de la mañana, el nivel de presión sonora es más alto que en la tarde, reflejando un resultado máximo de 85.4 decibeles y un mínimo de 72.9 decibeles en la jornada de la mañana, mientras que en la jornada de la tarde el valor máximo que se obtuvo fue de 83.4 decibeles y el valor mínimo de 71.2 decibeles, siendo valores que superan lo establecido por la normativa vigente aplicable.

Acorde al artículo elaborado por González et al. (2023), realizaron 12 mediciones con una duración de 5 segundos cada una, en 9 puntos críticos del barrio Valdivia, Guayaquil-Ecuador. Una vez determinados los niveles de ruido equivalente promedio, observaron el grado de cumplimiento con la normativa ambiental vigente (Documento de registro oficial ecuatoriano N<sup>o</sup> 387 04). Los autores evidenciaron que, durante las dos jornadas, diurna y nocturna, los niveles de ruido sobrepasaron, en todos los puntos críticos, los valores permisibles, registrando valores máximos de 86.2 dB Ld en horario diurno y 82.9dB Ln en horario nocturno.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Contaminación acústica**

La contaminación acústica se refiere a la presencia excesiva o indeseable de sonidos en el entorno que afectan negativamente la calidad de vida de las personas, así como el equilibrio y bienestar del medio ambiente. Además, se emplea el término ruido para enfatizar su efecto perturbador y molesto el cual puede superar los niveles considerados aceptables para el oído humano (Pérez, 2021).

### **2.2.2 Sonido**

El sonido es una sensación que se percibe por el oído al recibir las variaciones de presión que se generan por la vibración de los cuerpos sonoros; se transmite por medio del aire de la atmósfera y sus cualidades son: la altura, que es el resultado de la frecuencia, y un cuerpo sonoro, que es el número de vibraciones por segundo y pueden ser medidas en Hertz (López y Salcedo, 2017).

### **2.2.3 Onda sonora**

La fuerza con la que se produce un sonido está determinada por la amplitud de la onda sonora, es decir, a mayor volumen, mayor amplitud de onda. Es decir, una sucesión de compresiones o dilataciones de las moléculas que al llegar a nuestro oído producen el efecto que conocemos como sonido (López y Salcedo, 2017).

#### **2.2.3.1. Propiedades de la onda sonora.**

##### **2.2.3.1.1. Frecuencia.**

La frecuencia se relaciona a la cantidad de repeticiones que se generan en una onda acústica en un determinado periodo de tiempo, su unidad es el Herzio (Hz). Para que el oído humano logre su percepción la frecuencia que debe contener la onda oscila entre 20 y 20000 Hz; está dividido en dos grupos, frecuencias altas y frecuencias bajas, donde las frecuencias altas son vibraciones rápidas que generan sonidos conocidos como agudos y su longitud de onda es menor, y las frecuencias bajas presentan vibraciones lentas como sonidos graves (Monroy, 2006).

##### **2.2.3.1.2. Amplitud de onda.**

Indica la cantidad de cambios en la presión de aire, es decir la distancia vertical entre los extremos de la onda. Se interpreta como amplitud de onda a la intensidad de sonido conocida como volumen (Huaricallo, Ortiz y Peña, 2006).

##### **2.2.3.1.3. Longitud de onda.**

Huaricallo et al. (2006), menciona que la longitud de onda es la distancia entre puntos sobre la cual se repite la forma de la onda teniendo la misma presión de sonido. Es decir, la longitud de onda es la distancia que recorre la onda durante un ciclo u oscilación. Tiene una relación inversamente proporcional con la frecuencia.

##### **2.2.3.1.4. Periodo.**

De acuerdo con (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas [CEDEX], 2021) el periodo es el tiempo transcurrido por un punto que alcanza sucesivamente la misma posición. Dependiendo de las características iniciales de la perturbación. Es decir, el tiempo que tarda una onda en recorrer el espacio que hay entre dos estados vibratorios idénticos sucesivos de un punto del medio en el que se propaga la onda.

## **2.2.4. Ruido**

El ruido es por tanto un caso particular de sonido, una emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia (Observatorio Salud y Medio Ambiente [OSMAN], 2012). El ruido aparenta ser el más inofensivo de los agentes contaminantes, puesto que, es percibido fundamentalmente por un solo sentido, el oído (Estrada, 2015).

### **2.2.4.1. Tipos de ruido.**

Según el manual sobre el marco del Proyecto N° AS2018-0096 de la Fundación Laboral de la Construcción (FLC, 2020), afirma que los ruidos pueden clasificarse de varias maneras: por su naturaleza, por su nivel sonoro, por su dinámica temporal, entre otros. A continuación, tenemos los siguientes tipos de ruido:

#### **2.2.4.1.1. Ruido constante o estable.**

El nivel de presión acústica ponderada A (LpA) permanece esencialmente constante o estable. La diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA es inferior a 5 dB. Este tipo de ruido suele darse en cadenas de producción continuas (Fundación Laboral de la Construcción [FLC], 2020).

#### **2.2.4.1.2. El ruido blanco.**

Es una señal aleatoria, es decir adquiere un valor casual a cada instante de tiempo. Por lo tanto, puede describirse con fórmulas estadísticas. Además, es gaussiano, puesto que su densidad de probabilidad es una curva gaussiana (Alcala, 2015).

#### **2.2.4.1.3. Ruido intermitente.**

Es cuando se producen caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior. Además, es interrumpido por periodos de silencio el cual se genera principalmente en trabajos que se desarrollan en exteriores (FLC, 2020).

#### **2.2.4.1.4. Ruido variable aleatorio.**

Es aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de nivel de presión acústica ponderada A (LpA) es superior o igual a 5 dB. Varía aleatoriamente a lo largo del tiempo (FLC, 2020).

#### **2.2.4.1.5. Ruido de impacto o de impulso.**

Es debido a la naturaleza discreta del flujo de corriente, su nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo (Alcala, 2015).

#### **2.2.4.1.6. Ruido variable periódico.**

Tiene diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA sea superior o igual a 5 dB y sea de cadencia cíclica. Su intensidad varía a lo largo del tiempo de forma periódica. Generalmente son ruidos provocados por máquinas programadas para realizar trabajos cíclicos (FLC, 2020).

#### **2.2.4.2. Fuentes de ruido.**

Según Clavijo (2017) las principales fuentes de ruido dentro de las ciudades son: la industria, el tránsito vehicular, la circulación de aviones, la construcción de edificios, obras de mejoramiento urbanístico, actividades comerciales, lugares de recreación, entre otros.

##### **2.2.4.2.1. Originados por industrias.**

Los siguientes autores Robazzi et al. (2010) detallan que el ruido industrial existe en todas las industrias debido al funcionamiento de máquinas de diversos tipos, en algunos casos las máquinas carentes de algún tipo de tecnología son aquellas que producen ruidos excesivos, por encima de lo tolerable.

##### **2.2.4.2.2. Tráfico rodado o vehicular.**

Se genera principalmente del motor y las transmisiones, así como la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire. Los niveles sonoros producidos por las transmisiones y motores aumentan con la velocidad del vehículo, tipo de calzada, estado de conservación de la misma y la distancia de la fuente. En el caso de los transportes y servicios públicos urbanos, el mal estado de mantenimiento y en ocasiones su mala conducción son las causas más importantes del problema (Junta de Andalucía, 2016).

##### **2.2.4.2.3. Tráfico aéreo.**

Según Asensio (2011), menciona que entre las diferentes actividades ruidosas que se producen en el aeropuerto se destaca las operaciones de despegue y aterrizaje. Además, explica que existe una generación de niveles acústicos muy elevados, especialmente en el despegue. Proximidad a las viviendas, por lo que la atenuación del sonido durante su propagación puede resultar insuficiente.

### **2.2.5 Puntos Críticos de Afectación (PCA)**

Sitios o lugares, cercanos a una Fuente Fija de Ruido (FFR), establecidos por receptores sensibles (humanos, fauna, entre otros) que requieren de condiciones de tranquilidad y serenidad. Es decir, los sitios o lugares que se escucha el ruido proveniente de una FFR (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2015).

### **2.2.6 Clasificación de fuentes de ruido**

#### **2.2.6.1. Fuente Emisora de Ruido (FER).**

Toda actividad, operación o proceso que genere o pueda generar emisiones de ruido al ambiente incluyendo ruido proveniente de seres vivos (MAATE, 2015).

#### **2.2.6.2. Fuente Fija de Ruido (FFR).**

Es un conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido hacia el exterior, a través de las colindancias del predio, por el aire y/o por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social (MAATE, 2015).

#### **2.2.6.3. Fuente Móvil de ruido (FMR).**

Se entiende por fuentes móviles a los vehículos de transporte de pasajeros o de carga en carretera ("on road"), tales como automóviles, furgonetas, buses, busetas, camiones, camionetas, motocicletas (MAATE, 2015).

### **2.2.7 Unidades de medida**

#### **2.2.7.1. Nivel de presión sonora (NPS).**

En los niveles de presión sonora la unidad de medida es el decibelio (dB), el cual va de 0 hasta 120dB indicando valores mínimos y máximos, en niveles mayores a 120 puede causar daños graves inmediatos o irreversibles al sistema auditivo (Hernández y Torres, 2004).

$$Lp = 20 \log \left( \frac{P}{P_0} \right)$$

Lp: Nivel de presión sonora (dB)

P: Presión sonora considerada

P<sub>0</sub>: Presión sonora de referencia (2\*10<sup>-5</sup>Pa)

#### **2.2.7.2. Presión sonora (P).**

Se mide en Pascales, es la diferencia entre una presión instantánea debida al sonido y a la presión atmosférica. El oído humano puede soportar en Pascal

hasta unos 20 Pascales (Pa) sin generar dolor, la presión sonora cambia de manera rápido y la presión atmosférica lo hace de manera lenta (Sánchez, 2002).

### **2.2.7.3. Decibelio.**

El decibelio (dB) es la unidad de referencia que se utiliza para medir la intensidad del sonido y otras magnitudes físicas. En el caso de la audición, sirve para constatar la capacidad auditiva de las personas mediante audiometrías (Gaes, 2022).

## **2.2.8 Sistema de Información Geográfica (SIG)**

El Sistema de Información Geográfica está diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas geográficas o espaciales. De otra manera, un SIG es un sistema de base de datos georreferenciados o como un conjunto de operaciones para trabajar con esos datos (García, 2021).

### **2.2.8.1. Interpolación de datos.**

De acuerdo con Quesada (2019) define que la interpolación es una rama de la geoestadística basándose en la estimación de los valores que puede tomar una variable en un conjunto de puntos previamente establecidos por coordenadas (X, Y) partiendo de los valores medidos en una muestra. Además, los distintos métodos de interpolación generan superficies continuas a partir de medidas en localizaciones puntuales. Entre ellos se mencionan IDW, Kriging, Vecino Natural, Spline entre otros.

### **2.2.8.2. Método Kriging.**

Es un método de interpolación espacial, el cual permite estimar los valores de una variable en lugares no muestreados utilizando la información proporcionada por la muestra. El método está planteado de manera que da el mejor estimador lineal no sesgado con una varianza mínima (Murillo, Ortega, Carrillo, Pardo y Rendón, 2012).

### **2.2.8.3. Mapas de ruido.**

Es una representación referente a un escenario de contaminación acústica en una zona de estudio previamente establecida pronosticada en función de un indicador de ruido, valores permisibles, ciudadanos afectados, exposición de viviendas, la cual es evaluada con mediciones de ruido distribuidas en espacio y tiempo (Suárez, 2016).

### **2.2.9 Gestión del ruido urbano**

La gestión del ruido urbano tiene como objetivo el planteamiento de medidas o estrategias que van encaminadas a su control y reducción, basándose en tres pilares fundamentales: la legislación, la prevención y el control; el éxito de esta gestión depende de la forma en que estos tres componentes se relacionen (Maya, Correa y Gómez, 2010).

## **2.3 Marco legal**

### **2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)**

**Título II:**

**Derechos**

**Capítulo segundo: Derechos del buen vivir**

**Sección segunda: Ambiente sano**

**Art. 14.** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, SUMAKKAWSAY” (p. 13).

**Art. 15.** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua (p. 13).

**Art. 66.** El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza (p. 69).

### **2.3.2 Código Orgánico del Ambiente (2017)**

**Art. 194.-** Del ruido y vibraciones. La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con la Autoridad Nacional de Salud, expedirá normas técnicas para el control de la contaminación por ruido, de conformidad con la ley y las reglas establecidas en este Código.

Estas normas establecerán niveles máximos permisibles de ruido, según el uso del suelo y la fuente, e indicarán los métodos y los procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como las disposiciones para la prevención y control de ruidos y los lineamientos para la evaluación de vibraciones en edificaciones.

Se difundirá al público toda la información relacionada con la contaminación acústica y los parámetros o criterios de la calidad acústica permisibles, según los instrumentos necesarios que se establezcan en cada territorio. Los criterios de calidad de ruido y vibraciones se realizarán de conformidad con los planes de ordenamiento territorial (p. 55).

**2.3.3 Acuerdo Ministerial N° 097 - A, Anexo 5 Normas Técnicas e Instructivos que establece los Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Móviles (2015)**

Considerando:

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 061, publicado en la Edición Especial del Registro Oficial No. 316 de 4 de mayo de 2015, se reforma el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente; Que, la Disposición Transitoria Décima Primera del Acuerdo Ministerial No. 061, establece que en tanto no sean derogados expresamente los anexos establecidos en el Acuerdo Ministerial No. 028 de 28 de enero de 2015, se entenderán como vigentes, para lo cual, en plazo de 90 días contados a partir de la publicación en el Registro Oficial, se expedirán los anexos que contendrán las normas técnicas que complementarán la efectiva aplicación del presente instrumento; Que, mediante Memorando No. MAE-SCA-2015-0354 de fecha 20 de julio de 2015, la Subsecretaría de Calidad Ambiental remite a la Coordinación General Jurídica las normas técnicas con sus respectivos informes de justificación de los cambios y actualizaciones técnicas, a fin de que se proceda con los trámites jurídicos correspondientes para la emisión de las mismas; En ejercicio de las atribuciones que concede el numeral 1 del artículo 154 de la Constitución de la República y el artículo 17 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva: Acuerda Expedir los Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (p. 1).

**Disposiciones Generales Segunda. -**

El presente Acuerdo Ministerial entrará en vigencia a partir de su suscripción sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial y de su ejecución encárguese a la Subsecretaría de Calidad Ambiental, Direcciones Provinciales del Ministerio del Ambiente y Autoridades Ambientales de Aplicación Responsable (p. 54).

**Consideraciones generales**

Según el Acuerdo Ministerial 097-A:

- g) Los GAD Municipales deben controlar el uso de alarmas en vehículos y edificaciones, así como el uso de bocinas, campanas, sistemas de amplificación de sonido, sirenas o artefactos similares.
- h) Los GAD Municipales en función del grado de cumplimiento de esta norma podrá señalar zonas de restricción temporal o permanente de ruido, con el objetivo de mejorar la calidad ambiental.
- i) Los GAD Municipales regularán el uso de sistemas de altavoces fijos o en vehículos, con fines de promocionar la venta o adquisición de cualquier producto (p.57).

**2.3.4 Acuerdo Ministerial No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicada en el Registro Oficial N° 316 del 4 de mayo de (2015)**

**Art. 224.- De la evaluación, control y seguimiento.** - La Autoridad Ambiental Competente, en cualquier momento podrá evaluar o disponer al Sujeto de Control la evaluación de la calidad ambiental por medio de muestreos del ruido ambiente y/o de fuentes de emisión de ruido que se establezcan en los mecanismos de evaluación y control ambiental. Para la determinación de ruido en fuentes fijas o móviles por medio de monitoreos programados, el Sujeto de Control deberá señalar las fuentes utilizadas diariamente y la potencia en la que funcionan a fin de que el muestreo o monitoreo sea válido; la omisión de dicha información o su entrega parcial o alterada será penada con las sanciones correspondientes (p.48).

**Art. 225 De las normas técnicas.** - La Autoridad Ambiental Nacional será quien expida las normas técnicas para el control de la contaminación ambiental por ruido, estipuladas en el Anexo V o en las normas técnicas correspondientes. Estas normas establecerán niveles máximos permisibles de ruido según el uso del suelo y fuente, además indicará los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como disposiciones para la prevención y control de ruidos. Son complementarias las normas sobre la generación de ruido industrial, la que será tratada por la autoridad competente en materia de Salud y en materia Laboral (p.48).

**Art. 226 De la emisión de ruido.** - Los Sujetos de Control que generen ruido deberán contemplar todas las alternativas metodológicas y tecnológicas con la finalidad de prevenir, minimizar y mitigar la generación de ruido (p.48).

### **De los monitoreos**

**Art. 253 Del objeto.-** Dar seguimiento sistemático y permanente, continuo o periódico, mediante reportes cuyo contenido está establecido en la normativa y en el permiso ambiental, que contiene las observaciones visuales, los registros de recolección, los análisis y la evaluación de los resultados de los muestreos para medición de parámetros de la calidad y/o de alteraciones en los medios físico, biótico, socio-cultural; permitiendo evaluar el desempeño de un proyecto, actividad u obra en el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y de la normativa ambiental vigente. Los monitoreos de los recursos naturales deberán evaluar la calidad ambiental por medio del análisis de indicadores cualitativos y cuantitativos del área de influencia de la actividad controlada y deberán ser contrastados con datos de resultados de línea base y con resultados de muestreos anteriores, de ser el caso (p. 52).

**Art. 254 De los tipos de monitoreo.** - Los monitoreos ambientales que una determinada actividad requiera, deben estar detallados en los Planes de Manejo Ambiental respectivos; es posible realizar distintos tipos de monitoreos de acuerdo al sector, según la cantidad y magnitud de los impactos y riesgos contemplados en una obra, actividad, o proyecto. Entre ellos están monitoreos de la calidad de los recursos naturales y monitoreos a la gestión y cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental; monitoreos de descargas y vertidos líquidos; monitoreos de la calidad del agua del cuerpo receptor; monitoreos de emisiones a la atmósfera; monitoreos de ruido y vibraciones; monitoreo de la calidad del aire; monitoreos de componentes bióticos; monitoreos de suelos y sedimentos; monitoreos de lodos y ripios de perforación; monitoreos de bioacumulación; y aquellos que requiera la Autoridad Ambiental Competente Los monitoreos a los Planes de Manejo Ambiental

incluirán la evaluación del mantenimiento de las plantas de tratamiento o de recirculación de las aguas de descarga, de los equipos de manejo de desechos, de los sensores y medidores de parámetros, y demás equipamiento, maquinaria e infraestructura que interviene en el monitoreo ambiental de una actividad (p. 52).

**Art. 255 Obligatoriedad y frecuencia del monitoreo y periodicidad de reportes de monitoreo.** - El Sujeto de Control es responsable por el monitoreo permanente del cumplimiento de las obligaciones que se desprenden de los permisos ambientales correspondientes y del instrumento técnico que lo sustenta, con particular énfasis en sus emisiones, descargas, vertidos y en los cuerpos de inmisión o cuerpo receptor. Las fuentes, sumideros, recursos y parámetros a ser monitoreados, así como la frecuencia de los muestreos del monitoreo y la periodicidad de los reportes de informes de monitoreo constarán en el respectivo Plan de Manejo Ambiental y serán determinados según la actividad, la magnitud de los impactos ambientales y características socio-ambientales del entorno. Para el caso de actividades, obras o proyectos regularizados, el Sujeto de Control deberá remitir a la Autoridad Ambiental Competente, para su aprobación la ubicación de los puntos de monitoreo de emisiones, descargas y/o vertidos, generación de ruido y/o vibraciones, los cuales serán verificados previo a su pronunciamiento mediante una inspección. En el caso que un proyecto, obra o actividad produzca alteración de cuerpos hídricos naturales con posible alteración a la vida acuática, y/o alteración de la flora y fauna terrestre en áreas protegidas o sensibles, se deberá incluir en los informes de monitoreo un programa de monitoreo de la calidad ambiental por medio de indicadores bióticos. Estos requerimientos estarán establecidos en los Planes de Manejo Ambiental, condicionantes de las Licencias Ambientales o podrán ser dispuestos por la autoridad ambiental competente durante la revisión de los mecanismos de control y seguimiento ambiental. Como mínimo, los Sujetos de Control reportarán ante la Autoridad Ambiental Competente, una vez al año, en base a muestreos semestrales, adicionalmente se acogerá lo establecido en las normativas sectoriales; en todos los casos, el detalle de la ejecución y presentación de los monitoreos se describirá en los Planes de Monitoreo Ambiental correspondientes (p. 53).

**Art. 256 Análisis y evaluación de datos de monitoreo.** - Los Sujetos de Control deberán llevar registros de los resultados de los monitoreos, de forma permanente mientras dure la actividad, ejecutar análisis estadísticos apropiados y crear bases de datos que sirvan para el control y seguimiento por un lapso mínimo de siete (7) años. Adicionalmente, se deberá brindar todas las facilidades correspondientes para que el control y seguimiento se lo ejecute de forma digitalizada, de ser posible en línea y en tiempo real (p. 53).

### ***2.3.5 Anexo 5 Niveles máximos de emisión de ruido para Fuentes Fijas de Ruido (FFR), y Fuentes Móviles de Ruido (FMR) (2015)***

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional (p. 1).

- Los niveles permisibles de ruido en el ambiente, provenientes de fuentes fijas.
- Los límites permisibles de emisiones de ruido desde vehículos automotores.
- Los valores permisibles de niveles de vibración en edificaciones.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido.

