

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i1.1995>

Contaminación acústica y su incidencia en la población urbana del cantón El Empalme, Ecuador

Noise pollution and its impact on the urban population of El Empalme, Ecuador

Daniela Yamilet Galán Mendoza

daniela.galan2017@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8915-3377>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Ecuador – Quevedo

Keily Damaris Cruzatty Caldas

keily.cruzatty2017@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-8820-701X>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Ecuador – Quevedo

Hevert Aarón Coello Burgos

hevert.coello@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2949-7140>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Ecuador – Quevedo

Naomi Kaymara Wong Carriel

naomi.wong2017@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-5393-7640>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Ecuador – Quevedo

Roberto Barragán Monrroy

rbarraganm@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4682-5529>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Ecuador – Quevedo

*Artículo recibido: 10 enero 2026 -Aceptado para publicación: 20 febrero 2026
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.*

RESUMEN

La presente investigación evaluó los niveles de ruido generados por fuentes móviles y su relación con la calidad de vida de los habitantes urbanos del cantón El Empalme. Para ello, se aplicó una evaluación perceptiva a la población mediante cuestionarios y se realizó medición in situ de la presión sonora en 10 puntos estratégicos durante tres horarios y siete días consecutivos. Los resultados evidenciaron un alto nivel de inconformidad ciudadana respecto al ruido ambiental, identificándose al tráfico vehicular como la principal fuente emisora. El análisis estadístico determinó que ninguno de los promedios de decibelios registrados cumplió con los límites máximos permisibles del TULSMA (Libro VI, Anexo 5), destacando sitios críticos como la


Estación de Transporte Coop. “1ero de Mayo”, donde los fines de semana se alcanzaron valores de hasta 79,32 dB. La evaluación comparativa entre sitios, horarios y días reveló diferencias significativas en la distribución del ruido, asociadas a la intensidad del flujo vehicular y a las actividades urbanas propias del área. Estos hallazgos confirman la presencia de contaminación acústica en la zona estudiada y la necesidad urgente de implementar medidas de mitigación que mejoren la calidad de vida de la población expuesta.

Palabras clave: ruido, fuentes móviles, contaminación acústica, decibeles, urbanística

ABSTRACT

This study evaluated the noise levels generated by mobile sources and their relationship to the quality of life of urban residents in the canton of El Empalme. To this end, a perceptual assessment was conducted among the population using questionnaires, and in situ sound pressure measurements were taken at 10 strategic points during three time periods and seven consecutive days. The results showed a high level of citizen dissatisfaction with environmental noise, with vehicular traffic identified as the main source of noise pollution. Statistical analysis determined that none of the recorded decibel averages complied with the maximum permissible limits of the TULSMA (Book VI, Annex 5), highlighting critical sites such as the Coop. “1ero de Mayo” Transport Station, where values of up to 79.32 dB were reached on weekends. The comparative evaluation between sites, times, and days revealed significant differences in noise distribution, associated with the intensity of vehicle flow and urban activities specific to the area. These findings confirm the presence of noise pollution in the studied area and the urgent need to implement mitigation measures that improve the quality of life of the exposed population.

Keywords: noise, mobile sources, noise pollution, decibels, urban planning

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental actualmente es un problema a nivel mundial que se ve situada desde el inicio de la comprensión humana, alrededor del mundo el desgaste de recursos y la proliferación de acciones corrosivas hacia la naturaleza han sido clave para la incidencia de problemas sociales y surgimiento de nuevas calamidades naturales (Antúnez Sánchez & Guanoquiza Tello, 2018). Según la rendición de cuentas por parte del MAATE en el 2022 en Ecuador, el gobierno invirtió y dio paso a la ejecución de planes y proyectos para frenar la contaminación ambiental y el cambio climático que aqueja a la gran población existente (Ministerio del Ambiente, 2023).

En este contexto, la contaminación acústica es presentada como un tipo de contaminación que aqueja a las grandes poblaciones en vías de desarrollo que nace del gran flujo poblacional y crecimiento urbanístico, la deficiente gestión territorial planificada da origen a dilemas tales como la calidad acústica a la que se sobrepone una basta explotación territorial y la coexistencia social (Soto Molina, 2024). En este sentido, la contaminación acústica se puede definir como aquella sensación generada en la corteza cerebral que se ve presencia por las vibraciones que producen las moléculas de aire causando una sensación desagradable al receptor (Palmese & Carles, 2023).

De la misma manera, el ruido es la variación de la presión del aire audible en el sistema del oído humano, se mide en decibeles (dB) (Cobo Pedro & Cuesta María, 2022) y puede causar efectos auditivos como sordera, acufenos, etc. y no auditivos como estrés, ansiedad, alternaciones del sueño, etc. ya que el ruido es considerado como estorbo público y puede ocasionar afectaciones nocivas inmediata y gradualmente en la vida de los pobladores expuestos; el ruido ejercido sin control puede ser controlado bajo lineamientos si se considera una amenaza real (Isabel Amable Álvarez et al., 2017).

Así pues, se han establecido las posibles causas y consecuencias que traen consigo la generación de ruido en centros de diferentes indoles (Acuña Monteverde 2022). Según la INEC en el año 2014, 3 de cada 10 familias afirmaron sentirse afectados por el ruido y esto debido a la gran presencia urbanística y necesidad laboral, es necesario aclarar que la presencia de grandes empresas manufactureras forma parte de las principales fuentes de ruido adicionando la potencial acreencia de unidades automovilísticas y sitios de diferentes indoles (Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2022).

Por consiguiente, encontramos que los índices de inconformidad por la emisión del ruido en la provincia del Guayas son del 35.13%, relacionado con la presencia de actividades comerciales, además de las innumerables industrias y su expansión territorial. En particular El Empalme los índices de ruido sobrepasan los 65 dB generando por consecuencia gran malestar e influyendo directamente en la calidad de vida de sus habitantes (Alvarado Guerrero Sullyn Hypatia, 2013). creciente afluencia urbanística ha generado la necesidad de integrar evaluaciones

acústicas y conocer la realidad poblacional y los malestares que supone la presencia del ruido (Hernández-Ocampo et al., 2021).

