



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EN
EL CANTÓN SIMÓN BOLÍVAR CON LA UTILIZACIÓN DE
HERRAMIENTAS SIG**

AUTOR

RIOS VILLACÍS YELITZA CAROLINA

TUTOR

ING. CANTOS SÁNCHEZ EDWIN, MSc.

MILAGRO, ECUADOR

2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. CANTOS SANCHEZ EDWIN MSc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EN EL CANTÓN SIMÓN BOLÍVAR CON LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG**, realizado por la estudiante **RIOS VILLACÍS YELITZA CAROLINA**; con cédula de identidad N°0929713402 de la carrera **INGENIERÍA AMBIENTAL**, Unidad Académica **Milagro**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. CANTOS SANCHEZ EDWIN MSc.
Tutor

Milagro, 23 de abril del 2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA 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 DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EN EL CANTÓN SIMÓN BOLÍVAR CON LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG”, realizado por la estudiante RIOS VILLACÍS YELITZA CAROLINA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Dr. Freddy Arcos Ramos, MSc.
PRESIDENTE

Ing. Luis Tapia Yanez, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Luis Raffo Folleco, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 23 de abril del 2026

Dedicatoria

Dedico esta tesis con todo mi amor a mis padres y hermanos, por ser mi compañía y fortaleza en cada paso, por creer en mí y acompañarme en este camino y darme su apoyo constante. ¡Gracias por creer en mí!

Agradecimiento

Expreso mis más sinceros agradecimientos primero a Dios, por darme salud, vida y sabiduría para poder culminar mis estudios.

A mis padres (Ricardo y Mariella) y hermanos (Roger y Britney) por su confianza y apoyo incondicional. Agradezco por todos los sacrificios, motivarme a seguir y por ser un pilar fundamental para que esto sea posible.

A mis profesores, por compartir sus conocimientos, orientación y apoyo a lo largo de este proceso académico. Sus enseñanzas fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo RIOS VILLACIS YELITZA CAROLINA, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EN EL CANTÓN SIMÓN BOLÍVAR CON LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG” para optar el título de INGENIERA AMBIENTAL, por la 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 autora 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.

Milagro, 23 de abril del 2026

RIOS VILLACIS YELITZA CAROLINA

C.I. 0929713402

RESUMEN

La contaminación sonora constituye una de las principales problemáticas ambientales en entornos urbanos debido a sus efectos sobre la salud y el bienestar de la población. El presente estudio, titulado Evaluación de la contaminación sonora en el cantón Simón Bolívar con la utilización de herramientas SIG, tuvo como objetivo evaluar los niveles de ruido ambiental mediante mediciones en campo y análisis espacial para determinar su distribución territorial. La metodología adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, con diseño no experimental y transversal. Se realizaron mediciones en diez puntos georreferenciados durante cinco días consecutivos, en horarios diurno, vespertino y nocturno, utilizando un sonómetro clase 1. Los datos fueron procesados mediante interpolación espacial IDW en un entorno de Sistemas de Información Geográfica y comparados con la Norma Técnica INEN y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. Los resultados evidenciaron que amplias zonas del área urbana presentan niveles de presión sonora superiores a los límites permisibles, especialmente en sectores cercanos a vías principales y áreas comerciales. Se concluye que la contaminación sonora representa una problemática ambiental relevante en el cantón, por lo que se recomienda implementar estrategias de gestión del tránsito y planificación territorial sustentadas en herramientas SIG.

Palabras clave: contaminación sonora; ruido ambiental; SIG; monitoreo acústico; planificación urbana

ABSTRACT

Noise pollution represents one of the main environmental challenges in urban areas due to its impact on public health and quality of life. This study, entitled *Assessment of Noise Pollution in Simón Bolívar Canton Using GIS Tools*, aimed to evaluate environmental noise levels through field measurements and spatial analysis to determine their territorial distribution. A quantitative, descriptive approach with a non-experimental and cross-sectional design was applied. Measurements were conducted at ten georeferenced monitoring points over five consecutive days during daytime, evening, and nighttime periods using a Class 1 sound level meter. Data were processed through IDW spatial interpolation within a Geographic Information System environment and compared with the Ecuadorian Technical Standard INEN 2391:2011 and World Health Organization guidelines. The results showed that extensive urban areas exceed permissible noise limits, particularly near main roads and commercial zones. It is concluded that noise pollution constitutes a significant environmental issue in the canton, and traffic management and land-use planning strategies supported by GIS tools are recommended.

Keywords: noise pollution; environmental noise; GIS; acoustic monitoring; urban planning.

INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	III
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
INDICE GENERAL	IX
INDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.3 Justificación de la investigación	17
1.4 Delimitación de la investigación.....	18
1.5 Objetivo general.....	18
1.6 Objetivos específicos	18
1.7 Hipótesis o idea a defender	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Estado del arte.....	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 Enfoque de la investigación	30
3.2 Tipo y alcance de la investigación	30
3.3 Diseño de investigación	30
3.4 Variables	31

3.5 Tratamientos o Diseño del muestreo	32
3.6 Recolección de datos.....	33
3.6.1 <i>Recursos</i>	33
3.6.2 <i>Métodos y técnicas</i>	33
3.7 Análisis estadístico	34
4. RESULTADOS	35
4.1 Identificación de principales fuentes de ruido ambiental	35
4.1.1 <i>Fuentes identificadas por zona</i>	35
4.1.2 <i>Cuantificación de las fuentes de ruido ambiental</i>	36
4.2 Puntos de monitoreo georreferenciados y distribución espacial del ruido	36
4.2.1 Distribución espacial del ruido en periodo diurno	38
4.2.2 Distribución espacial del ruido en el período vespertino	42
4.2.3 Distribución espacial del ruido en el período nocturno	46
4.3 Recomendaciones técnicas para la mitigación del ruido en las zonas más afectadas.....	50
4.3.1 Gestión del tránsito y movilidad urbana	50
4.3.2 Ordenamiento territorial y control del uso del suelo	50
4.3.3 Implementación de barreras acústicas.....	51
4.3.4 Fortalecimiento del control y la fiscalización ambiental	51
4.3.5 Sensibilización y educación ambiental	51
5. DISCUSIONES	52
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
6.1 Conclusiones	54
6.2 Recomendaciones	55
7. BIBLIOGRAFÍA	56

ANEXOS 59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	31
Tabla 2. Diseño de muestreo	33
Tabla 3. Cuantificación preliminar de fuentes	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura. 1 Mapa de Puntos de Muestreo	37
Figura. 2 Distribución espacial de ruido diurno.....	39
Figura. 3 Mapa reclasificado de distribución espacial de ruido diurno	41
Figura. 4 Mapa distribución espacial de ruido vespertino.....	43
Figura. 5 Mapa reclasificado de distribución espacial de ruido vespertino	45
Figura. 6 Mapa distribución espacial de ruido nocturno	47
Figura. 7 Mapa reclasificado de distribución espacial de ruido nocturno	49
Figura. 8 Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental en el cantón Simón Bolívar.....	59
Figura. 9. Promedio de datos tomados en campo.....	59
Figura. 10. Instrumento utilizado para medir Db de ruido.....	60
Figura. 11. Toma de datos en Punto 1 de monitoreo	60
Figura. 12. Datos tomados en campo	61
Figura. 13. Medición de ruido en punto de control	61
Figura. 14. Toma de datos en punto de control P5	62
Figura. 15. Instrumento de medición	62
Figura. 16. Decibeles de ruido tomados en punto de control P7	63
Figura. 17. Decibeles de ruido tomados en punto de control P7	63
Figura. 18. Decibeles marcados en instrumento de medición	64

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

La contaminación sonora se ha consolidado como una de las problemáticas ambientales menos visibles, pero de mayor impacto en la salud pública y la calidad de vida urbana. Esta forma de contaminación, generada principalmente por el tránsito vehicular, la actividad comercial y la expansión urbana desordenada, puede provocar efectos fisiológicos y psicológicos como estrés, insomnio, fatiga, pérdida auditiva y enfermedades cardiovasculares (Organización Mundial de la Salud, 2018).

En América Latina, el aumento del parque automotor y la urbanización acelerada han provocado un incremento significativo de los niveles de ruido en las ciudades. Esta situación no siempre ha sido acompañada de mecanismos de monitoreo adecuados. Según Jiménez, Castro y Molina (2021), en muchos municipios se carece de mapas acústicos actualizados, lo que limita la identificación de zonas de riesgo y la planificación de acciones correctivas.

En el contexto ecuatoriano, la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2391:2011 establece los niveles máximos de presión sonora permitidos según el uso del suelo y el horario. No obstante, Fernández, Paredes y Vargas (2020) señalan que su cumplimiento es deficiente, especialmente en cantones pequeños donde no existe capacidad técnica ni institucional para su aplicación efectiva. Esto genera una brecha entre el marco normativo y la realidad territorial.

El cantón Simón Bolívar, ubicado en la provincia del Guayas, ha evidenciado un incremento progresivo de actividades comerciales, vehiculares y recreativas, generando múltiples fuentes de ruido no reguladas. García y Paredes (2019) identificaron que, en cantones similares como Durán, el transporte público y las zonas comerciales son las principales fuentes generadoras de presión sonora, con impactos directos sobre la población cercana.

Sin embargo, en el cantón Simón Bolívar no existen estudios previos que hayan evaluado de forma sistemática y técnica los niveles de ruido ambiental. Esta falta de información impide que las autoridades locales tomen

decisiones informadas y apliquen medidas correctivas basadas en datos reales (Rincón, Torres y Delgado, 2020).

El uso de herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha demostrado ser eficaz en la evaluación espacial de la contaminación acústica. Cuesta, Martínez y Valdivieso (2022) desarrollaron un estudio en la ciudad de Ambato donde integraron mediciones en campo con análisis espacial, logrando identificar zonas críticas y proponer medidas de mitigación a partir de la visualización cartográfica.

Asimismo, la literatura científica resalta que los efectos del ruido son más severos en grupos vulnerables como niños, adultos mayores y personas con enfermedades crónicas. Restrepo y Salazar (2021) señalan que la exposición constante a altos niveles de presión sonora puede alterar el aprendizaje, afectar el sueño y generar alteraciones emocionales, especialmente en entornos escolares y residenciales.

Por ello, se hace necesario implementar un estudio técnico en el cantón Simón Bolívar que evalúe la contaminación sonora mediante mediciones acústicas georreferenciadas y análisis SIG. Esto permitirá generar información científica confiable, identificar zonas de riesgo y proponer estrategias de mitigación con enfoque territorial y preventivo (Martínez, Espinoza, Llumiquinga y Ramírez, 2020).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 *Planteamiento del problema*

El cantón Simón Bolívar, ubicado en la provincia del Guayas, ha registrado en los últimos años un crecimiento sostenido en actividades urbanas, comerciales y de transporte, lo cual ha incrementado significativamente las fuentes emisoras de ruido ambiental. A pesar de este fenómeno, la contaminación sonora en esta jurisdicción ha sido escasamente documentada y regulada, lo que genera una brecha importante en el conocimiento técnico y en la formulación de políticas públicas locales.

En ausencia de mecanismos permanentes de monitoreo acústico, la exposición constante a niveles elevados de ruido puede representar una amenaza latente para la salud auditiva, mental y cardiovascular de la

población, particularmente en zonas densamente habitadas o cercanas a ejes viales. Esta problemática es más crítica si se considera que muchas comunidades, centros educativos y espacios recreativos se ubican en áreas potencialmente afectadas por altos niveles de presión sonora, sin que existan acciones correctivas oportunas por parte de las autoridades.