**Art. 55.** Ruidos y vibraciones: Según el Decreto Ejecutivo 2939, especifica el tiempo de exposición del trabajador, para evitar enfermedades momentáneas o permanentes, según:

(Reformado por el Art. 33 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido (pág. 8).

### **Requisitos de los equipos de medición**

Las evaluaciones deben realizarse utilizando sonómetros integradores clase 1 o clase 2, de acuerdo a la Norma de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC61672-1:2002, o cualquiera que la sustituya. Para verificar el correcto funcionamiento del sonómetro durante las mediciones, se utilizará un calibrador acústico que sea apropiado para el sonómetro. Se medirá el NPS del calibrador con el sonómetro antes y después de la medición, estos NPS deben constar en el informe de mediciones. El sonómetro podrá ser usado para la medición solo si el NPS medido con el calibrador tiene una desviación máxima acorde al criterio del Servicio de Acreditación Ecuatoriano o el que lo reemplace. Los equipos de medición de ruido y sus componentes deberán estar en óptimas condiciones de funcionamiento y poseer los debidos certificados de calibración, emitidos por un laboratorio competente. Se recomienda que los certificados de calibración de los calibradores acústicos sean renovados cada año calendario y el de los sonómetros cada dos. No se permitirá la realización de mediciones con instrumentos cuyos certificados de calibración hayan caducado (p.12).

### **Condiciones ambientales durante la medición**

Las mediciones no deben efectuarse en condiciones adversas que puedan afectar el proceso de medición, por ejemplo: presencia de lluvias, truenos, etc. El micrófono debe ser protegido con una pantalla protectora contra el viento durante las mediciones. Las mediciones deben llevarse a cabo, solamente, cuando la velocidad del viento sea igual o menor a 5 m/s (p.12).

### **Ubicación del sonómetro**

El sonómetro deberá estar colocado sobre un trípode y ubicado a una altura igual o superior a 1,5 m de altura desde el suelo, direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados, sobre su plano horizontal. Durante la medición el operador debe estar alejado del equipo, al menos 1 metro (Acuerdo Ministerial No.097-A, 2015) (p. 12).

### **2.3.6 Norma Técnica Ecuatoriana INEN – ISO 3746 (2016)**

Esta norma internacional especifica métodos para determinar el nivel de potencia acústica o el nivel de energía acústica de una fuente de ruido a partir de los niveles de presión acústica medidos sobre una superficie que envuelve una fuente de ruido (maquinaria o equipos) en un entorno de ensayo para el cual se indican requisitos. El nivel de potencia acústica (o, en caso de ráfagas de ruido o de emisiones de ruido transitorias, el nivel de energía acústica) producido por la fuente de ruido, con ponderación A aplicada, se calcula haciendo uso de esas mediciones (p. 1).

### **2.3.7 Norma Técnica para el control de la contaminación por ruido (2013)**

Esta norma tiene por objeto describir los métodos y procedimientos para la determinación de los niveles de ruido, establecer los niveles permisibles de ruido en el ambiente provenientes de fuentes fijas, los límites permisibles de emisiones de ruido desde vehículos automotores y los objetivos de calidad acústica para el ruido ambiente (p. 1).

### **2.3.8 Ordenanza Municipal de Guayaquil (2021)**

#### **ORDENANZA CONTRA RUIDOS**

**Art. 1.-** Se prohíbe, bajo las prevenciones que esta ordenanza establece, toda producción de ruidos en lugares públicos sea cual fuere la forma en que se los provoque y que, de algún modo, sean capaces de alterar la tranquilidad de los vecinos del cantón (p. 1).

**Art. 2.-** Queda igualmente prohibido el uso de radios, rocolas o cualquier otro aparato o dispositivo similar, aun dentro de los locales privados, cuando el volumen empleado en tales aparatos perturbe la tranquilidad o el descanso colectivos, en las zonas correspondientes (p. 1).

**Art. 3.-** Las mencionadas rocolas, altavoces, etc., no podrán ser colocadas en las puertas de salones, restaurantes y más lugares públicos, sino en el fondo del local y utilizando un volumen moderado; y no podrán funcionar después de las doce de la noche, ni hacerlo en la misma cuadra donde existen establecimientos educacionales (p. 1).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

###### **3.1.1.1. Investigación documental.**

La recopilación y selección de información se obtuvo de fuentes bibliográficas a través de la lectura de documentos, artículos, revistas científicas, libros entre otros.

###### **3.1.1.2. Investigación de campo.**

El estudio se llevó a cabo mediante un muestreo a lo largo de la Avenida Quito de la ciudad de Guayaquil en los ocho puntos establecidos iniciando desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil donde se recopiló datos mediante un sonómetro integrador que permitió la evaluación de los niveles de presión sonora para la comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMP) según el Acuerdo Ministerial No. 097-A, Anexo 5.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es de carácter no experimental, de campo debido que se realizó muestreos mediante el sonómetro digital Marca Benetech modelo GM1352, con un rango de medición de 30-130 dB(A) y un rango de precisión de +/- 1.5 dB para la posterior elaboración de mapas de ruido y la respectiva propuesta de medidas de mitigación de ruido.

#### **3.2 Metodología**

##### **3.2.1 Variables**

###### **3.2.1.1. Variable independiente.**

- Horario de mediciones: diurno (horas).
- Tiempo de muestreo: (minutos)
- Precipitación: (mm)
- Velocidad: (m/s)

###### **3.2.1.2. Variable dependiente.**

- Nivel de presión sonora equivalente dB(A)
- Potencia de emisión (w)

##### **3.2.2 Matriz de operacionalización de variables**

Para el desarrollo de las siguientes matrices se ha efectuado en dos tablas, clasificando la matriz independiente y la dependiente:

**Tabla 1.**  
**Matriz de variable independiente.**

<b>Variables</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nivel de medida</b>	<b>Descripción</b>
Horario de mediciones	Ordinal	Ordinal	Recolección de datos en Horario Diurno
Tiempo de muestreo	Ordinal	Intervalo	Rango de 30 a 45 minutos
Precipitación	Continua	Razón	Protección completa para el sonómetro
Velocidad	Continua	Razón	Registro y análisis del nivel de presión de sonido (SPL) a lo largo del tiempo

**Elaborado por:** El autor, 2024.

En la matriz dependiente a continuación:

**Tabla 2.**  
**Matriz de variable dependiente.**

<b>Variables</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nivel de medida</b>	<b>Descripción</b>
Nivel de presión sonora equivalente dB(A)	Cuantitativa y continua	Intervalo	Intensidad de un sonido en un lugar específico. La unidad dB(A) tiene en cuenta la sensibilidad del oído humano.
Potencia de emisión (w)	Cuantitativa y continua	Razón	Cantidad total de energía sonora que emite una fuente sonora por unidad de tiempo.

**Elaborado por:** El autor, 2024.

### **3.2.3 Recolección de datos**

#### **3.2.3.1. Recursos.**

##### **Materiales**

- Libreta
- Bolígrafo
- Registro de mediciones

#### **3.2.3.2. Equipos.**

- Sonómetro
- Celular
- Computadora de escritorio

#### **3.2.3.3. Métodos y técnicas.**

##### ***3.2.3.3.1. Realizar una caracterización del área de estudio para el establecimiento de puntos críticos de afectación mediante la herramienta OpeNoise.***

Para el cumplimiento del primer objetivo se realizó una recopilación de información aplicando el método de investigación bibliográfica, fichas técnicas, salidas de campo, asimismo, el uso de Google Earth y el software de licencia libre Qgis permitieron identificar las zonas con mayor incidencia de ruido debido a los diferentes factores como: la circulación de vehículos que se da en los diferentes horarios que ocasiona el aumento del tránsito vehicular en los diferentes tramos de la Avenida Quito, asimismo, las diferentes zonas que incluyen edificaciones como unidades educativas, hospitales, centros deportivos, gasolineras o diferentes establecimientos de ventas cuentan con la asistencia diariamente de ciudadanos por lo cual se permitió establecer las características del área de estudio.

Para la generación de los puntos receptores de ruido, se utilizó la herramienta opeNoise para crear un archivo Shapefile de puntos receptores reflejando las fachadas del polígono de los edificios permitiendo identificar las zonas con mayor incidencia de niveles de ruido estableciendo de esta manera los Puntos Críticos de Afectación (PCA).

**3.2.3.3.2. Monitorear los niveles de ruido desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil en la Avenida Quito mediante un sonómetro integrador clase 2 para la comparación con los límites máximos permisibles según el acuerdo ministerial 097-A, Anexo 5 en la zona de estudio.**

Para el segundo objetivo se aplicó un muestreo sistemático eligiendo primer punto estratégico la calle Portete de Tarqui y otros siete puntos finalizando en la calle Brasil cubriendo una extensión de 800 metros de longitud tomando en cuenta el patrón lineal de la Avenida Quito debido que existe un gran flujo vehicular en cada intersección y el cambio de cada semáforo ocasiona congestión vehicular. Además, se usó el sonómetro digital Marca Benetech modelo GM1352, el cual tiene un rango de medición de 30-130 dB(A) y un rango de precisión de +/- 1.5 dB con resolución de 0.1 dB. En la siguiente tabla se detallan las coordenadas y las referencias de los puntos de muestreo.

**Tabla 3.**  
**Coordenadas de los puntos de muestreo en formato WGS84- 17S.**

Punto	Coordenada UTM		Referencia	Horario			LMP
	Este	Norte					
1	622887	9755934	Calle Portete de Tarqui intersección con la Avenida Quito	8:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 pm	60 dB
2	622905	9756000	Calle José Gómez Valverde intersección con la Avenida Quito	8:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 pm	60 dB
3	622952	9756140	Calle Club Sport Emelec intersección con la Avenida Quito	8:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 pm	60 dB
4	622977	9756217	Calle Miguel de Letamendi intersección con la Avenida Quito	8:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 pm	60 dB
5	623000	9756295	Calle Francisco de Marcos y Crespo intersección con la Avenida Quito	8:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 pm	60 dB
6	623025	9756359	Calle Gral. Calicuchima intersección con la Avenida Quito	8:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 pm	60 dB
7	623072	9756515	Calle Carlos Gómez Rendón intersección con la Avenida Quito	8:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 pm	60 dB
8	623096	9756585	Calle Brasil intersección con la Avenida Quito	8:00 a.m.	12:00 p.m.	18:00 pm	60 dB

**Nota:** LMP= Límite Máximo Permisible.

**Elaborado por:** El autor, 2024.

El tiempo estipulado para la toma de datos en los puntos de muestreo fue de 3 semanas iniciando el día 16 de octubre hasta el 3 de noviembre del 2023 en las jornadas diurnas de 8:00-8:40 am; 12:00-12:40 pm y 18:00-18:40 pm, iniciando por el tramo inicial de la calle Portete de Tarqui hasta el tramo final de la calle Brasil. Para una mejor representación de los puntos de muestreo, se usó el software de licencia libre Qgis (Ver Anexo N° 1).

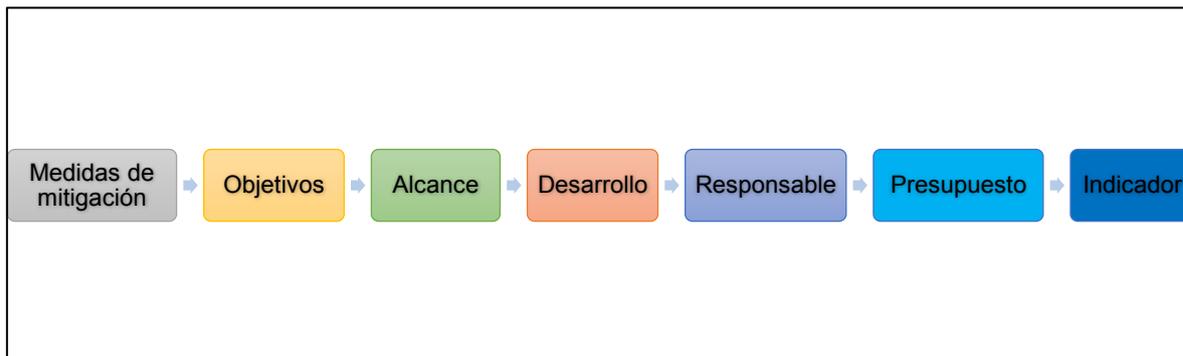
Se escogió la metodología estipulada en el Acuerdo Ministerial N° 097-A (2015) las muestras fueron tomadas de acuerdo con el método de los 15 segundos (Leq 15s), reportando un total de 5 muestras por cada punto teniendo en total 360 datos en todos los puntos y horarios de monitoreo mediante el sonómetro digital Marca Benetech modelo GM1352, los datos se anotaron en la ficha de registro de datos para mediciones para posterior elaboración de mapas.

#### ***3.2.3.3.3. Elaborar mapas de ruido ambiental con los datos obtenidos mediante el software de Sistema de Información Geográfica (GIS) para el establecimiento de medidas de mitigación de ruido.***

Para la elaboración de los mapas se usó el software de licencia libre Qgis, archivos shapefiles correspondiente al área de estudio, hoja de Excel con los datos registrados de las mediciones de los ocho puntos tomados en consideración con los valores de cada jornada (8:00-08:40 am, 12:00-12:40 pm y 18:00-18:40 pm).

Por otra parte, se requirió el complemento opeNoise de Qgis. Este software permite estimar niveles de ruido que puede ser generado por distintas fuentes de generación sobre puntos receptores fijos y edificios. El software realiza las estimaciones teniendo en cuenta múltiples variables como la pendiente del terreno, la altitud, el volumen del tráfico y la velocidad media de los vehículos y, fundamentalmente, el nivel de presión acústica, entre otros. Además, para ejecutar el complemento opeNoise se tuvo una capa, de carreteras o puntos de emisión, que cuente con la información sobre la potencia acústica, en distintos horarios (Gobierno Autónomo Descentralizado de Guayaquil, 2023).

Finalmente, con la información que se obtuvo acorde a los resultados de los primeros objetivos sobre la estimación de los niveles de ruido se elaboró medidas de mitigación para disminuir los niveles de exposición que afectan a los transeúntes y ciudadanos que viven en la zona de estudio y de esta manera mejorar el desarrollo sostenible de los ambientes acústicos. A continuación, se presentó la estructura de las medidas:

**Figura 1.*****Estructura de las medidas de mitigación de ruido***

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**3.2.4 Población y muestra****3.2.4.1. Población.**

En los ocho puntos de monitoreo de la Avenida Quito tiene intersección con dos parroquias urbanas, la primera es la parroquia urbana Ayacucho y cuenta con 10,706 habitantes, por otra parte, la parroquia urbana García Moreno cuenta con 50,028 habitantes Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2022).

**3.2.4.2. Muestra.**

Mediante el sonómetro integrador de clase 2 Marca Benetech modelo GM1352 se tomaron las muestras de acuerdo con el método de los 15 segundos (Leq 15s), reportando un total de 5 muestras por cada punto y en total se registraron 600 muestras por los quince días de muestro en el horario Diurno.

**3.2.5 Análisis estadístico.****3.2.5.1. Estadística descriptiva.**

El presente estudio utilizó la estadística descriptiva con el objetivo de describir de manera precisa los niveles de ruido en diferentes ubicaciones y momentos a lo largo de la Avenida Quito. La estadística descriptiva proporcionó una medida general del nivel de ruido promedio y la variabilidad de los datos en cada ubicación y momento específico.

**Medidas de tendencia central**

El presente estudio implementó medidas de tendencia central como la media y mediana, debido que estos factores permitieron conocer la distribución y comportamiento de los datos.

- Promedio de decibeles

$$\bar{L}_p = 10 \log \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n 10 \frac{L_{pi}}{10} \right)$$

Donde:

n: número total de fuentes promediadas.

L<sub>p</sub>: Es el nivel de presión sonora de cada fuente de ruido.

- Mediana

$$Me = L_i + \frac{\frac{N}{2} - f_{i-1}}{f_i} * A$$

Donde:

L<sub>i</sub>: Límite inferior.

N: Total de datos.

F<sub>i-1</sub>: Frecuencia acumulada anterior al intervalo mediana.

F<sub>i</sub>: Frecuencia absoluta del intervalo mediana.

A: Amplitud del intervalo mediana.

### **Medias de dispersión**

Se implementó las medias de dispersión, que permitió conocer que tan disperso están los datos con respecto a la media, entre ellas se aplicó:

- Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^N (X_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Donde:

S: Desviación estándar.

X<sub>i</sub>: Observación número i de la variable X.

N: Número de observaciones.

$\bar{x}$ : Es la media de la variable X.

- Coeficiente de variación

$$CV = \frac{S_x}{\bar{x}} * 100$$

Donde:

CV: Coeficiente de variación.

S<sub>x</sub>: Desviación estándar.

$\bar{x}$ : Es la media del conjunto de datos.

### 3.2.5.2. Estadística inferencial.

Se realizó una prueba de normalidad paramétrica t de Student debido a que los datos si cumplen con una distribución normal aplicando la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

Donde:

$\mu$ = media de la población.

$\bar{x}$ = media de la distribución de datos.

n= tamaño de la muestra.

s= error estándar de la muestra.

Se planteó las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula: Los niveles de ruido estimados no sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la normativa.

$$H_0 : \mu \leq 60 \text{ dB}$$

- Hipótesis alternativa: Los niveles de ruido estimados sobrepasan el límite máximo permisible establecido por la normativa.

$$H_1 : \mu > 60 \text{ Db}$$

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Realizar una caracterización del área de estudio para el establecimiento de puntos críticos de afectación mediante la herramienta OpeNoise

Para el cumplimiento del primer objetivo se realizó una caracterización general mediante el uso de Google Earth y el software de licencia libre Qgis para determinar el número de establecimientos más concurridos en los ocho puntos establecidos en la Avenida Quito que cubren un total de 800 metros de longitud. Cabe destacar que en el área de estudio ya mencionada pertenece a la parroquia Ayacucho teniendo 10,706 habitantes y tiene límite con la parroquia García Moreno que cuenta con 50,028 habitantes. Por otro lado, el ancho en cada calle varía según el tramo, teniendo 11,9 metros de ancho desde el tramo de la calle Portete de Tarqui hasta el tramo de la calle José Gómez Valverde, por otra parte, desde el tramo de la calle José Gómez Valverde hasta la calle Club Sport Emelec existe 12,0 metros de ancho. Se clasificó en tramos a la Avenida Quito con el fin de conocer los tramos con mayores niveles de contaminación acústica.

- **Tramo de la calle Portete de Tarqui hasta el tramo de la calle José Gómez Valverde:** Estos tramos se encuentran ubicados dentro de la parroquia urbana Ayacucho contando con 10,706 habitantes, tiene un aproximado 11,95 metros de ancho y es considerada como una vía comercial debido a que existen dieciséis establecimientos de venta como: ferreterías, importadoras, tiendas de ropa entre otros, por otro lado, existen trece restaurantes entre los más destacados tenemos: “La Caldera”, el cangrejal “Don Lucho” y encebollados “Don Salvador” siendo los más visitados por las personas del sector, así mismo, existen más de veinte establecimientos que brindan otros servicios como: vulcanizadoras, tintorerías, electrodomésticos entre otros. Por último, se identificaron dos farmacias y el Hotel Punto de Oro. La calle Portete de Tarqui tiene una alta densidad de tránsito debido a la circulación de líneas de buses siendo la más transitada por peatones que buscan una fácil movilización a diferentes partes de la ciudad de Guayaquil. Además, cuenta con la mayor cantidad de locales comerciales como: restaurantes, almacenes, tiendas de ropa y electrodomésticos, entre otros.

- **Tramo de la calle Club Sport Emelec hasta el tramo de la calle Francisco de Marcos y Crespo:** Abarca tres tramos con un ancho aproximado de 20,37 metros y se encuentran ubicados dentro de las parroquias urbanas Ayacucho y García Moreno, tiene una densidad media de circulación de buses y alta en vehículos livianos, por otra parte, en las calles existe poca presencia de peatones. Esta zona se destaca por la parada del Estadio Capwell del servicio que brinda el transporte público Metrovía movilizandando a miles de personas diariamente y la presencia de vendedores ambulantes que se encuentran en las intersecciones de las calles con puestos de venta de ropa deportiva de los diferentes clubes del país. Además, se identificó diez restaurantes con un gran recibimiento de personas, un Banco del Pacifico atendiendo diariamente a clientes, ocho tiendas con diferentes servicios y más de veinte establecimientos entre los más destacados tenemos: unidades educativas, unidad policial comunitaria, talleres de reparación, entre otros.
- **Tramo de la calle Gral. Calicuchima hasta el tramo de la calle Brasil:** Los últimos tres tramos se encuentran ubicados dentro de la parroquia García Moreno con un total 50,028 habitantes, tiene un ancho aproximado de 24,7 metros de ancho. Estas zonas tienen una alta densidad de tránsito de vehículos ligeros y pesados destacándose la presencia de gasolineras para el abastecimiento de vehículos de motor, así mismo, tiene una gran afluencia de peatones en la calle Gómez Rendón debido a la presencia de la Unidad Educativa Guayaquil recibiendo a cientos de estudiantes en semanas laborales en las tres jornadas: matutina, vespertina y nocturna lo que ocasiona aglomeración al momento de movilizarse usando los distintos medios de transporte, asimismo, el Hospital del niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante recibe la visita de cientos de pacientes las veinticuatro horas del día siendo la calle más transita por peatones. Por otro lado, se identificó más de dieciocho restaurantes, más de veinte tiendas entre ellas: colchones, automóviles, electrodomésticos, entre otros.