Por esto es necesario la reevaluación de los índices de ruido presentes en las zonas establecidas en esta investigación, debido que ha presentado aumento desorganizado de población, generando la creación de grandes y pequeñas plazas laborales además de instituciones gubernamentales de asistencia social. La importancia de los factores ambientales y la realidad social fueron determinantes para la realización de este proyecto, el cual busca como objetivo principal evaluar la generación de ruido emitida por fuentes móviles y su relación con la calidad de vida de los habitantes de la zona urbana del cantón El Empalme. Esta información podrá servir como línea base para las instituciones relacionadas con el manejo y gestión de ruido y como antecedente para futuras investigaciones en ruido por fuentes móviles.

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque del estudio se basó en el análisis de la evaluación de ruido dentro de 10 puntos estratégicos del cantón con el objetivo de obtener los diferentes niveles acústicos y compararlos según lo establecido en la norma TULSMA Libro VI anexo 5 y verificar si los valores obtenidos se ajustan a la misma. Referente al tipo de investigación se diseñó bajo un marco experimental ya que se trataron datos cuantitativos a partir de los decibeles captados por el equipo técnico (Sonómetro MSL-1355B) en 10 diferentes sectores donde se consideró una relación causan y efecto entre el factor ruido para cada sitio de muestreo.

Como primer paso se realizó la selección de los 10 puntos específicos en áreas urbanas elegidas estratégicamente ya que estos han estado sujetos a cambios asociados a creación de plazas laborales, aumento poblacional, construcción de viviendas e infraestructuras, mejoramiento de carreteras, etc. A continuación, se describen los lugares a y su ubicación en específico en la Tabla 1.

Tabla 1
Ubicación geográfica de los sitios de muestreo

No.	LUGAR DE MUESTREO	LONGITUD	LATITUD
1	Entrada al Hospital	651202	9883512
2	Corporación Nacional de Electricidad (CNEL)	651427	9884338
3	Parque Central	651167	9884670
4	Banco Pichincha	651495	9884543
5	Municipalidad del Empalme	651829	9884577
6	Colegio Fiscal Mixto “El Empalme”	652580	9883731
7	Redondel Obelisco “Velasco Ibarra”	651570	9884781
8	Estación de Transporte Coop. “Río Peripa”	651516	9885034
9	Estación Transporte Coop. “1ero de Mayo”	650929	9884870
10	Entrada a la Coop. “29 de octubre”	650225	9884949

Fuente: Elaboración de los autores

Los horarios de muestreo serán divididos en 3 horarios distintos:

- En la mañana (De 08H:00 a.m. - 10H00 a.m.)
- En el medio día (De 12H00 p.m. -14H00 p.m.)
- En el atardecer (De 16H00 p.m. – 18H00 p.m.)

En la investigación se aplicó un Diseño completamente al azar (DCA) en donde se establecieron tres factores de estudio, el primero (A) Sitios de muestreo con diez niveles; el segundo factor (B) días de muestreo con siete niveles y finalmente el factor (C) Horarios, con tres niveles. En el campo, se tomaron 10 datos en cada lugar de muestreo, en 3 horarios diferentes en un lapso de 7 días con un promedio de 1 minuto cada uno, obteniendo un total de 630 repeticiones.

Todos los resultados obtenidos serán comparados con los parámetros de los niveles de ruido según el uso de suelo establecido en el Texto Unificado de la Legislación secundaria Medioambiental TULSMA Libro VI Anexo V.

Tabla 2

Modelo de tabla de muestreo de datos según los factores de muestreo

HORARIO DE MUESTREO	LUNES																							
	Entrada al Hospital			CNEL			Banco Pichincha			Parque Central			Estación de transporte Coop.			Entrada a la Coop. "29 de Mayo"			Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"			Estación de Transporte Coop. "Obelisco Velasco Ibarra"		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
MAÑANA (08:00 a.m. - 10:00 a.m.)																								
MEDIO DÍA (12:00 a.m. - 14:00 p.m.)																								
ATARDEDECER (16:00 p.m. - 18:00 p.m.)																								

Todos los datos obtenidos durante la obtención de datos In situ se organizaron mediante la tabla 2 como se muestra a continuación.

Fuente: Elaborado por los autores

Los datos de ruido registrados en campo fueron organizados en hojas de Excel y posteriormente analizados en RStudio. Se realizaron análisis descriptivos mediante gráficos boxplot y se compararon los niveles de presión sonora por sitio, horario y día de muestreo.

Asimismo, se generó un mapa de calor que visualizó los niveles de decibelios según sitio y día. La normalidad de los datos se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk, y, al no ajustarse a una distribución normal, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para analizar la variabilidad entre grupos. Adicionalmente, se aplicó una prueba de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni para detectar diferencias significativas entre los factores evaluados (López Soto, 2013).

A partir de los datos de ruido obtenidos, se construyó un mapa de calor que permitió visualizar las interacciones entre los factores "Sitios de estudio" y "Días de estudio". Además, para evaluar las similitudes en los patrones de generación de ruido entre los sitios de monitoreo, se implementó un Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS), de acuerdo con la metodología descrita por (Cristian David Rivera Ramirez, 2018). Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el software RStudio, considerando un nivel de significancia de $p = 0.05$.

Los materiales utilizados durante el desarrollo de esta investigación, fueron tales como la recopilación de fuentes bibliográficas relevantes al tema, GPS para precisar los sitios de muestreo, el uso de cámara digital, la aplicación del programa estadístico Rstudio y el sonómetro MSL-1355B con rango de medición (dB) 30-130 dBA/35-130 dBC, Precisión $\pm 1,5$ dB, Respuesta de frecuencia 31,5-8,5 kHz, Resolución 0,1 dB, Velocidad de muestreo 20 veces por segundo y Micrófono capacitivo $\frac{1}{2}$ ".