La Norma Técnica Ecuatoriana (INEN) 2391:2011 establece límites permisibles para el ruido ambiental dependiendo del tipo de zona (residencial, comercial o industrial), sin embargo, la falta de información georreferenciada y mediciones técnicas impide determinar con precisión el grado de cumplimiento de esta normativa en el cantón (INEN, 2011). Asimismo, las autoridades municipales no disponen de herramientas técnicas que permitan priorizar zonas de intervención ni gestionar planes de ordenamiento territorial con enfoque acústico.

La aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrece la posibilidad de integrar datos de medición de ruido con variables espaciales, facilitando la identificación de zonas críticas, la modelación de escenarios de exposición y la planificación de acciones correctivas basadas en evidencia. No obstante, en Simón Bolívar no se han desarrollado estudios que apliquen estas tecnologías, lo cual limita la capacidad del gobierno local para gestionar esta problemática de manera integral.

Por tanto, se evidencia la necesidad urgente de evaluar de forma técnica y territorial la contaminación sonora en el cantón Simón Bolívar, a través del uso de herramientas SIG, con el fin de generar información científica que sirva de base para la toma de decisiones, el diseño de políticas de mitigación y la protección del bienestar de sus habitantes.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los niveles de contaminación sonora existentes en el cantón Simón Bolívar y cómo se distribuyen espacialmente según el análisis con herramientas SIG?

1.3 Justificación de la investigación

La contaminación sonora representa una amenaza silenciosa pero constante para el bienestar humano y ambiental, especialmente en zonas donde no se cuenta con mecanismos de control ni políticas claras para su gestión. En este contexto, el cantón Simón Bolívar enfrenta un problema subestimado: la exposición de su población a niveles elevados de ruido ambiental, generado principalmente por fuentes móviles (como el transporte vehicular) y fuentes fijas (actividades comerciales o industriales), sin que exista una evaluación técnica ni datos que permitan cuantificar este fenómeno de forma precisa.

Esta investigación se justifica por la necesidad de llenar el vacío existente en cuanto a información actualizada y georreferenciada sobre los niveles de presión sonora en el cantón. Actualmente, la falta de monitoreo impide determinar el grado de cumplimiento de la normativa nacional vigente, como la Norma Técnica INEN 2391:2011, y limita la capacidad del gobierno local para diseñar estrategias de mitigación eficaces (INEN, 2011). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), evaluar esta problemática es crucial no solo por los efectos negativos que el ruido tiene sobre la salud pública — como estrés, pérdida de audición o enfermedades cardiovasculares— sino también porque afecta la calidad de vida, el rendimiento escolar y las dinámicas sociales en general (OMS, 2018).

Desde un punto de vista teórico y científico, el estudio contribuirá al desarrollo del conocimiento en el campo de la gestión ambiental acústica, a través de la incorporación de tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten integrar, analizar y visualizar datos espaciales de forma precisa y dinámica (Cuesta, 2022). Esta integración metodológica no solo refuerza el enfoque técnico de la investigación, sino que también proporciona una herramienta valiosa para la planificación urbana sostenible.

Asimismo, los resultados del estudio serán útiles para las autoridades municipales, instituciones educativas y organizaciones sociales, ya que permitirán tomar decisiones informadas, priorizar zonas de intervención y diseñar políticas públicas alineadas con el desarrollo territorial y la salud ambiental.

1.4 Delimitación de la investigación

La investigación se llevará a cabo en el cantón Simón Bolívar, provincia del Guayas, ubicado en las coordenadas geográficas 2°07'36.31" S, 79°35'37.34" O, durante un periodo de seis meses, tiempo en el cual se realizarán las actividades de levantamiento, análisis y sistematización de datos. La población de estudio estará conformada por los habitantes del cantón, abarcando zonas residenciales, comerciales e institucionales, en las cuales se registrarán y evaluarán los niveles de ruido ambiental con el fin de determinar su distribución espacial y posibles implicaciones en la calidad de vida local.

Objetivos

1.5 Objetivo general

Evaluar los niveles de contaminación sonora en el cantón Simón Bolívar mediante mediciones en campo y el uso de herramientas SIG para determinar su distribución espacial.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar y cuantificar las principales fuentes generadoras de ruido ambiental en el cantón.
- Georreferenciar los puntos de monitoreo y mapear la distribución del ruido mediante SIG y comparar los niveles obtenidos con la normativa nacional vigente.
- Proponer recomendaciones técnicas para la mitigación del ruido en las zonas más afectadas.

1.7 Hipótesis o idea a defender

En el cantón Simón Bolívar existen niveles significativos de contaminación sonora generados por fuentes móviles y fijas, cuya distribución espacial puede ser determinada mediante herramientas SIG, permitiendo así identificar zonas críticas y establecer estrategias de mitigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

La contaminación sonora se ha convertido en un tema de creciente interés dentro de los estudios ambientales urbanos debido a sus impactos directos sobre la salud humana y la calidad de vida. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), la exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 65 decibelios puede provocar efectos adversos como estrés, alteraciones del sueño, pérdida auditiva e incluso enfermedades cardiovasculares. En respuesta a estos riesgos, distintas investigaciones han priorizado el monitoreo acústico en espacios urbanos, señalando la necesidad de incorporar herramientas que faciliten el análisis espacial de este tipo de contaminación.

La literatura reciente también enfatiza que la contaminación sonora no solo afecta la salud física, sino también la salud mental y el bienestar social. Martínez et al. (2020) resaltan que niveles altos de ruido contribuyen a alteraciones en la concentración, irritabilidad y disminución de la productividad en entornos urbanos, lo que refuerza la necesidad de planes de mitigación y control adaptados a la realidad local.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han sido utilizados con éxito para evaluar la distribución del ruido ambiental en diferentes entornos. Cuesta, Rivera, y Santino, (2022) desarrollaron un estudio en la ciudad de Ambato, donde se combinaron mediciones de campo con análisis espacial para generar mapas de presión sonora, identificando zonas críticas asociadas al tránsito vehicular y a la actividad comercial desorganizada. Esta metodología permitió visualizar la variabilidad del ruido en función del uso del suelo y establecer prioridades de intervención, resaltando el valor técnico de los SIG en la gestión ambiental urbana.

En Colombia, Rincón y Torres (2020) implementaron un sistema de sensores móviles en zonas residenciales y escolares de Bogotá para evaluar los niveles de ruido, cuyos datos fueron procesados mediante plataformas SIG. Los resultados mostraron que un 68% de las áreas monitoreadas excedían los límites acústicos establecidos por la legislación local. El uso de SIG facilitó la identificación de rutas críticas de exposición y la propuesta de medidas

correctivas basadas en evidencia territorial, lo que demuestra su potencial para la planificación urbana sostenible.

Fernández (2020) exploró la aplicación de estas tecnologías en tres cantones ecuatorianos, destacando que la falta de datos georreferenciados limita significativamente la gestión de la contaminación sonora a nivel local. El estudio reveló que muchas autoridades municipales desconocen el grado de cumplimiento de la Norma Técnica INEN 2391:2011, debido a la ausencia de diagnósticos técnicos que integren variables espaciales. A partir de modelos generados con SIG, fue posible establecer zonas de mayor exposición y recomendar ajustes en el uso del suelo urbano.

En el caso de cantones de menor tamaño o zonas rurales en proceso de urbanización, como Simón Bolívar, la literatura científica aún es limitada. García y Paredes (2019) realizaron una evaluación en el cantón Durán, donde aplicaron mediciones acústicas georreferenciadas y generaron mapas de ruido con SIG, logrando evidenciar la influencia del transporte público y zonas comerciales sobre los niveles de presión sonora. El estudio concluyó que este tipo de herramientas no solo mejora la comprensión del problema, sino que también fortalece las capacidades locales para diseñar políticas públicas más eficaces, especialmente en territorios donde no existe un sistema de monitoreo acústico permanente.

Estudios recientes indican que la contaminación sonora urbana se relaciona directamente con la densidad vehicular, el uso del suelo y la expansión urbana no planificada (Barahona, 2021; Bobadilla, 2022). Esto evidencia que incluso en ciudades intermedias y cantones pequeños, el control del ruido requiere un enfoque integrado que combine planificación urbana, movilidad sostenible y gestión ambiental mediante herramientas SIG.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Fundamentos de la contaminación sonora

La contaminación sonora se define como la presencia de niveles de ruido que alteran significativamente las condiciones normales del ambiente y afectan negativamente la salud y el bienestar de las personas. Se produce principalmente por fuentes móviles como el tráfico vehicular y por fuentes fijas

como actividades industriales, comerciales o de ocio, especialmente en zonas urbanas en crecimiento (OMS, 2018).

El ruido ambiental se mide en decibelios (dB), y cuando supera los 65 dB, se considera perjudicial para la salud humana, ya que puede ocasionar estrés, pérdida auditiva, alteraciones del sueño, dificultades en el aprendizaje y enfermedades cardiovasculares (Jiménez, 2021).

Los hallazgos indicaron que la exposición acumulativa al ruido podía afectar el sistema inmunológico y aumentar la incidencia de trastornos metabólicos, reforzando el argumento de que el ruido urbano era un riesgo ambiental integral que requirió atención multisectorial (Delgado et al., 2020; Martínez et al., 2020).

El ruido urbano afecta también la calidad del sueño, provocando despertares frecuentes, dificultad para conciliar el sueño y reducción de las fases de sueño profundo, lo que puede desencadenar problemas cognitivos y de memoria en la población urbana (López, 2021).

El ruido generado por el tránsito vehicular no solo incrementa el estrés, sino que también eleva la presión arterial y puede contribuir al desarrollo de enfermedades cardiovasculares crónicas, especialmente en adultos mayores (Molina et al., 2019).

2.2.2 Relevancia del análisis espacial en estudios de ruido

El análisis espacial del ruido ambiental permite entender cómo se distribuyen las fuentes sonoras y cuáles son las zonas de mayor exposición. La variabilidad espacial del ruido se ve influenciada por factores como la densidad poblacional, el uso del suelo, la infraestructura vial y la topografía urbana.

La integración de datos acústicos con coordenadas geográficas facilita la identificación de áreas críticas y el diseño de medidas de mitigación focalizadas. Esto es especialmente relevante en cantones intermedios como Simón Bolívar, donde no existen sistemas permanentes de monitoreo acústico ni mapas de ruido actualizados (García y Paredes, 2019).

El análisis espacial aplicado al estudio de la contaminación sonora integra variables territoriales, demográficas y de movilidad dentro de un entorno de modelamiento geoespacial que permite representar escenarios actuales y

potenciales del comportamiento acústico urbano; esto lo realiza mediante técnicas de interpolación, análisis multicriterio y modelado predictivo, es posible incorporar variables como densidad poblacional, red vial, intensidad del tránsito, uso del suelo y expansión urbana proyectada, con el fin de estimar la variación espacial de los niveles de presión sonora bajo diferentes condiciones futuras (Suárez y Monserrath, 2025).

2.2.3 Aplicación de sistemas de información geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas que permiten capturar, almacenar, analizar y representar datos espaciales. Su uso en estudios ambientales se ha consolidado como una estrategia eficaz para visualizar la distribución de contaminantes, evaluar riesgos y planificar intervenciones.

En el caso de la contaminación sonora, los SIG permiten mapear los niveles de presión sonora obtenidos en campo, superponerlos con capas de uso de suelo, densidad poblacional y ubicación de servicios sensibles como escuelas y hospitales (Cuesta et al., 2022). Además, facilitan el análisis temporal y predictivo, mejorando la toma de decisiones basada en evidencia.

La integración de SIG con datos socioeconómicos y de movilidad urbana permite priorizar zonas críticas, evaluar riesgos para grupos vulnerables y simular escenarios de mitigación, constituyendo una herramienta estratégica para la gestión ambiental local (Ordoñez Pineda y Cabrera Verdezoto, 2023; Meneses y Ávila, 2023).