#### 4.1.1 Puntos Críticos de Afectación

Para el establecimiento de puntos críticos de afectación se descargó del Geoportal los predios urbanos y polígonos del área de estudio también se requirió el software de licencia libre Qgis para la generación de capas de puntos receptores de ruido y el uso del complemento OpeNoise y la herramienta Creating Receiver or grid Points (crear puntos receptores o cuadrícula), la herramienta genera una nueva capa de puntos, de acuerdo a los puntos se establecieron en función de los polígonos de las estructuras de edificios y casas cercanas a la Avenida Quito (Ver Anexo N°2).

#### 4.2 Monitorear los niveles de ruido desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil en la Avenida Quito mediante un sonómetro integrador clase 2 para la comparación con los límites máximos permisibles según el acuerdo ministerial 097-A, Anexo 5 en la zona de estudio

##### 4.2.1 Análisis de los datos obtenidos en el muestreo

Para realizar el análisis estadístico del ruido total por el tráfico vehicular en la Avenida Quito de la ciudad de Guayaquil se consideraron los resultados obtenidos del monitoreo de ruido, realizado desde el 16 de octubre al 3 de noviembre del 2023 tomando en cuenta solo los días laborales (lunes a viernes), en jornada diurna y en horarios de (8am- 12pm- 18pm), por lo que se obtuvieron 360 datos de ruido obtenidos mediante el sonómetro las cuales fueron agrupados y organizados en tablas. Los datos se detallan a continuación:

**Tabla 4.**

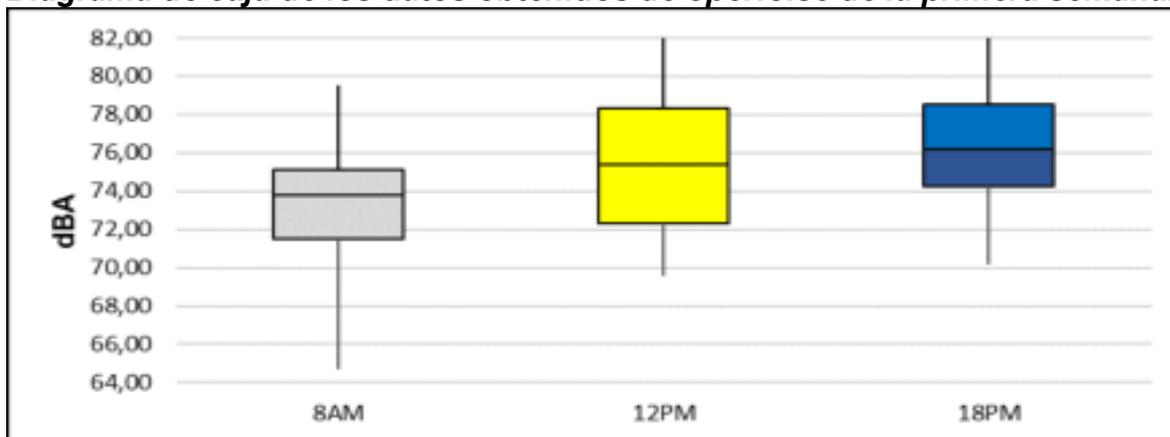
**Resumen estadístico de los datos obtenidos del monitoreo de ruido de la primera semana (16 al 20 de octubre del 2023).**

Semana	Horario	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Max dB(A)	Min dB(A)
Semana 1 (16 al 20 de octubre del 2023)	8:00 a. m.	74.80	3.47	4.634	79.50	64.7
	12:00 p. m.	79.50	4.02	5.057	90.90	69.6
	6:00 p. m.	78.70	3.40	4.323	84.7	70.2

**Elaborado por:** El autor, 2024.

Figura 2.

**Diagrama de caja de los datos obtenidos de opeNoise de la primera semana.**



**Nota:** \*La línea inferior hace referencia al cuartil 1; la línea de en medio hace referencia al cuartil 2 y la línea superior al cuartil 3, por otra parte, el bigote inferior hace referencia al mínimo y el bigote superior al máximo.

**Elaborado por:** El autor, 2024.

Los datos obtenidos del monitoreo de ruido de la primera semana (16 al 20 de octubre del 2023) de muestreo se ubican entre 64.7 dBA y 87 dBA, donde el horario de las 12pm registro el mayor nivel de ruido (90.90 dBA), mientras que el horario de las 8am de acuerdo con los datos del monitoreo de ruido registro un nivel mínimo de 64.7 dBA. Además, se realizó un análisis estadístico en los 3 diferentes horarios para determinar el promedio del impacto de ruido en los edificios y locales comerciales cercanas a la Avenida Quito, el horario de las 12pm presentó un promedio de 79.50 dBA el cual es promedio ligeramente más alto con respecto a los otros horarios, dicho horario tuvo una desviación estándar de 4.02 y un coeficiente de variación de 5.06%, aunque son ligeramente más alto las diferencias no son significativas por lo que no existe una gran diferencia en la variabilidad de datos en los 3 diferentes horarios, se puede determinar que los datos tienen un comportamiento homogéneo y siguen una distribución normal (Ver Anexo N° 22).

Además, se realizó un análisis con respecto a puntos y días, y se pudo constatar que el día viernes en el horario de las 12pm en el punto 8 se registró un promedio de 90.90 dBA (Ver Anexo N° 14) considerado como el nivel de ruido más alto de esa semana, por otra parte, el día lunes en el punto 3 en el horario de las 8am se registró un promedio de 66.70 dBA (Ver Anexo N°13) considerado como el nivel más bajo de ruido durante la primera semana.

Tabla 5.

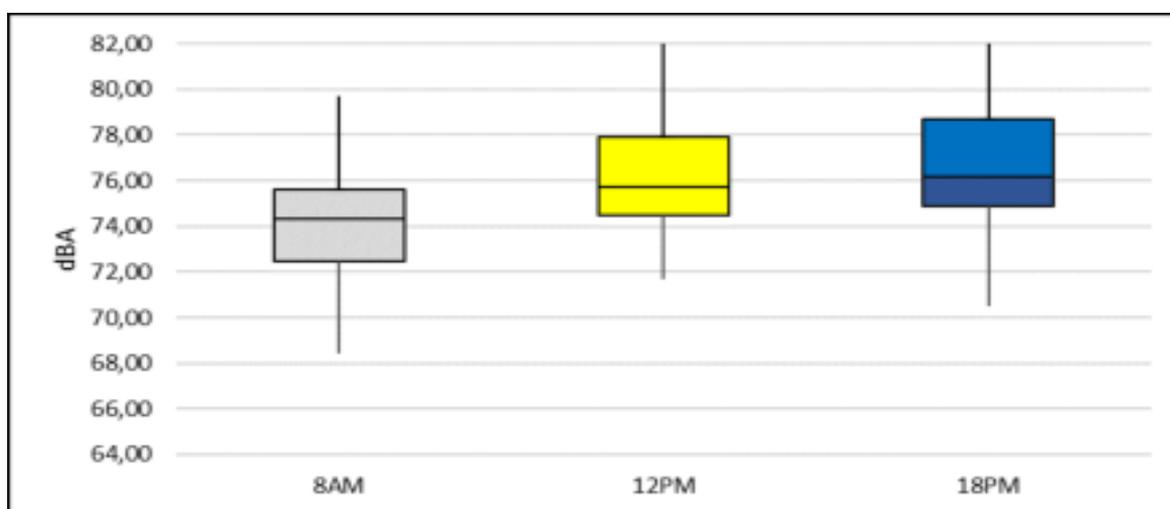
**Resumen estadístico de los datos obtenidos del monitoreo de ruido de la segunda semana (23 al 27 de octubre del 2023).**

Semana	Horario	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Max dB(A)	Min dB(A)
Semana 2 (23 al 27 de octubre del 2023)	8:00 a. m.	74.90	2.66	3.553	79.7	68.4
	12:00 p. m.	81.40	4.38	5.382	90.5	71.7
	6:00 p. m.	80.20	4.23	5.274	88.6	70.5

**Elaborado por:** El autor, 2024.

Figura 3.

**Diagrama de caja de los datos obtenidos de openNoise de la segunda semana.**



**Nota:** La línea inferior hace referencia al cuartil 1; la línea de en medio hace referencia al cuartil 2 y la línea superior al cuartil 3, por otra parte, el bigote inferior hace referencia al mínimo y el bigote superior al máximo.

**Elaborado por:** El autor, 2024.

Por otro lado, los valores obtenidos del monitoreo de ruido de la semana 2 (23 al 27 de octubre del 2023) se ubican entre 68.4 dBA y 90.5 dBA, donde el horario de 12pm registro el mayor nivel de ruido (90.5 dBA) mientras que el horario de las 8 am se registró un nivel de ruido de 68.4 dBA, siendo considerado como el más bajo de la segunda semana. Del mismo modo se realizó un análisis estadístico para determinar el promedio del impacto del ruido en los edificios y locales comerciales cercanas a Avenida Quito, el análisis estadístico determinó que el promedio más alto se encontraba en el horario de las 12pm el cual contaba con un promedio de 81.40 dB, desviación 4.38 y un coeficiente de variación de 5.38%,

aunque son ligeramente más alto con respecto al horario de las 8am (74.90 dBA) y 6pm (80.20 dBA), las diferencias estadísticas no son significativas y se puede determinar que los datos tienen un comportamiento homogéneo y siguen una distribución normal (Ver Anexo N° 23).

Un análisis realizado por puntos y días determinó que el lunes en el horario de las 12pm en el punto 8 se obtuvo un promedio de 84.5 dBA (Ver Anexo N°17) considerado como más alto de esa semana, por otra parte, el día lunes en el punto 2 en el horario de las 8am se obtuvo un promedio de 68.4 dBA siendo considerado como el nivel más bajo de ruido durante la segunda semana de monitoreo.

**Tabla 6.**

***Resumen estadístico de los datos obtenidos del monitoreo de ruido de la tercera semana (30 de octubre al 3 de noviembre del 2023).***

Semana	Horario	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Max dB(A)	Min dB(A)
Semana 3 (30 de octubre al 3 de noviembre del 2023)	8:00 a. m.	79.80	4.12	5.158	90.7	69.2
	12:00 p. m.	80.90	5.00	6.177	90.7	69.7
	6:00 p. m.	81.60	5.21	6.382	92.6	70.5

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Figura 4.**

***Diagrama de caja de los datos obtenidos de opeNoise de la tercera semana.***



**Nota:** La línea inferior hace referencia al cuartil 1; la línea de en medio hace referencia al cuartil 2 y la línea superior al cuartil 3, por otra parte, el bigote inferior hace referencia al mínimo y el bigote superior al máximo.

**Elaborado por:** El autor, 2024.

Los valores obtenidos durante el monitoreo de ruido de la tercera semana (30 de octubre al 3 de noviembre del 2023) se ubicaron entre 69.2 dBA y 92.6 dBA, se puede observar en la tabla 4 que el horario de las 18pm registro el mayor nivel de ruido (92.60 dBA) mientras que el horario de las 8am de acuerdo a los datos del monitoreo registro un nivel mínimo de 69.20 dBA. Se realizó el respectivo análisis estadístico en los 3 diferentes horarios para determinar el promedio del impacto de ruido en los edificios y locales comerciales cercanas a la Avenida Quito, el horario de las 18 pm presentó un promedio de 81.60 dBA el cual es ligeramente más alto con respecto a los otros horarios, dicho horario tuvo una desviación estándar de 5.21 y un coeficiente de variación de 6.38%, sin embargo el horario de las 8 am obtuvo una desviación estándar de 4.12 y un coeficiente de variación de 5.16% lo que significa que los datos se encuentran ligeramente dispersos, sin embargo las diferencias no son significativas por lo que no existe una gran diferencia en la variabilidad de datos en los 3 diferentes horarios, se puede determinar que los datos tienen un comportamiento homogéneo y siguen una distribución normal (Ver Anexo N°24).

Finalmente, se determinó que el día martes en el horario de las 18pm en el punto 7 se obtuvo un promedio de 92.60 dBA (Ver Anexo N° 21) considerado como el nivel de ruido más alto de esa semana, por otra parte, el día miércoles en el punto 2 en el horario de las 8am se obtuvo un promedio de 69.20 dBA (Ver Anexo N°19) siendo considerado como el nivel más bajo de ruido durante la cuarta semana de monitoreo.

#### ***4.2.2 Comparación de los niveles de ruido con los LMP de ruido establecido en el acuerdo ministerial 097-A***

Se realizaron pruebas inferenciales en las tres respectivas semanas de la Avenida Quito de la ciudad de Guayaquil, para probar la hipótesis de que los niveles de ruidos determinados durante el monitoreo de ruido en las tres respectivas semanas cumplen o no con el límite máximo permisible de ruido según el uso de suelo establecido en el acuerdo ministerial 097-A, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 7.**

**Prueba de hipótesis de los niveles de ruido obtenidos del monitoreo con respecto al LMP establecido en el acuerdo ministerial 097-A.**

Semana	H <sub>0</sub>	Tcal	Valor crítico para T	Decisión
Semana 1	$\mu_{8am} \leq 60$ dB	40.72	1,658	Se rechaza
	$\mu_{12pm} \leq 60$ dB	53.14	1,658	Se rechaza
	$\mu_{18pm} \leq 60$ dB	60.25	1,658	Se rechaza
Semana 2	$\mu_{8am} \leq 60$ dB	61.36	1,658	Se rechaza
	$\mu_{12pm} \leq 60$ dB	53.52	1,658	Se rechaza
	$\mu_{18pm} \leq 60$ dB	52.31	1,658	Se rechaza
Semana 3	$\mu_{8am} \leq 60$ dB	52.65	1,658	Se rechaza
	$\mu_{12pm} \leq 60$ dB	45.79	1,658	Se rechaza
	$\mu_{18pm} \leq 60$ dB	45.42	1,658	Se rechaza

**Nota:**  $\mu_{8am}$  es la media de concentración de las 8am; y  $\mu_{12pm}$  es la media de concentración de las 12pm y  $\mu_{18pm}$  es la media de concentración de las 18pm.

**Elaborado por:** El autor, 2024.

Como los valores de Tcal de las 3 diferentes semanas en los horarios de 8am, 12 pm y 18 pm son mayores al valor crítico (1,658), se rechaza la hipótesis nula H<sub>0</sub>, y se concluye que el promedio del nivel de ruido de la Avenida Quito en las 3 semanas en los diferentes no cumple con el Límite Máximo Permisible de ruido establecido en el acuerdo ministerial 097-A, a un nivel de confianza del 95%.

### **4.3 Elaborar mapas de ruido ambiental con los datos obtenidos mediante el software de Sistema de Información Geográfica (GIS) para establecer medidas de mitigación de ruido**

#### **4.3.1 Mapas de ruido**

En base a los registros de ruido obtenidos del monitoreo, el cual se efectuó en la Avenida Quito de la ciudad Guayaquil desde el 16 de octubre hasta 3 de noviembre del 2023. Se elaboraron mapas de ruido lo cuales fueron clasificados por semana y horario identificando los puntos con mayor y menor índice de contaminación acústica mediante el programa opeNoise de Qgis, para llevar a cabo la elaboración de los mapas se establecieron los horarios de muestreo, las cuales fueron los siguientes: (08:00am– 08:40am) (12:00pm– 12:40pm) (18:00pm– 18:40pm).

De acuerdo con la tabla 4 de la primera semana (16 al 20 de octubre del 2023) el nivel de presión sonora en el horario de las 12pm en los 8 puntos de muestreo fue relativamente alto, representados por tonalidades que van del color naranja al rojo, siendo estos tonos los de mayores niveles de ruido, dicha semana tuvo una media de 81.4 dBA, este gran incremento se debe a la cantidad de vehículos, vendedores ambulantes, entre otros. Los altos niveles de ruido fueron evidenciados en el mapa de ruido de dicho horario, y se constata que los edificios más cercanos a la Avenida Quito tuvieron un mayor impacto de ruido, llegando a superar los 80 dBA (Ver Anexo N° 26) las mismas que se encuentran identificadas mediante el color rojo que hace referencia a los altos niveles de ruido, dichos tonalidades rojas están presente a lo largo de la Avenida Quito, las tonalidades se asignan mediante una estimación del programa Qgis, más específicamente el complemento OpeNoise la cual agrega las tonalidades de los polígonos en función de los promedios obtenidos en cada uno de los puntos, por ende se puede apreciar tonalidades que es su mayoría son de color rojo y eso es debido a las altos niveles de ruido de dicho horario.

Por otro lado, la segunda semana en el horario de las 8 am registro un promedio relativamente bajo con respecto a las otras semanas, tuvo una media de 74.80 dBA, en el mapa de ruido se pudo evidenciar que los locales comerciales y edificios cercanos a la avenida tuvieron un impacto de ruido que va de 75 a 80 dBA que se ve expresado con tonalidades en su mayoría de color naranja, la misma que se distribuye desde la Calle Portete de Tarqui hasta la Calle Brasil (Ver Anexo N°28), si bien el impacto es ligeramente menor al horario de las 12 pm, no es lo suficiente para ser catalogada como niveles sonoros óptimos para las personas que residen y circulan en las inmediaciones de la Avenida Quito, dichos niveles de ruido están por encima de la normativa ambiental vigente.

#### **4.3.2 Establecimiento de medidas de mitigación**

En relación con la evaluación realizada en la Avenida Quito, se determinó que los niveles de presión sonora a lo largo de la avenida, se exceden los límites máximos permisibles expuestos en el Acuerdo Ministerial 097-A. Hay que tener en cuenta la disminución de la calidad de vida por el ruido vehicular, por lo tanto, es necesario implementar medidas que vayan enfocadas al control y seguimiento sobre los efectos del ruido en el tránsito de la ciudad de Guayaquil, tomando como referencia los datos de la Avenida Quito, por lo que si no se toman medidas para

lograr la disminución del ruido llevará a condiciones de vida insostenibles para las personas que circulan y habitan cerca del área de estudio.

### **Objetivo general**

- Establecer medidas de mitigación de ruido para la Avenida Quito, en la ciudad de Guayaquil, 2023.

### **Objetivos específicos**

- Sugerir medidas de control y seguimiento de las emisiones de ruido en el tránsito vehicular y actividades comerciales en la Avenida Quito.
- Revisión de las normativas ambientales referente al ruido y análisis.
- Mejorar la calidad de vida de los residentes y trabajadores de la zona.

### **Alcance**

En el desarrollo de esta investigación se busca cambiar el enfoque o innovación de las normas de gestión acústica, sea en técnico y legal, que permita la conservación de los espacios acústicos reduciendo la contaminación ambiental. La medida se implementará a lo largo de toda la Avenida Quito, con un énfasis en las áreas cercanas a zonas residenciales y educativas. Para proteger la salud humana, es necesario implementar medidas preventivas y correctivas, como se describe a continuación:

### **Desarrollo**

#### **Tabla 8.**

#### ***Medidas de control de ruido- Normativa y control***

<b>Medida N°1</b>
<b>Control de ruido</b>
<b>Aspecto ambiental:</b> Control de ruido generado en la Avenida Quito
<b>Ámbito:</b> Normativa y control
<b>Objetivo:</b> Cumplir con las normas según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097-A
<b>Medidas preventivas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar en los cursos de conducción temas sobre el impacto del ruido, tanto ambiental como en la salud humana.</li> <li>• Establecer una conducción eficiente, evitando aceleraciones y frenadas bruscas, que contribuyen a la generación de ruido.</li> </ul>
<b>Medidas Correctivas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforzar la inspección técnica vehicular con un enfoque específico en el nivel de emisión de ruido, especialmente para el transporte público y motos.</li> <li>• Establecer ordenanzas destinadas al control de los niveles de ruido</li> </ul>
<b>Responsable:</b> El M.I. Concejo Municipal de Guayaquil
<b>Presupuesto:</b> USD 1 millón (gastos de personal, gastos de difusión, gastos de implementación)
<b>Indicador:</b> Densidad vehicular y participación comunitaria.
<b>Elaborado por:</b> El autor, 2024.

**Tabla 9.****Medidas de control de ruido- Monitoreo de ruido****Medida N°2  
Control de ruido****Aspecto ambiental:** Control de ruido generado en la Avenida Quito**Ámbito:** Monitoreo de ruido**Objetivo:** Medir los niveles de ruido para promover el diseño de ciudades más sostenibles.**Medidas preventivas**

- Realizar mediciones periódicas de ruido en los diferentes automotores y puntos establecidos en la Avenida Quito.
- Diseñar y aplicar medidas de control del tráfico, como restricciones a vehículos ruidosos o límites de velocidad, para reducir el impacto del ruido vehicular.

**Medidas Correctivas**

- Instalar estaciones de monitoreo de ruido a lo largo de la Avenida Quito y detectar niveles de ruido que superen el límite máximo permisible.
- Elaborar un horario control de pico y placa para gestionar el exceso vehicular que se genera en la Avenida Quito.

**Responsable:** El M.I. Concejo Municipal de Guayaquil**Presupuesto:** USD 100.000 (equipos de medición, personal técnico, gastos administrativos)**Indicador:** Sonómetros y estaciones de monitoreo acústico.**Elaborado por:** El autor, 2024.**Tabla 10.****Medidas de control de ruido- Planificación urbanística****Medida N°3  
Control de ruido****Aspecto ambiental:** Control de ruido generado en la Avenida Quito**Ámbito:** Planificación urbanística**Objetivo:** Integrar el control del ruido en el diseño y planificación urbana, para el desarrollo de zonas residenciales, comerciales e industriales con medidas de aislamiento acústico.**Medidas preventivas**

- Delimitar las áreas de alta y baja exposición al ruido y diseñar un uso del suelo adecuado.
- Establecer límites específicos de ruido para las diferentes áreas urbanísticas.