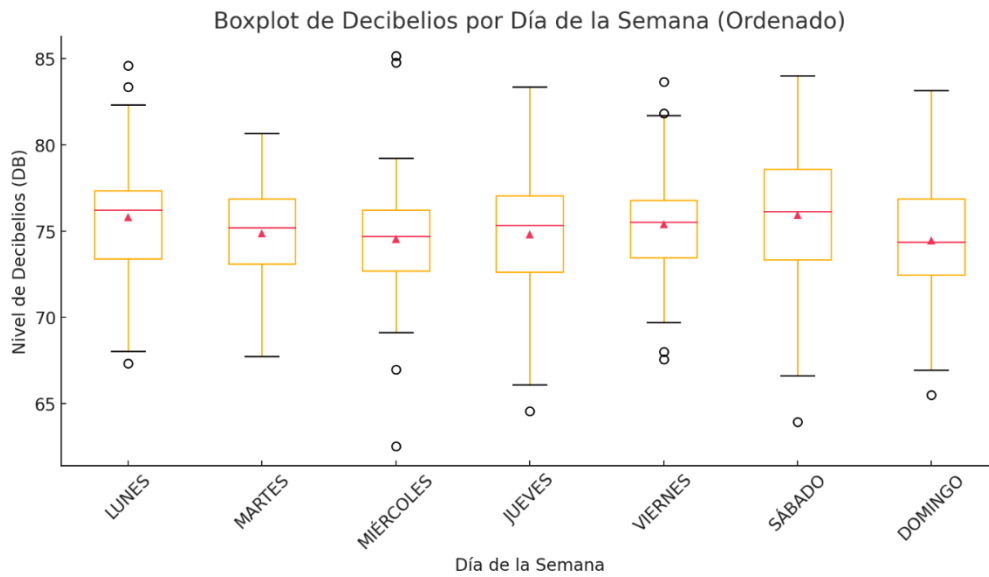
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis descriptivo

El análisis de Boxplot (Figura 1) señala que los niveles de presión sonora (dB) presentan variaciones según el día de la semana, lo que se relaciona con cambios en los patrones de tráfico vehicular. En este sentido, en los días laborales (lunes a viernes), los niveles promedio son constantes, con una dispersión menor que sugiere flujos vehiculares regulares. En contraste, los fines de semana, especialmente el domingo, exhiben mayor variabilidad y valores atípicos, lo que podría asociarse a patrones irregulares de movilidad, posiblemente vinculados con actividades de ocio.

Figura 1

Boxplot de decibelios por día d la semana

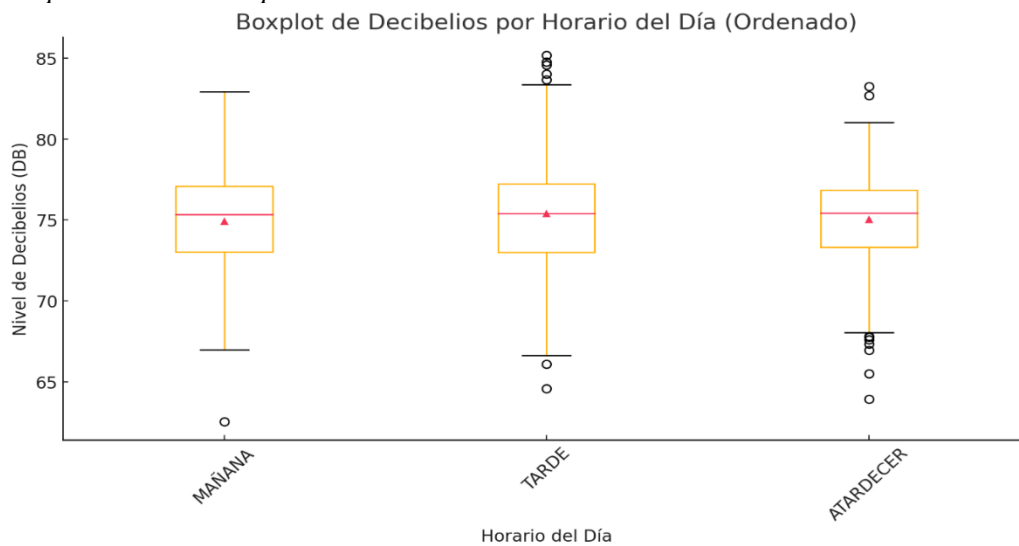


Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

El Boxplot por horario del día (Figura 2) muestra variaciones en los niveles de presión sonora (dB), asociadas a los patrones diarios de tránsito vehicular. Durante la mañana, los niveles promedio son altos, esto debido el incremento de tráfico en las horas pico de inicio de jornada laboral. Mientras, en la tarde, los niveles permanecen elevados, pero con menor dispersión, lo que se relaciona con un flujo vehicular constante. En contraste con el atardecer que presenta niveles de ruido más altos y una mayor variabilidad, vinculados a un incremento del tráfico durante el retorno a casa de la jornada laboral.

Figura 2

Boxplot de decibelios por horario del día



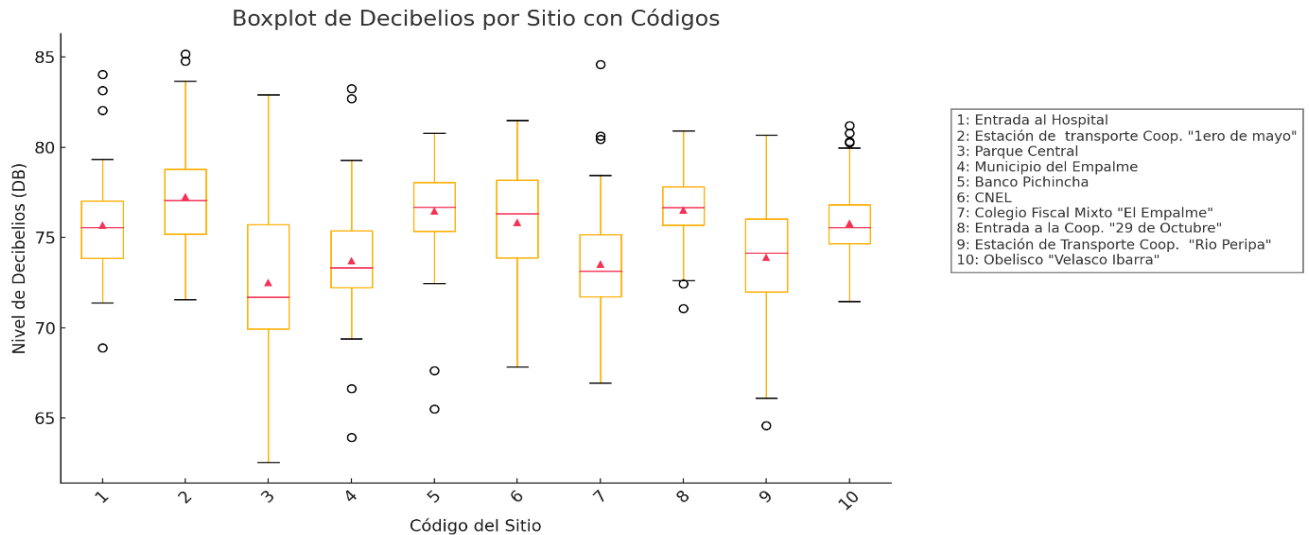
Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

