



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Marco Vinicio Romero Marina

<https://orcid.org/0000-0002-0224-0214>

Asesor:

Ing. M.Sc. Angel Tuesta Casique

<https://orcid.org/0000-0003-4309-6965>

Código N° 6058622

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Marco Vinicio Romero Marina

Sustentada y aprobada el 22 de marzo del 2023, ante el honorable jurado:

Presidente de Jurado
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia

Secretario de Jurado
Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz

Vocal de Jurado
Lic. M.Sc. Ronald Julca Urquiza

Asesor
Ing. M.Sc. Angel Tuesta Casique

Moyobamba, Perú

2023



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS CONDUCTENTES
A TÍTULO PROFESIONAL N.º 003-2023-UNSM/EPIA/UI**

Jurado reconocido con Resolución N.º 460-2021-UNSM/CFT/ FE de fecha 31 de diciembre del 2021.

**FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

A las 10:00 a.m. del día miércoles 22 de marzo del 2023 inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: **“Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba”** para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, presentado por **Marco Vinicio Romero Marina**, con la asesoría del **Ing. M.Sc. Angel Tuesta Casique**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia** (Presidente del jurado), **Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz** (Secretario), **Lic. M.Sc. Ronald Julca Urquiza** (Vocal) y acompañado por el **Ing. M.Sc. Angel Tuesta Casique** (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N.º 130-2022-UNSM/CFT/FE, Moyobamba, 29 de abril del 2022**.

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizo las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluando, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue **CATORCE (14.00)**, tal como se deja constar en la siguiente descripción.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las **11:51** horas, el mismo día 22 de marzo de 2023.

Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia
Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz
Secretario de Jurado

Lic. M.Sc. Ronald Julca Urquiza
Vocal del Jurado

Ing. M.Sc. Angel Tuesta Casique
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Marco Vinicio Romero Marina, con DNI N° 71592719, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi acción, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 22 de marzo del 2023.




.....
Marco Vinicio Romero Marina

DNI N° 71592719

Ficha de identificación

Título del proyecto Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba	Línea de investigación: Gestión integral y sostenible de los recursos naturales. Sublínea de investigación: Evaluación de la calidad de aire, agua y suelo. Tipo de investigación: Básica <input checked="" type="checkbox"/> , Aplicada <input type="checkbox"/> Desarrollo experimental <input type="checkbox"/>
Autor: Marco Vinicio Romero Marina	Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0002-0224-0214
Asesor: Ing. M.Sc. Angel Tuesta Casique	Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Unidad o Laboratorio Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0003-4309-6965

Dedicatoria

La presente investigación la dedico:

A nuestro Todo Poderoso por brindarme la vida, salud, y perdurar para poder lograr mi meta tan ansiada.

A mis padres, el Sr. José Afranio Romero Rojas y la Sra. Deisy Marina Arévalo, a mis hermanas, Rosita del Pilar Romero Marina y Johanna Romero Marina y a tres sobrinos, por darme el apoyo constante hacia mi persona de manera permanente e incondicional, por lo cual se convirtieron el motor y motivo durante todo este proceso de formación profesional.

A mis amigos: Miguel Guerra, Gonzalo Reategui, Alexander Toro, Diego Velásquez y a los PACOTIYAS, por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas.

Agradecimientos

A Dios por otorgarme la vida y salud para poder completar todos los procesos dentro de esta etapa de mi vida, y darme las fuerzas necesarias para continuar día a día, perseverando y superando cada obstáculo y retos presentados a lo largo de mi camino.