Cantos (2026) reflexiona que el empleo de los Sistemas de Información Geográfica en el monitoreo de ruido ambiental trasciende la simple elaboración de mapas, ya que permite comprender el comportamiento espacial de la contaminación acústica y sus implicaciones sobre la calidad de vida de la población. Desde esta perspectiva, la integración de mediciones de campo con información territorial como el uso del suelo, la red vial y la distribución de la población se convierte en una herramienta fundamental para interpretar el problema de manera integral. Esto favorece una toma de decisiones más consciente y responsable, orientada no solo al control del ruido, sino también a la construcción de entornos urbanos más saludables, donde la planificación

y las estrategias de mitigación respondan a las verdaderas necesidades de las personas y del territorio.

2.2.4 Normativa ambiental y ruido urbano

En Ecuador, el marco normativo que regula los niveles permisibles de ruido ambiental está establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2391:2011. Esta normativa define límites máximos de presión sonora según el tipo de zona (residencial, comercial, industrial) y el horario (diurno o nocturno). No obstante, la aplicación de esta norma enfrenta limitaciones en cantones pequeños por la falta de equipos de medición y de personal técnico capacitado (Fernández, 2020). La incorporación de tecnologías como SIG representa una alternativa viable para el cumplimiento normativo, ya que permite sistematizar la información y priorizar zonas de intervención.

2.2.5 Fundamentación científica y ambiental de la investigación

La presente investigación se sustenta en principios científicos relacionados con la ecología urbana, la salud ambiental y la planificación territorial. Desde un enfoque interdisciplinario, se combinan métodos de medición acústica con herramientas de geoinformación para diagnosticar un problema emergente y aún poco documentado en cantones en desarrollo (Martínez, Espinoza, Llumiquinga y Ramírez, 2020).

Teóricamente, se apoya en los postulados de la gestión ambiental preventiva, que promueve la identificación temprana de riesgos para evitar impactos negativos a largo plazo (Bermúdez y Salas, 2021).

Además, responde a la necesidad de generar datos técnicos actualizados que permitan articular políticas públicas sostenibles y orientadas al bienestar de la población urbana, en concordancia con los objetivos de desarrollo sostenible vinculados a ciudades inclusivas y resilientes (Naciones Unidas, 2023).

Se señaló que la combinación de mediciones acústicas, SIG y análisis territorial permitía no solo diagnosticar el ruido, sino también planificar estrategias de mitigación y monitoreo continuo, optimizando recursos municipales y fortaleciendo la gobernanza ambiental (Cárdenas et al., 2022; Barreno, 2022).

2.2.6 Impacto del ruido en grupos vulnerables

Diversos estudios han demostrado que los efectos de la contaminación sonora son más severos en ciertos grupos poblacionales, como niños, personas mayores y pacientes con enfermedades crónicas. La exposición constante a altos niveles de ruido en escuelas, hospitales o zonas residenciales puede afectar la capacidad de concentración, la calidad del descanso y la estabilidad emocional (Restrepo y Salazar, 2021).

En particular, los niños se ven afectados en su rendimiento académico y desarrollo cognitivo, dado que el ruido interfiere con procesos de aprendizaje y memoria. Según Delgado, Rodríguez y Fuentes (2020), los ambientes escolares expuestos a niveles de ruido superiores a 60 dB pueden reducir significativamente la capacidad de atención de los estudiantes.

Estudios recientes han demostrado que los niños expuestos a niveles altos de ruido presentan retrasos en el desarrollo del lenguaje y dificultades de concentración en el entorno escolar, evidenciando la vulnerabilidad de los grupos etarios más jóvenes frente a la contaminación sonora (Vargas y Peña, 2020).

Los adultos mayores, por su parte, presentan mayor sensibilidad al ruido debido a la pérdida auditiva progresiva, lo que agrava la sensación de aislamiento social y eleva los niveles de estrés (Zapata, Méndez y Romero, 2022). Además, en pacientes con enfermedades cardiovasculares o neurológicas, la exposición prolongada al ruido ha sido relacionada con un aumento en la presión arterial, la frecuencia cardíaca y los niveles de ansiedad (Herrera, Cárdenas y Ibarra, 2021).

La evidencia científica también indica que las mujeres embarazadas expuestas a altos niveles de ruido pueden presentar complicaciones en el desarrollo fetal, incluyendo bajo peso al nacer y parto prematuro (González, Alvarado y Pinto, 2020). Este tipo de riesgos refuerza la urgencia de políticas públicas que contemplen medidas acústicas diferenciadas para proteger a poblaciones en situación de vulnerabilidad.

Esta situación pone en evidencia la necesidad de incluir criterios de equidad y salud pública en los planes de ordenamiento territorial y control acústico, priorizando zonas donde habitan poblaciones vulnerables (Restrepo

y Salazar, 2021; Torres, Naranjo y Pérez, 2023). Asimismo, se sugiere que los gobiernos locales integren indicadores de impacto acústico en centros educativos, geriátricos y hospitales, como parte de una estrategia preventiva y de justicia ambiental.

La percepción del ruido varía según factores socioeconómicos y culturales; comunidades con menor acceso a espacios verdes o zonas de recreación tienden a reportar mayores niveles de molestia, lo que sugiere la importancia de la planificación urbana inclusiva (Gutiérrez, 2021).

2.2.7 Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en herramientas fundamentales para la gestión ambiental, ya que permiten integrar datos espaciales y alfanuméricos en análisis complejos que facilitan la toma de decisiones. En el ámbito del ruido ambiental, su utilidad radica en la capacidad de visualizar la distribución espacial de los niveles de presión sonora, identificar zonas de riesgo y superponer esta información con elementos urbanos como hospitales, escuelas o zonas residenciales (Mendoza, González y Rosero, 2021). Esta integración favorece la planificación territorial con enfoque preventivo.

Una de las principales ventajas de los SIG es su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos georreferenciados y transformarlos en mapas temáticos. Estos mapas son herramientas efectivas para comunicar riesgos ambientales a las autoridades y a la ciudadanía, facilitando la priorización de áreas críticas para la intervención. Según Ruiz, Hernández y Chacón (2020), la implementación de SIG en estudios de contaminación sonora ha demostrado ser eficaz para generar modelos predictivos que estiman el comportamiento del ruido en función de variables como el tráfico, la topografía y el uso del suelo.

El uso de sensores acústicos conectados a plataformas SIG permite un monitoreo continuo de la contaminación sonora, facilitando la identificación de patrones temporales y la evaluación de intervenciones en tiempo real (Pérez et al., 2023).

Además, el acceso a software de código abierto como QGIS ha democratizado el uso de estas tecnologías en gobiernos locales, instituciones académicas y organizaciones sociales. Esta accesibilidad permite que incluso

municipios pequeños, como Simón Bolívar, puedan generar diagnósticos acústicos sin requerir grandes inversiones tecnológicas. En palabras de Cárdenas, Vargas y López (2022), el uso de SIG en contextos de baja capacidad institucional representa una oportunidad estratégica para fortalecer la gobernanza ambiental local mediante evidencia territorial.

La implementación de barreras acústicas y vegetación urbana ha mostrado reducir los niveles de ruido hasta en un 15–20%, lo que evidencia que medidas de mitigación físicas son complementarias al control del tráfico y la planificación territorial (Rodríguez y Salinas, 2022).

2.2.8 Limitaciones y oportunidades del uso de SIG en municipios pequeños

Aunque el uso de SIG ha demostrado ser eficaz en la evaluación de la contaminación sonora, su implementación en municipios pequeños presenta retos relacionados con la disponibilidad de datos, el acceso a software especializado y la capacitación del personal técnico. Sin embargo, el avance de plataformas de código abierto como QGIS y el acceso a imágenes satelitales gratuitas han facilitado la democratización de estas herramientas en contextos locales (Villacrés y Rivas, 2022).

Estos recursos representan una oportunidad estratégica para municipios como Simón Bolívar, que buscan fortalecer su capacidad técnica con soluciones de bajo costo y alto impacto.

2.3 Marco legal

La presente investigación se respalda en el marco jurídico ecuatoriano e instrumentos internacionales que garantizan el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y regulan la gestión del ruido ambiental como parte de la protección del entorno urbano. Estas normativas establecen obligaciones para los distintos niveles de gobierno y proporcionan directrices para la implementación de herramientas técnicas, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en la planificación territorial sostenible.

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador (2008) es la norma suprema del ordenamiento jurídico nacional. En ella se reconocen los derechos de la naturaleza y el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano, en equilibrio con el entorno. Entre los artículos más relevantes se encuentran:

Artículo 14, que establece el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y reconoce la contaminación como una amenaza para el Buen Vivir.

Artículo 66, numeral 27, garantiza el derecho a habitar en un ambiente libre de contaminación, y a acceder a información clara y oportuna sobre el estado del entorno.

Artículo 395, que establece que la política ambiental del Estado debe prevenir la contaminación y restaurar los ecosistemas degradados, priorizando la sostenibilidad y la participación ciudadana.

2.3.2 Código Orgánico del Ambiente (COA)

El Código Orgánico del Ambiente (COA), publicado en el Registro Oficial Suplemento N.º 983 del 12 de abril de 2017, es el cuerpo normativo que regula la gestión ambiental en Ecuador. En relación con la contaminación sonora, establece disposiciones orientadas a su monitoreo, control y mitigación:

Artículo 7, promueve la gestión ambiental integral del territorio mediante herramientas técnicas como los SIG para prevenir y reducir impactos.

Artículo 117, menciona la obligación de monitorear factores ambientales, incluyendo el ruido, que afecten el bienestar humano.

Artículo 121, establece que las autoridades municipales deben implementar sistemas de control de la contaminación, incluyendo la acústica, en coordinación con los organismos nacionales.

2.3.3 Ley orgánica de salud

La Ley Orgánica de Salud, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 423 del 22 de diciembre de 2006, establece que el Estado debe garantizar condiciones ambientales que no afecten la salud de las personas. Esta ley reconoce que el entorno físico puede incidir en la aparición de enfermedades y en la calidad de vida, por lo tanto:

Artículo 7, literal h), establece que el Ministerio de Salud deberá controlar y vigilar los factores físicos, químicos y biológicos que puedan afectar la salud humana, incluyendo la contaminación sonora.

Artículo 190, faculta a las autoridades sanitarias a emitir normas para el control del ruido ambiental en zonas urbanas y rurales, en coordinación con los gobiernos locales.

2.3.4 Plan nacional de desarrollo y ordenamiento territorial

El Plan Nacional de Desarrollo 2021–2025, denominado “*Creando Oportunidades*”, establece como parte de sus objetivos la mejora de las condiciones ambientales en ciudades y zonas urbanas intermedias. Este instrumento orientador de la política pública señala que:

Se debe promover el uso de tecnologías geoespaciales como los SIG para fortalecer la planificación territorial con enfoque ambiental y social.

Se prioriza la reducción de la contaminación ambiental en zonas urbanas, incluyendo el ruido, como parte del objetivo de construir ciudades sostenibles, inclusivas y resilientes (SENPLADES, 2021).

2.3.5. Normativa internacional aplicable

Ecuador es signatario de tratados y acuerdos internacionales que abordan el derecho a un ambiente sano y la gestión urbana sostenible, lo que incluye el control de la contaminación acústica:

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992): promueve el principio de precaución y el acceso a la información ambiental como derechos fundamentales.

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por la ONU: en su ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y ODS 3 (Salud y bienestar), se promueve la reducción de los impactos ambientales negativos en áreas urbanas, incluyendo la contaminación acústica.

Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad (2005): reconoce el derecho de todos los habitantes a vivir en ciudades saludables, seguras y sostenibles, con especial atención a la gestión del ruido urbano.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo y de campo, ya que se fundamentó en la recolección de datos numéricos de presión sonora obtenidos directamente en distintos puntos del cantón Simón Bolívar. El enfoque cuantitativo permitió medir, analizar y correlacionar fenómenos ambientales de manera objetiva, utilizando procedimientos estandarizados que garantizaron la validez y confiabilidad de los resultados (Hernández Sampieri et al., 2014). En este caso, los datos fueron procesados y evaluados mediante técnicas estadísticas y herramientas geoespaciales. Asimismo, el alcance del estudio fue descriptivo, pues no buscó manipular las variables, sino caracterizar y representar espacialmente los niveles de contaminación sonora, describiendo su comportamiento en relación con el territorio (Sampieri y Mendoza, 2018).

3.2 Tipo y alcance de la investigación

El estudio correspondió a una investigación aplicada, ya que pretendió generar información técnica de utilidad para la gestión ambiental local. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), las investigaciones aplicadas buscaron resolver problemas específicos mediante la producción de conocimiento práctico y contextualizado. Asimismo, se clasificó como de campo, dado que se basó en mediciones directas en diferentes zonas del cantón, lo que permite observar el fenómeno en su contexto natural (Tamayo y Tamayo, 2021). El alcance fue descriptivo, en la medida que facilitó la identificación de las principales fuentes de ruido, la medición de sus niveles e interpretación de la distribución espacial a través de la elaboración de cartografía temática (Arias, 2022).

3.3 Diseño de investigación

El diseño adoptado fue de carácter no experimental y transversal. Según Hernández Sampieri et al. (2014), los diseños no experimentales se caracterizan porque el investigador no manipula deliberadamente las variables, sino que las observa tal como se presentan en la realidad. En este caso, se

observaron y registraron los niveles de presión sonora en distintos sectores del cantón sin intervenir en las condiciones que los generaban. El carácter transversal responde a que la recolección de datos se llevó a cabo en un único período de tiempo, lo que permitió obtener una “fotografía” de la situación actual de la contaminación acústica (Bunge, 2013). Posteriormente, los datos fueron integrados en un entorno SIG (ArcGIS o QGIS), lo que permitió generar mapas de ruido mediante técnicas de interpolación espacial, herramientas ampliamente utilizadas en estudios ambientales y de planificación territorial (Goodchild, 2020).

3.4 Variables

Variable independiente:

- Fuente emisora de ruido ambiental

Variables dependientes:

- Nivel de presión sonora (dB)
- Distribución espacial del ruido
- Zonas de riesgo acústico

Las variables planteadas se enmarcaron en un modelo de investigación no experimental, en el cual no se manipularon deliberadamente, sino que se registraron a partir de mediciones directas en campo y el correspondiente levantamiento de datos. En la Tabla 1 se presenta la matriz de operacionalización de variables, donde se definieron y describieron los elementos de estudio.

Tabla 1.
Operacionalización de variables

Tipo de variable	Variable	Descripción	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de recolección
Independiente	Fuente emisora de ruido ambiental	Tránsito vehicular, actividades comerciales, institucionales e industriales.	Presencia de fuentes generadoras	Cualitativa nominal	Observación directa y clasificación en campo

Tipo de variable	Variable	Descripción	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de recolección
Dependiente	Nivel de presión sonora	Intensidad del ruido registrado en cada punto y horario.	Nivel equivalente continuo (Leq)	Decibeles (dB)	Sonómetro clase 1
Dependiente	Distribución espacial del ruido	Representación geográfica de los valores registrados.	Mapas temáticos interpolados	dB en superficie	SIG (ArcGIS/QGIS)
Dependiente	Zonas de riesgo acústico	Áreas que superan los límites permisibles.	% de puntos que exceden la norma	Porcentaje (%)	Comparación con INEN 2391:2011 y OMS

Elaborado por; Ríos, 2026

3.5 Tratamientos o Diseño del muestreo

Para el levantamiento de información se realizaron mediciones en los 10 puntos de monitoreo que se estableció, durante cinco días consecutivos, registrando niveles sonoros en tres horarios representativos: mañana, tarde y noche. Cada medición tuvo una duración de 15 minutos y se efectuó con un sonómetro clase 1, siguiendo procedimientos estandarizados para garantizar la confiabilidad de los datos.

Los valores obtenidos en cada punto y horario fueron promediados al finalizar los cinco días, con el fin de reducir la variabilidad temporal y obtener un valor representativo del comportamiento acústico diario. Estos promedios constituyeron la base para la elaboración del mapa de ruido mediante interpolación espacial (IDW) en el entorno SIG.

El muestreo se diseñó de manera que los puntos representaran la heterogeneidad del territorio, considerando cercanía a vías principales, concentraciones de comercios, instituciones educativas y zonas de mayor tránsito vehicular.

En el apartado de anexos en la Figura 8 se presenta la localización geográfica de los 10 puntos de monitoreo establecidos en el cantón Simón Bolívar para la evaluación de los niveles de contaminación sonora. Estos puntos fueron seleccionados estratégicamente en zonas residenciales,

comerciales, institucionales e industriales, considerando la heterogeneidad del territorio y la presencia de posibles fuentes emisoras de ruido.

Cada punto fue georreferenciado mediante GPS y posteriormente incorporado en un Sistema de Información Geográfica (SIG), lo que permitió construir la cartografía base para el análisis espacial.

En la Tabla 2 se presenta la ubicación geográfica de los puntos definidos, así como también el tipo de zona en la que se sitúa cada punto y la duración de cada medición.

Tabla 2. Diseño de muestreo
Diseño del muestreo

Punto de medición	Zona	Coordenadas aproximadas	Horarios de medición	Duración de cada medición
P1 – P3	Residencial	-2.1227, -79.5955	Mañana, tarde, noche	15 min c/u
P4 – P6	Comercial	-2.1228, -79.5928	Mañana, tarde, noche	15 min c/u
P7 – P8	Institucional	-2.1239, -79.5946	Mañana, tarde, noche	15 min c/u
P9 – P10	Residencial	-2.1240, -79.5956	Mañana, tarde, noche	15 min c/u

Elaborado por la Autora, 2026

3.6 Recolección de datos

3.6.1 Recursos

Los materiales e instrumentos que se utilizaron son los siguientes:

- Sonómetro clase 1 certificado.
- Software SIG: ArcGIS o QGIS.
- Hoja de campo y GPS para georreferenciación.
- Computadora para análisis de datos y elaboración cartográfica.

3.6.2 Métodos y técnicas

Medición de niveles sonoros: Se utilizó un sonómetro clase 1, calibrado según las especificaciones técnicas. En cada punto se realizaron mediciones de 15 minutos de duración, registrando valores de nivel equivalente continuo (Leq) expresados en decibeles (dB).

Georreferenciación: Las coordenadas de cada punto se registraron mediante GPS y se integraron en la base de datos espacial.

Comparación normativa: Los resultados se contrastaron con los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Técnica INEN 2391:2011 para zonas residenciales, comerciales, institucionales e industriales, así como con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018).

Análisis espacial: Los valores registrados se analizaron en un Sistema de información geográfica **con software versión libre**, el cual se encargó de simular la información de cada uno de los sitios monitoreados en los distintos horarios establecidos, con el fin de generar mapas de ruido en formato **raster**. Además, se aplicó un método de estimación espacial con la herramienta **Spatial Analyst**, utilizando el modelo **Inverse Distance Weighted (IDW)** para establecer espacial la presencia del ruido ambiental en el cantón.

3.7 Análisis estadístico

El análisis estadístico fue de tipo descriptivo, considerando promedios y rangos de presión sonora en cada punto y horario de medición. Posteriormente, se realizó el análisis espacial mediante interpolación IDW en un SIG, lo que permitió representar de manera cartográfica la distribución de la contaminación sonora y delimitar las zonas críticas que superaron los límites normativos.

4. RESULTADOS

4.1 Identificación de principales fuentes de ruido ambiental

En el cantón Simón Bolívar se identificaron diversas fuentes emisoras de ruido ambiental a partir de la observación directa en los 10 puntos de monitoreo establecidos. Las fuentes se clasificaron según su origen y su aporte potencial al incremento de los niveles de presión sonora.

Los recorridos efectuados durante cinco días consecutivos permitieron determinar que las principales fuentes generadoras de ruido corresponden al tránsito vehicular, las actividades comerciales, las actividades institucionales y, en menor proporción. Estas fuentes presentan variaciones en su intensidad dependiendo del horario, mostrando mayor actividad en horas de la mañana y tarde.

4.1.1 Fuentes identificadas por zona

4.1.1.1 Zona residencial

Se registró la presencia de motocicletas, automóviles particulares y ocasionalmente altoparlantes provenientes de comercios cercanos. Aunque la actividad vehicular es moderada, su cercanía a calles colectoras eleva los niveles sonoros en horas pico.

4.1.1.2 Zona comercial

Fue la zona con mayor dinámica acústica, debido a la presencia de negocios, transporte público, carga y descarga de pequeños comercios, motocicletas y tránsito continuo. Se observaron incrementos significativos en los periodos de mayor afluencia de clientes (09h00–12h00 y 16h00–19h00).

4.1.1.3 Zona institucional

La presencia de centros educativos, comercios aledaños y flujo peatonal contribuyó a niveles elevados de ruido, principalmente en horarios matutinos y al mediodía. Se registraron además emisiones intermitentes como sirenas, bocinas y actividad recreativa.

4.1.1.4 Zona perimetral

Aunque la actividad industrial es reducida o nula, la circulación de camiones, maquinaria ocasional y la cercanía a vías de mayor flujo generan variaciones sonoras relevantes, especialmente en horas de la tarde.

4.1.2 Cuantificación de las fuentes de ruido ambiental

Tabla 3.
Cuantificación preliminar de fuentes

Tipo de fuente	Frecuencia de ocurrencia*	Contribución relativa al ruido
Tránsito vehicular (autos, motos)	Alta	Alta
Actividad comercial	Alta	Media–Alta
Actividad institucional	Media	Media
Actividad comercial liviana	Baja	Media en Puntos 9 y 10
Ruido comunitario (altoparlantes, perifoneo, peatones)	Media	Baja–Media