De la misma forma la gráfica establecida que demuestra la relación de decibelios por sitio de muestreo (Figura 3) indica una gama de respuestas sonoras frente al ruido que se presenta en

cada lugar de estudio indicando por ejemplo gran variabilidad en sitios como el 3 y 6 donde se identifica también el sesgo de datos tanto positivo como negativo eso posiblemente debido a la presencia de ruido inusual en la zona. Además, se denota que los sitios con una superior simetría de datos y que denotan una mayor presencia de ruido son aquellos como el 2, 5, 8 y 10 lugares donde el nivel acústico se concentra y sus límites representan evidentemente un problema auditivo.

Figura 3

Boxplot de decibelios por sitio

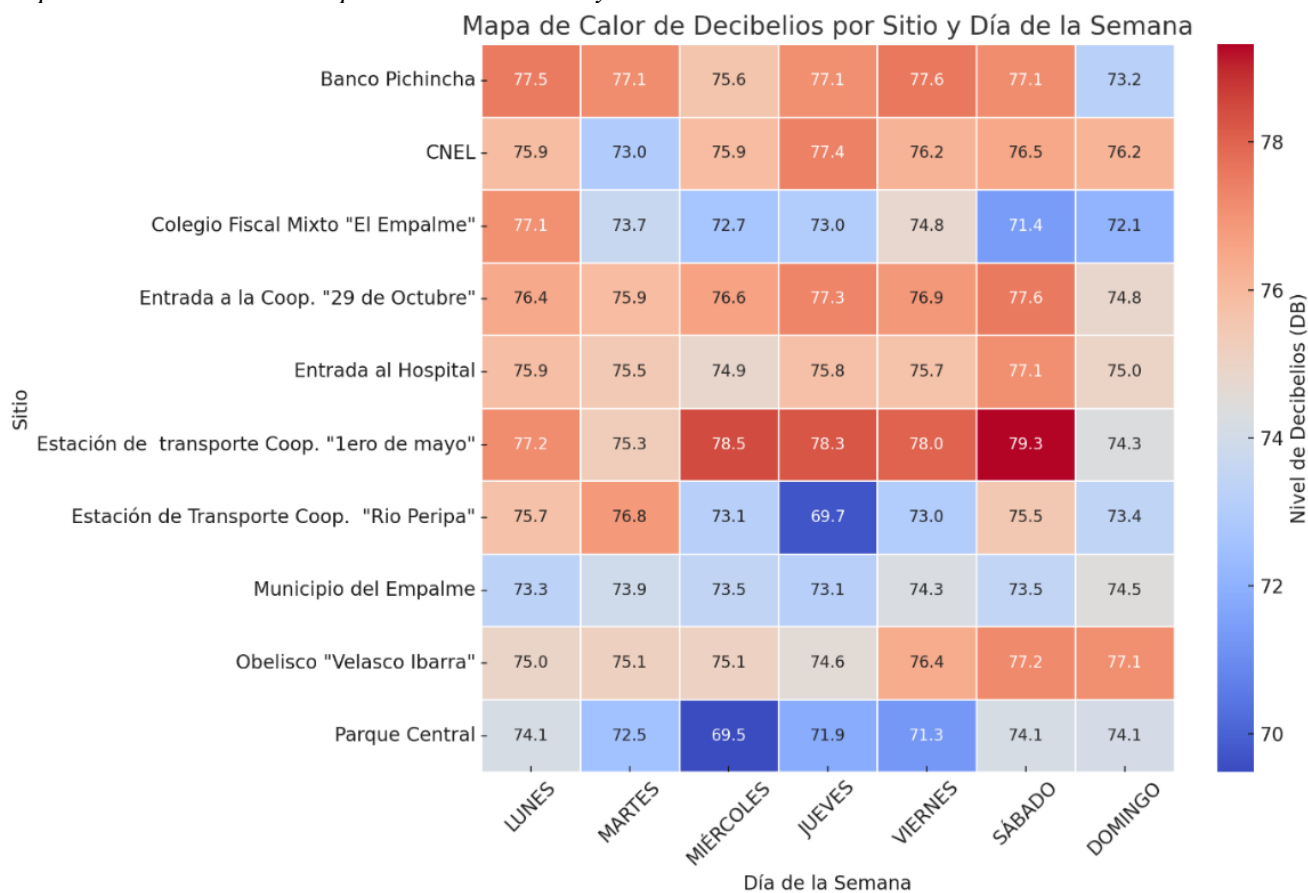


Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

El mapa de calor demuestra variaciones en los niveles promedio de presión sonora (dB) entre sitios y días de la semana, con una media general de 75.13 dB (± 3.28 dB). El sitio con mayor nivel de presión sonora fue la Estación de transporte Coop. "1ero de mayo" durante los sábados, con un promedio de 79.32 dB (± 1.82 dB), asociado a un flujo vehicular intenso y continuo. En contraste, el sitio con el nivel de presión sonora más bajo fue el Parque Central durante los miércoles, con un promedio de 69.48 dB (± 3.07 dB), lo que indica una menor densidad vehicular y una menor exposición a fuentes móviles de ruido (Figura 4).

Figura 4

Mapa de calor de decibelios por sitio de muestreo y días de la semana



Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

Análisis Inferencial

Normalidad de datos

La prueba de Shapiro-Wilk aplicada a los datos agrupados por horario, sitio y día de la semana muestra que varios grupos no cumplen con el supuesto de normalidad requerido para análisis paramétricos ANOVA. Los horarios no presentaron una distribución normal. En contraste, solo tres sitios, como la Estación de Transporte Coop. "Río Peripa" ($p=0.833675$) mostraron distribución normal. Respecto a los días de la semana, la mayoría presentan normalidad, sin embargo, el día Miércoles no alcanzó el supuesto ($p=0.000815$).