A mis padres José Afranio Romero Rojas y Deisy Marina Arévalo, por darme la formación adecuada inculcada en buenos valores y guiarme por el camino del buen ser humano dentro de la sociedad; por ser los que siempre creyeron en mí e hicieron todo esto posible para darme el apoyo día a día. A mi asesor, M. Sc Ángel Tuesta Casique por su orientación y apoyo durante el desarrollo de este proyecto. Y a todos los docentes que fueron parte de mi formación universitaria, quienes con sus enseñanzas, paciencia y consejos fueron parte de esta etapa.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de la investigación.....	18
2.2. Fundamentos teóricos	20
2.3. Definición de términos básicos	27
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	29
3.1.1 Contexto de la investigación	29
3.1.2 Periodo de ejecución.....	29
3.1.3 Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	29
3.1.4 Aplicación de principios éticos internacionales.....	29
3.2. Sistema de variables	29
3.2.1 Variables principales.....	29
3.3 Procedimientos de la investigación.....	30
3.3.1 Objetivo específico 1	32
3.3.2 Objetivo específico 2.....	33
3.3.3 Objetivo específico 3.....	35
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 Flujo vehicular en los puntos de muestreo del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba	37
4.2 Niveles de ruido en comparación con los estándares de calidad ambiental en el barrio Calvario de la ciudad de Moyobamba.....	40
4.2.1 Niveles de ruido y distribución de puntos de muestreo según zonificación urbana del barrio de Calvario	40

4.2.2 Comparación de niveles de ruido con los estándares de calidad ambiental en horario diurno	41
4.2.3 Comparación de niveles de ruido con los estándares de calidad ambiental en horario nocturno	42
4.3 Modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido en el barrio de Calvario.....	43
4.3.1 Modelo de regresión lineal de comportamiento del ruido en horario diurno ..	43
4.3.2 Modelo de regresión lineal de comportamiento del ruido en horario nocturno	45
4.4 Discusión de resultados.....	47
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Estándares de calidad ambiental para ruido</i>	27
Tabla 2 <i>Descripción de variables por objetivo específico</i>	30
Tabla 3 <i>Puntos de muestreo</i>	31
Tabla 4 <i>Prueba de análisis de varianza para la regresión lineal en horario de la mañana</i>	43
Tabla 5 <i>Valores del modelo de regresión lineal en horario diurno</i>	44
Tabla 6 <i>Predicción del nivel de ruido en zona 1 o residencial en horario diurno</i>	44
Tabla 7 <i>Predicción del nivel de ruido en zona 2 o mixta en horario diurno</i>	44
Tabla 8 <i>Prueba de análisis de varianza para la regresión lineal en horario nocturno</i>	45
Tabla 9 <i>Valores del modelo de regresión lineal en horario nocturno</i>	46
Tabla 10 <i>Predicción del nivel de ruido en zona 1 o residencial en horario nocturno</i>	46
Tabla 11 <i>Predicción del nivel de ruido en zona 2 o mixta en horario nocturno</i>	47
Tabla 12 <i>Flujo vehicular promedio según puntos de muestreo y tipo de vehículos en horario mañana</i>	61
Tabla 13 <i>Flujo vehicular promedio según puntos de muestreo y tipo de vehículos en horario tarde</i>	62
Tabla 14 <i>Flujo vehicular promedio según puntos de muestreo y tipo de vehículos en horario noche</i>	63
Tabla 15 <i>Niveles promedios de ruido y categorización de zonas según zonificación urbana</i> ...	64
Tabla 16 <i>Datos promedios de variables estudiadas de horario diurno-zona 1, para análisis de regresión</i>	65
Tabla 17 <i>Datos promedios de variables estudiadas de horario nocturno-zona 1, para análisis de regresión</i>	66
Tabla 18 <i>Datos promedios de variables estudiadas de horario diurno-zona 2, para análisis de regresión</i>	67
Tabla 19 <i>Datos promedios de variables estudiadas de horario nocturno-zona 2, para análisis de regresión</i>	68