**Medidas Correctivas**

- Promover el uso modos de transporte como bicicletas, construcción de ciclovías y aceras anchas.
- Desarrollar el uso de nuevas tecnologías que puedan absorber o mitigar el ruido.

**Responsable:** El M.I. Concejo Municipal de Guayaquil**Presupuesto:** USD 2 millones (uso de materiales de construcción con propiedades acústicas, pavimentos fonoabsorbentes, entre otros)**Indicador:** Nivel Promedio de Ruido (dB) en Áreas Urbanas.**Elaborado por:** El autor, 2024.

## Medidas de mitigación de ruido

Tabla 11.

### *Propuesta de medidas correctivas*

<b>Medida N°4</b>
<b>Propuesta de medidas correctivas</b>
<p><b>Aspecto ambiental:</b> Medidas de mitigación de ruido generado en la Avenida Quito</p> <p><b>Objetivo:</b> Reducir los niveles de ruido generado por el tráfico vehicular y otras actividades urbanas para mejorar la calidad de vida de los residentes, cumpliendo con los límites establecidos por las normativas promoviendo la sostenibilidad urbana.</p> <p><b>Metas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el nivel de ruido promedio en la Avenida Quito en áreas residenciales y zonas sensibles (como hospitales, escuelas, entre otros.), alcanzando los límites establecidos por la normativa local.</li> <li>• Mejorar el control del tráfico y la velocidad de los vehículos en áreas sensibles.</li> </ul> <p><b>Actividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la infraestructura de transporte público e implementar programas de incentivos para su uso disminuyendo la movilidad no motorizada.</li> <li>• Instalar barreras acústicas y vegetación en las zonas críticas (cerca de zonas residenciales) para reducir la propagación del ruido.</li> <li>• Aumentar la sanción impuesta por el uso excesivo del claxon redactado en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, título III, capítulo V, sección 1 contravenciones leves de primera clase, artículo 139; literal A de la Ley de Tránsito, donde se sanciona con una multa del 5% de la remuneración básica unificada y la reducción de 1,5 puntos en la licencia de conducir.</li> <li>• Aumentar el número de agentes de tránsitos en la Avenida Quito para controlar el flujo vehicular y evitar embotellamientos que producen altos niveles de ruido.</li> </ul> <p><b>Responsable:</b> El M.I. Concejo Municipal de Guayaquil</p> <p><b>Presupuesto:</b> USD 2.5 millones (barreras naturales, campañas concientización, mejora de transporte público, entre otros)</p> <p><b>Indicador:</b> Estudios de tráfico.</p>
<hr/> <p><b>Elaborado por:</b> El autor, 2024.</p>

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la evaluación del ruido total generado por la contaminación acústica en la Avenida Quito, Cantón Guayaquil, revelan una problemática significativa en términos de superación de los niveles máximos permisibles de ruido debido al aumento de compra de vehículos a motor que trae como consecuencia embotellamientos en las avenidas principales de la ciudad de Guayaquil. Estos hallazgos se alinean con la creciente evidencia a nivel global sobre los efectos adversos de la contaminación acústica en la salud humana, especialmente en entornos urbanos (Murphy, 2022).

Clavijo (2017) expresa que en un estudio en la avenida Carlos Luis Plaza Dañín, entre la intercepción de la Av. De Las Américas y la calle Nicasio Safadi Revés, ubicada al norte de la ciudad de Guayaquil, se georreferenciaron 10 puntos de muestreo de los cuales se cuantificaron valores que sobrepasan el límite máximo permisible, siendo 82dB en horario diurno, logró determinar las principales fuentes de ruido como el tráfico vehicular, actividades de construcción civil que se realizaban al momento del monitoreo de ruido en el área de estudio y el uso indiscriminado del claxon por parte de los conductores. Determinó un alto grado de contaminación acústica en los puntos de referencia a lo largo de toda la Av. Machala (82.9 dB) e identificó como fuente principal el tráfico vehicular que se forma y el uso excesivo de la bocina por parte de los conductores.

El estudio de Adza (2022) en Escocia profundiza en la correlación entre la exposición a la contaminación del aire y el ruido del tráfico con la hipertensión. Este presente estudio señala la importancia de considerar los efectos combinados de diferentes formas de contaminación. En el caso de Guayaquil, aunque el enfoque principal es el ruido, es plausible que exista una interacción similar con otros contaminantes ambientales, potenciando los efectos adversos en la salud. Por otro lado, la investigación realizada en Glasgow, Reino Unido, utilizando el instrumento Casella CEL63x para monitorear el ruido del tráfico, resalta la relevancia de la modelización espacial numérica en la evaluación de la exposición ambiental residencial.

Adicionalmente, el trabajo de Sordello (2020) que crea una base de datos sobre los impactos del ruido antropogénico, subraya la importancia de una comprensión holística y de la colaboración interdisciplinaria en el estudio de la contaminación acústica. Nuestra investigación podría integrar estos enfoques para ampliar su alcance y aplicabilidad en conjunto otros modelos matemáticos y opensource.

El estudio de Basu (2020) sobre la contaminación sonora en Dublín, Irlanda, y su variación durante el confinamiento por la pandemia de COVID-19, sugiere que cambios en los patrones de tráfico y actividad humana pueden tener efectos significativos en los niveles de ruido. Esta observación podría ser relevante para Guayaquil, especialmente en la planificación urbana y el desarrollo de políticas públicas para la mitigación del ruido.

Aldaz (2022) indica que como solución se propone la elaboración de un plan de marketing social, como campaña de mitigación del ruido ambiental. Este plan debe cumplir 12 puntos, en los que se desarrollaron estrategias del marketing social, marketing de guerrilla y marketing digital, así como la colaboración con influencers. Este plan guarda relación con las medidas de mitigación y control realizada en la Avenida Quito, debido a que el objetivo es concientizar y minimizar los niveles y efectos producidos por los altos niveles de ruido, a fin de salvaguardar la salud de la población cercana a la Avenida Quito.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

La evaluación realizada en la Avenida Quito, determinamos que el Tramo de la calle Portete de Tarqui, Gral. Calicuchima hasta la Calle Brasil presentó una alta densidad de tránsito debido a la gran circulación de buses siendo la más transitada por peatones, asimismo, cuenta con la mayor cantidad de locales comerciales. Esto repercute en un incremento del nivel de ruido en esta zona de la ciudad. Por otra parte, los puntos críticos de ruido fueron representada mediante un mapa elaborado en el software Qgis y se constató que los edificios y locales comerciales cercanos a la Avenida Quito reciben mayores impactos de ruido.

El monitoreo de ruido se desarrolló por 15 días en tres horarios, desde el 16 de octubre al 3 de noviembre del 2023, siendo la semana 1 en el horario de las 12pm el cual tuvo un promedio de 79.50 dBA, considerado como el nivel más alto con respecto a los otros horarios. Por otro lado, el día viernes en el horario de las 18pm en el punto 7 se registró un promedio de 92.60 dBA considerado como el nivel de ruido más alto durante el tiempo de monitoreo. Al comparar los límites máximos permisibles con los datos obtenidos del monitoreo de ruido se pudo concluir que la Avenida Quito en las 3 semanas no cumplen con los LMP establecidos en el Acuerdo Ministerial 097 A, a un nivel de confianza del 95%.

A fin de proponer posibles soluciones, se establecieron medidas que ayuden a mitigar o controlar el problema de contaminación sonora para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que habitan cerca de la Avenida Quito, los resultados obtenidos para la elaboración de los mapas de ruido, permitieron implementar estrategias para la disminución y control del ruido ambiental y lograr atenuar la contaminación sonora a la cual se exponen los ciudadanos.

Se valida la hipótesis debida que el ruido total generado por la contaminación acústica en la Avenida Quito desde la calle Portete de Tarqui hasta la calle Brasil sobrepasan los límites máximos permisibles para el tipo de suelo de zona comercial (60dBA) en el horario Diurno, según el Acuerdo 097-A, Anexo 5. La Avenida Quito en las 3 semanas no cumplen con los LMP establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, a un nivel de confianza del 95%. Esto convierte a esta zona en punto de observación de contaminación sonora, para lo cual fue necesario establecer medidas de mitigación de ruido.

## **6.2. Recomendaciones**

Se recomienda realizar más estudios de ruido en la Avenida Quito y en otras partes de la ciudad, utilizando otras herramientas de estimación de tal manera que se pueda reafirmar la confiabilidad de los datos, de manera que se pueda proponer e implementar normas, reglamentos para el control del ruido, además se deberá realizar más investigaciones acerca de ruido, para determinar otros focos de contaminación acústica.

Se debe considerar la elaboración de un plan de monitoreo durante periodos cortos, cada tres meses, de tal manera que se pueda implementar medidas correctivas en los tramos con mayor índice de contaminación. Este planteamiento de monitoreos periódicos de ruido servirá de canales comparativos, de esta manera que se pueda conocer si los índices de ruido disminuyen o se intensifican, por lo tanto, es necesario cumplir con el monitoreo de manera que se pueda dar a conocer si la personas convive en un buen entorno.

A las futuras investigaciones, establecer medidas de mitigación que ayuden a reducir y controlar la exposición al ruido y así evitar que provoque malestar a la población y a la calidad de vida. Es indispensable actualizar el mapa de ruido de las áreas más influyentes, para redactar un manual de ruido, señalar las áreas que requieren mayor importancia y adoptar técnicas que puedan minimizar los riesgos acústicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adza, S. (2022). Explorando la asociación combinada entre el ruido del tráfico rodado y la calidad del aire utilizando QGIS. *Revista Etza*, 19(24), 115-117. doi:10.3390/ijerph192417057
- Alcala, P. (2015). *Señales aleatorias y ruido*. Obtido de SlidePlayer: <https://slideplayer.es/slide/4046340/>
- Aldaz, D. (2022). Mitigación de la contaminación por Ruido Ambiental en los alrededores de una Institución de Educación Superior mediante la Implementación de Estrategias en un Plan de Marketing Social. *Investigación, Tecnología E Innovación*, 14(17), 68-78. doi:10.53591/iti.v14i17.1698
- Arana, M., Y García, A. (2018). Estudio del ruido ambiental en pamplona. *Revista De Edificación*, 5(1), 47-51. doi:10.15581/020.5.35088
- Asencio, C. (2011). *Monitoreado de ruido de aeropuertos Técnicas de detección, clasificación e identificación de ruido de aeronaves como causantes de incertidumbre en la medida*. Obtido de [Trabajo de Masterado, Universidad Politécnica de Madrid]: [https://oa.upm.es/8825/2/TESIS\\_%2CMASTER\\_CESAR\\_ASENSIO.pdf](https://oa.upm.es/8825/2/TESIS_%2CMASTER_CESAR_ASENSIO.pdf)
- Basu, B. (2020). Investigando los cambios en la contaminación acústica debido al confinamiento por la COVID-19: el caso de Dublín, Irlanda. *Revista ELSEVIER*, 21(5), 134-156. doi:10.1016/j.scs.2020.102597
- Benjamin, A. (2016). *Sonido: Generalidades*. Obtido de NeurOreille: <http://www.cochlea.eu/es/sonido>
- Castro, J. (2016). *Diagnóstico de los niveles de presión sonora en el tránsito de las Avenida de las Américas, Parroquia Tarqui de la ciudad de Guayaquil*. Obtido de [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13193/1/TESIS%20FINAL%202016.pdf>
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas [CEDEX]. (2021). *Conceptos básicos del ruido ambiental*. Obtido de Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas [CETA]: <https://sicaweb.cedex.es/wp-content/uploads/2021/08/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>
- Clavijo, V. (2017). *Determinación de los niveles de ruido en el tránsito de la Avenida Carlos Luis Plaza Dañin, entre la intercepción de la avenida De Las Américas*

- y la calle Nicasio Safadi Revés, de la ciudad de Guayaquil. Obtido de [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21012/1/tesis%20victor%20clavijo%20.pdf>
- Coriñaupa, R. (2020). *Análisis de la contaminación acústica y elaboración del mapa de ruido de la zona Monumental del Distrito de Huancayo - 2020*. Obtido de [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro de Perú]: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6501/T%2010\\_44314567\\_M\\_Cori%c3%b1aupa01.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6501/T%2010_44314567_M_Cori%c3%b1aupa01.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Diseño y construcción de un sónometro integradore que trabaje con ponderaciones de frecuencia a y c.* (2004). Obtido de [Tesis de grado, Escuela Politecnica Nacional, Ecuador]: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9212/3/T2365.pdf>
- Escobar, S. (2022). *Norma para prevenir la pérdida auditiva*. Obtido de Grupo Microanálisis: <https://grupo-microanálisis.com/oms-publica-nueva-norma-para-para-prevenir-la-perdida-auditiva-en-marcos-recreativos/#:~:text=El%202%20de%20marzo%20del,Dia%20Mundial%20de%20la%20Audici%C3%B3n>.
- Estrada, L. (2015). *El Ruido en La Ciudad Gestión y Control*. Obtido de Fundación Universitaria del Área Andina: <https://core.ac.uk/download/pdf/326425361.pdf>
- Figueroa, A., Dicao, G., Y Baque , A. (2020). *Evaluación de los niveles de Presión Sonora en la avenida principal del cantón Pedro Carbo*. Obtido de [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]: [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PE%C3%91AFIEL%20ZU%C3%91IGA%20DAVID%20FERNANDO\\_opt\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PE%C3%91AFIEL%20ZU%C3%91IGA%20DAVID%20FERNANDO_opt_compressed.pdf)
- Fundación Laboral de la Construcción [FLC]. (2020). *Guía de medición de ruido en obras de construcción. Medidas preventivas*. Obtido de Ministerio del Trabajo, Migraciones y Seguridad Social: <https://www.lineaprevencion.com/uploads/lineaprevencion/contenidos/files/arch5dfa1fa6ecaef.pdf>
- Gaes. (2022). *Que és un decibelio*. Obtido de Grupo Amplifon: <https://www.gaes.es/blog/salud-auditiva/que-es-un-decibelio-y-para-que-sirve/>

- García, P. (2021). *¿Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica?* Obtido de Geoinnova: <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/>
- Garrido, Camargo, Y Vélez. (2015). Nivel continuo equivalente de ruido en la unidad de cuidado intensivo neonatal asociado al síndrome de burnout. *Revista Enfermería Intensiva*, 26(3), 93-100. doi:10.1016/j.enfi.2015.03.002
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Guayaquil. (2023). *Municipio del Guayas*. Obtido de Geoportal del GAD Municipal del Guayaquil: <https://geoportal-guayaquil.opendata.arcgis.com/>
- González, F., Montenegro, V., Ramos, J., Y Muñoz, D. (2023). Evaluación de emisiones de ruido del Barrio Valdivia Guayaquil. *ESPAMCIENCIA*, 14(1), 1-7. doi:10.51260/revista\_espamciencia.v14i1.356
- Hernández, R., García, S., Hernández, F., Chuncho, G., Y Alvarado, V. (2018). El ruido vehicular: un problema de contaminación en la ciudad de Loja, Ecuador. *Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonia*, 8(1), 9-14. Obtido de CEDANAZ: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/547/415>
- Huaricallo, H., Ortiz , N., Y Peña , K. (2006). Daño acústico por exposición a alta intensidad de sonido y frecuencia de uso de reproductores personales de música. *SCientífica*, 9(1), 8-10. Obtido de SCientífica: [http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?pid=S1813-00542011000100002Yscript=sci\\_arttext](http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?pid=S1813-00542011000100002Yscript=sci_arttext)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2022). *Censo de Población y Vivienda 2022*. Obtido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2012/asi\\_esGuayaquil\\_cifra\\_a\\_cifra.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2012/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2022). *Información Ambiental en Hogares 2022*. Obtido de Ecuador en cifras: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Hogares/Hogares-2022/MOD\\_AMB\\_HOGAR\\_ENEMDU\\_2022.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/Hogares-2022/MOD_AMB_HOGAR_ENEMDU_2022.pdf)
- Junta de Andalucía. (2016). *Problemática del ruido de tráfico en las ciudades*. Obtido de Junta de Andalucía: <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page->

- %C3%ADndice/-/asset\_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/contaminaci-c3-b3n-ac-c3-bastica-en-andaluc-c3-ada/20151
- Kephalopoulos, S., Paviotti, M., Anfosso, F., Shilton, S., Y Jones, N. (2014). Avances en el desarrollo de métodos comunes de evaluación del ruido en Europa: el marco CNOSSOS-UE para la cartografía estratégica del ruido ambiental. *Science of The Total Environment*, 482(1), 400-410. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.02.031
- López, J., Y Salcedo, B. (2017). El sonido como un elemento didáctico para el estudio del violonchelo. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(15), 1-18. doi:10.23913/ride.v8i15.310
- Mamani, A. (2019). *Evaluación y percepción social del ruido ambiental a la que se expone la Comunidad Educativa del Cercado de Tacna, 2019*. Obtido de [Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna]: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1215/Mamani-Valdez-Antuanne.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maya, G., Correa, M., Y Gómez, M. (2010). Gestión para la prevención y mitigación del ruido urbano. *Revista P+L*, 5(1), 59-74. Obtido de Revista P+L: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552010000100005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552010000100005)
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2015). *Registro Oficial Edición Especial 387. Ecuador: Decreto Ejecutivo 3516. Acuerdo Ministerial N 097-A*. Obtido de Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>
- Monroy, M. (2006). *Manual del ruido: Calidad Ambiental En La Edificación para las Palmas De Gran Canaria. Islas Canarias*. Obtido de Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria: <https://m2db.files.wordpress.com/2014/09/manual-4-ruido.pdf>
- Morán, E. (2017). *Efectos de la contaminación acústica generada por las actividades comerciales del centro comercial Garzo Centro, 2000*. Obtido de [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/22616/1/TESIS%20ERLY.pdf>
- Murillo, D., Ortega, I., Carrillo, J., Pardo, A., Y Rendón, J. (2012). Comparación de métodos de interpolación para la generación de mapas de ruido en entornos

- urbanos. *Revista Ingenierías USBMed*, 3(1), 62-68.  
doi:10.21500/20275846.265
- Murphy, E. (2022). *Environmental Noise Pollution* (2 ed.). Environmental sciences. Obtido de <https://shop.elsevier.com/books/environmental-noise-pollution/murphy/978-0-12-820100-8>
- Observatorio Salud y Medio Ambiente [OSMAN]. (2012). *Ruido y Salud*. Obtido de Observatorio Salud y Medio Ambiente: <https://www.osman.es/download/ruido-salud-osman/>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA]. (2016). *La contaminación sonora en Lima y Callao*. Obtido de Ministerio del Ambiente, Perú: <https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/64/la-contaminacion-sonora-en-Lima-y-Callao.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, S. (2021). *Contaminación acústica*. Obtido de Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático: <https://www.atmosfera.unam.mx/contaminacion-acustica/>
- Queiroz, G., Pires, A., Da Rocha, G., Pereira, L., Freitas, A., Ferreira, T., . . . Barbosa, B. (27 de marzo de 2019). Effects of environmental noise pollution on perceived stress and cortisol levels in street vendors. *J Toxicol Environ Health A*, 82(5), 331-337. doi:10.1080/15287394.2019.1595239
- Quesada, L. (2019). *¿Qué es la interpolación espacial de datos?* Obtido de Geoinnova: <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-la-interpolacion-espacial-de-datos/>
- Quishpe, M. (2017). *Estudio de la contaminación acústica producida por el sector industrial en el cantón Cayambe*. Obtido de [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10880/1/T-UCE-0017-0022-2017.pdf>
- Robazzi, M., Almeida Da Silva, L., Ganime, J., Faleiro, S., Y Valenzuela, S. (2010). El ruido como riesgo laboral. *Enfermería Global*, 19(1), 1-15. doi:10.6018/eglobal.9.2.107321
- Román, G. (2018). Evaluación de los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Tarija, Bolivia. *Acta Nova*, 8(3), 421-432. Obtido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892018000100009&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892018000100009&script=sci_abstract)

- Sánchez, L. (2002). Ruido y sobrepresión atmosférica. Em L. Sánchez, *Curso Internacional de aspectos geológicos de protección ambiental* (pp. 294-302). Campinas, SP. Obtido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/ruido-presion.pdf>
- Sordello, R. (2020). Evidence of the impact of noise pollution on biodiversity: a systematic map. *Revista BMC*, 9(20), 45-67. doi:10.1186/s13750-020-00202-y
- Suárez, E. (2016). *Mapas de ruido*. Obtido de Comisión Nacional del Medio Ambiente Región de Los Lagos: [http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/01\\_Esuarez\\_2006.pdf](http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/01_Esuarez_2006.pdf)
- Tangermann, L., Vienneau, D., Hattendorf, J., Saucy, A., Künzli, N., Schäffer, B., . . . Röösli, M. (2022). The association of road traffic noise with problem behaviour in adolescents: A cohort study. *Environmental Research*, 207(1), 120-135. doi:10.1016/j.envres.2021.112645
- Zamorano, B., Velázquez, Y., Peña, F., Ruiz, L., Monreal, Ó., Parra, V., Y Vargas, J. (2019). Exposición al ruido por tráfico vehicular y su impacto sobre la calidad del sueño y el rendimiento en habitantes de zonas urbanas. *Estudios demográficos y urbanos*, 34(3), 601-629. doi:10.24201/edu.v34i3.1743

ANEXOS

Anexo N°1:  
Puntos de muestreo de la Avenida Quito.