Tabla 3

Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para datos de ruido por fuentes móviles, cantón El Empalme, provincia del Guayas, año 2024.

Factor	Nivel	W	p-value
Horario	Mañana	0.973307	0.000509
	Tarde	0.985613	0.031457
	Atardecer	0.98219	0.009336
Sitio	Banco Pichincha	0.86105	4.19×10^{-6}
	CNEL	0.973763	0.197108
	Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	0.967938	0.099332

	Entrada a la Coop. "29 de octubre"	0.973102	0.182525
	Entrada al Hospital	0.953326	0.017994
	Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	0.947748	0.009614
	Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	0.9887	0.833675
	Municipio del Empalme	0.917419	0.000434
	Obelisco "Velasco Ibarra"	0.960887	0.043168
	Parque Central	0.969263	0.11621
Días de la semana	Lunes	0.98849	0.620076
	Martes	0.983612	0.317847
	Miércoles	0.944844	0.000815
	Jueves	0.986676	0.493141
	Viernes	0.98821	0.599708
	Sábado	0.981451	0.227581
	Domingo	0.983864	0.345309

Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

Análisis de Kruskal-Wallis

El análisis de Kruskal-Wallis revela diferencias significativas en los niveles de presión sonora (dB) entre los grupos evaluados. En particular, los días de la semana muestran variaciones estadísticamente significativas ($H=18.86$, $p=0.004$). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre los horarios del día ($H=0.46$, $p=0.793$), indicando que los niveles de ruido son relativamente homogéneos en las franjas de mañana, tarde y atardecer. Sin embargo, los sitios evaluados presentan una marcada diferencia ($H=140.28$, $p<0.001$) (Tabla 4).

Tabla 4

Análisis Kruskal-Wallis de datos de ruido en el cantón El Empalme, provincia del Guayas, año 2024

Factor	H-statistic	p-value
Día	1.885.665	0.004413
Horario	0.46381	0.793022
Sitio	1.402.752	9.05×10^{-26}

Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

Al encontrarse con la homogeneidad de los datos planteados por horario de muestreo es necesario identificar específicamente los sitios y días de muestreo que resultan diferentes entre sí ya que las pruebas generales demostraron tener diferencias. Para esto se procedió con las pruebas de Post-Hoc mediante la prueba de Mann-Whitney U con corrección de Bonferroni.

Prueba Post-Hoc

Días de la semana

El análisis post hoc de comparaciones por pares entre los días de la semana, mediante la prueba de Mann-Whitney U con corrección de Bonferroni, reveló diferencias significativas en los

niveles de presión sonora (dB) entre ciertos días. En particular, los días laborales tienden a mostrar niveles significativamente mayores de ruido en comparación con el fin de semana, reflejando una mayor densidad vehicular durante los días hábiles (Tabla 5).

Tabla 5

Prueba de pares de Mann-Whitney U con corrección de Bonferroni para datos de ruido por fuentes móviles por días de la semana, en el cantón El Empalme, provincia del Guayas, año 2024

Group 1	Group 2	U-statistic	p-value	p-value (Bonferroni)
LUNES	MARTES	4697	0.06437	1
LUNES	MIÉRCOLES	5070	0.003537	0.074282
LUNES	JUEVES	4687.5	0.068389	1
LUNES	VIERNES	4441	0.26391	1
LUNES	SÁBADO	3821	0.513289	1
LUNES	DOMINGO	4837.5	0.010725	0.225225
MARTES	MIÉRCOLES	4395.5	0.32363	1
MARTES	JUEVES	4079	0.935014	1
MARTES	VIERNES	3747	0.3868	1
MARTES	SÁBADO	3249	0.022011	0.462225
MARTES	DOMINGO	4262	0.380389	1
MIÉRCOLES	JUEVES	3733.5	0.365961	1
MIÉRCOLES	VIERNES	3393	0.060353	1
MIÉRCOLES	SÁBADO	2938	0.001473	0.030935
MIÉRCOLES	DOMINGO	3975	0.96635	1
JUEVES	VIERNES	3731	0.362185	1
JUEVES	SÁBADO	3271	0.025931	0.544553
JUEVES	DOMINGO	4214	0.4608	1
VIERNES	SÁBADO	3532	0.13873	1
VIERNES	DOMINGO	4563	0.079618	1
SÁBADO	DOMINGO	4968	0.003376	0.070906

Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

Sitios de monitoreo

El análisis post hoc de comparaciones por pares entre los sitios de monitoreo, basado en la prueba de Mann-Whitney U con corrección de Bonferroni, señaló diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de presión sonora (dB) de los sitios de monitoreo. Dentro de los hallazgos encontrados, se puede identificar que los sitios asociados a transporte público, como la Estación de transporte Coop. "1ero de mayo", presentaron niveles de ruido significativamente más altos en comparación con ubicaciones residenciales o recreativas, como el Parque Central (Tabla 6).

Tabla 6

Prueba de pares de Mann-Whitney U con corrección de Bonferroni para datos de ruido por fuentes móviles por sitios, en el cantón El Empalme, provincia del Guayas, año 2024

Group 1	Group 2	U-statistic	p-value	p-value (Bonferroni)
Entrada al Hospital	CNEL	1796	0.358981	1
Entrada al Hospital	Banco Pichincha	1406	0.004799	0.215946
Entrada al Hospital	Parque Central	3004	6.63×10^{-7}	2.98×10^{-5}
Entrada al Hospital	Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	1418	0.00575	0.258756
Entrada al Hospital	Entrada a la Coop. "29 de Octubre"	1443	0.008298	0.37339
Entrada al Hospital	Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	2860	1.96×10^{-5}	0.000882
Entrada al Hospital	Municipio del Empalme	2883	1.18×10^{-5}	0.00053
Entrada al Hospital	Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	2586	0.003363	0.151337
Entrada al Hospital	Obelisco "Velasco Ibarra"	1920	0.754832	1
CNEL	Banco Pichincha	1700.5	0.166578	1
CNEL	Parque Central	3043.5	2.41×10^{-7}	1.08×10^{-5}
CNEL	Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	1613	0.070261	1
CNEL	Entrada a la Coop. "29 de octubre"	1762	0.278717	1
CNEL	Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	2903	7.49×10^{-6}	0.000337
CNEL	Municipio del Empalme	2904	7.32×10^{-6}	0.00033
CNEL	Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	2679	0.000709	0.03189
CNEL	Obelisco "Velasco Ibarra"	2089	0.611844	1
Banco Pichincha	Parque Central	3178.5	5.76×10^{-9}	2.59×10^{-7}
Banco Pichincha	Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	1897	0.671202	1
Banco Pichincha	Entrada a la Coop. "29 de octubre"	2015	0.883622	1

