

Elaboración de un mapa de ruido en el centro del cantón Esmeraldas



DOI : 10.53358/ideas.v4i1.685

Narcisa A.Veliz¹, Jefferson D. Lozada²

¹ Carrera de Tecnología Superior en Medición y Monitoreo Ambiental, Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, Ecuador.

² Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación, Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, Ecuador.

¹*naveliz@istlulistello.edu.ec*, ²*jdlozada@istlulistello.edu.ec*

RESUMEN

En la presente investigación se realiza el análisis de ruido en la calle Bolívar que se encuentra en el centro de la ciudad de Esmeraldas. Se estableció la zona de estudio en ubicaciones donde no exista edificios que bloqueen o interrumpan las ondas del ruido, es por ello que se toma ocho esquinas a lo largo de la calle. Se procedió a realizar la búsqueda de información acerca de la contaminación acústica en estudios cantonales, provinciales, nacionales, e internacionales, con el objeto de recolectar información referente a la problemática, normativas y metodologías que son la base de la investigación. Al obtener los resultados del monitoreo se realizó la propuesta para la creación de un mapa de ruido, tomando en cuenta la metodología para el procesamiento y manipulación de información en el software Qgis. Se procedió a realizar el análisis estadístico y cartográfico, para obtener los resultados sobre el levantamiento del mapa de ruido con respecto a los niveles permisibles según el uso del suelo.

Palabras Clave: Medición ruido, Generadores ruido, Mapas ruido, Decibeles, Presión sonora.

Abstract. In the present investigation, the noise analysis is carried out on Bolívar street, which is located in the center of the city of Esmeraldas. The study area was established in locations where there are no buildings that block or interrupt noise waves, which is why eight corners along the street are taken. We proceeded to search for information about noise pollution in cantonal, provincial, national, and international studies, in order to collect information regarding the problem, regulations, and methodologies that are the basis of the investigation. When obtaining the results of the monitoring, the proposal was made for the creation of a noise map, taking into account the methodology for the processing and manipulation of information in the Qgis software. Statistical and cartographic analysis was carried out to obtain the results on the lifting of the noise map with respect to the permissible levels according to land use.

Keywords: Noise measurement, noise generators, noise maps, decibels, sound pressure.

Introducción

A nivel mundial la contaminación acústica se ha convertido en la segunda amenaza ambiental, que va creciendo proporcionalmente con la población. Japón es el país con mayor contaminación acústica del planeta, con más de 130 millones de ciudadanos expuestos a niveles de ruido superior a los 65 dB, producidos principalmente por fuentes como el tráfico vehicular, actividad diaria del hombre, obras civiles, bocinas y sirenas de automóviles (Berrezueta et al., 2018).

En la ciudad de Esmeraldas existen diversos problemas ambientales que se han generado por la contaminación acústica, están en constante aumento y han generado quejas por parte de los ciudadanos; ya que el ruido de acuerdo al tiempo de exposición, puede llegar a causar serias complicaciones en la salud auditiva, física y mental de las personas (Montenegro, 2015).

La elaboración y generación de mapas acústicos han sido muy utilizadas como herramientas para identificar puntos críticos de ruido en muchos cantones del Ecuador y en países latinoamericanos, (Cantalapiedra, 2018; Armijos, 2018; Colque, 2018; Bastián, 2015), pero en el cantón Esmeraldas es una herramienta que ha sido poco utilizada, en el 2016 se realizó un mapa de ruido en el sector Las Palmas en una jornada diurna (Oyarvide, 2016).

A través de la siguiente investigación se permitirá representar cartográficamente los puntos con mayor incidencia de ruido y la verificación de los límites permisibles, según lo establece la legislación nacional vigente, en la zona y horario de estudio establecido. En este proyecto se desarrolla un mapa de ruido en el centro del cantón Esmeraldas, donde se identifica los diferentes rangos de ruido, según lo establece la legislación nacional vigente.



Materiales y métodos

Descripción y características del lugar de estudio

La provincia de Esmeraldas está conformada por siete cantones Muisne, Atacames, Quinindé, Eloy Alfaro, Río Verde, San Lorenzo y Esmeraldas, este último cantón tiene aproximadamente 189.504 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en su última actualización.