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Regresión lineal del ruido ambiental influenciado por el tránsito vehicular.	21
<i>Figura 2.</i> Flujo vehicular promedio en puntos de muestreo del barrio de Calvario. (a) Motos lineales, (b) Motokares.....	37
<i>Figura 3.</i> Flujo vehicular promedio en puntos de muestreo del barrio de Calvario. (a) Furgonetas, (b) Autos.	38
<i>Figura 4.</i> Flujo vehicular promedio en puntos de muestreo del barrio de Calvario. (a) Combis, (b) Camionetas, (c) Vehículos pesados.....	39
<i>Figura 5.</i> Flujo promedio total de vehículos en puntos de muestreo del barrio de Calvario.	39
<i>Figura 6.</i> Distribución del ruido promedio (L_{AeqT} dBA) en puntos de muestreo en el barrio de Calvario.....	40
<i>Figura 7.</i> Comparación de ruido promedio con ECA para ruido en horario diurno. (a) Zona residencial, (b) Zona residencial y comercial, (c) Zona residencial, comercial y de protección especial.....	41
<i>Figura 8.</i> Comparación de ruido promedio con ECA para ruido en horario nocturno. (a) Zona residencial, (b) Zona residencial y comercial, (c) Zona residencial, comercial y de protección especial.....	42
<i>Figura 9.</i> Modelo de regresión lineal del ruido influenciado por el flujo vehicular ($\log Q_t$) en horario diurno. (a) Zona 1 o residencial, (b) Zona 2 o mixta.....	45
<i>Figura 10.</i> Modelo de regresión lineal del ruido influenciado por el flujo vehicular ($\log Q_t$) en horario nocturno. (a) Zona 1 o residencial, (b) Zona 2 o mixta.....	47

RESUMEN

Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba

El tránsito vehicular representa a una de las principales fuentes de contaminación acústica que genera elevados niveles de ruido, de acuerdo a la cantidad, velocidad y tipo de vehículos, pudiendo afectar a la salud del ser humano. El objetivo general fue “Determinar el modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba”. El proyecto se realizó en el barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba, perteneciente al distrito y provincial del mismo nombre, del departamento de San Martín. El periodo de ejecución fue de 8 meses desde el 29/04/2022. La muestra estuvo conformada por 22 puntos de muestreo distribuidos en el casco urbano del barrio de Calvario. Se realizó la cuantificación del tránsito vehicular y la medición de los niveles de ruido a través de la técnica de observación directa con fichas de recolección de datos como instrumento, el tiempo de medición fue de 8 semanas en un periodo de 4 meses y para la medición de niveles de ruido se utilizó también un sonómetro como instrumento; asimismo, se comparó los resultados de niveles de ruido con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM y se utilizó el estadístico de regresión lineal simple para determinar el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular; además, para procesar y analizar los datos también se utilizó la estadística descriptiva con programas como Excel y SPSS Statistics. Se determinó que, el mayor flujo vehicular promedio es de 1168,25 veh/hora en la mañana y el menor flujo de vehículos es en promedio 5,58 veh/h en la noche, donde además, las mayores cantidades de vehículos circulan en las calles y avenidas principales del barrio; asimismo, en horario diurno se generan los mayores niveles de ruido (82,18 y 81,13 dBA) y en horario nocturno los menores niveles de ruido (21,54 dBA), en horario diurno 16, 11 y 2 puntos de muestreo exceden los ECA para la zona residencial, comercial y de protección especial respectivamente y en horario nocturno 13 y 2 puntos de muestreo exceden los ECA para la zona residencial y de protección especial respectivamente; finalmente, en las dos zonas y horarios estudiados se determinaron coeficientes de correlación altos entre las variables siendo el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido para la zona residencial en horario diurno y nocturno $L_{AeqT} \text{ hora} = 10,63 + 20,21 \text{ Log } Q_t$ y $L_{AeqT} \text{ hora} = 27,08 + 13,37 \text{ Log } Q_t$, respectivamente; y, en la zona mixta en horario diurno y nocturno $L_{AeqT} \text{ hora} = -198,84 + 92,57 \text{ Log } Q_t$ y $L_{AeqT} \text{ hora} = 27,08 + 13,37 * \text{ Log } Q_t$, respectivamente. Con un nivel de confianza del 95% se concluye que los modelos de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario fueron los adecuados.