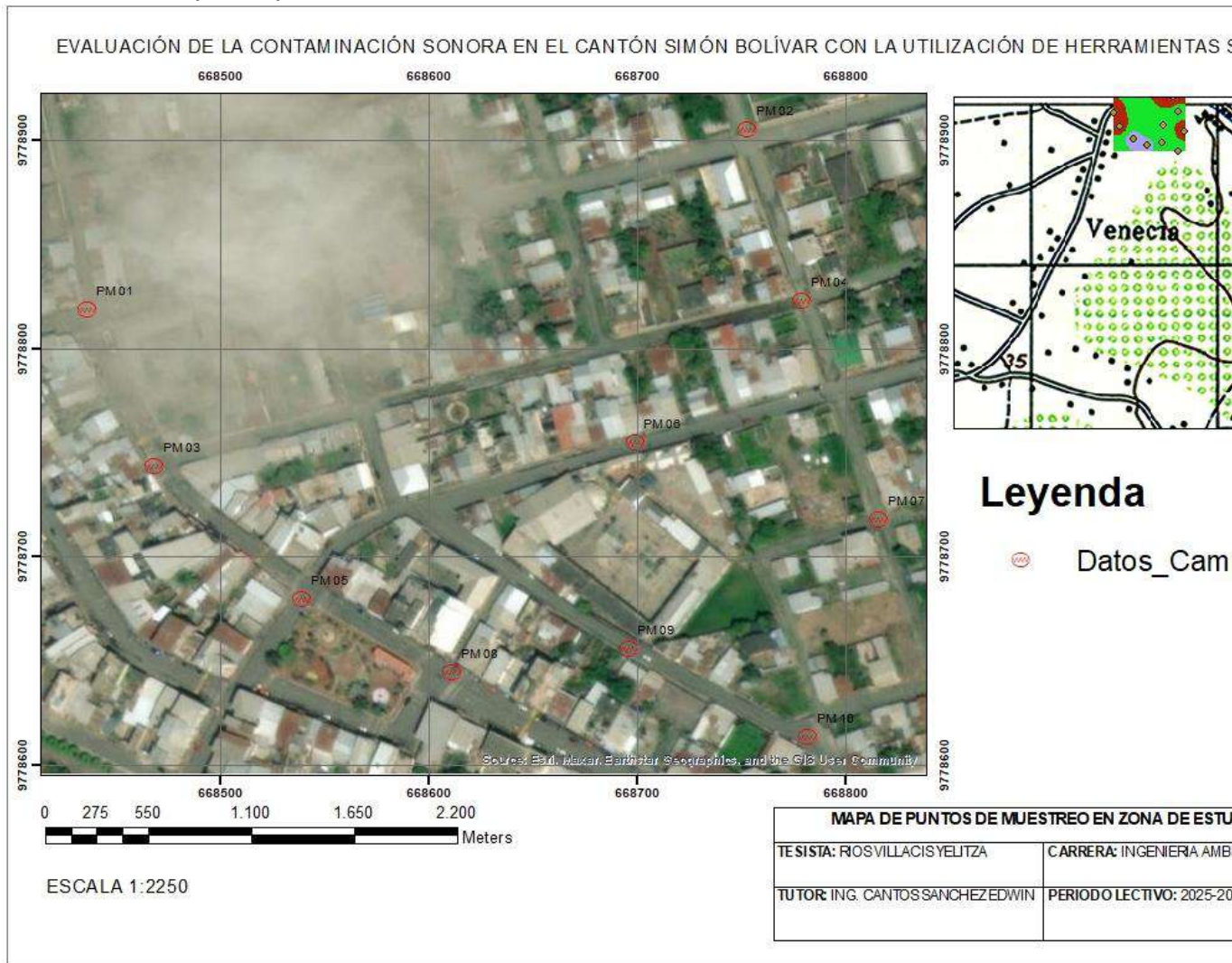
Nota. Frecuencia observada durante los cinco días de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia (2026)

4.2 Puntos de monitoreo georreferenciados y distribución espacial del ruido

La distribución espacial de los niveles de ruido ambiental en el cantón Simón Bolívar se analizó a partir de los datos obtenidos en los 10 puntos de monitoreo georreferenciados, los cuales fueron integrados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y procesados mediante interpolación espacial utilizando el método Inverse Distance Weighted (IDW). Este procedimiento permitió generar mapas continuos de ruido para los períodos diurno, vespertino y nocturno, evidenciando la variabilidad espacial y temporal del fenómeno acústico.

Figura. 1 Mapa de Puntos de Muestreo
Mapa de puntos de muestreo



Elaborado por Ríos, 2026.

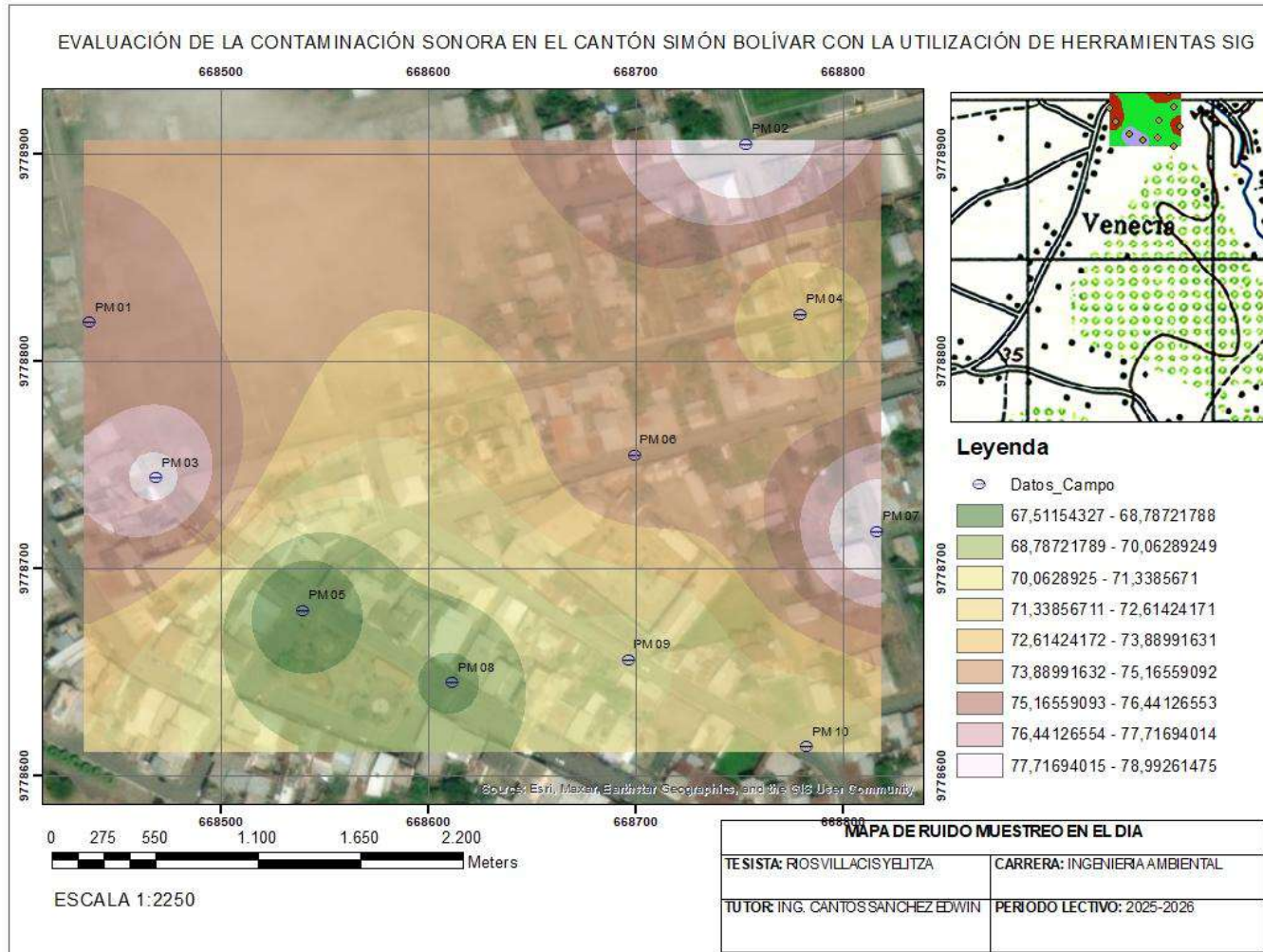
La distribución espacial de los niveles de ruido ambiental en el cantón Simón Bolívar se analizó a partir de los datos obtenidos en los 10 puntos de monitoreo georreferenciados, los cuales fueron integrados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y procesados mediante interpolación espacial utilizando el método Inverse Distance Weighted (IDW). Este procedimiento permitió generar mapas continuos de ruido para los períodos diurno, vespertino y nocturno, evidenciando la variabilidad espacial y temporal del fenómeno acústico

El mapa de puntos de muestreo permitió constatar que la ubicación de los sitios de medición cubrió de manera representativa zonas residenciales, comerciales, institucionales e industriales, lo que garantizó una adecuada caracterización del comportamiento del ruido ambiental en el área de estudio. La distribución estratégica de los puntos facilitó la identificación de gradientes de ruido asociados principalmente a la proximidad de vías principales, concentración de actividades comerciales y áreas de mayor tránsito vehicular.

4.2.1 Distribución espacial del ruido en periodo diurno

El mapa DW del período diurno sin clasificar evidenció valores de nivel equivalente continuo (Leq) que oscilaron aproximadamente entre 67 y 79 dB. Las mayores concentraciones de ruido se localizaron en sectores próximos a las vías de mayor circulación y zonas comerciales, particularmente en los alrededores de los puntos PM01, PM02, PM04 y PM07. En contraste, valores relativamente menores se registraron en áreas con menor intensidad de tránsito, como las cercanías de los puntos PM05 y PM08.

Figura. 2 Distribución espacial de ruido diurno
Distribución espacial de ruido diurno

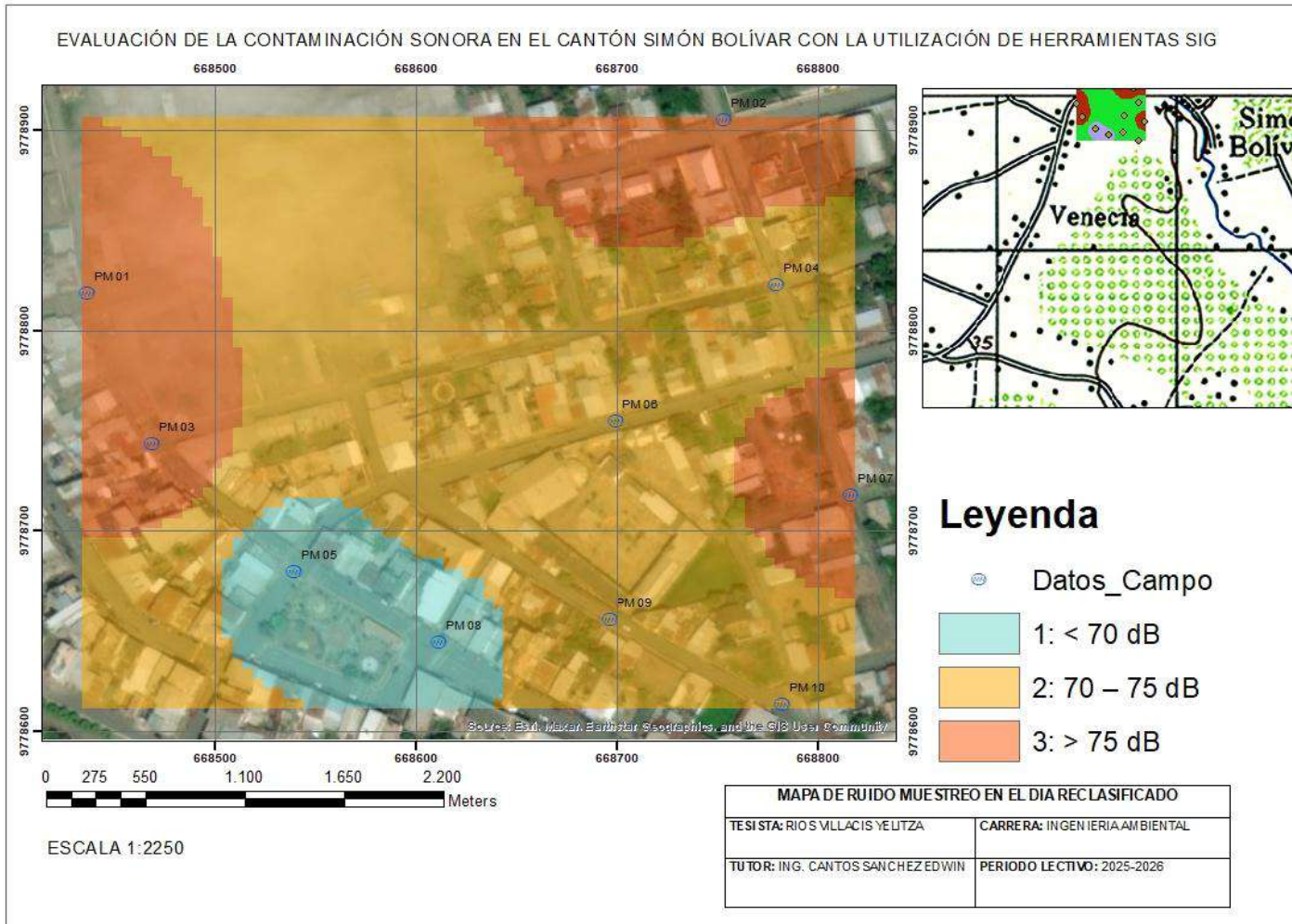


Elaborado por Ríos, 2026

La reclasificación del mapa diurno permitió categorizar los niveles de ruido en tres rangos: menor a 70 dB, entre 70 y 75 dB, y mayor a 75 dB. El análisis evidenció que una porción significativa del área urbana se ubicó en los rangos de 70–75 dB y >75 dB, superando los límites máximos permisibles establecidos por la Norma Técnica INEN 2391:2011 para zonas residenciales y comerciales, lo que indica una condición de contaminación acústica durante el día.