La zona urbana del cantón Esmeraldas presenta ocho avenidas principales que son: 6 de Diciembre, Sucre, Eloy Alfaro, Colón, Olmedo, Bolívar, Malecón, Libertad y Pedro Vicente Maldonado. Y su mayor concentración de actividades comerciales y de afluencia de vehículos es la calle Bolívar, y la siguiente investigación se realizó a lo largo de la misma, en la figura 1 se identifica los puntos de monitoreo de ruido.

Dentro del área de estudio se seleccionaron ocho puntos. Estos fueron determinados por su ubicación cercana a lugares de mayor afluencia de personas y coinciden con la intersección de las calles principales lo que permite cumplir con los tres metros de distancia que debe existir entre la colocación del sonómetro y alguna edificación que pueda interferir en la medición.

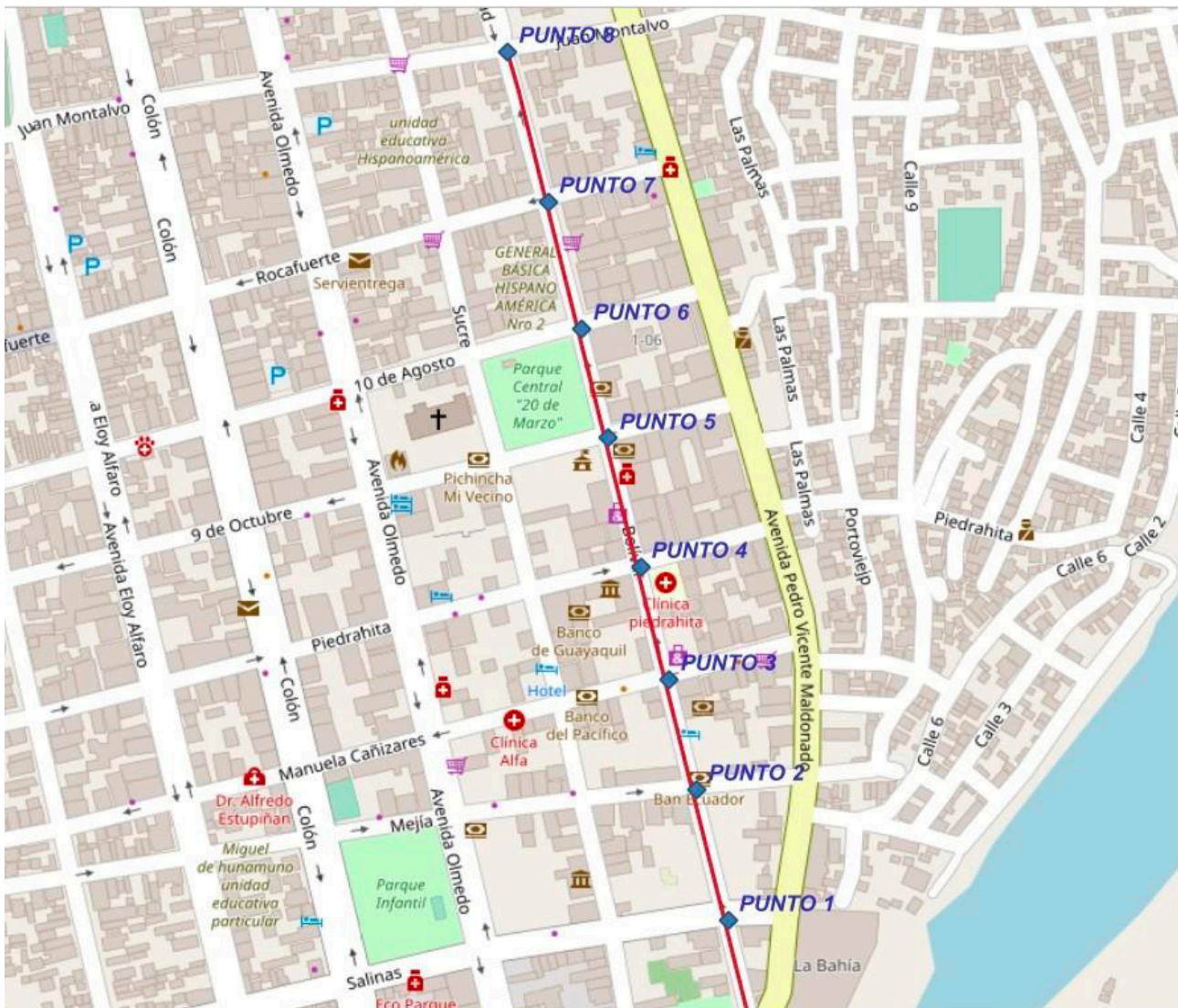


Figura 1. Puntos de monitoreo de ruido

Las mediciones se realizan en el horario de 10 am a 12 pm, los días lunes, miércoles y viernes, con un tiempo de duración de dos semanas. En la tabla 1 se detallan los puntos de medición con sus respectivas direcciones de intersección:

Tabla 1. Puntos de georreferenciación.

N	Coordenada X	Coordenada Y	Dirección
1	650092	10106488	Salinas y Bolívar
2	650069	10106581	Mejía y Bolívar
3	650048	10106668	Manuela Cañizares y Bolívar
4	650027	10106756	Piedrahita y Bolívar
5	650002	10106857	9 de octubre y Bolívar
6	649981	10106943	10 de agosto y Bolívar
7	649955	10107042	Rocafuerte y Bolívar
8	649924	10107160	Juan Montalvo y Bolívar