Palabras clave: Contaminación sonora, flujo vehicular, modelo de regresión lineal, ruido.

ABSTRACT

Linear regression model of noise behavior influenced by vehicular traffic in the neighborhood of Calvario, Moyobamba

Vehicular traffic represents one of the main sources of noise pollution that generates high noise levels, according to the number, speed and type of vehicles, which can affect human health. The general objective was "To determine the linear regression model of noise behavior influenced by vehicular traffic in the Calvario neighborhood, Moyobamba". The project was carried out in the Calvario neighborhood of the city of Moyobamba, belonging to the district and province of the same name, in the department of San Martín. The execution period was 8 months from 4/29/2022. The sample consisted of 22 sampling points distributed in the urban area of the Calvario neighborhood. The quantification of vehicular traffic and the measurement of noise levels were carried out through direct observation using data collection cards as an instrument, the measurement time was 8 weeks over a period of 4 months and for the measurement of noise levels a sound level meter was also used as an instrument. In addition, the results of noise levels were compared with the standards established in Supreme Decree N° 085-2003-PCM and the simple linear regression statistic was used to determine the linear regression model of noise behavior influenced by vehicular traffic; descriptive statistics were also used to process and analyze the data with programs such as Excel and SPSS Statistics. It was determined that the highest average vehicle flow is 1168.25 veh/hour in the morning and the lowest average vehicle flow is 5.58 veh/hour at night, where, in addition, the largest number of vehicles circulate on the main streets and avenues of the neighborhood. Likewise, the highest noise levels (82.18 and 81.13 dBA) are generated during daytime hours and the lowest noise levels (21.54 dBA) during nighttime hours. During daytime hours, 16, 11 and 2 sampling points exceed the EQSs for the residential, commercial and special protection zones, respectively, and during nighttime hours, 13 and 2 sampling points exceed the EQSs for the residential and special protection zones, respectively. Finally, in the two zones and times studied, high correlation coefficients were determined between the variables, with the linear regression model of noise behavior for the residential zone in daytime and nighttime hours $LA_{eqT} \text{ hour} = 10.63 + 20.21 \text{ Log } Q_t$ and $LA_{eqT} \text{ hour} = 27.08 + 13.37 \text{ Log } Q_t$, respectively; and, in the mixed zone during daytime and nighttime hours $LA_{eqT} \text{ hour} = -198.84 + 92.57 \text{ Log } Q_t$ and $LA_{eqT} \text{ hour} = 27.08 + 13.37 * \text{ Log } Q_t$, respectively. It is concluded with a confidence level of 95% that the linear regression models of the behavior of noise influenced by vehicular traffic in the Calvario neighborhood were adequate.

Keywords: Noise pollution, vehicular flow, linear regression model, noise.



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El ruido es conocido como el contaminante más común, el mismo que se define como cualquier sonido calificado como desagradable, inoportuno, indeseado o molesto para la persona que lo recibe (Ministerio del Ambiente (MINAM), 2016), representa un importante problema de salud ambiental en Europa, donde el ruido proviene de una variedad de fuentes y está ampliamente presente no solo en los entornos urbanos más concurridos, sino cada vez más en entornos que alguna vez fueron naturales (European Environment Agency (EEA), 2014).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en Europa Occidental clasificó al ruido del tráfico, incluido el tráfico por carretera, ferroviario y aéreo, como la segunda causa con mayor importancia de mala salud, solo por detrás de la contaminación del aire causada por partículas muy finas (Hänninen et al., 2014; World Health Organization (WHO) & JRC European Commission, 2011). Se considera al tráfico como la principal fuente de contaminación acústica y contribuye en alrededor del 80% del ruido ambiental total (Lebiedowska, 2005, citado por Jiménez-Urbe et al., 2021), considerándose como un importante problema de salud ambiental (Paiva et al., 2019), psicológico y físico en las personas que se exponen de manera continua (Zamorano et al., 2019). El ruido del tráfico se relaciona con enfermedades cardiovasculares como accidentes cerebrovasculares, infarto de miocardio e hipertensión arterial (Münzel, Sørensen, et al., 2018); asimismo, se asocia con molestias, deterioro de rendimiento cognitivo, trastornos de sueño y estrés (Münzel, Schmidt, et al., 2018).