Banco Pichincha	Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	3196	3.45×10^{-9}	1.55×10^{-7}
Banco Pichincha	Municipio del Empalme	3268	3.85×10^{-10}	1.73×10^{-8}
Banco Pichincha	Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	3002	6.97×10^{-7}	3.14×10^{-5}
Banco Pichincha	Obelisco "Velasco Ibarra"	2521	0.008915	0.40119
Parque Central	Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	687	2.48×10^{-10}	1.11×10^{-8}
Parque Central	Entrada a la Coop. "29 de octubre"	748	1.63×10^{-9}	7.34×10^{-8}
Parque Central	Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	1582	0.049825	1
Parque Central	Municipio del Empalme	1440	0.007947	0.357601
Parque Central	Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	1473	0.012656	0.56953
Parque Central	Obelisco "Velasco Ibarra"	927	2.5×10^{-7}	1.13×10^{-5}
Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	Entrada a la Coop. "29 de Octubre"	2098	0.581384	1
Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	3180	5.52×10^{-9}	2.48×10^{-7}
Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	Municipio del Empalme	3232	1.17×10^{-9}	5.26×10^{-8}
Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	3015	5.02×10^{-7}	2.26×10^{-5}
Estación de transporte Coop. "1ero de mayo"	Obelisco "Velasco Ibarra"	2537	0.007073	0.318307
Entrada a la Coop. "29 de Octubre"	Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	3211	2.2×10^{-9}	9.92×10^{-8}
Entrada a la Coop. "29 de Octubre"	Municipio del Empalme	3275	3.09×10^{-10}	1.39×10^{-8}
Entrada a la Coop. "29 de Octubre"	Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	3006	6.3×10^{-7}	2.84×10^{-5}

Entrada a la Coop. "29 de Octubre"	Obelisco "Velasco Ibarra"	2519	0.009173	0.412786
Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	Municipio del Empalme	1828	0.446559	1
Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	1764	0.283078	1
Colegio Fiscal Mixto "El Empalme"	Obelisco "Velasco Ibarra"	1014	2.21×10^{-6}	9.96×10^{-5}
Municipio del Empalme	Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	1840	0.482298	1
Municipio del Empalme	Obelisco "Velasco Ibarra"	1026	2.95×10^{-6}	0.000133
Estación de Transporte Coop. "Rio Peripa"	Obelisco "Velasco Ibarra"	1278	0.000572	0.025721

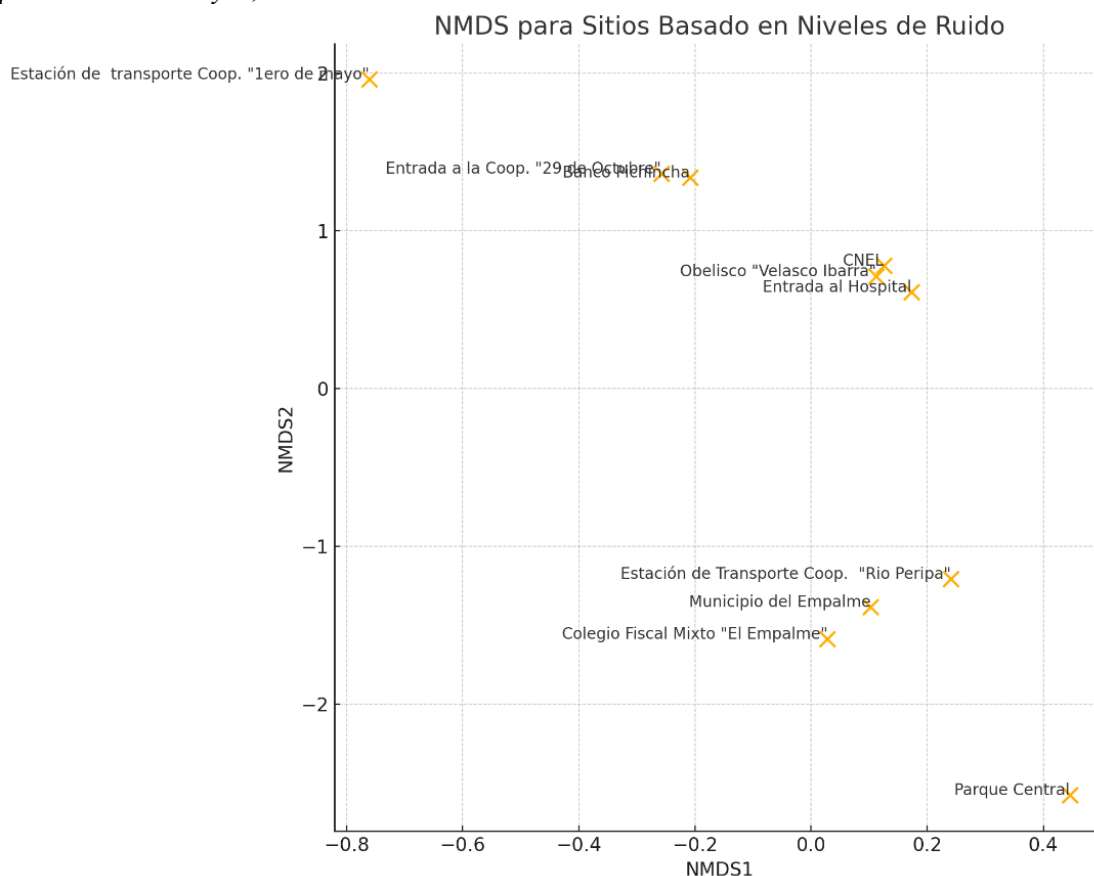
Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

Análisis Multivariante Escalamiento Multidimensional No Métrico

El análisis NMDS (Escalamiento Multidimensional No Métrico) permitió visualizar las relaciones de similitud en los niveles promedio de ruido entre los sitios monitoreados. El valor de stress del modelo fue 0.077, lo que indica un buen ajuste del modelo (valores < 0.1 son considerados aceptables). Los sitios como la Estación de transporte Coop. "1ero de mayo" y la Entrada a la Coop. "29 de octubre" se posicionaron juntos, indicando niveles de ruido similares, asociados con flujos vehiculares intensos en puntos estratégicos de transporte público. En contraste, el Parque Central se separó significativamente de otros sitios, lo que señala niveles de ruido más bajos y un entorno más controlado o limitado del tráfico vehicular (Figura 5).