Procedimiento de medición

Se utilizó un sonómetro calibrado de clase 1, se lo colocó a una altura de 1,5 m desde el suelo, direccionando el micrófono hacia una zona sin obstáculos con una inclinación de 45° a 90°, sobre su plano horizontal como lo establece la legislación vigente. Para la medición de ruido total y residual se usa el Método de 15 segundos (Leq 15s), es decir se toma cinco muestras, de 15 segundos cada una. La serie de muestras que se reportan en la Tabla 2 y Tabla 3, se consideran válidas por que la diferencia entre sus valores extremos es menor a cuatro dB.

Tabla 2. Promedio de los niveles de ruido obtenidos en la semana 1.

Fecha	Punto	Niveles dB	Lprom
14/02/2022	1	76 75 74 77 75	75,4
14/02/2022	2	80 82 84 83 83	82,4
14/02/2022	3	82 84 82 83 85	83,2
14/02/2022	4	89 87 90 89 91	89,2
14/02/2022	5	83 84 81 80 81	81,8
14/02/2022	6	84 83 82 82 83	82,8
14/02/2022	7	86 84 87 86 85	85,6
14/02/2022	8	75 71 73 72 72	72,6
16/02/2022	1	75 76 75 77 74	75,4
16/02/2022	2	79 81 82 80 79	80,2
16/02/2022	3	80 82 81 81 84	81,6
16/02/2022	4	88 90 91 89 89	89,4
16/02/2022	5	79 81 83 79 82	80,8

16/02/2022	6	81 84 82 82 84	82,6
16/02/2022	7	83 85 86 85 84	84,6
16/02/2022	8	74 72 73 72 71	72,4
18/02/2022	1	75 74 75 76 76	75,2
18/02/2022	2	80 79 83 82 79	80,6
18/02/2022	3	81 80 83 82 82	81,6
18/02/2022	4	90 89 89 88 87	88,6
18/02/2022	5	80 79 80 82 79	80,1
18/02/2022	6	82 81 83 80 79	81,1
18/02/2022	7	81 80 83 80 82	81,2
18/02/2022	8	70 71 72 70 71	70,8