En el mundo, se estima que aproximadamente 60 millones de personas se exponen a elevados niveles de ruido (Murphy & King, 2014). En Europa, la exposición a largo plazo del ruido ambiental contribuye durante un año a 48000 nuevos casos de cardiopatía isquémica y ocasiona 12000 muertes prematuras; asimismo, 6,5 millones de seres humanos padecen una gran alteración crónica de sueño y 22 millones padecen una gran molestia crónica; por otro lado, a largo plazo 113 millones de personas son afectadas por niveles de tráfico diurno, tarde y nocturno de al menos 55 dB (A) (EEA, 2020).

En nuestro país diversas investigaciones realizadas en diferentes ciudades demuestran la gravedad de la problemática, tal como lo mencionan Infante & Pérez (2021), que en el oeste de Ate en Lima el ruido influye en el estrés lo cual altera la normal calidad de vida de la población, quienes se exponen a ruidos y con sensación de cansancio y

fatiga, y ligeros síntomas de dolor de cuello y cabeza; por otro lado, en la ciudad de Juliaca, Quispe et al. (2021), determinó que en puntos críticos de la ciudad los niveles de ruido superan los estándares de calidad del nivel máximo permitido (55 dBA), cuyo impacto de la polución sonora es negativo y donde la afectación de la salud de la población disminuye en 0,26 años con el incremento de 1% en los niveles de sonidos percibidos.

La problemática no pasa por desapercibido en ciudades de la región San Martín, por ejemplo, Cayao (2017), en Segunda Jerusalén determinó que los niveles de ruido registraron excedieron los estándares para horario diurno y nocturno, y que la población próxima a las fuentes está expuesta a problemas de salud; asimismo, Chota & Sánchez (2014), en la ciudad de Nueva Cajamarca refieren que el flujo vehicular es la principal fuente que causa la contaminación sonora en la ciudad. La ciudad de Moyobamba, no es ajena a esta problemática, principalmente el barrio de calvario, que de acuerdo a la zonificación urbano es uno de los principales barrios donde se concentra el comercio especializado, recreativo y comercio central principal, además de las principales vías y avenidas con mayor flujo vehicular de la ciudad. Es así que, la presente investigación buscó determinar el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba.

La investigación se enmarcó en la problemática: ¿Es posible determinar el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba?, planteándose a partir de ello la H_1 : Si es posible determinar el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba; y, H_0 : No es posible determinar el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba. El objetivo general fue Determinar el modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba; y, los objetivos específicos fueron, 1ro: Cuantificar el tránsito vehicular en los puntos de muestreo del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba; 2do: Evaluar los niveles de ruido en comparación con los estándares de calidad en el barrio Calvario de la ciudad de Moyobamba; y, 3ro: Analizar el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido en el barrio de Calvario.

En el primer capítulo se presenta la introducción a la investigación, en el segundo capítulo los antecedentes de investigación y fundamentos teóricos, en el tercer capítulo

se presentan los materiales y métodos, en el cuarto capítulo se presentan los resultados y discusiones; finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del proyecto de investigación.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Ruškić et al. (2022), desarrollaron 4 modelos no lineales para determinar los niveles de ruido de acuerdo a parámetros del flujo de tráfico (estructura e intensidad) en el ámbito urbano, los modelos lineales incluyeron dos redes neuronales artificiales y dos modelos de bosque aleatorio. Encontraron que, los modelos no lineales mostraron elevada precisión de anticipación del nivel de ruido, cuyos valores de R^2 fueron 0,697, 0,703, 0,959 y 0,882; asimismo, encontraron que el número de autobuses en los cruces fue el parámetro influyente con signo más positivo al evaluar el nivel de ruido, cuyo valor más bajo fue determinado en la noche.