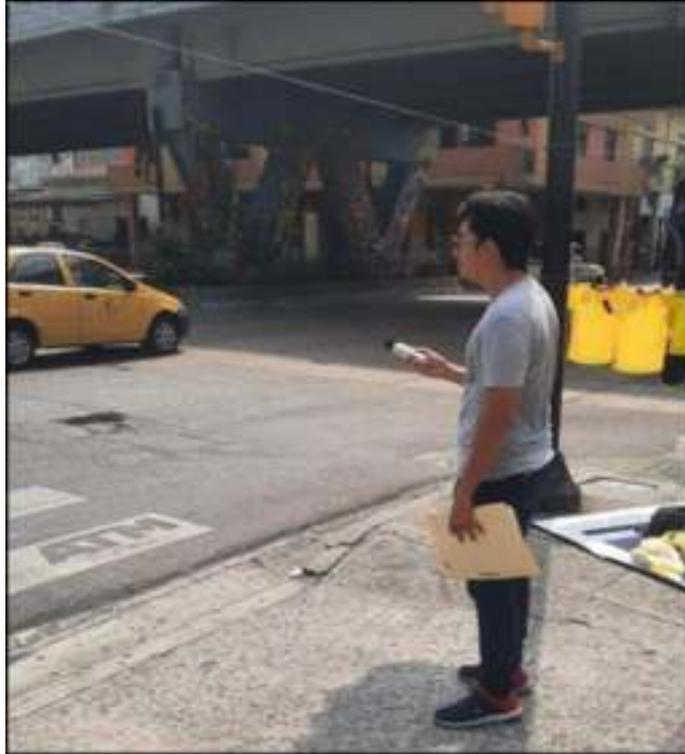
Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°2:**  
**Puntos críticos de afectación de ruido de la Avenida Quito**



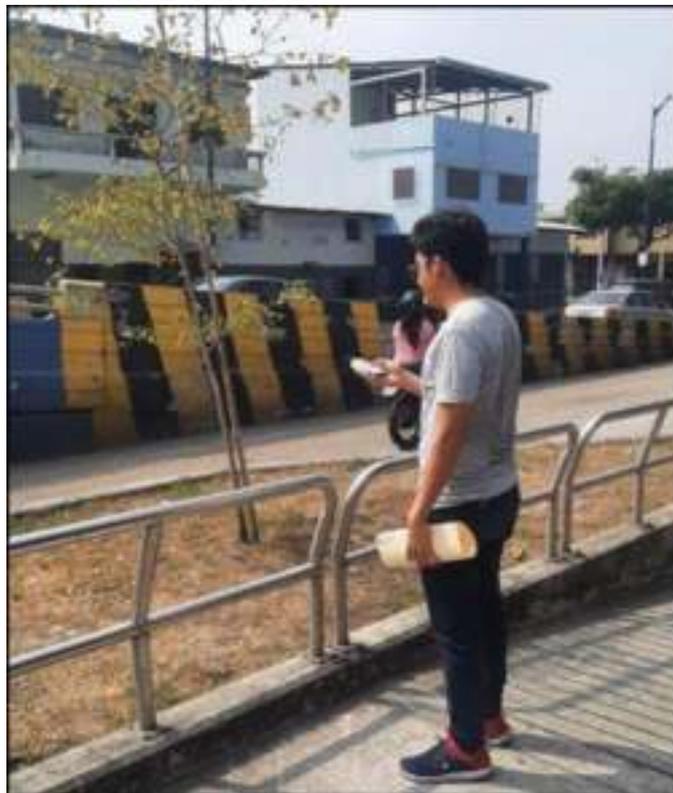
Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°3:**  
***Punto 1 - Calle Portete de Tarqui***



**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°4:**  
***Punto 2 - Calle José Gómez Valverde***



**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°5:**  
***Punto 3 - Calle Club Sport Emelec***



**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°6:**  
***Punto 4 – Calle Miguel de Letamendi***



**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°7:**  
***Punto 5 - Calle Francisco Marcos Crespo***



**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°8:**  
***Punto 6 - Calle Gral. Calicuchima***



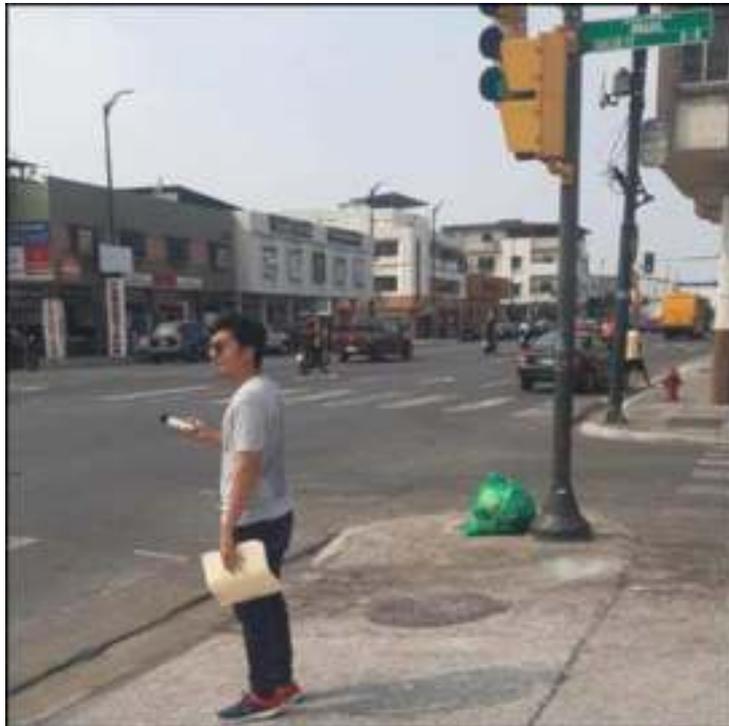
**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°9:**  
**Punto 7 - Calle Carlos Gómez Rendon**



**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°10:**  
**Punto 8 - Calle Brasil**



**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°11:**  
**Sonómetro Marca Benetech modelo GM1352**



**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°12:**  
**Ficha de registro de datos para mediciones**

Puntos	Dirección	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes		
		8:0	12:	18:	8:0	12:	18:	8:0	12:	18:0	8:0	12:	18:	8:0	12:	18:
		0	00	00	0	00	00	0	00	0	0	00	00	0	00	00
		am	pm	pm	am	pm	pm	am	pm	pm	am	pm	pm	am	pm	pm
1	Calle Portete de Tarqui intercesión con la Avenida Quito															
2	Calle José Gómez Valverde intercesión con la Avenida Quito															
3	Calle Club Sport Emelec intercesión con la Avenida Quito															
4	Miguel de Letamendi intercesión con la Avenida Quito															
5	Calle Francisco de Marcos y Crespo intercesión con la Avenida Quito															
6	Calle Gral. Calicuchima intercesión con la Avenida Quito															
7	Calle Carlos Gómez Rendón intercesión con la Avenida Quito															
8	Calle Brasil intercesión con la Avenida Quito															

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°13:*****Tabla de presiones sonoras por días y puntos de la primera semana en el horario de las 8AM***

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Lunes	71.90	68.70	64.70	67.30	74.10	75.70	72.00	74.20
Martes	74.70	71.40	69.40	72.60	75.10	74.50	78.30	72.40
Miércoles	78.80	69.00	71.90	72.40	72.30	77.90	77.40	79.50
Jueves	74.50	67.30	77.40	74.40	79.30	73.80	75.10	70.60
Viernes	72.80	74.60	71.10	70.40	75.40	73.70	73.00	79.10

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°14:*****Tabla de presiones sonoras por días y puntos de la primera semana en el horario de las 12PM***

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Lunes	79.20	71.40	78.30	79.50	74.30	76.50	78.60	71.00
Martes	87.00	75.70	79.80	76.7	75.40	72.10	79.30	73.10
Miércoles	81.20	70.60	73.40	72.30	70.70	74.80	78.10	72.50
Jueves	85.00	69.60	74.70	75.60	76.40	75.00	72.70	71.70
Viernes	75.90	70.00	75.60	72.00	78.70	76.10	75.20	90.90

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°15:*****Tabla de presiones sonoras por días y puntos de la primera semana en el horario de las 18PM***

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Lunes	78.40	70.20	77.40	74.50	83.20	79.30	81.30	72.20
Martes	82.40	78.30	73.60	74.70	75.10	75.70	78.10	76.30
Miércoles	76.10	70.60	78.20	75.00	79.50	76.30	79.60	73.50
Jueves	78.60	73.50	74.20	73.20	75.50	78.90	71.70	75.60
Viernes	80.30	72.30	76.00	78.40	76.70	84.70	75.30	87.70

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°16:*****Tabla de presiones sonoras por días y puntos de la segunda semana en el horario de las 8AM***

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Lunes	77.60	68.40	76.30	74.70	72.10	73.60	71.70	75.60
Martes	75.20	69.20	74.60	73.70	75.40	73.50	75.60	74.20
Miércoles	78.50	71.20	73.50	74.00	79.70	74.40	77.30	75.40
Jueves	75.40	70.50	73.70	75.10	77.40	68.50	70.40	73.90
Viernes	75.70	73.70	71.70	77.50	75.70	72.10	74.50	76.60

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°17:*****Tabla de presiones por días y puntos de la segunda semana en el horario de las 12PM***

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Lunes	87.20	74.50	73.30	74.50	72.70	76.30	88.70	90.5
Martes	85.00	71.70	77.90	74.70	75.60	74.40	80.10	77.30
Miércoles	76.40	73.60	75.40	76.70	72.60	78.80	77.50	90.50
Jueves	82.00	75.60	76.70	78.60	75.40	74.00	75.70	76.70
Viernes	75.70	74.00	73.60	75.40	76.70	78.10	77.20	80.90

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°18:*****Tabla de presiones por días y puntos de la segunda semana en el horario de las 18PM***

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Lunes	85.40	72.30	74.40	77.50	76.10	73.30	80.50	75.20
Martes	75.40	70.50	73.20	76.20	75.80	77.30	78.10	74.70
Miércoles	86.10	71.30	75.70	76.00	78.60	72.30	88.60	79.30
Jueves	77.60	75.60	79.10	74.40	77.50	74.90	80.70	88.50
Viernes	79.30	74.90	75.00	78.70	76.30	78.70	79.70	84.50

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°19:*****Tabla de presiones por días y puntos de la tercera semana en el horario de las 8AM***

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Lunes	75.70	69.50	76.40	77.20	76.30	73.60	85.70	75.70
Martes	78.20	75.30	72.70	74.20	76.10	78.60	72.60	80.20
Miércoles	76.40	69.20	73.30	75.00	70.80	71.40	74.30	90.70
Jueves	79.30	72.50	71.70	80.10	79.40	75.50	76.90	71.90
Viernes	75.70	74.30	78.60	74.60	75.70	73.10	78.20	79.60

**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°20:*****Tabla de presiones por días y puntos de la tercera semana en el horario de las 12PM***

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Lunes	76.30	73.50	75.30	83.50	79.10	75.50	87.10	79.40
Martes	88.00	69.70	72.80	74.3	75.40	76.20	80.70	77.20
Miércoles	83.70	72.60	74.40	75.30	73.90	76.70	90.70	80.50
Jueves	75.70	70.60	76.20	72.60	86.40	82.00	78.50	76.70
Viernes	76.90	71.00	73.40	75.00	72.50	79.10	78.70	80.90

---

**Elaborado por:** El autor, 2024.

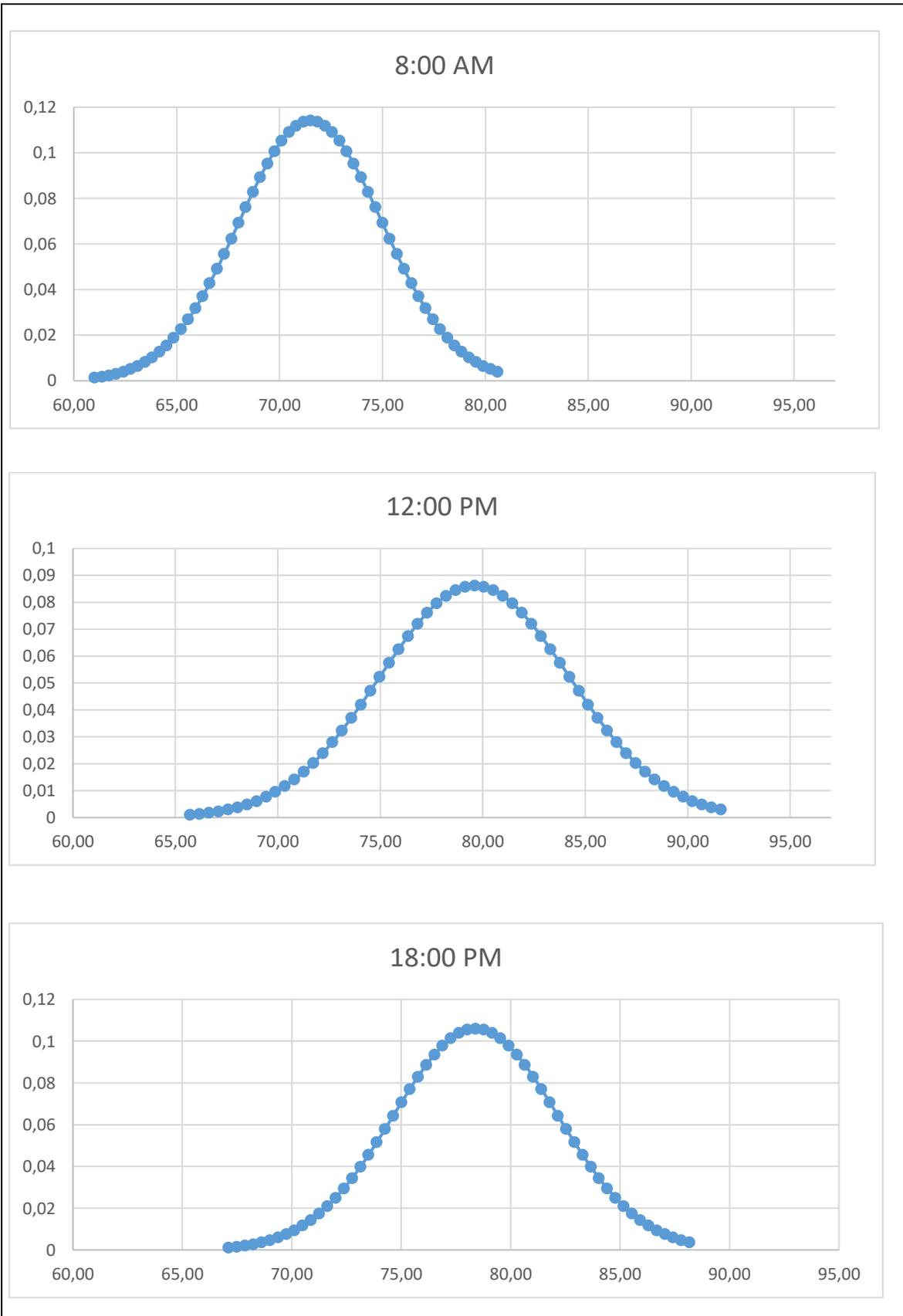
**Anexo N°21:*****Tabla de presiones por días y puntos de la tercera semana en el horario de las 18PM***

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Lunes	72.90	74.50	76.40	73.70	78.50	74.70	79.50	76.70
Martes	79.40	70.50	71.70	72.50	75.10	72.10	92.60	80.50
Miércoles	83.50	73.80	74.30	74.00	73.50	75.60	78.70	85.70
Jueves	77.60	70.70	71.60	77.30	74.50	78.30	90.30	77.50
Viernes	81.30	75.50	74.00	76.50	73.70	87.90	74.50	82.70

---

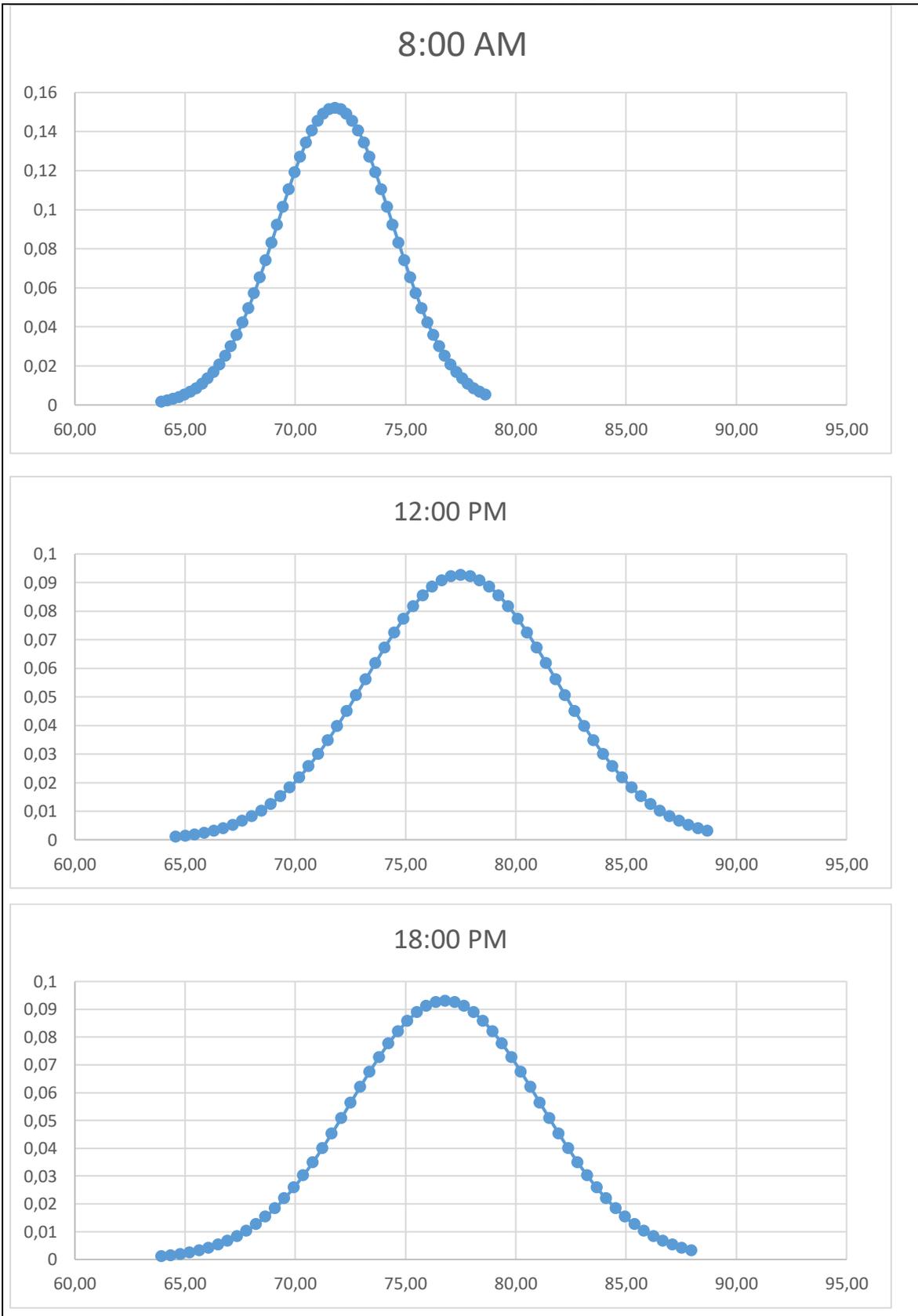
**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°22:**  
**Gráficos de Prueba de normalidad de la semana 1**



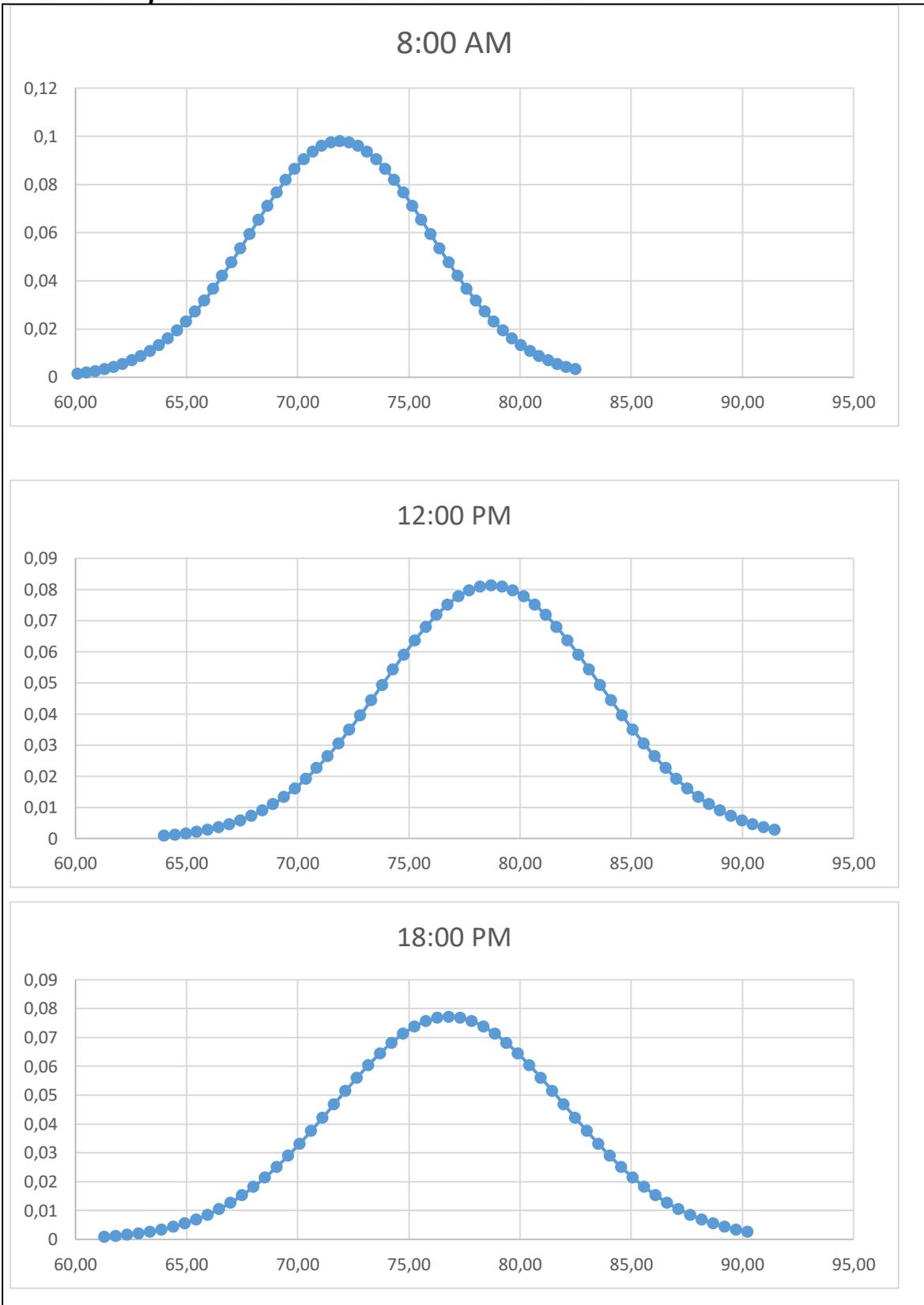
**Elaborado por:** El autor, 2024.