Tabla 3. Promedio de los niveles de ruido obtenidos en la semana 2

Fecha	Punto	Niveles dB	Lprom
21/02/2022	1	75 75 76 78 75	75,8
21/02/2022	2	81 82 83 83 84	82,6
21/02/2022	3	83 85 82 84 84	83,6
21/02/2022	4	88 88 90 91 89	89,2
21/02/2022	5	83 83 82 80 80	81,6
21/02/2022	6	82 82 84 82 83	82,8
21/02/2022	7	85 85 86 86 84	85,6
21/02/2022	8	72 70 72 72 71	72,6
23/02/2022	1	75 74 75 77 76	75,4
23/02/2022	2	80 81 80 82 80	80,2
23/02/2022	3	82 82 80 81 83	81,6
23/02/2022	4	89 88 90 89 88	89,4
23/02/2022	5	81 82 82 80 82	80,8
23/02/2022	6	80 81 81 82 82	82,6
23/02/2022	7	84 84 83 83 83	84,6
23/02/2022	8	71 70 71 72 70	72,4
25/02/2022	1	73 73 74 72 72	72,8
25/02/2022	2	82 81 83 81 82	81,8
25/02/2022	3	81 82 82 81 83	81,8
25/02/2022	4	90 89 88 88 89	88,8
25/02/2022	5	82 81 82 82 80	81,4
25/02/2022	6	81 81 82 80 80	80,8

25/02/2022	7	83 83 85 84 84	83,8
25/02/2022	8	70 72 72 71 71	71,2

Con la finalidad de validar los niveles de ruido durante las mediciones y facilitar el análisis y comparación de las muestras, se reportarán: el NPS mínimo (L_{Amin}) y el NPS máximo (L_{Amax}) medidos de cada muestra. Y se realizó el promedio (L_{Ap}) de los datos obtenidos mediante la ecuación 1 estipulada en el AM 097A:

$$L_{eq}Promedio = 10 * \log\left[\frac{1}{n_i} * (10^{0,1*Leq_1} + 10^{0,1*Leq_2} + \dots + 10^{0,1*Leq_n})\right] \quad (1)$$

donde:

- L, es el nivel de presión sonora.
- eq, es la equivalencia.
- p, es el promedio de los datos Leq (conocido como promedio logarítmico).

En la tabla 4 se indican los valores del nivel de ruido mínimo, nivel de ruido máximo y el nivel de ruido promedio por punto, que se tomaron durante las dos semanas de medición en el horario de 10 am a 12 pm.

Tabla 4. Nivel de ruido mínimo, máximo y promedio

Punto	L _{Amin}	L _{Amax}	L _{Aprom}
1	72	78	75
2	79	84	81,5
3	80	85	82,5
4	87	91	89
5	79	84	81,5
6	79	84	81,5
7	80	87	83,5
8		75	72,5

Elaboración del mapa de ruido

Para la elaboración del Mapa de Ruido se empleó dos de los métodos de interpolación existentes mediante el Software QGIS. Los pasos y datos necesarios para realizar un mapa de ruido empleando el método de interpolación IDW con ayuda del Software QGIS se detallarán a continuación.

Datos:

- Mapa urbano de la zona en estudio.
- En la tabla 5, se presentan las coordenadas (x, y) y el promedio de niveles de ruido (z) de cada PCA escogido para el estudio.

Pasos:

- Se procede a crear la capa (layer) con la cual se va a trabajar y asignar el nombre respectivo (Mapa de Ruido), en la opción sistemas de coordenadas de las propiedades del marco de datos de la capa creada se elige WGS 1984 UTM Zone 17S correspondiente para nuestro país.
- A continuación se agrega dos carpetas en la capa creada de trabajo, una con el plano de la zona de estudio con sus coordenadas respectivas y otra carpeta con el nombre SHP (Formato de archivo con datos espaciales) en el cual se creará el área de estudio y puntos de niveles de ruido.
- Una vez listo el área de estudio con los puntos de nivel de ruido se dirige a la pestaña de Geoprocesamiento (Geoprocessing) del QGIS y luego se procede a hacer clic en el cuadro de diálogo de entornos (Environments).
- Posterior a eso elegimos la extensión de proceso "Área de Estudio" y como análisis de trama igualmente a "Área de Estudio".
- Finalmente se elige el método de interpolación con el cual se vaya a trabajar para obtener como resultado el mapa de ruido.