Ali & Albayati (2022), para el caso de la ciudad de Kirkuk, modelaron estadísticamente el ruido del tráfico. Examinaron tres variables en 25 lugares para la medición de los niveles de ruido, cuyos datos fueron tomados en 3 periodos distintos por día y emplearon un modelo de regresión lineal para la predicción del ruido del tráfico. Encontraron que los principales factores que determinan el incremento de los niveles de ruido fueron la clase funcional de la vía, velocidad de vehículos y volumen de tráfico; asimismo, la diferencia entre el ruido medido y predicho demostró que la precisión del modelo fue 93,93%, demostrando efectividad del método estadístico sugerido; por otro lado, el nivel de ruido en todos los sitios muestreados se encontró por encima del estándar permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Coral et al. (2020), determinaron para el Distrito Metropolitano de Quito DMQ modelos estadísticos del comportamiento del ruido influenciado por el flujo vehicular. Estimaron que la tendencia del ruido fue variante relacionado con el número de vehículos circundantes, donde la velocidad es uno de los factores influyentes; asimismo, el comportamiento del ruido fue uniforme en horas de la mañana (72,0 dB (A)) y tarde (75,9 dB (A)), en tanto en horario nocturno la intensidad disminuye hasta llegar a niveles de 68,0 dB (A); el modelo de regresión simple de la zona sur fue $L_{eq} \text{ hora} = 2,63 + 20,12 \log Q_t$, para la zona centro fue $L_{eq} \text{ hora} = 35,7 + 11,16 \log Q_t$ y para la zona norte fue $L_{eq} \text{ hora} = 2,63 + 20,12 \log Q_t$, con coeficientes de correlación de 0,96, 0,98 y 0,99 respectivamente. Concluyeron que, los modelos de regresión lineal simple y múltiple, integrales y zonales, se ajustaron a las condiciones de la zona urbana norte, centro y sur del distrito estudiado.

Antecedentes nacionales

Castillo & Yalli (2021), en el cercado de la ciudad de Huancavelica evaluaron los niveles de ruido ambiental producido por el tráfico vehicular. Determinaron que, las concentraciones de ruido ambiental fueron considerables con resultados superiores a los 60 dB excediendo los ECA, el valor mínimo, máximo y promedio durante el día fue 59,6 dB, 74,5 dB y 64,95 dB, respectivamente; asimismo, determinaron a través de la encuesta una percepción regular de la población y determinando mediante Rho de Spearman que los pobladores tuvieron percepción negativa.

Herrera (2019), en las avenidas Independencia y Goyenechea de la ciudad de Arequipa, evaluó y modeló el ruido generado por el tránsito vehicular. Determinó que los niveles de ruido excedieron para el horario diurno los ECA del “D.S. N° 085-2003-PCM”, por el desplazamiento de vehículos y malos hábitos como, uso excesivo de bocinas, aceleraciones bruscas, motores ruidosos, silenciadores modificados o en mal estado, gritos de cobradores, etc.; determinó que el nivel de estrés leve lo presentó el 56% de pobladores, estrés moderado el 31% y estrés severo el 13,3%; el modelo fue $L_{eq,A,1h} = 24,29 + 16,25 * \log Q$ y logró obtener valores muy similares a lo obtenido a través de la medición in situ, cuya diferencia promedio fue de 1,5%.