**Anexo N°23:**  
**Gráficos de Prueba de normalidad de la semana 2**



Elaborado por: El autor, 2024.

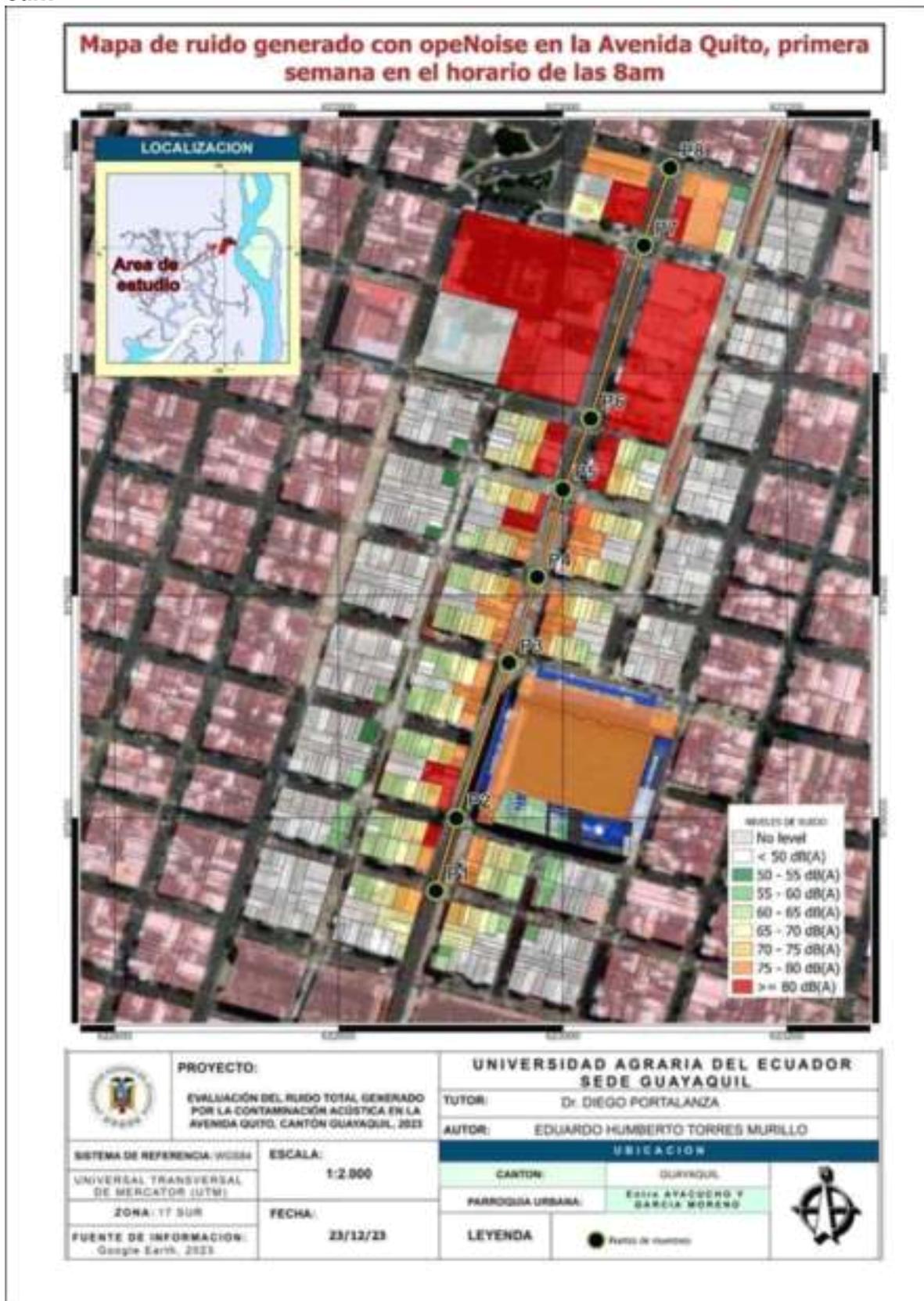
**Anexo N°24:**  
**Gráficos de prueba de normalidad de la semana 3**



**Elaborado por:** El autor, 2024.

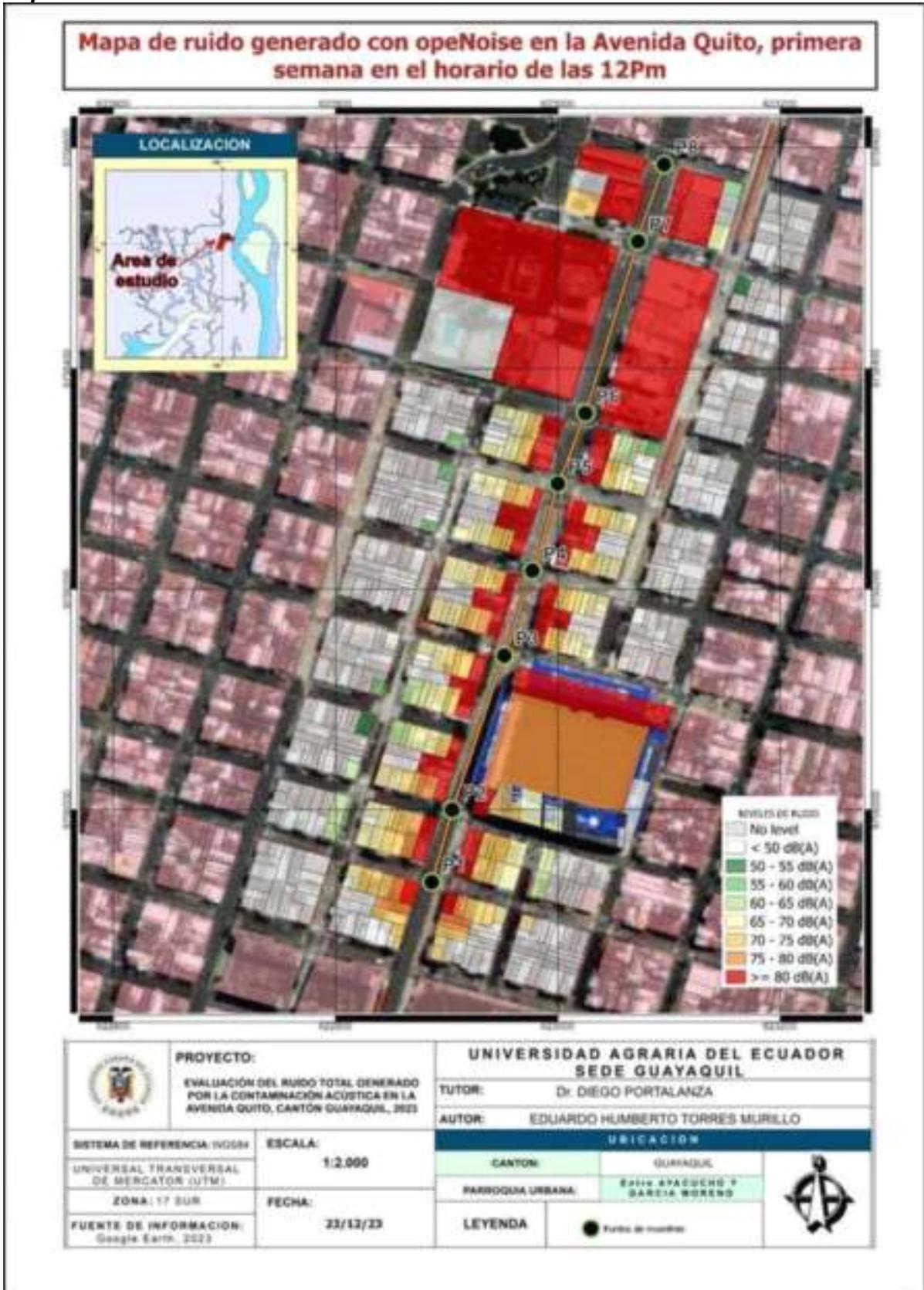
## Anexo N°25:

## Mapa de ruido de la Avenida Quito de la primera semana en el horario de las 8am



Elaborado por: El autor, 2024.

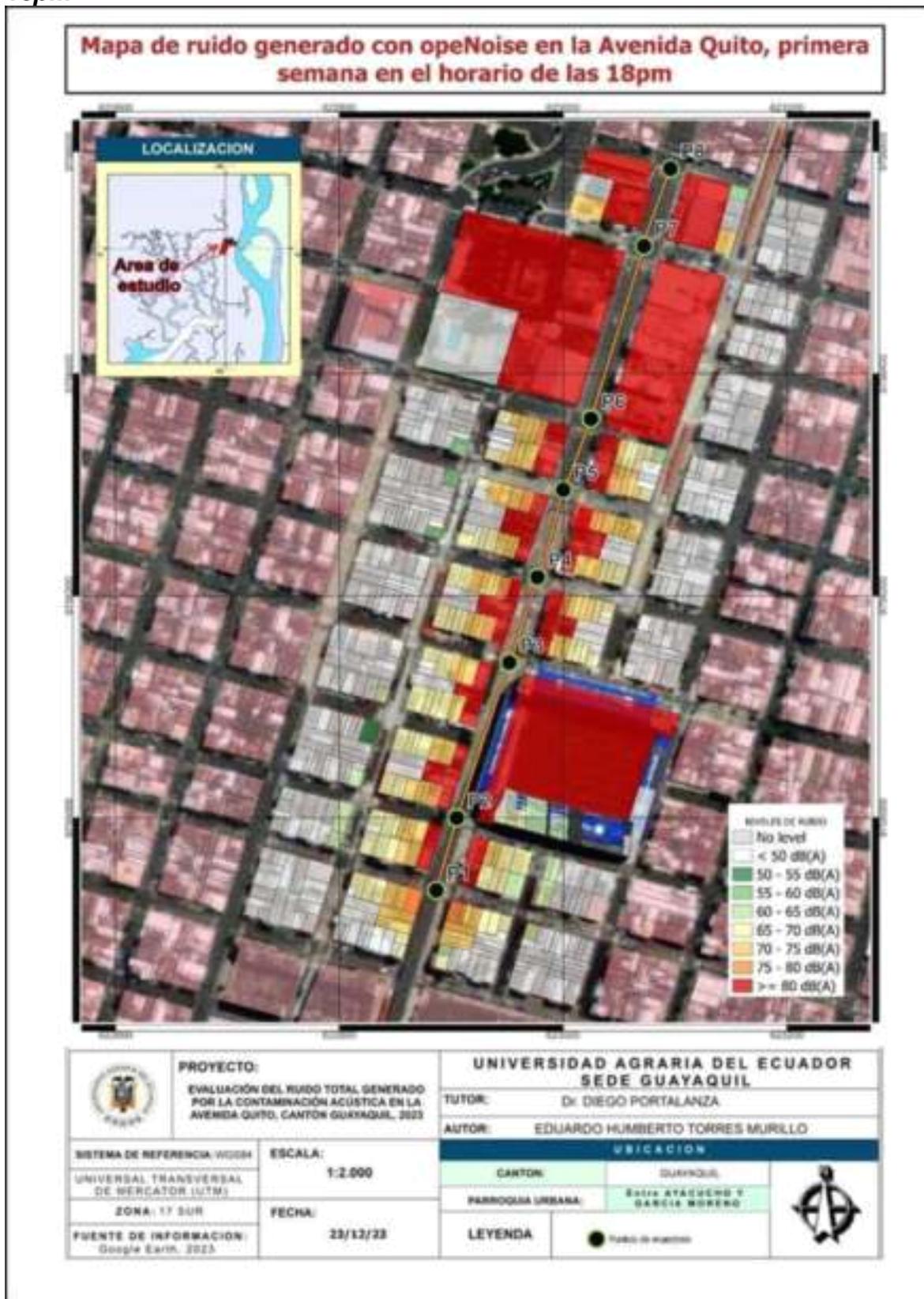
**Anexo N°26:**  
**Mapa de ruido de la Avenida Quito de la primera semana en el horario de las 12pm**



Elaborado por: El autor, 2024.

## Anexo N°27:

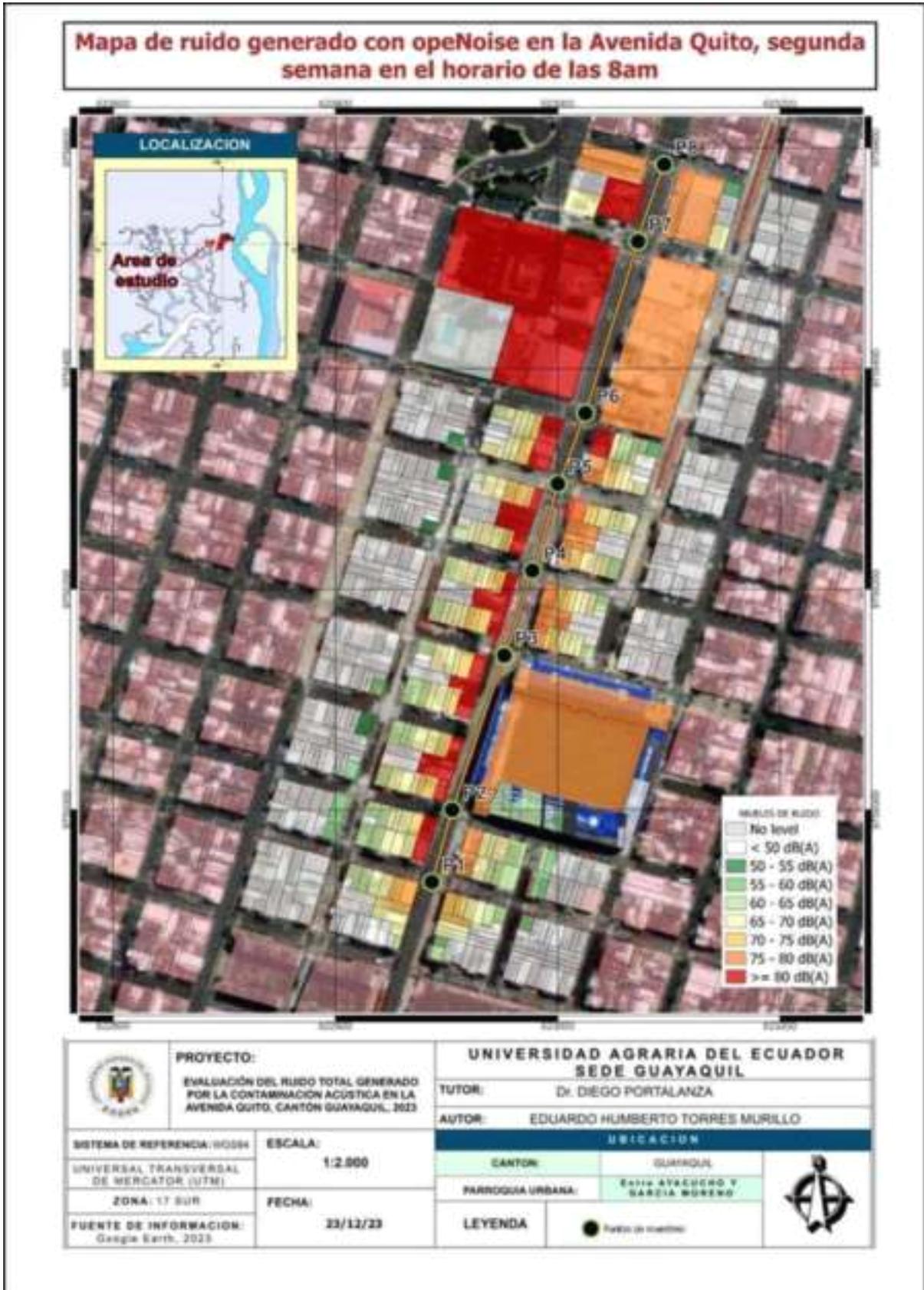
Mapa de ruido de la Avenida Quito de la primera semana en el horario de las 18pm



Elaborado por: El autor, 2024.

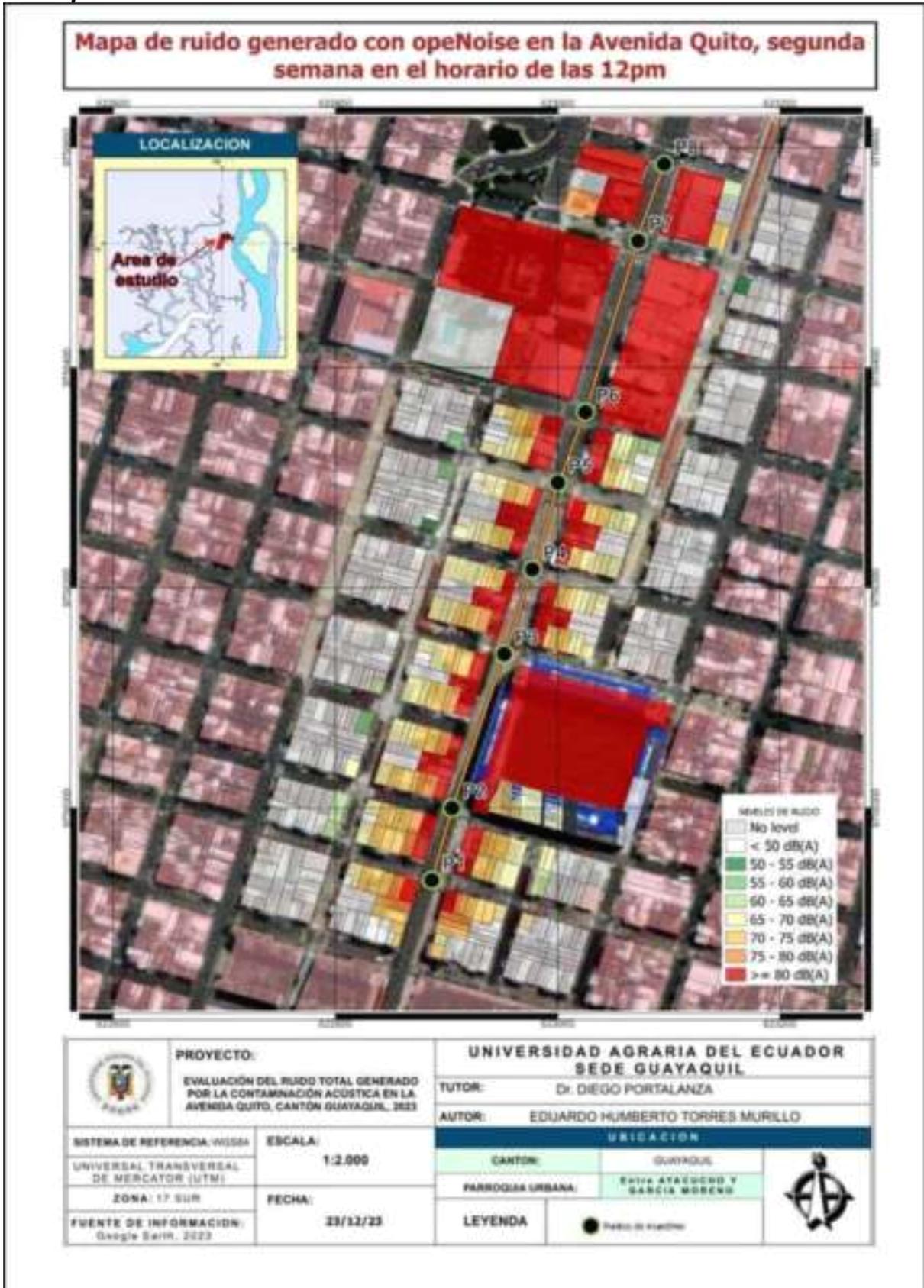
**Anexo N°28:**

**Mapa de ruido de la Avenida Quito de la segunda semana en el horario de las 8am**



Elaborado por: El autor, 2024.