Figura 5

Análisis NMDS de presión sonora (dB) entre sitios de monitoreo en el cantón El Empalme, provincia del Guayas, año 2024



Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

Posterior a los resultados obtenidos se realizó un análisis de los niveles de presión sonora encontrados respecto a los establecidos en la Norma Ambiental vigente y se halló que los niveles de ruido no cumplen en absoluto con los acordados según el uso de suelo ya que según lo estipulado en áreas comerciales mixtas se indica que los límites van de 65 dB a 55 dB y sitios como el Obelisco “Velasco Ibarra” presentaba un límite superior a los 75 dB, sitios destinados a zonas residenciales con límites de 50 a 40 dB presentaron un nivel de 74 dB como lo fue en la Entrada a la Coop. “29 de Octubre” y no muy alejado de la realidad sitios hospitalarios y educativos que deben constar con límites sonoros de 45 a 35 dB presentaron límites superiores a los 70 dB (Tabla 7).

Tabla 7

Nivel de ruido generado según el Uso de suelo

Nivel de ruido generado según el Uso de Suelo			
(TULSMA LIBRO VI ANEXO 5 2017)		NIVELES DE RUIDO HALLADOS	
Uso de suelo	dB permitidos	Sitio de muestreo	dB generados
Zona comercial Mixta	(65 dB – 55dB)	Obelisco “Velasco Ibarra”	75 dB

Zona residencial	(50 dB – 40 dB)	Entrada al sector “Coop. 29 de Octubre”	74 dB
Zona hospitalaria y Educativa	(45 dB – 35 dB)	Entrada al Hospital	73 dB
		Colegio Fiscal Mixto “El Empalme”	76 dB

Fuente: Elaboración a partir del programa Rstudio

En base a estos resultados obtenidos se procede a la aceptación de la hipótesis nula antes planteada ya que los niveles sonoros registrados son superiores a lo establecido en la normativa (TULSMA LIBRO VI ANEXO 5 2017) por lo cual se genera en contaminación ambiental en los sitios de muestreo.

La evaluación acústica rodeo la toma de muestra in situ donde se evaluó la evolución de los 3 factores antes planteados y su interacción con el nivel de ruido captado en los sitios de muestreo durante los horarios decretados en el transcurso de la semana.

El factor A, sitio de muestreo indica una gran variabilidad de datos entre los lugares identificados, el sitio con mayor fuente de ruido fue la estación de la flota “1ero de Mayo” que demostró un promedio por encima de los 77 dB. Al igual que los resultados obtenidos por (Moyano Jácome et al., 2019)) donde se demostró que las áreas de embarque suelen presentar niveles de ruido sumamente elevados porque también se ve influenciado por las actividades económicas y tráfico vehicular liviano y pesado. Y por el contrario el sitio con menos intensidad, pero igual de bullicioso fue el “Parque Central” con un promedio de 72 dB y mayor dispersión reflejando la baja simetría de sus datos, en comparación con los obtenidos por (Flores Flores et al., 2023) donde también se encontraron valores igual de elevados donde se dedujo la influencia de factores tales como las pendientes presentes en la locación y la concurrencia del sitio.

El factor B, Días de la semana demuestra un flujo variable de ruido; sin embargo, se denota una leve dispersión los datos con un límite superior de 84 dB representando el día más bullicioso de la semana. Esto, explica (Cohen & Salinas Castillo, 2017) que puede deberse a que suelen volverse rutas más concurridas hacia actividades turísticas o la presencia de sitios de entretenimiento y al tratarse de días no laborales estos establecimientos particularmente centros de diversión extienden sus horarios de atención.

El factor C, Horario de muestreo mostro variación en los niveles de ruido para los 3 horarios con un promedio de 75 dB, los horarios de mañana y tarde presentaron aproximadamente límites superiores a los 83 dB demostrando mayor presencia sonora, mientras que en el atardecer el ruido se compactó manteniéndose elevado alrededor de las 16:00 p.m. y 18:00 p.m. precisando la hora pico. En su estudio (Hernández-Ocampo et al., 2021) estableció así mismo el uso de tres horarios en los que se demostró que algunos sectores de la ciudad presentaban puntos críticos que

alcanzaban los 82,1 dB en horas pico, debido a la gran cantidad de flujo vehicular existente en la zona, se podría deducir el inicio de la jornada de trabajo o actividades y retorno.

Adicional a todo esto la prueba de comparación por pares de Mann-Whitney U señaló diferencias estadísticas entre días de la semana, donde los días laborales de trabajo mostraron un mayor nivel de ruido. Según indica (Delgadillo Mendoza & Pérez Carpio, 2018) la contaminación acústica por fuentes móviles son la principal fuente de ruido ambiental presente en el entorno, factores como el congestionamiento, el uso del claxon, el ruido que se origina en el desplazamiento durante la aceleración y desaceleración del mismo. Del mismo modo (Agustín Llopis González et al., 1989) indica la relación directa entre los días laborales y el gran auge sonoro presente desde el inicio de las jornadas laborales debido al uso generalizado de vehículos de transporte los cuales son considerados la principal fuente de ruido presente en su entorno y origen de sus dificultades de concentración.

Los sitios de muestreo también presentaron diferencias estadísticas, estos resultados estarían relacionados con el aumento del flujo de vehículos como intersecciones y paradas de buses como la Estación de la flota “1ero d Mayo” que demostró niveles de ruido alarmantes en contraste con sitios recreativos como parques y residenciales, al igual que (Manuel Antonio Reyes-Rodriguez et al., 2023) comprobó en su estudio que el sitio de muestreo está influenciado por las actividad realizadas en la zona, pero siempre ligada al tráfico vehicular manteniendo índices sonoros por encima de los 69 dB y límites superiores por encima de los 100 dB en zonas de comercio y amplia circulación de transporte público.