Resultados

Monitoreo de ruido

A través de la herramienta Qgis 3.20 se procedió a sacar las coordenadas de cada punto de monitoreo en datos geográficos en UTM y WGS 84 17S, y poder elaborar el mapa con la ubicación de los puntos de estudio. Se definió un horario de muestreo de 10h00 am y 12h00 pm y entre las 15h30 y 18h30 durante dos semanas, en los días lunes, miércoles y viernes.

El número de datos que se obtuvo del monitoreo fue de 240 mediciones durante el horario establecido en la investigación. A través de la utilización de la Ecuación 1 se depuró la información, obteniendo valores promedios, máximos y mínimos para representarlos estadísticamente. El ruido ambiente fue tomado en cada uno de los 8 puntos en un día con menos incidencia de ruido, establecido en el día domingo donde las diversas actividades disminuyeron drásticamente se realizaron cinco mediciones en cada uno de los puntos y se las promedió para obtener el ruido de cada uno de los puntos a monitorear. A continuación en la figura 2, se representa estadísticamente los niveles de presión sonora equivalentes, máximos y mínimos en los diferentes puntos de monitoreo.

Finalmente se revisa que los puntos de mayor incidencia de ruido promedio son el punto 4 que se encuentra en la calle de intersección Piedrahita y el punto 7 que se encuentra en la calle de intersección Rocafuerte. En el análisis del promedio total de datos de las dos semanas en los ocho puntos no cumplen con los límites permisibles según lo estipula el Acuerdo Ministerial 097 A en su Anexo 5 y tabla 1.