Figura. 3 Mapa reclasificado de distribución espacial de ruido diurno

Mapa reclasificado de distribución espacial de ruido diurno

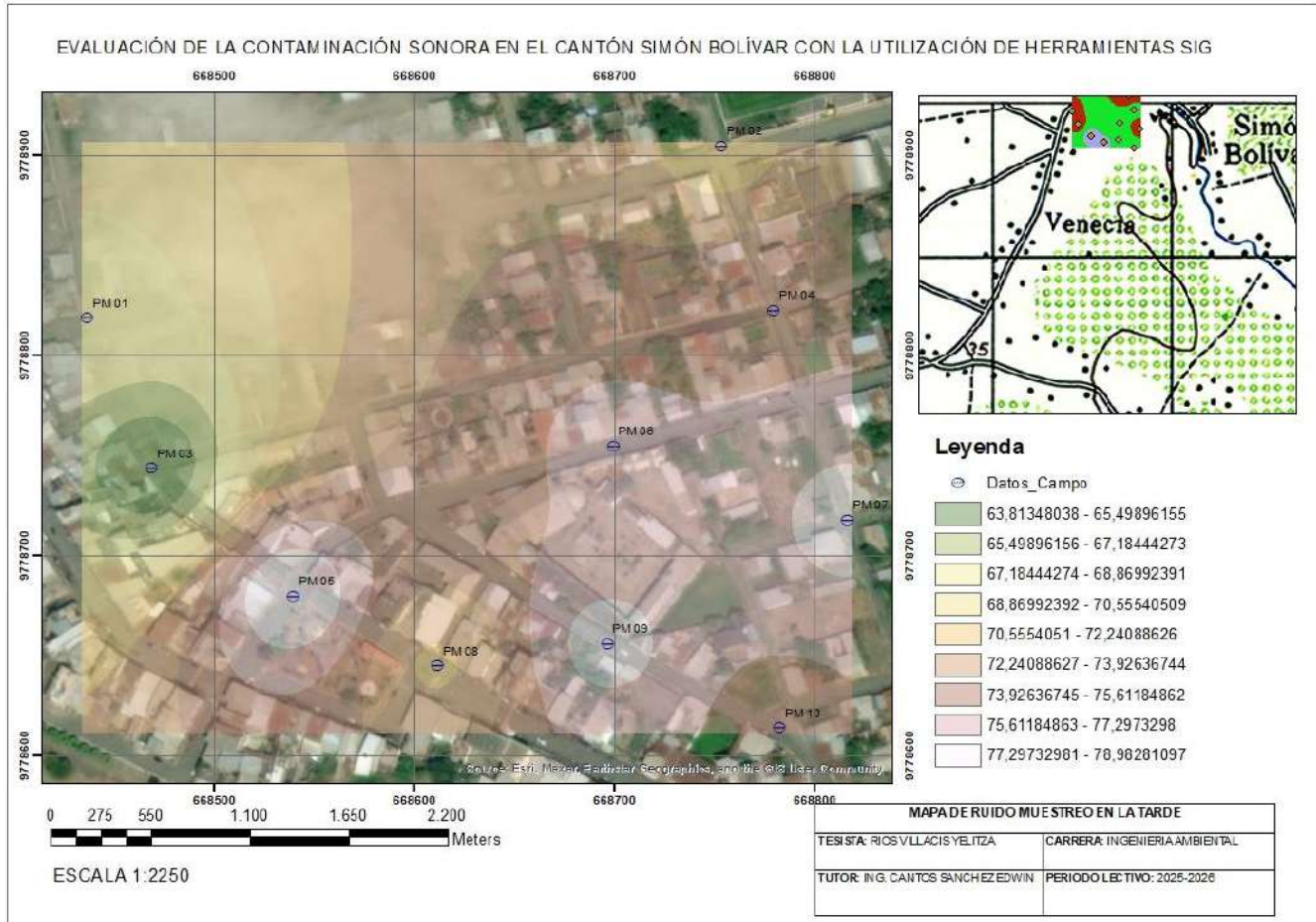


Elaborado por Ríos, 2026

4.2.2 Distribución espacial del ruido en el período vespertino

Durante el período de la tarde, el mapa IDW sin clasificar mostró valores de ruido comprendidos aproximadamente entre 64 y 79 dB, reflejando un incremento generalizado en comparación con el período diurno. Este comportamiento se asoció al aumento del flujo vehicular y de actividades comerciales propias de este horario.

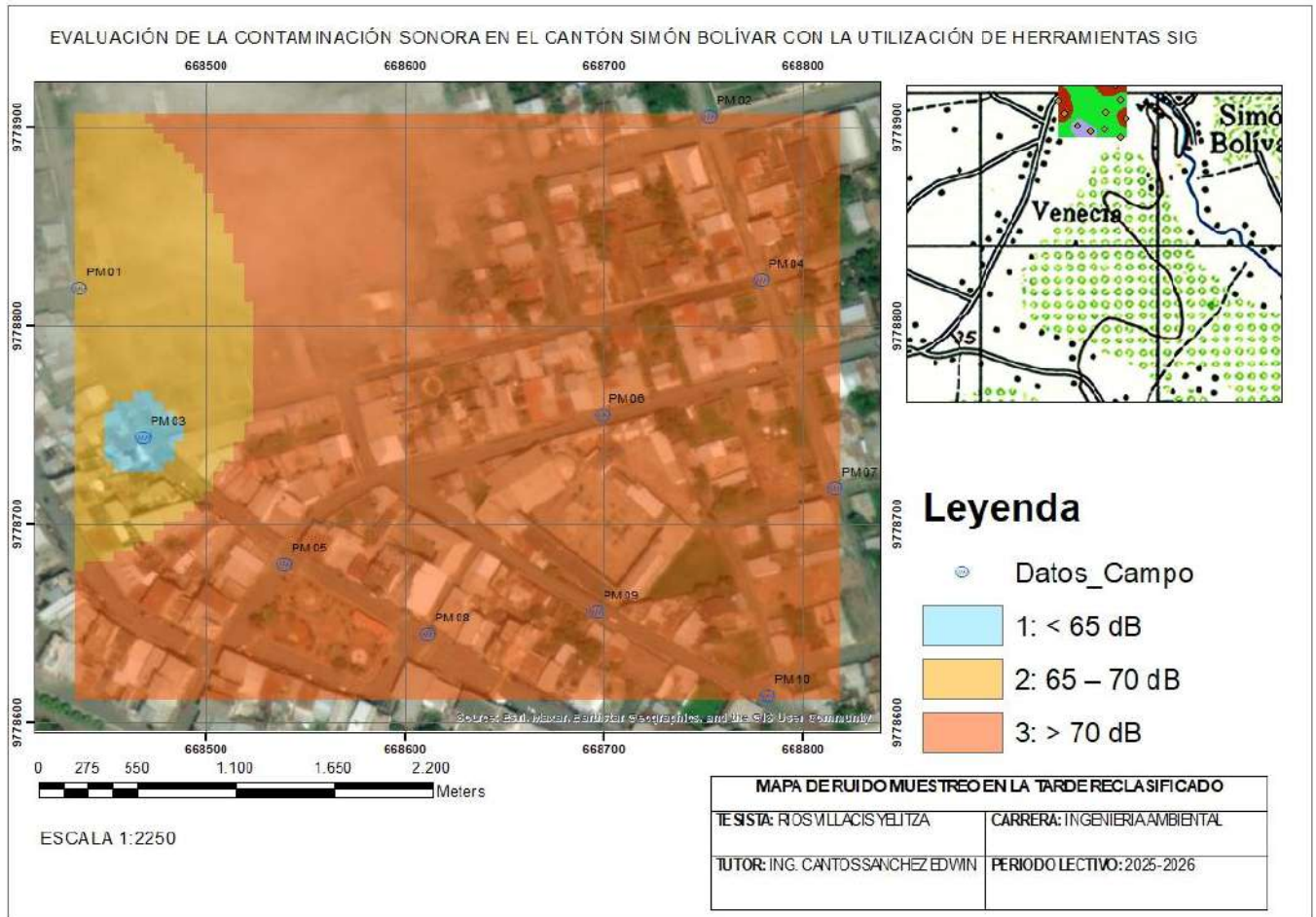
Figura. 4 Mapa distribución espacial de ruido vespertino
Mapa de distribución espacial de ruido vespertino



Elaborado por Ríos, 2026

El mapa reclasificado de la tarde, con rangos menores a 65 dB, entre 65 y 70 dB y mayores a 70 dB, evidenció que la mayor parte del área de estudio se concentró en el rango superior a 70 dB. Esta situación representa un incumplimiento generalizado de la normativa nacional, especialmente en zonas residenciales, donde los valores recomendados son considerablemente menores. Los puntos PM03, PM05, PM08 y PM09 presentaron valores críticos, consolidando a la franja central del área urbana como una de las zonas más afectadas.

Figura. 5 Mapa reclasificado de distribución espacial de ruido vespertino
Mapa reclasificado de distribución espacial de ruido vespertino