Finalmente, mediante el Análisis NMDS se confirmó la formación de tres agrupaciones de sitios asociados con su generación de ruido; en donde, existe similitud en la generación de ruido entre los sitios Entrada a la Coop. 29 de Octubre y la Estación de transporte Coop. “1ero de Mayo. Según (Romero et al., 2024) determinaron similitud en 2 localidades muestrales de su estudio atribuyéndolo a la similitud de las actividades ejercidas en la zona, el auge comercial, el tránsito permanente además de la presencia de zonas de embarque y desembarque pasajeros por parte de líneas de transporte público.

CONCLUSIONES

Los niveles de presión sonora evaluados en los sitios de muestreo no cumplieron con los Límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA en su Libro VI Anexo 5 (2017), las zonas comerciales mixtas como el Obelisco “Velasco Ibarra” superan los 75 dB en las zonas residenciales como la Entrada a la Coop. “29 d Octubre” registraron niveles de ruido mayores a los 74 dB, y en zonas como la Entrada al Hospital y los alrededores del Colegio Fiscal Mixto “El Empalme” la presión sonora varió en rangos entre los 73 y 76 dB, superando los márgenes de seguridad y bienestar auditiva.

En su conjunto, la evidencia obtenida demuestra que la población urbana de El Empalme se encuentra expuesta de manera constante a niveles de ruido que pueden afectar su bienestar, salud auditiva y calidad de vida. Por ello, se recomienda implementar estrategias de mitigación que incluyan la reorganización del tránsito, el control del uso del claxon, campañas de sensibilización ciudadana y una planificación urbana orientada a la reducción de la contaminación acústica. Asimismo, es fundamental mantener un monitoreo permanente que permita orientar decisiones técnicas y administrativas para lograr un entorno urbano más saludable.

REFERENCIAS

- Acuña Monteverde, H. (2022a). Contaminación ambiental. *Salud Publica de Mexico*, 15(2), 93-103. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)
- Acuña Monteverde, H. (2022b). Environmental pollution. *Salud Publica de Mexico*, 15(2), 263-265. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)
- Agustín Llopis González, Ana María García García, & Amando García Rodríguez. (1989). Alteraciones del sueño producidas por el ruido ambiental. *Gaceta Sanitaria*, 3(12), 421-426.
- Alvarado Guerrero Sullyn Hypatia. (2013). *Estudio de ruido urbano y sus efectos en la salud de la población de la parroquia Velasco Ibarra, Cantón El Empalme, Provincia del Guayas, año 2013*.
- Antúnez Sánchez, A., & Guanoquiza Tello, L. L. (2018). La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador. *Revista Visión Contable*, 19, 64-101. <https://doi.org/10.24142/rvc.n19a4>
- Cobo Pedro, & Cuesta María. (2022). *FÍSICA DEL RUIDO*.
- Cohen, M. A., & Salinas Castillo, O. (2017). Noise in the city. Acoustic pollution and the walkable city. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 32, 65-96.
- Cristian David Rivera Ramirez. (2018). *Un modelo de Ecuaciones Estructurales para el escalamiento multidimensional de datos asimétricos* [Tesis Doctoral, Universidad de Granada]. <http://hdl.handle.net/10481/51653>
- Delgadillo Mendoza, M. C., & Pérez Carpio, J. E. (2018). Evaluación de contaminación sonora vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, San Martín, 2015. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 3(2). <https://doi.org/10.17162/rictd.v3i2.654>
- Flores Flores, L. A., Castillo Valdiviezo, P. A., León Vargas, F. R., Bardales Grández, K. M., Flores Flores, M. Á., & Alva Chirinos, M. E. (2023). Evaluación del riesgo ambiental por ruido en la avenida Participación, Iquitos, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 11(1-2), 1-16. <https://doi.org/10.22386/ca.v11i1-2.382>
- Hernández-Ocampo, R. V., Chunchu-Morocho, C. G., García-Matailo, S. R., León-Celi, C. F., Castillo-Villalta, J. A., Puertas-Azanza, A. C., Ayora-Apolo, D. C., & Cabrera-Sinche, Y. A. (2021). Situación actual y predicción del ruido vehicular en la zona urbana de la ciudad de Loja (Ecuador). *CEDAMAZ*, 11(2), 99-106. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v11i2.1177>
- INEC. (2022). *Densidad Poblacional 2022 INEC*.
- Isabel Amable Álvarez, D., Lic Jesús Méndez Martínez, Dra Lenia Delgado Pérez, Fernando Acebo Figueroa, Dra Joanna de Armas Mestre, & Lic Marta Lidia Rivero Llop. (2017). Environmental contamination caused by noise. *Revista Medica Electronica Scielo*, 39(3).

- López Soto, P. (2013, noviembre 30). Contraste de hipótesis. Comparación de más de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: Prueba de Kruskal-Wallis. *Enfermería del trabajo*, 3, 166-171.
- Manuel Antonio Reyes-Rodriguez, Guadalupe Elizabeth Valladares-Gamboa, & Yajayra Natali Madera-Pech. (2023). Niveles de ruido asociado con el tránsito vehicular y con los tipos de uso de suelo en la avenida Paseo de Montejo. *Instituto Tecnológico de Mérida*, 38(101), 301-312.
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2023). *Rendición de cuentas 2022*.
- Moyano Jácome, M. G., Pasato Jarro, J. A., Uvidia Armijo, L. A., & Martínez Mora, J. C. (2019). Evaluación de la contaminación acústica en el terminal terrestre del cantón Morona, ciudad Macas mediante la identificación de niveles de presión sonora. *Ciencia Digital*, 3(3.1), 253-269. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.1.699>
- Palmese, C., & Carles, J. L. (2023). Souds and its multiple resonances. Three projects. *Arbor*, 199. <https://doi.org/10.3989/arbor.2023.810004>
- Romero, R. A. B., Riguera, L. V. F., Almeida, J. V. P. de, & Romero, F. M. B. (2024). Variación temporal de los niveles de ruido en diferentes áreas de la ciudad de Cobija, Pando, Bolivia. *OBSERVATORIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, 22(10), 01-20. <https://doi.org/10.55905/oelv22n10-182>
- Soto Molina, I. (2024). Introduction to Environmental Noise. Basic Concepts and Fundamentals. *Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas*, 1-17.