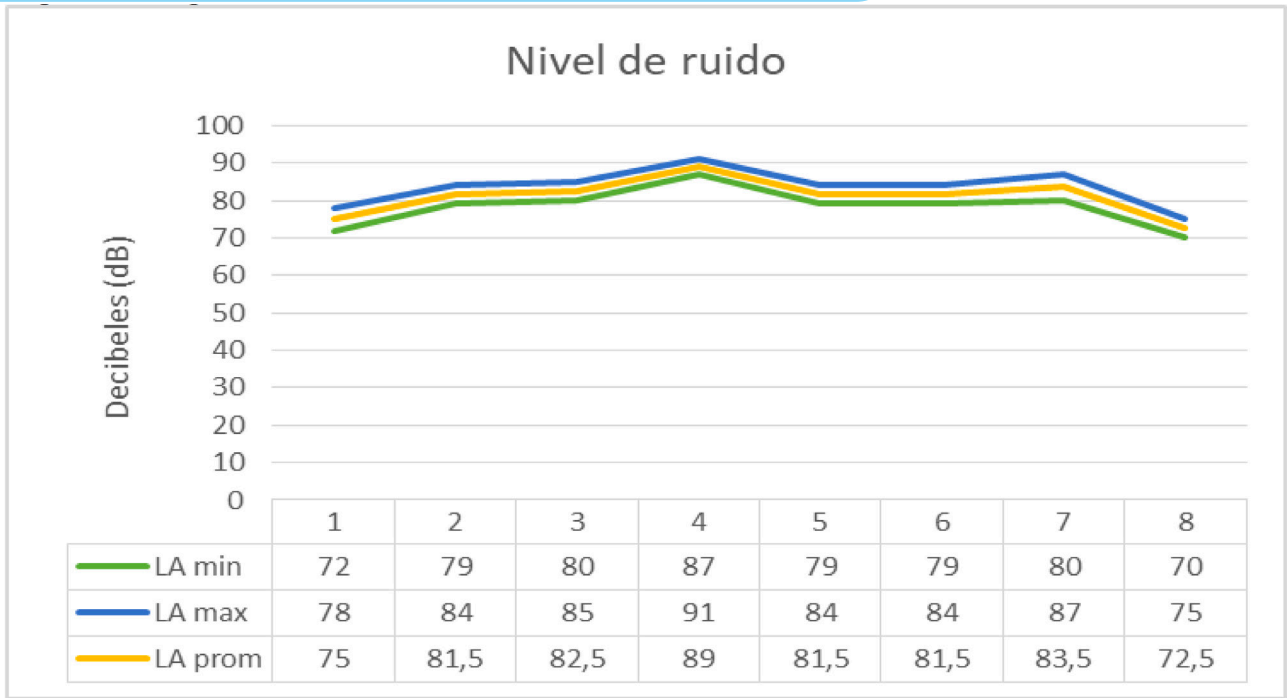


Figura 2. Representación estadística de los niveles de ruido

Análisis cartográfico del mapa acústico

En esta investigación se realizó el método de interpolación IDW para elaborar un análisis comparativo de valores desplegados cartográficamente correspondientes al monitoreo acústico. En la figura 3 se detallan los dBs promedio de los puntos de muestreo, donde el punto 4 que se encuentra en la calle Bolívar y Piedrahita es la que tiene mayor incidencia de ruido.

A pesar de que según el AM 097 A establece que corresponde a los GAD Municipales con una población mayor o igual a 250.000 habitantes elaborar mapas de ruido ambiental como una herramienta estratégica para la gestión del control de la contaminación acústica y la planificación territorial.

El mapa se elaboró con la representación de los siguientes rangos: <50, 50-55, 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, 75-80, >80, en dB (A); según lo establece la legislación nacional vigente.