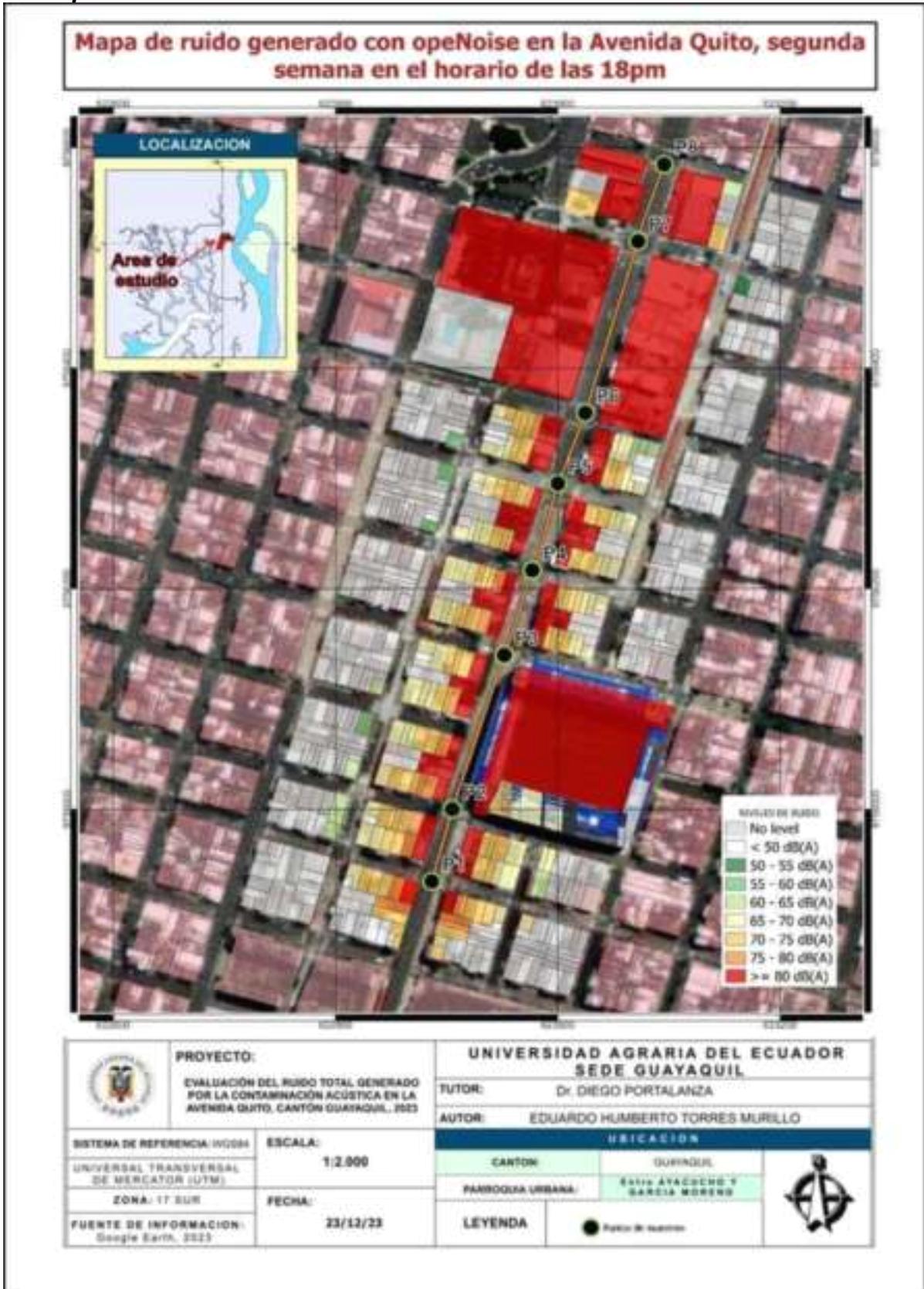
**Anexo N°29:**  
**Mapa de ruido de la Avenida Quito de la segunda semana en el horario de las 12pm**



Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°30:**

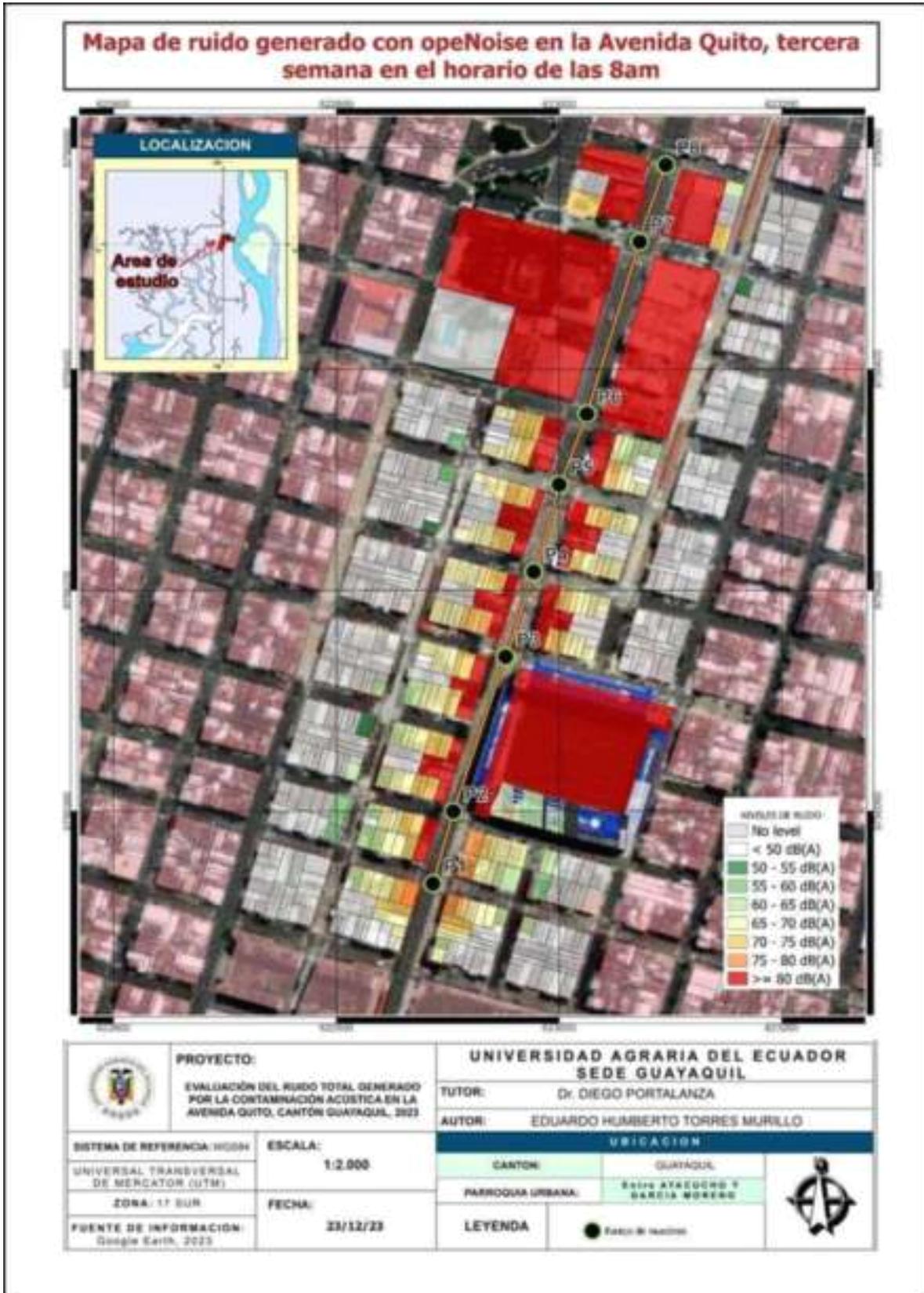
**Mapa de ruido de la Avenida Quito de la segunda semana en el horario de las 18pm**



Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°31:**

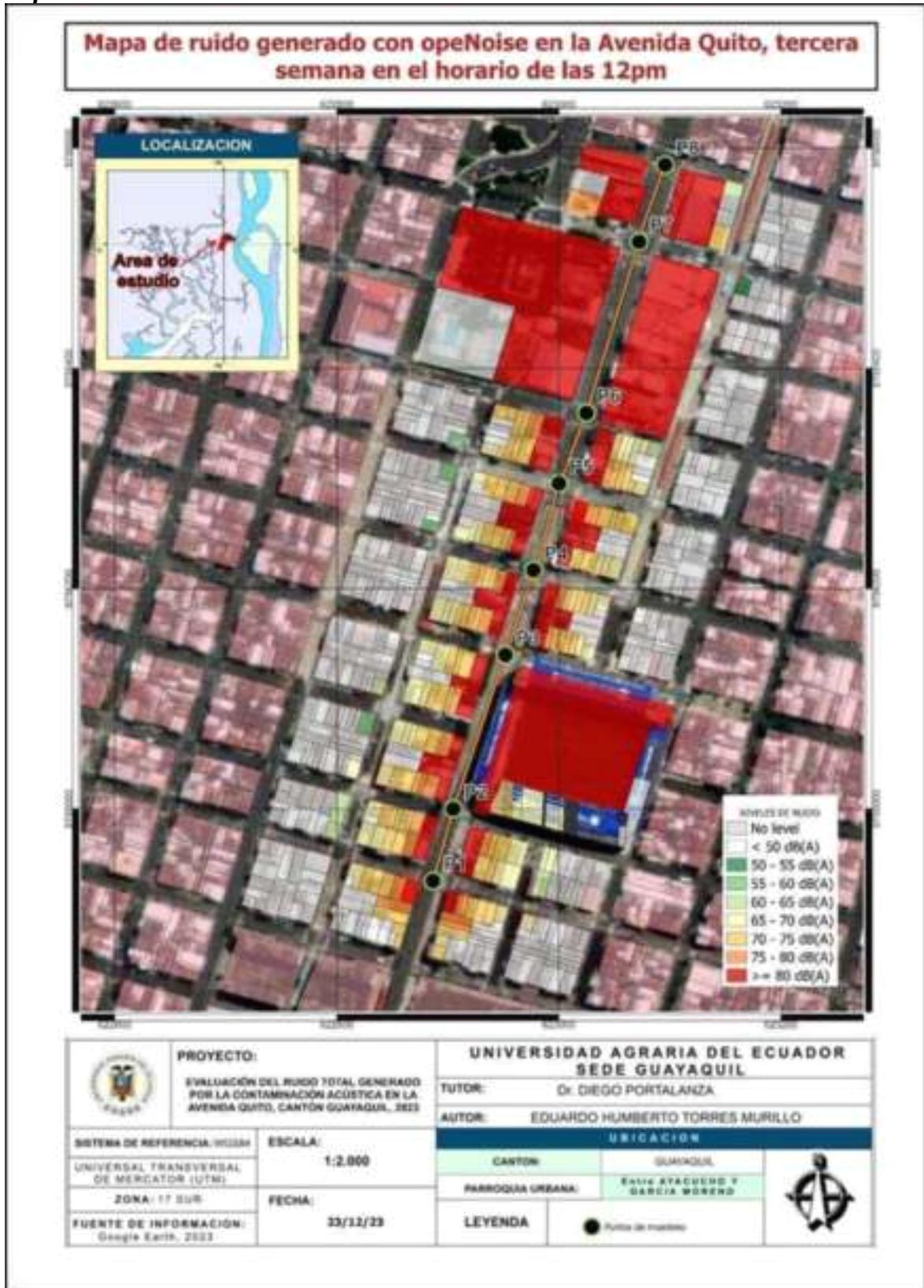
**Mapa de ruido de la Avenida Quito de la tercera semana en el horario de las 8am**



Elaborado por: El autor, 2024.

## Anexo N°32:

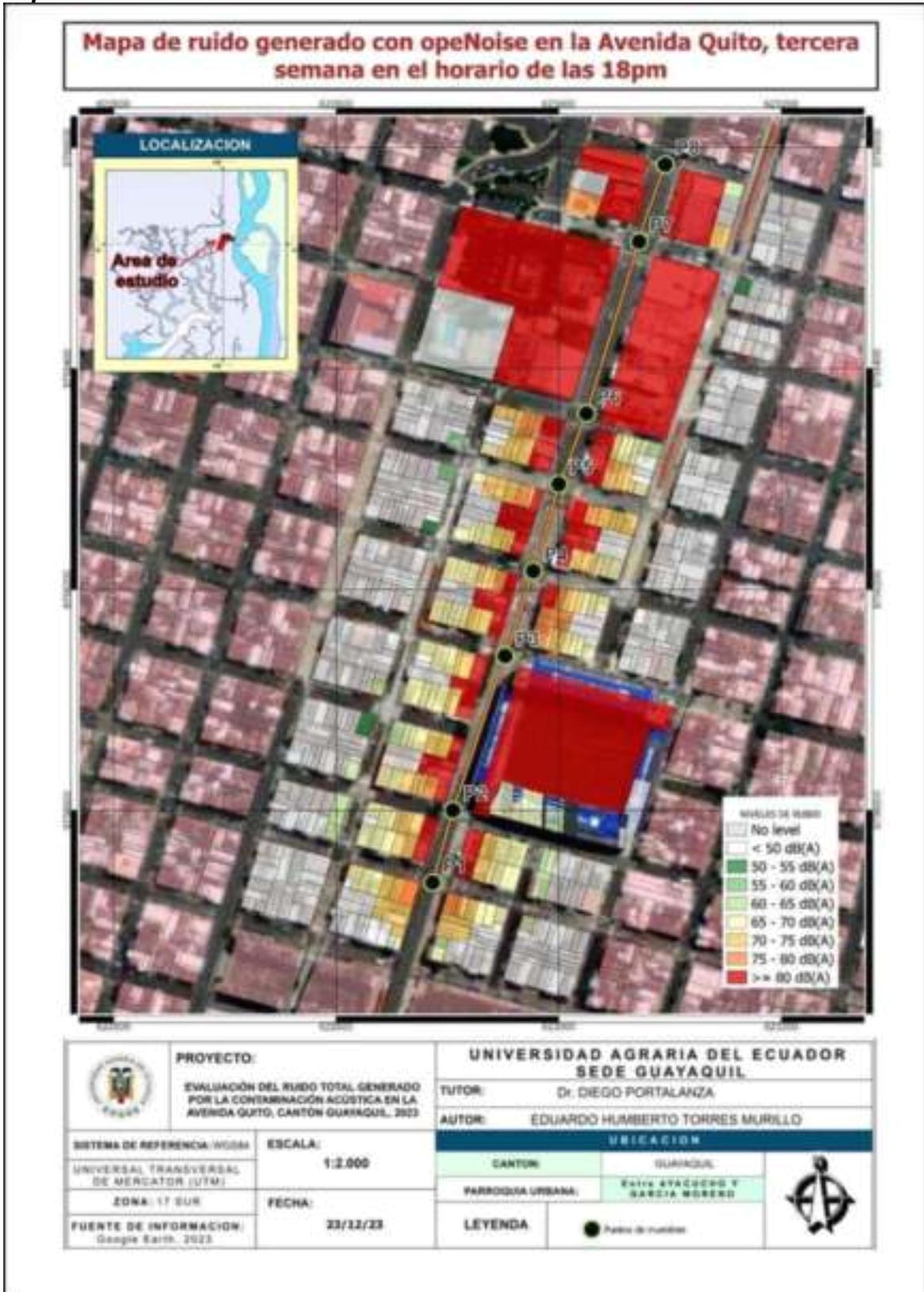
**Mapa de ruido de la Avenida Quito de la tercera semana en el horario de las 12pm**



Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°33:**

**Mapa de ruido de la Avenida Quito de la tercera semana en el horario de las 18pm**



Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°34:****Datos de mediciones en el horario 8 am de la primera semana**

			<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>	<b>M 5</b>
<b>16 de octubre</b>	<b>Lunes</b>	Punto 1	78.2	69.4	70.8	70.3	71,5
		Punto 2	67.6	68.8	70.1	70.5	69.3
		Punto 3	62.8	68.4	65.6	64.3	61.5
		Punto 4	68.3	69.9	71.5	66.9	72.6
		Punto 5	69.9	70.7	72.3	73.4	75.8
		Punto 6	72.3	68.6	74.3	73.4	74,6
		Punto 7	70.9	70.1	71.2	71.2	70.4
		Punto 8	76.7	69.9	73.4	72.6	73.3
<b>17 de octubre</b>	<b>Martes</b>	Punto 1	75.6	70.7	69.7	70.1	66.3
		Punto 2	67.8	69.9	70.2	72.3	72.8
		Punto 3	69.9	70.4	73.3	72.1	75.3
		Punto 4	68.1	72.5	71.7	72.8	70.8
		Punto 5	70.1	66.3	69.3	67.5	73.6
		Punto 6	71.2	69.4	69.9	72.2	73.7
		Punto 7	67.5	68.7	70.5	72.5	74.4
		Punto 8	68.4	69.1	72.3	70.2	71.8
<b>18 de octubre</b>	<b>Miércoles</b>	Punto 1	75.3	70.8	68.6	71.2	77.9
		Punto 2	68.9	69.9	70.5	72.1	69.6
		Punto 3	70.1	70.5	69.4	71.8	70.7
		Punto 4	70.4	71.1	69.2	71.6	73.2
		Punto 5	76.9	68.3	70.2	69.8	71.9
		Punto 6	69.4	70.1	73.3	74.2	71.1
		Punto 7	71.5	70.5	73.8	77.8	79.4
		Punto 8	67.8	68.9	70.4	82.2	80.6
<b>19 de octubre</b>	<b>Jueves</b>	Punto 1	68.5	69.9	70.4	71.1	73.3
		Punto 2	69.3	70.5	72.2	67.4	70.4
		Punto 3	72.1	73,1	70.4	73.3	71.2
		Punto 4	70.3	72.4	71.1	69.2	73.5
		Punto 5	77.8	68.4	70.1	69.5	71.5
		Punto 6	70.3	71.1	69.4	71.9	74.2
		Punto 7	70.6	70.8	73.8	78.6	69.7
		Punto 8	68.5	69.5	71.4	72.3	80.5
<b>20 de octubre</b>	<b>Viernes</b>	Punto 1	72.6	68.8	71.1	72.3	72.9
		Punto 2	69.4	70.4	73.7	72.4	71.5
		Punto 3	70.5	67.7	70.4	74.1	71.2
		Punto 4	71.4	69.1	71.1	72.4	73.1
		Punto 5	68.5	67.8	69.6	70.5	75.3
		Punto 6	69.9	70.6	69.9	71.3	74.2
		Punto 7	71.5	73.1	72.2	69.6	70.3
		Punto 8	70.2	79.6	70.2	73.2	80.6

Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°35:****Datos de mediciones en el horario 12 pm de la primera semana**

			<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>	<b>M 5</b>
<b>16 de octubre</b>	<b>Lunes</b>	Punto 1	75.3	70.8	68.6	75.7	71.5
		Punto 2	76.6	78,3	81.1	84.3	79.6
		Punto 3	76.7	69.9	73.4	72.6	73.3
		Punto 4	76.9	68.3	70.2	69.8	72.6
		Punto 5	77.4	74.4	79.3	73.8	75.1
		Punto 6	72.3	68.6	74.3	73.4	74.6
		Punto 7	78.1	70.2	77.5	81.7	69.1
		Punto 8	75.4	77.7	79.5	81.8	76.6
<b>17 de octubre</b>	<b>Martes</b>	Punto 1	78.1	70.2	77.5	81.7	69.1
		Punto 2	76.4	77.8	80.3	81,5	78.5
		Punto 3	75.3	67.6	70.4	75.6	77.1
		Punto 4	74.3	78.8	80.6	82.7	79.7
		Punto 5	77.5	80.2	79.7	81.6	86.1
		Punto 6	71.2	69.4	69.9	72.2	73.7
		Punto 7	71.1	69,3	68.2	70.4	71.2
		Punto 8	80.1	71,1	77.9	80,2	81,7
<b>18 de octubre</b>	<b>Miércoles</b>	Punto 1	70.2	72,2	74.9	72.1	74.4
		Punto 2	73.5	77,4	78.4	73.7	72.5
		Punto 3	77.7	79,5	81.8	76,6	79,9
		Punto 4	70.4	71.1	69.2	71.6	73.2
		Punto 5	76.9	68.3	70.2	69.8	71.9
		Punto 6	78.2	75.4	77.7	79.5	81,8
		Punto 7	70.4	72.2	67,9	70,2	72,2
		Punto 8	80.6	82.7	79.7	81,1	83.5
<b>19 de octubre</b>	<b>Jueves</b>	Punto 1	76.2	74.4	73,8	75,7	78.2
		Punto 2	73.5	75.2	80,1	71,1	77.9
		Punto 3	72.1	73.1	70.4	73.3	71.2
		Punto 4	71.3	73.4	72.1	69.2	73.5
		Punto 5	70.5	72.4	69.7	73.9	66.4
		Punto 6	74.3	70.1	69.4	73.9	71.2
		Punto 7	71.6	73.8	74.8	72.6	69.7
		Punto 8	75,4	77,7	79,5	81,8	76,6
<b>20 de octubre</b>	<b>Viernes</b>	Punto 1	75.6	68.8	74.1	73.3	72.5
		Punto 2	74,4	72.3	73.4	71.9	73.8
		Punto 3	75.4	73.1	74.2	70.6	72.2
		Punto 4	71.4	69.1	71.1	72.4	73.1
		Punto 5	73,3	76.4	72.9	74.2	73.4
		Punto 6	75.4	73.1	74.2	70.6	72.2
		Punto 7	71.5	74.1	76.2	67.6	75.3
		Punto 8	70.2	79.6	70.2	73.2	80.6

Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°36:****Datos de mediciones en el horario 6 pm de la primera semana**

			<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>	<b>M 5</b>
<b>16 de octubre</b>	<b>Lunes</b>	Punto 1	80.8	82.5	79,3	81,5	85,8
		Punto 2	82.4	84.4	87,2	90,9	92,1
		Punto 3	75.2	78.7	80,1	79,9	82,3
		Punto 4	80.5	83.3	76,4	79,7	80,5
		Punto 5	72.6	76.0	71.3	73.8	75.0
		Punto 6	70,4	75.6	77,1	80,3	81,1
		Punto 7	81,5	78.5	83,3	80,7	78,8
		Punto 8	75,1	79,6	80,2	83,3	85,1
<b>17 de octubre</b>	<b>Martes</b>	Punto 1	82,5	79,4	77,5	82,2	84,7
		Punto 2	78,4	81,3	85,1	88,4	90,1
		Punto 3	81,1	84,3	79,6	80,3	76,4
		Punto 4	74,3	78,8	80,6	82,7	79,7
		Punto 5	77,5	80,2	79,7	81,6	86,1
		Punto 6	71,2	69,4	69,9	72,2	73,7
		Punto 7	71,1	69,3	68,2	70,4	71,2
		Punto 8	80,1	71,1	77,9	80,2	81,7
<b>18 de octubre</b>	<b>Miércoles</b>	Punto 1	80,1	71,1	77,9	80,2	81,7
		Punto 2	77,7	79,5	81,8	67,1	72,6
		Punto 3	73,1	68,6	71,1	72,6	69,4
		Punto 4	70,4	71,1	69,2	71,6	73,2
		Punto 5	74,4	72,6	69,7	71,1	72,2
		Punto 6	72,7	74,1	77,7	80,5	82,4
		Punto 7	81,3	76,6	80,3	83,1	87,5
		Punto 8	64,3	78,4	79,4	80,2	81,1
<b>19 de octubre</b>	<b>Jueves</b>	Punto 1	74,4	72,1	76,5	77,3	78,4
		Punto 2	81,2	78,3	83,3	87,6	88,6
		Punto 3	72,1	73,1	70,4	73,3	71,2
		Punto 4	78,4	73,6	69,5	72,2	75,9
		Punto 5	74,1	80,5	77,3	75,3	70,2
		Punto 6	74,4	70,3	69,9	67,4	69,1
		Punto 7	70,5	67,8	72,4	75,3	73,6
		Punto 8	71,3	68,3	73,3	69,4	71,7
<b>20 de octubre</b>	<b>Viernes</b>	Punto 1	75,6	68,8	74,1	73,3	72,5
		Punto 2	74,4	72,3	73,4	71,9	73,8
		Punto 3	75,4	73,1	74,2	70,6	72,2
		Punto 4	76,8	83,2	82,2	80,1	79,2
		Punto 5	72,4	82,1	73,5	78,9	83,9
		Punto 6	72,6	77,4	67,4	68,5	72,6
		Punto 7	69,2	73,2	72,1	64,8	70,6
		Punto 8	73,7	71,2	69,7	65,5	71,8

Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°37:****Datos de mediciones en el horario 8 am de la segunda semana**

			<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>	<b>M 5</b>
<b>23 de octubre</b>	<b>Lunes</b>	Punto 1	72.0	73.6	71.1	70.0	75.4
		Punto 2	73.4	72.0	77.9	77.4	79.0
		Punto 3	76.7	69.9	73.4	72.6	73.3
		Punto 4	72.7	71.0	69.4	72.6	75.0
		Punto 5	70.9	70.1	71.2	71.2	70.4
		Punto 6	79.2	71.4	78.3	79.5	74.0
		Punto 7	77.1	75.7	73.8	76.7	75.0
		Punto 8	72.3	68.6	74.3	73.4	74.6
<b>24 de octubre</b>	<b>Martes</b>	Punto 1	75.6	70.7	69.7	70.1	66.3
		Punto 2	72.0	70.7	74.0	78.0	72.5
		Punto 3	74.7	71.0	69.4	72.6	75.0
		Punto 4	68.1	72.5	71.7	72.8	70.8
		Punto 5	70.1	66.3	69.3	67.5	73.6
		Punto 6	71.2	69.4	69.9	72.2	73.7
		Punto 7	73.2	69.0	71.0	72.4	72.0
		Punto 8	68.4	69.1	72.3	70.2	71.8
<b>25 de octubre</b>	<b>Miércoles</b>	Punto 1	75.3	70.8	68.6	71.2	77.9
		Punto 2	74.6	72.2	73.0	79.0	76.0
		Punto 3	70.1	70.5	69.4	71.8	70.7
		Punto 4	73.4	72.5	83.2	79.3	81.0
		Punto 5	76.9	68.3	70.2	69.8	71.9
		Punto 6	69.4	70.1	73.3	74.2	71.1
		Punto 7	71.5	70.5	73.8	77.8	79.4
		Punto 8	71.1	72.6	78.3	75.0	79.5
<b>26 de octubre</b>	<b>Jueves</b>	Punto 1	68.5	69.9	70.4	71.1	73.3
		Punto 2	71.5	74.2	73.2	75.5	78.9
		Punto 3	72.1	73,1	70.4	73.3	71.2
		Punto 4	70.3	72.4	71.1	69.2	73.5
		Punto 5	77.8	68.4	70.1	69.5	71.5
		Punto 6	74.0	83.0	79.0	81.0	72.0
		Punto 7	70.6	70.8	73.8	78.6	69.7
		Punto 8	79.0	74.0	75.0	78.0	80.5
<b>27 de octubre</b>	<b>Viernes</b>	Punto 1	77.0	68.4	76.3	74.0	71.0
		Punto 2	87.0	74.5	73.3	74.5	72.7
		Punto 3	70.5	67.7	70.4	74.1	71.2
		Punto 4	71.4	69.1	71.1	72.4	73.1
		Punto 5	76.0	74.0	72.0	73.0	71.0
		Punto 6	77.5	75.7	72.1	74.5	76.0
		Punto 7	71.5	73.1	72.2	69.6	70.3
		Punto 8	78.0	71.0	73.5	74.0	79.7

Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°38:****Datos de mediciones en el horario 12 pm de la segunda semana**

			<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>	<b>M 5</b>
<b>23 de octubre</b>	<b>Lunes</b>	Punto 1	76,7	77,5	79,5	81,4	85,6
		Punto 2	78,5	81,6	83,3	84,2	87,4
		Punto 3	77,3	80,2	82,3	79,8	84,3
		Punto 4	82,7	85,9	84,6	88,1	91,6
		Punto 5	74,6	74,4	79,0	75,8	75,1
		Punto 6	75,6	77,2	80,2	82,5	79,4
		Punto 7	77,5	82,2	84,7	81,1	85,5
		Punto 8	72,5	74,4	76,2	78,4	81,3
<b>24 de octubre</b>	<b>Martes</b>	Punto 1	85,1	88,4	90,1	87,6	91,2
		Punto 2	76,4	77,8	80,3	81,5	78,5
		Punto 3	74,2	76,6	78,3	81,1	84,3
		Punto 4	81,3	83,6	80,5	82,7	84,3
		Punto 5	76,1	75,3	77,7	75,4	79,1
		Punto 6	76,8	77,7	79,1	82,4	84,4
		Punto 7	78,7	76,4	76,9	75,2	78,7
		Punto 8	80,1	71,1	77,9	80,2	81,7
<b>25 de octubre</b>	<b>Miércoles</b>	Punto 1	75,2	76,1	78,3	80,5	83,3
		Punto 2	76,5	79,4	80,3	79,5	80,4
		Punto 3	77,7	79,5	81,8	76,6	79,9
		Punto 4	78,1	70,2	77,5	81,7	69,1
		Punto 5	77,7	75,3	67,6	70,4	75,6
		Punto 6	76,4	77,8	80,3	81,5	78,5
		Punto 7	70,4	72,2	67,9	70,2	72,2
		Punto 8	75,9	70,2	73,7	75,1	79,6
<b>26 de octubre</b>	<b>Jueves</b>	Punto 1	79,1	74,3	78,8	80,6	82,7
		Punto 2	73,5	75,2	80,1	71,1	77,9
		Punto 3	72,1	73,1	70,4	73,3	71,2
		Punto 4	76,7	77,5	80,2	79,7	81,6
		Punto 5	78,2	75,4	77,7	79,5	81,8
		Punto 6	74,3	70,1	69,4	73,9	71,2
		Punto 7	77,3	79,3	77,5	80,5	82,4
		Punto 8	75,4	77,7	79,5	81,8	76,6
<b>27 de octubre</b>	<b>Viernes</b>	Punto 1	77,9	80,2	81,7	79,4	81,3
		Punto 2	70,4	73,5	75,2	80,1	71,1
		Punto 3	75,4	73,1	74,2	70,6	72,2
		Punto 4	71,4	69,1	71,1	72,4	73,1
		Punto 5	73,3	76,4	72,9	74,2	73,4
		Punto 6	70,2	72,2	70,7	73,1	68,6
		Punto 7	66,1	69,3	65,1	71,8	69,4
		Punto 8	68,3	67,7	70,5	69,7	70,5

Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°39:****Datos de mediciones en el horario 6 pm de la segunda semana**

			<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>	<b>M 5</b>
<b>23 de octubre</b>	<b>Lunes</b>	Punto 1	73.3	78.2	77.6	72.8	78.4
		Punto 2	66.7	64.3	62.4	65.9	72.5
		Punto 3	70.9	72.9	76.2	71.5	82.8
		Punto 4	71.1	73.3	78.3	74.7	80.8
		Punto 5	80.6	79.9	81.2	84.7	88.1
		Punto 6	75.2	81.8	84.6	86.6	73.3
		Punto 7	82.7	84.3	80.1	82.2	84.8
		Punto 8	76.5	70.1	69.8	73.6	75.5
<b>24 de octubre</b>	<b>Martes</b>	Punto 1	80.1	83.1	84.1	81.6	85.2
		Punto 2	76,4	77,8	80,3	81,5	78,5
		Punto 3	74,2	76,6	78,3	81,1	84,3
		Punto 4	76.8	77.8	80.8	73.5	83.9
		Punto 5	74.4	76.3	63.8	68.4	73.8
		Punto 6	76.5	68.4	69.2	71.3	70.9
		Punto 7	69.3	70.6	73.3	72.4	69.6
		Punto 8	77.8	83.2	80.7	82.5	86.1
<b>25 de octubre</b>	<b>Miércoles</b>	Punto 1	78.1	81.2	79.3	75.7	83.2
		Punto 2	76,5	79,4	80,3	79,5	80,4
		Punto 3	77,7	79,5	81,8	76,6	79,9
		Punto 4	75.8	77.8	73.6	81.7	83.3
		Punto 5	73.3	76.7	80.2	79.7	81.6
		Punto 6	76.2	78.6	80.3	82.2	71.9
		Punto 7	70,4	72,2	67,9	70,2	72,2
		Punto 8	75,9	70,2	73,7	75,1	79,6
<b>26 de octubre</b>	<b>Jueves</b>	Punto 1	72.8	76.8	80.4	79.8	83.3
		Punto 2	78.6	80.7	83.3	86.2	79.5
		Punto 3	67.4	69.4	70.1	73.4	68.8
		Punto 4	76,7	77,5	80,2	79,7	81,6
		Punto 5	74.2	71.6	75.8	72.1	77.8
		Punto 6	72.1	73.3	74.2	76.6	78.1
		Punto 7	75.9	72.7	76.1	77.4	74.6
		Punto 8	74,9	72,1	74,4	77,5	75,1
<b>27 de octubre</b>	<b>Viernes</b>	Punto 1	72,3	75,2	73,7	76,5	73,3
		Punto 2	70,4	73,5	75,2	80,1	71,1
		Punto 3	75.4	73.1	74.2	70.6	72.2
		Punto 4	71.4	69.1	71.1	72.4	73.1
		Punto 5	75,4	77,7	79,5	81,8	67,1
		Punto 6	70,7	73,1	68,6	71,1	72,6
		Punto 7	65,1	71,8	69,4	72,3	75,9
		Punto 8	70,5	69,7	70,5	72,4	69,7

Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°40:****Datos de mediciones en el horario 8 am de la tercera semana**

			<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>	<b>M 5</b>
<b>30 de octubre</b>	<b>Lunes</b>	Punto 1	84.6	70.8	71.4	74.0	92.0
		Punto 2	76.7	75.4	73.1	78.0	79.5
		Punto 3	62.8	68.4	65.6	64.3	61.5
		Punto 4	76.0	75.0	72.7	74.2	76.1
		Punto 5	69.9	70.7	72.3	73.4	75.8
		Punto 6	72.3	68.6	74.3	73.4	74.6
		Punto 7	88.0	69.0	72.0	74.3	75.0
		Punto 8	76.7	69.9	73.4	72.6	73.3
<b>31 de octubre</b>	<b>Martes</b>	Punto 1	75.6	70.7	69.7	70.1	66.3
		Punto 2	67.8	69.9	70.2	72.3	72.8
		Punto 3	69.9	70.4	73.3	72.1	75.3
		Punto 4	83.5	73.8	74.0	74.1	73.5
		Punto 5	70.1	66.3	69.3	67.5	73.6
		Punto 6	73.0	71.5	74.0	78.0	80.9
		Punto 7	67.5	68.7	70.5	72.5	74.4
		Punto 8	83.2	72.0	74.4	75.0	73.0
<b>1 de noviembre</b>	<b>Miércoles</b>	Punto 1	75.3	70.8	68.6	71.2	77.9
		Punto 2	73.7	78.0	74.7	79.5	76.7
		Punto 3	77.2	75.0	79.5	76.3	79.6
		Punto 4	76.1	70.6	78.2	75.1	79.5
		Punto 5	76.9	68.3	70.2	69.8	71.9
		Punto 6	74.9	70.1	75.6	72.0	78.0
		Punto 7	71.5	70.5	73.8	77.8	79.4
		Punto 8	67.8	68.9	70.4	82.2	80.6
<b>2 de noviembre</b>	<b>Jueves</b>	Punto 1	88.0	64.0	71.9	72.0	72.0
		Punto 2	74.8	79.0	78.7	73.4	75.0
		Punto 3	72.1	73,1	70.4	73.3	71.2
		Punto 4	70.3	72.4	71.1	69.2	73.5
		Punto 5	77.8	68.4	70.1	69.5	71.5
		Punto 6	70.3	71.1	69.4	71.9	74.2
		Punto 7	70.6	70.8	73.8	78.6	69.7
		Punto 8	68.5	69.5	71.4	72.3	80.5
<b>3 de noviembre</b>	<b>Viernes</b>	Punto 1	72.6	68.8	71.1	72.3	72.9
		Punto 2	79.0	73.0	76.0	74.6	71.0
		Punto 3	83.0	70.6	73.0	72.0	70.0
		Punto 4	71.4	69.1	71.1	72.4	73.1
		Punto 5	68.5	67.8	69.6	70.5	75.3
		Punto 6	82.3	78.0	76.6	74.7	75.0
		Punto 7	78.1	75.0	79.5	76.0	79.4
		Punto 8	70.2	79.6	70.2	73.2	80.6

Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°41:****Datos de mediciones en el horario 12 pm de la tercera semana**

			<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>	<b>M 5</b>
<b>30 de octubre</b>	<b>Lunes</b>	Punto 1	73.2	74.4	81,3	83,3	79,4
		Punto 2	71.8	76.6	82,4	81,9	82,5
		Punto 3	79.9	80,4	78,4	81,5	77,9
		Punto 4	74.4	72,6	69,7	71,1	72,2
		Punto 5	72.7	74,1	77,7	80,5	82,4
		Punto 6	74.4	70,3	69,9	71,1	72,5
		Punto 7	78.1	70,2	77,5	81,7	69,1
		Punto 8	73.3	74,1	82,4	76,3	75,5
<b>31 de octubre</b>	<b>Martes</b>	Punto 1	70.3	72,2	68,8	73,1	70,9
		Punto 2	73.1	70,7	73,3	76,2	70,3
		Punto 3	69.4	68,2	70,4	72,2	67,9
		Punto 4	75.5	72,1	74,5	76,3	81,2
		Punto 5	72.1	72,3	69,7	70,6	72,7
		Punto 6	68,3	66,4	70,7	69,4	72,1
		Punto 7	71,4	72,7	67,9	72,2	73,3
		Punto 8	80,1	71,1	77,9	80,2	81,7
<b>1 de noviembre</b>	<b>Miércoles</b>	Punto 1	70,2	72,2	74,9	72,1	74,4
		Punto 2	73,5	77,4	78,4	73,7	72,5
		Punto 3	73,3	75,1	80,4	77,3	75,5
		Punto 4	70,7	70,4	73,3	74,1	76,6
		Punto 5	74,4	84,7	82,5	72,6	71,7
		Punto 6	70,2	72,2	74,4	81,1	73,2
		Punto 7	78,4	73,6	69,5	72,2	75,9
		Punto 8	74,1	80,5	77,3	75,3	70,2
<b>2 de noviembre</b>	<b>Jueves</b>	Punto 1	74,4	70,3	69,9	67,4	69,1
		Punto 2	70,5	67,8	72,4	75,3	73,6
		Punto 3	71,3	68,3	73,3	69,4	71,7
		Punto 4	71,3	73,4	72,1	69,2	73,5
		Punto 5	70,5	72,4	69,7	73,9	66,4
		Punto 6	74,3	70,1	69,4	73,9	71,2
		Punto 7	71,6	73,8	74,8	72,6	69,7
		Punto 8	75,4	77,7	79,5	81,8	76,6
<b>3 de noviembre</b>	<b>Viernes</b>	Punto 1	75,6	68,8	74,1	73,3	72,5
		Punto 2	74,4	72,3	73,4	71,9	73,8
		Punto 3	75,4	73,1	74,2	70,6	72,2
		Punto 4	80,1	71,1	77,9	80,2	81,7
		Punto 5	77,7	79,5	81,8	67,1	72,6
		Punto 6	73,1	68,6	71,1	72,6	69,4
		Punto 7	71,8	69,4	72,3	75,9	80,1
		Punto 8	70,7	70,5	72,4	69,7	73,9

Elaborado por: El autor, 2024.

**Anexo N°42:****Datos de mediciones en el horario 6 pm de la tercera semana**

			<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>	<b>M 5</b>
<b>30 de octubre</b>	<b>Lunes</b>	Punto 1	81,5	78,5	83,3	80,7	78,8
		Punto 2	75,1	79,6	80,2	83,3	85,1
		Punto 3	80,6	82,7	79,7	81,1	83,5
		Punto 4	79,7	81,6	86,1	83,9	87,3
		Punto 5	75,9	70,2	73,7	75,1	79,6
		Punto 6	79,1	74,3	78,8	80,6	82,7
		Punto 7	76,7	77,5	80,2	79,7	81,6
		Punto 8	78,2	75,4	77,7	79,5	81,8
<b>31 de octubre</b>	<b>Martes</b>	Punto 1	70,3	72,2	68,8	73,1	70,9
		Punto 2	73,1	70,7	73,3	76,2	70,3
		Punto 3	73,8	75,7	78,2	76,6	80,3
		Punto 4	75,3	77,4	81,8	75,2	72,5
		Punto 5	68,2	70,4	71,2	74,4	82,3
		Punto 6	80,1	71,1	77,9	80,2	81,7
		Punto 7	71,4	72,7	67,9	72,2	73,3
		Punto 8	70,2	75,1	69,4	72,3	75,2
<b>1 de noviembre</b>	<b>Miércoles</b>	Punto 1	74,5	71,9	70,2	73,5	77,4
		Punto 2	72,2	68,2	69,1	67,2	71,7
		Punto 3	68,8	70,1	72,2	75,3	77,6
		Punto 4	70,3	72,2	68,8	73,1	70,9
		Punto 5	73,1	70,7	73,3	76,2	70,3
		Punto 6	69,4	68,2	70,4	72,2	67,9
		Punto 7	72,1	72,3	69,7	70,6	72,7
		Punto 8	68,3	66,4	70,7	69,4	72,1
<b>2 de noviembre</b>	<b>Jueves</b>	Punto 1	71,4	72,7	67,9	72,2	73,3
		Punto 2	70,5	67,8	72,4	75,3	73,6
		Punto 3	71,3	68,3	73,3	69,4	71,7
		Punto 4	71,3	73,4	72,1	69,2	73,5
		Punto 5	74,4	84,7	82,5	72,6	71,7
		Punto 6	70,2	72,2	74,4	81,1	73,2
		Punto 7	78,4	73,6	69,5	72,2	75,9
		Punto 8	74,1	80,5	77,3	75,3	70,2
<b>3 de noviembre</b>	<b>Viernes</b>	Punto 1	75,6	68,8	74,1	73,3	72,5
		Punto 2	74,4	72,3	73,4	71,9	73,8
		Punto 3	70,4	71,2	74,4	82,3	81,7
		Punto 4	71,1	77,9	80,2	81,7	79,4
		Punto 5	79,5	81,8	67,1	72,6	69,5
		Punto 6	72,2	68,2	69,1	67,2	71,7
		Punto 7	68,8	70,1	72,2	75,3	77,6
		Punto 8	71,1	73,5	72,1	70,6	74,9

Elaborado por: El autor, 2024.