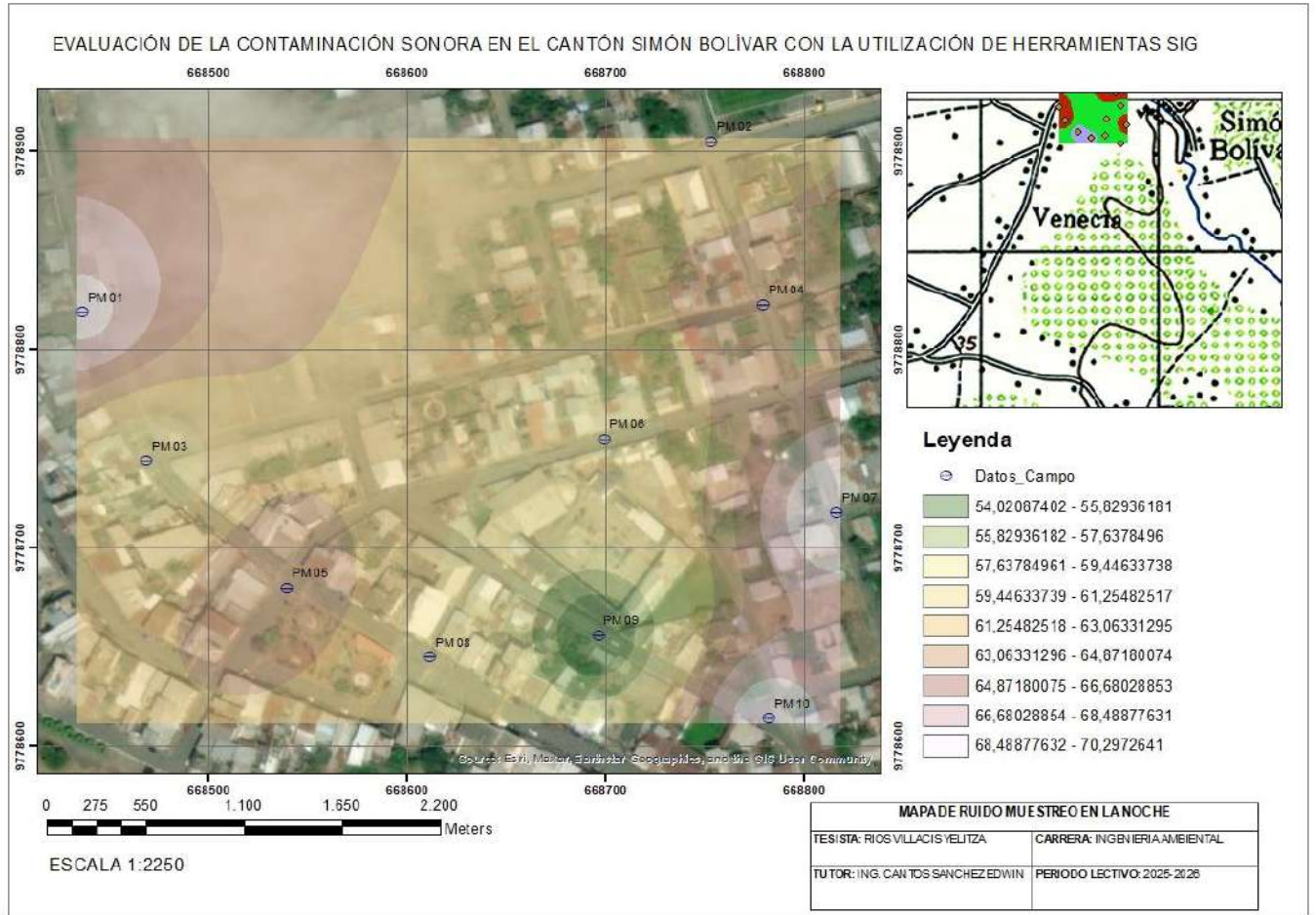


Elaborado por Ríos, 2026

4.2.3 Distribución espacial del ruido en el período nocturno

En el período nocturno, el mapa IDW sin clasificar registró valores que oscilaron aproximadamente entre 54 y 70 dB. Si bien se observó una reducción general de los niveles sonoros respecto a los períodos diurno y vespertino, persistieron zonas con niveles elevados, principalmente en sectores cercanos a vías principales y áreas con actividad nocturna.

Figura. 6 Mapa distribución espacial de ruido nocturno
Mapa de distribución espacial de ruido nocturno

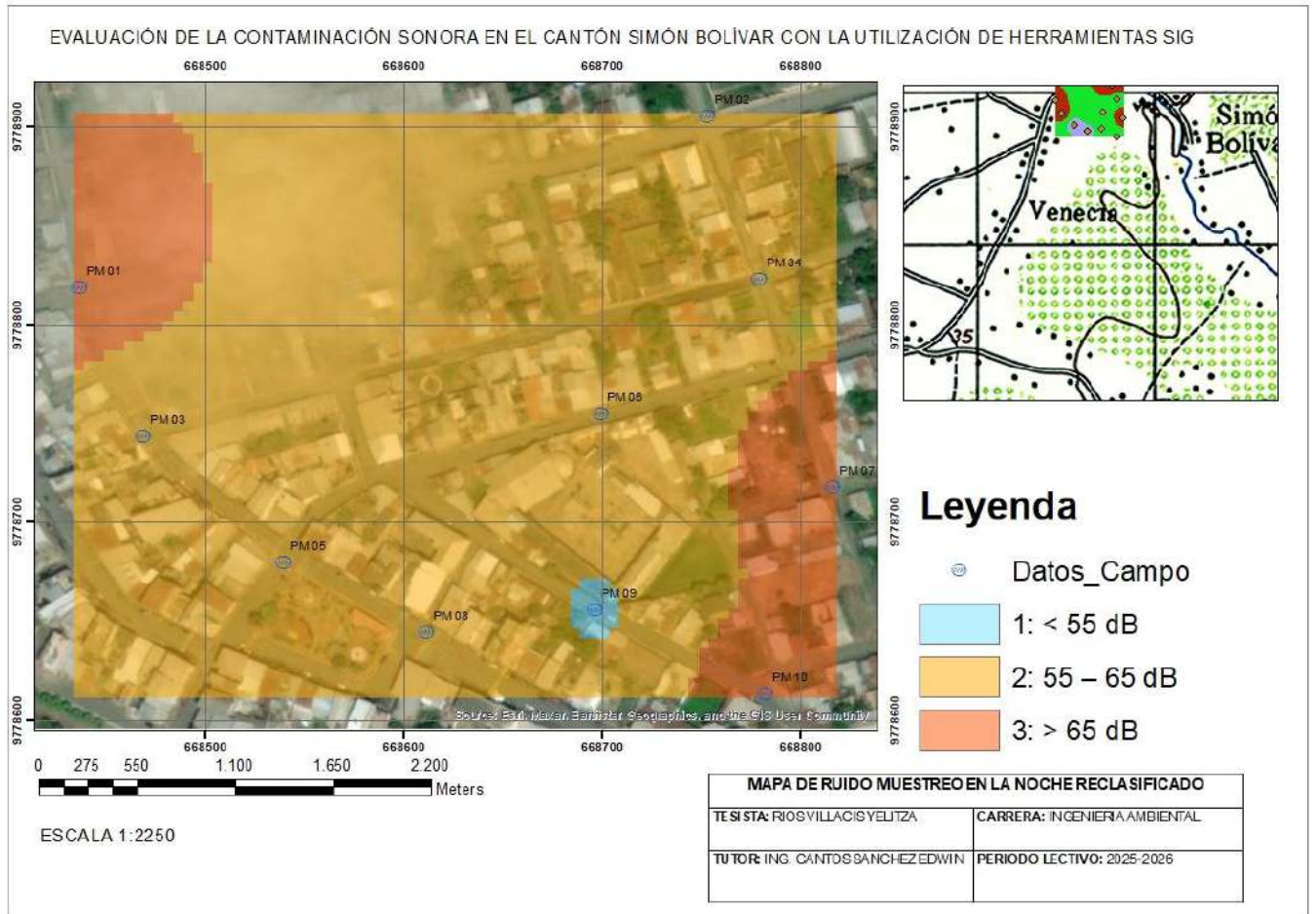


Elaborado por Ríos, 2026

El mapa nocturno reclasificado, con rangos menores a 55 dB, entre 55 y 65 dB y mayores a 65 dB, mostró que una parte importante del área de estudio se mantuvo por encima de los 55 dB, superando tanto los límites establecidos por la Norma INEN 2391:2011 como las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para ambientes nocturnos. Las zonas más críticas se localizaron en los alrededores de los puntos PM01, PM07 y PM10, lo que evidencia una persistencia del ruido ambiental incluso en horarios de descanso.

Figura. 7 Mapa reclasificado de distribución espacial de ruido nocturno

Mapa reclasificado de distribución espacial de ruido nocturno



Elaborado por Ríos, 2026

4.3 Recomendaciones técnicas para la mitigación del ruido en las zonas más afectadas

El análisis espacial de los mapas de ruido reclasificados para los períodos diurno, vespertino y nocturno permitió identificar de manera clara las zonas críticas de contaminación sonora en el cantón Simón Bolívar. Estas áreas se caracterizan por presentar niveles de presión sonora que superan de forma reiterada los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Técnica INEN 2391:2011 y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, especialmente en zonas residenciales y de uso mixto.

Las zonas con mayor afectación acústica se localizaron principalmente en sectores cercanos a vías de alto flujo vehicular, áreas con concentración de actividades comerciales y puntos donde confluyen múltiples fuentes emisoras de ruido. Esta situación evidencia que la problemática del ruido ambiental en el cantón no es puntual, sino estructural, asociada al modelo de uso del suelo, la dinámica del tránsito y la ausencia de medidas de control acústico.

Con base en esta evidencia espacial y en la identificación de los patrones de ruido, se plantean las siguientes recomendaciones técnicas, orientadas a la mitigación progresiva de la contaminación sonora en las zonas más afectadas:

4.3.1 Gestión del tránsito y movilidad urbana

Se recomienda implementar estrategias de gestión del tránsito vehicular en las zonas críticas identificadas, tales como la regulación de velocidades máximas, la restricción del paso de vehículos pesados en horarios nocturnos y la optimización de la señalización vial. Estas medidas permitirían reducir los niveles de presión sonora generados por el tráfico, que se identificó como la principal fuente emisora de ruido en el área urbana.

4.3.2 Ordenamiento territorial y control del uso del suelo

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de fortalecer el ordenamiento territorial, limitando la coexistencia de actividades comerciales o industriales de alto impacto acústico en zonas residenciales. Se recomienda que el gobierno local incorpore criterios acústicos en la planificación urbana, utilizando los mapas de ruido generados como herramientas técnicas para la toma de decisiones.

4.3.3 Implementación de barreras acústicas

En sectores donde los niveles de ruido superan de forma constante los valores permisibles, se propone la instalación de barreras acústicas naturales, como franjas de vegetación arbórea densa, y barreras artificiales en tramos viales estratégicos. Estas soluciones contribuyen a la atenuación del ruido y representan una alternativa ambientalmente viable y sostenible.

4.3.4 Fortalecimiento del control y la fiscalización ambiental

Se recomienda reforzar los mecanismos de control y fiscalización por parte de las autoridades competentes, mediante monitoreos periódicos de ruido ambiental en los puntos críticos identificados. El uso continuo de herramientas SIG permitiría actualizar los mapas de ruido y evaluar la efectividad de las medidas implementadas.

4.3.5 Sensibilización y educación ambiental

Finalmente, se plantea el desarrollo de programas de sensibilización dirigidos a la ciudadanía y a los actores económicos locales, orientados a generar conciencia sobre los efectos del ruido en la salud humana y la calidad de vida. Estas acciones deben complementarse con campañas informativas y normativas claras que promuevan prácticas responsables y reduzcan las emisiones sonoras en el entorno urbano.

5. DISCUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que el tránsito vehicular constituye la principal fuente generadora de ruido ambiental en el cantón Simón Bolívar, seguido de actividades comerciales concentradas en el área urbana. Este comportamiento coincide con lo reportado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), que identifica al tráfico como la fuente predominante de contaminación sonora en entornos urbanos. De manera similar, Martínez et al. (2020) señalan que la intensidad del tránsito y la concentración de actividades económicas influyen directamente en el incremento de los niveles de presión sonora, afectando la calidad de vida en ciudades y cantones en proceso de urbanización. Asimismo, los hallazgos concuerdan con los resultados obtenidos por García y Paredes (2019) en el cantón Durán, donde el transporte y el comercio fueron identificados como los principales factores de generación de ruido, lo que evidencia patrones comunes de contaminación sonora en territorios con dinámicas urbanas similares.

El análisis espacial realizado mediante herramientas SIG permitió identificar que los niveles de ruido ambiental en el cantón Simón Bolívar superan de manera recurrente los límites establecidos por la Norma Técnica INEN 2391:2011, especialmente durante los períodos diurno y vespertino. Estos resultados son consistentes con los estudios de Cuesta, Rivera y Santino (2022), quienes evidenciaron en la ciudad de Ambato que las zonas cercanas a vías principales y áreas comerciales presentan mayores niveles de presión sonora. De igual forma, Rincón y Torres (2020) reportaron que un alto porcentaje de áreas urbanas en Bogotá exceden los límites acústicos permitidos, destacando el valor del análisis SIG para visualizar y comprender la distribución espacial del ruido. En concordancia con Fernández (2020), los resultados confirman que la generación de mapas de ruido constituye una herramienta clave para evaluar el cumplimiento normativo y apoyar la gestión ambiental a nivel local.