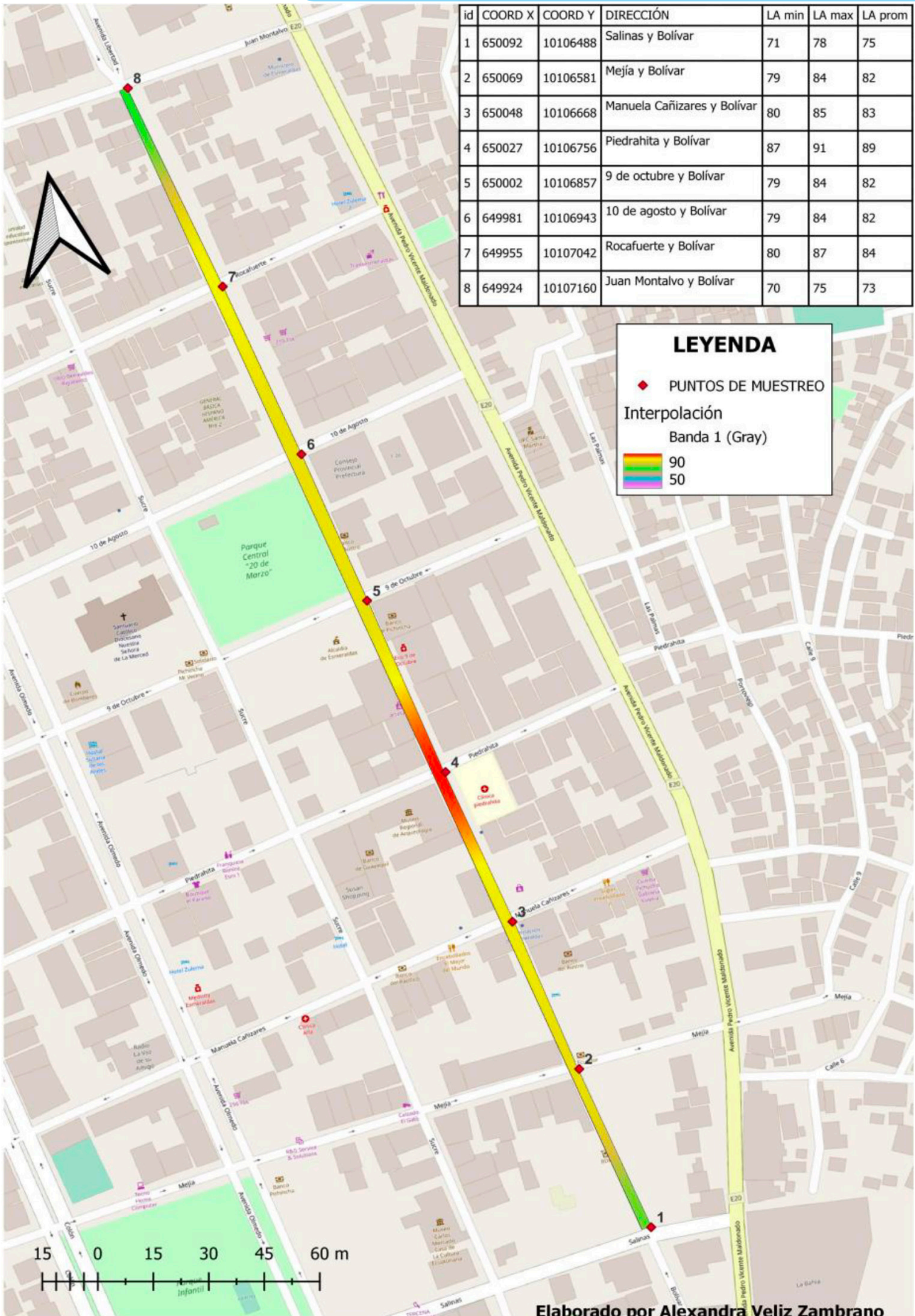


Figura 3: Mapa de ruido de los puntos de monitoreo



Conclusiones

En la selección de puntos se utilizó el muestro espacial de rejilla y viales, donde se definieron 8 puntos de monitoreo, la toma de datos se realizó a través de un sonómetro tipo 1 con ponderación A y calibrado a 110 dB. El horario de monitoreo definido fue de: 8h30-10h30 considerada de alta influencia de actividades de comercio y vehicular.

La investigación determina que el punto 4 ubicado en las calles Bolívar y Piedrahita es la que tiene mayor incidencia de ruido con un dB máximo de 91 dB y un dB prom de 89 dB es decir que no cumplen con los límites permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 097 A.

Para la elaboración del mapa de ruido se utilizó el software libre Qgis través de interpolación IDW en los ocho puntos de muestreo pero al ser una calle bastante pequeña no se puede evidenciar los niveles de ruido tan claramente pero se puede observar los puntos extremos de mínimo y máximo.

Conclusiones y trabajos futuros

Es interesante terminar nuestro artículo mostrando las conclusiones o ideas más importantes y los trabajos futuros que se desarrollarán a partir de éstas.

Agradecimientos. Encabezado de nivel 3. Esta plantilla ha sido desarrollada a partir de la plantilla LNCS de la editorial Springer-Verlag.

Este apartado es crucial y se ruega a los autores que pongan especial hincapié en citar y referenciar correctamente.

Las diversas referencias deberán mostrarse numeradas de manera secuencial, entre corchetes y en el orden de aparición a lo largo del texto: [1], [2], [3], etc.

Al final del artículo debe aparecer un apartado titulado Referencias donde aparezcan las referencias completas a las citas realizadas a lo largo del artículo.

¿Cómo se debe referenciar y cuál es el formato de la referencia?

Artículo en Revista, en Acta de Congreso o Informe Técnico. Autores (Apellido/s, Inicial/es del nombre) separados por punto y coma: Título del artículo. Nombre de la Revista o del Acta (en cursiva), Vol., No., pp. (Año). Ejemplos en [1] y a continuación:

Hamburger, C.: Quasimonotonicity, regularity and duality for nonlinear systems of partial differential equations. *Journal of Universal Computer Science*, Vol. 1, No. 4, pp. 321-354 (1995)

Libro o Capítulo de Libro. Autores (Apellido/s, Inicial/es del nombre) separados por punto y coma: Título del capítulo (si es el caso). Editores (en su caso, con la misma estructura que los autores): Título del Libro (en cursiva). Editorial, pp. (Año). Ejemplos en [2] y a continuación:

Geddes, K.O.; Czapor, S.R.; Labahn, G.: *Algorithms for Computer Algebra*. Springer (2002)

Damas, M.J.; Smith, J.: A web-based educational platform for university studies. Iskander, V. (Ed): *Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment and Engineering*

Education. Springer, pp. 317-321 (2007)

Documento On-Line. Autores (Apellido/s, Inicial/es del nombre) separados por punto y coma: Título del artículo. Nombre de la página Web o revista electrónica donde está publicado (en cursiva). URL del enlace al artículo. (Año de publicación, si se sabe). Fecha de acceso. Ejemplos en [3] y a continuación:

Referencias

1. Acero, A., Jaimes, M and Romero, G. (2016). Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura. *Revista Tecnura*, 20(49):152, sep 2016. ISSN 2248-7638. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.3.a10.
2. Armijos, F. (2018). Predicción de ruido por tráfico vehicular y elaboración del mapa de ruido utilizando el modelo HARMONOISE del centro histórico de Cuenca. PhD thesis, 2018. URL <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15595>.
3. Bastián, N. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación.
4. Berrezueta, J., Berru, J., Oyola, E and Zambrano, W. (2018) Metodología para la elaboración de mapas de ruido urbano en ciudad de Machala. *Centro de Investigaciones UTMACH*, 2:157–165. URL <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/index>.
5. Borroso, M. (2015). Elaboración de un mapa de ruido ambiental diurno de la plataforma territorial 4-zona norte de la ciudad de Ambato como herramienta estratégica para la gestión del control de la contaminación acústica del GADMA. Technical report.
6. Bureau, V. (2008). Manual para la formación en medio ambiente. Editorial Lex Nova paginas 331-370. ISBN (978-84-9898-027-1). España.
7. Cantalapiedra, R. (2018). Desarrollo de un método simplificado para la elaboración de mapas de ruido en base a información del tráfico. PhD thesis, 2018. URL <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32951/TFG-G3392.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
8. Colque, J. (2018). Evaluación de los niveles de presión sonora a través de la elaboración de mapas de ruido en el Hospital Goyeneche. PhD thesis, 2018. URL <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7203/AMcodeja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
9. Coriñaupa, Z. (2020). Análisis de la contaminación acústica y elaboración del mapa de ruido de la zona monumental del distrito de Huancayo - 2020. Repositorio institucional, pages 10–11, 2020. URL <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5992>.
10. Cusacani, F. (2020). Evaluación del ruido ambiental en los pantanos de villa mediante la elaboración de mapas de ruido. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur 1:1–81. URL <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/166>.



11. Díaz, E. (2018). Ruido producido por el tránsito vehicular en el centro histórico de Chachapoyas-Amazonas-Perú. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(1):9, 2019. ISSN 2414-8822. doi:10.25127/ucni.v2i1.441.
12. Hernández, R., García, S., Hernández, F., Chuncho, G and 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*, 08:9–14.
13. Laura, J. (2020). Mapa de ruido del área de influencia del aeropuerto internacional Alfredo Rodríguez Ballón de la ciudad de Arequipa, 2018. *Akrab Juara*, 5 (1):43–54, 2020. URL <http://www.akrabjuara.com/index.php/akrabjuara/article/view/919>.
14. López, D and López, S. (2018). Análisis de la contaminación acústica generada por el parque automotor en la zona urbana de la ciudad de Ibarra. Tesis.
15. Montenegro, M. (2015). Análisis de la Contaminación Acústica por Tráfico Vehicular en los Hospitales de la ciudad de Esmeraldas. PhD thesis, 2015. URL <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/566/1/MONTENEGROARIASMONICAPATRICIA.pdf>.
16. Oyarvide, M. (2016). Medición de la contaminación acústica en el sector residencial del barrio las palmas del cantón esmeraldas en el año 2015.
17. Ponze, D and Sierra, G. (2020). Elaboración de un mapa de ruidos para la identificación de los puntos críticos de la contaminación sonora en el centro histórico del Distrito de Yanahuara. page 162, 2020.
18. Rodríguez, F and Juárez, L. (2020). Exploración cualitativa sobre el ruido ambiental urbano en la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 35(3):803–838, 2020. ISSN 0186-7210. doi: 10.24201/edu.v35i3.1934.
19. Segura, A., Sánchez, G and Sánchez, A. Contaminación acústica por la actividad turística en el balneario de Atacames, ciudad de Esmeraldas Ecuador. *Pol. Con.* (Edición núm. 58) Vol. 6, No 8 Agosto 2021, pp. 609-629, 2021.