Las recomendaciones técnicas propuestas en este estudio para la mitigación del ruido, se fundamentan en la identificación de zonas críticas de contaminación sonora obtenidas a partir del análisis espacial, lo cual concuerda con lo planteado por Barahona (2021) y Bobadilla (2022), quienes señalan que la mitigación del ruido urbano debe abordarse desde un enfoque integral que considere la planificación territorial, la movilidad y el control ambiental. De manera similar, Cuesta et al. (2022)

destacan que la priorización de áreas con mayores niveles de ruido permite orientar acciones de mitigación más eficientes, mientras que García y Paredes (2019) enfatizan que el uso de mapas de ruido fortalece la capacidad de los gobiernos locales para diseñar medidas correctivas basadas en evidencia territorial. En este contexto, los resultados obtenidos en el cantón Simón Bolívar se alinean con experiencias previas que resaltan la utilidad de los SIG como soporte técnico para la gestión de la contaminación sonora.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La evaluación de los niveles de contaminación sonora en el cantón Simón Bolívar permitió evidenciar que el ruido ambiental constituye una problemática ambiental relevante, especialmente en las zonas urbanas donde confluyen vías de alto tránsito vehicular y actividades comerciales. Los niveles de presión sonora registrados superaron de manera recurrente los valores recomendados para la protección de la salud humana.

Se determinó que el tránsito vehicular representa la principal fuente emisora de ruido ambiental en el cantón, seguido por las actividades comerciales y, en menor proporción, las institucionales e industriales. Esta situación refleja la influencia directa del crecimiento urbano y de la movilidad sobre el incremento de la contaminación acústica.

La aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitió representar espacialmente la distribución del ruido ambiental, identificando zonas críticas que superan los límites establecidos por la Norma Técnica INEN 2391:2011 y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. Los mapas generados evidenciaron una mayor intensidad del ruido durante los períodos diurno y vespertino, con persistencia de valores elevados en algunos sectores durante la noche.

El análisis espacial realizado mediante interpolación IDW demostró ser una herramienta eficaz para la visualización y comprensión del comportamiento del ruido ambiental en el territorio, constituyéndose en un insumo técnico clave para el diagnóstico y la gestión de la contaminación sonora a nivel local.

6.2 Recomendaciones

Implementar un sistema periódico de monitoreo de ruido ambiental, utilizando puntos georreferenciados y herramientas SIG, que permita actualizar los mapas de ruido y evaluar la evolución temporal de la contaminación sonora en el cantón.

Fortalecer la gestión del tránsito vehicular, mediante la regulación de velocidades, el control del flujo de vehículos pesados y la reorganización vial en zonas residenciales, especialmente durante los horarios nocturnos.

Incorporar criterios de gestión acústica en el ordenamiento territorial, limitando la ubicación de actividades comerciales o de alto impacto sonoro en áreas residenciales e institucionales, con base en la información generada por los mapas de ruido.

Promover la implementación de medidas de mitigación física, como barreras acústicas naturales (vegetación arbórea) y artificiales, en los sectores identificados como zonas críticas de contaminación sonora.

Reforzar los mecanismos de control y fiscalización ambiental por parte de las autoridades locales, asegurando el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa nacional vigente.

Desarrollar programas de educación y sensibilización ambiental dirigidos a la ciudadanía y a los actores económicos, orientados a reducir prácticas generadoras de ruido y a concienciar sobre los efectos de la contaminación sonora en la salud y el bienestar social.

7. BIBLIOGRAFÍA

Barreno, L. (2022). Estrategias de mitigación del ruido urbano en ciudades intermedias. *Revista de Estudios Ambientales*, 15(3), 33–48.

Barahona, J., y Bobadilla, M. (2021–2022). Influencia de la densidad vehicular y el uso del suelo en la contaminación sonora urbana. *Revista de Ingeniería Ambiental y Urbanismo*, 12(2), 45–58.

Cantos, Edwin. (2026).

Cárdenas, P., Vargas, L., y López, G. (2022). Implementación de SIG en municipios intermedios: herramientas accesibles para la gestión ambiental local. *Revista Ecuatoriana de Tecnologías Aplicadas*, 3(1), 49–58.

Cuesta, A., Rivera, F., y Santino, J. (2022). Aplicación de herramientas SIG en el monitoreo del ruido urbano. *Revista Ingeniería y Sociedad*, 34(2), 45–58.

Cuesta, L., Martínez, R., y Valdivieso, M. (2022). Evaluación de la contaminación acústica en zonas urbanas mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG): Caso Ambato, Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Ambientales*, 9(2), 45–57. <https://doi.org/10.32719/26312816.2022.9.2.5>

Delgado, F., Rodríguez, M., y Fuentes, P. (2020). Efectos del ruido ambiental en el rendimiento escolar de estudiantes en zonas urbanas. *Revista Latinoamericana de Educación y Medio Ambiente*, 8(1), 34–42.

Fernández, D., Paredes, S., y Vargas, C. (2020). Aplicación de herramientas SIG para el análisis espacial del ruido ambiental en cantones ecuatorianos. *Revista de Gestión y Territorio*, 12(1), 88–103. <https://doi.org/10.18537/gt.12.1.2020.88>

Fernández, M. (2020). Mapas de ruido como herramienta de gestión ambiental urbana. Universidad Nacional Autónoma de México.

García, J., y Paredes, A. (2019). Diagnóstico acústico en zonas suburbanas del cantón Durán mediante georreferenciación y SIG. *Revista Técnica de Medio Ambiente*, 7(1), 29–39. <https://doi.org/10.23854/rtma.v7n1.2019.29>

García, R., y Paredes, E. (2019). Contaminación sonora en zonas urbanas: caso Quito. *Revista de Ciencias Ambientales*, 20(3), 88–99.

González, V., Alvarado, L., y Pinto, D. (2020). Ruido ambiental y salud reproductiva: análisis de riesgos en áreas residenciales. *Revista Chilena de Salud Pública*, 17(3), 75–83.

Gutiérrez, A. (2021). Percepción social del ruido urbano y su relación con la planificación de espacios verdes. *Revista Latinoamericana de Urbanismo*, 10(2), 45–56.

Herrera, J., Cárdenas, L., y Ibarra, R. (2021). Impacto fisiológico del ruido en adultos mayores con enfermedades crónicas. *Revista Andina de Salud Integral*, 6(2), 61–69.

INEN. (2011). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2391: Ruido Ambiental. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Jiménez, M., Castro, L., y Molina, V. (2021). Análisis del impacto del ruido ambiental en zonas urbanas latinoamericanas. *Revista Latinoamericana de Salud Ambiental*, 18(2), 61–70.

López, M. (2021). Impacto del ruido ambiental en la calidad del sueño de adultos urbanos. *Revista Internacional de Salud Ambiental*, 12(3), 33–42.

Martínez, M., Espinoza, G., Llumiquinga, P., y Ramírez, D. (2020). Evaluación técnico-territorial de la contaminación sonora mediante SIG. *Revista Ecuatoriana de Estudios Ambientales*, 6(1), 90–104.

Mendoza, J., González, A., y Rosero, D. (2021). Aplicación de SIG para el análisis espacial del ruido en zonas urbanas de Quito. *Revista Técnica de Medio Ambiente*, 8(2), 101–110.

Molina, P., Ramírez, L., y Torres, C. (2019). Efectos cardiovasculares del ruido vehicular en población adulta. *Revista de Salud Pública y Medio Ambiente*, 7(1), 21–30.

Naciones Unidas. (2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Ciudades y comunidades sostenibles*. Naciones Unidas.

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. WHO Regional Office for Europe.

Ordoñez Pineda, L., y Cabrera Verdezoto, R. (2023). Integración de SIG y datos socioeconómicos en la gestión ambiental local. *Revista de Estudios Urbanos y Ambientales*, 9(2), 41–56.

Pérez, J., Castillo, R., y Navarro, L. (2023). Monitoreo en tiempo real de contaminación sonora mediante SIG y sensores acústicos. *Revista Ecuatoriana de Tecnología y Medio Ambiente*, 6(1), 50–62.

Restrepo, J., y Salazar, M. (2021). Efectos del ruido ambiental en poblaciones vulnerables: una revisión regional. *Revista Colombiana de Salud Pública*, 15(3), 99–112.

Rincón, M., Torres, L., y Delgado, F. (2020). Uso de sensores móviles y SIG en la medición de contaminación sonora urbana: Estudio de caso en Bogotá. *Revista Colombiana de Ingeniería Ambiental*, 15(2), 101–115. <https://doi.org/10.22201/rcia.2020.15.2.101>

Rodríguez, F., y Salinas, D. (2022). Mitigación del ruido urbano: Barreras acústicas y vegetación urbana. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 14(2), 70–81.

Ruiz, H., Hernández, L., y Chacón, M. (2020). Modelación del comportamiento del ruido ambiental con herramientas SIG en ciudades latinoamericanas. *Revista Latinoamericana de Geomática*, 15(1), 88–96.

Suárez, Revelo., y Monserrath, Michelle. (2025). El análisis espacial: una herramienta para abordar problemas de la globalización. Análisis comparativo del servicio de AIRBNB en la capital del Ecuador (Quito urbano y la conurbación de Los Valles). *Rev. Comunicación Científica*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. ISBN 978-607-2628-41-0, págs. 157-190.

Torres, M., Naranjo, E., y Pérez, S. (2023). Equidad ambiental y planificación territorial frente a la contaminación sonora en ciudades intermedias. *Revista Ecuatoriana de Gestión Urbana*, 5(1), 29–40.

Vargas, L., y Peña, S. (2020). Vulnerabilidad infantil frente a la contaminación sonora: Efectos en el aprendizaje y concentración. *Revista Colombiana de Educación y Medio Ambiente*, 9(1), 15–27.

Zapata, C., Méndez, B., y Romero, A. (2022). Percepción del ruido urbano en adultos mayores y sus implicaciones emocionales. *Revista Colombiana de Psicogerontología*, 4(1), 15–24.

ANEXOS

Figura. 8

Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental en el cantón Simón Bolívar.



Fuente: Realizado en Google Earth Pro. Elaboración propia, 2025

Figura. 9.

Promedio de datos tomados en campo

COOX	COOY	MUESTREO DIA	MUESTREO TARDE	MUESTREO NOCHE
668436.0	9778819.0	75.6	68	69
668753.0	9778905.0	79	71.5	62
668468.0	9778744.0	78	63.8	60
668779.0	9778823.0	73	75.5	64
668539.0	9778680.0	67.5	79	64.6
668699.0	9778755.0	75	76	60
668816.0	9778718.0	78.8	78	70.3
668611.0	9778645.0	68.5	72	61
668696.0	9778656.0	70.9	78	54
668782.0	9778614.0	71.6	75	69.5

Elaborado por Ríos, 2026

Figura. 10.

Instrumento utilizado para medir Db de ruido



Elaborado ;por Ríos, 2026

Figura. 11.

Toma de datos en Punto 1 de monitoreo



Elaborado por Ríos, 2026

Figura. 12.

Datos tomados en campo



Elaborado por Ríos, 2026

Figura. 13.

Medición de ruido en punto de control



Elaborado por Ríos, 2026

Figura. 14.

Toma de datos en punto de control P5



Elaborado por Ríos, 2026

Figura. 15.

Instrumento de medición



Elaborado por Ríos, 2026

Figura. 16.

Decibeles de ruido tomados en punto de control P7



Elaborado por Ríos, 2026

Figura. 17.

Decibeles de ruido tomados en punto de control P7



Elaborado por Ríos, 2026

Figura. 18.

Decibeles marcados en instrumento de medición



Elaborado por Ríos, 2026