Rodríguez (2018), en la avenida Brasil en Lima, aplicó el modelo Traffic Noise Model (TNM) para predecir el nivel de ruido. Obtuvo en base a tres puntos de muestreo niveles de ruido de 71,5 dBA a 76,6 dBA con flujo vehicular normal de 556 veh/h; asimismo, determinó que las estimaciones al aplicar el modelo TNM 2,5 fue muy similar, y 845 veh/h para hora punta con 35% y 33% de vehículos ligeros particulares y taxis respectivamente, tomando en consideración a la hora punta (7:00 a 8:00 am) los niveles de ruido aumentarían entre 2,1 y 2,4 dBA.

Antecedentes regionales

Cayao (2017), en el distrito de Segunda Jerusalén, determinó los niveles de ruido producidos por el desarrollo del parque automotor, además, determinó la influencia en la salud poblacional. Encontró que, los niveles de ruido oscilaron entre 70,84 y 75 dBA, que en horario diurno y nocturno excedieron los ECA establecidos en el “D.S. N° 085-2003-PCM” en horario diurno y nocturno; asimismo, determinó que la salud es delicada de los pobladores de alrededores (entre 50 a 100 m a la redonda del lugar de muestreo).

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Modelo predictivo

El método de modelación se sustenta en predecir niveles de ruido mediante el cálculo computacional de emisiones acústicas en la fuente y su propagación espacial. Las estimaciones incluyen diversas variables, por ejemplo, potencia acústica de la fuente emisora como también factores atenuantes en la propagación del ruido (influencia de barreras acústicas, reflexiones, morfología de terrenos y absorción atmosférica). Para el modelo predictivo del ruido generado por el tránsito de vehículos, es primordial saber de diversas variables, por ejemplo, el tipo de superficie de calzada, el flujo vehicular, la composición vehicular (tipo de vehículos) y la velocidad promedio de desplazamiento de los vehículos (Dintrans, 2008).

Los modelos de predicción se caracterizan por ser modelos que permiten relacionar el rendimiento específico de una unidad muestral con uno o más características o atributos que son conocidos y forman parte de la unidad de muestra. El modelo tiene como fin evaluar la posibilidad de que en una muestra una unidad similar manifieste un comportamiento específico (Espino & Martínez, 2017).

Para Álvarez & Suárez (2008), el fin que ostenta un modelo predictivo de ruido vehicular es de tener un instrumento o herramienta que posibilite prevenir niveles de ruido producidos en una determinada vía o bien de niveles acústicos a producirse cuando una nueva vía de transporte es construida.

2.2.2. Modelo de regresión lineal

El modelo de regresión lineal se sustenta en analizar la relación que existe entre una determinada variable de respuesta o dependiente y una serie de variables predictoras o independientes. La relación es expresada como una ecuación determinada que tiende a predecir la variable dependiente como función lineal de diferentes parámetros, los mismos que son ajustados a fin de encontrar una medida de ajuste óptima. Asimismo, existe un gran esfuerzo en minimizar el error al adaptar el modelo, como también en asegurarse que se encuentre distribuido de manera aleatoria en referencia a las predicciones del modelo (Espino & Martínez, 2017).

El análisis por regresión lineal es conocido como una técnica estadística que se emplea con el fin de estudiar la relación lineal existente entre diferentes variables. Es así que, el modelo busca encontrar la relación lineal que existe entre los niveles de ruido ($L_{eq}(A)$) y el flujo de vehículos, cuyo análisis posibilita el establecimiento de influencia en el

nivel de ruido ambiental de la variable independiente que es el caudal vehicular (Log Q) (García, 2014).

En la figura 1, se observa un ejemplo de regresión lineal simple, donde se tiene una variable independiente y dependiente, los cuales brindan una función lineal capaz de predecir valores para la variable respuesta de acuerdo a la función de la variable predictor. Es posible evidenciar de forma clara como los valores de la variable respuesta se encuentran por encima y por debajo de la función lineal creada, posibilitando de esta manera al modelo predecir valores de la variable respuesta (Espino & Martínez, 2017).

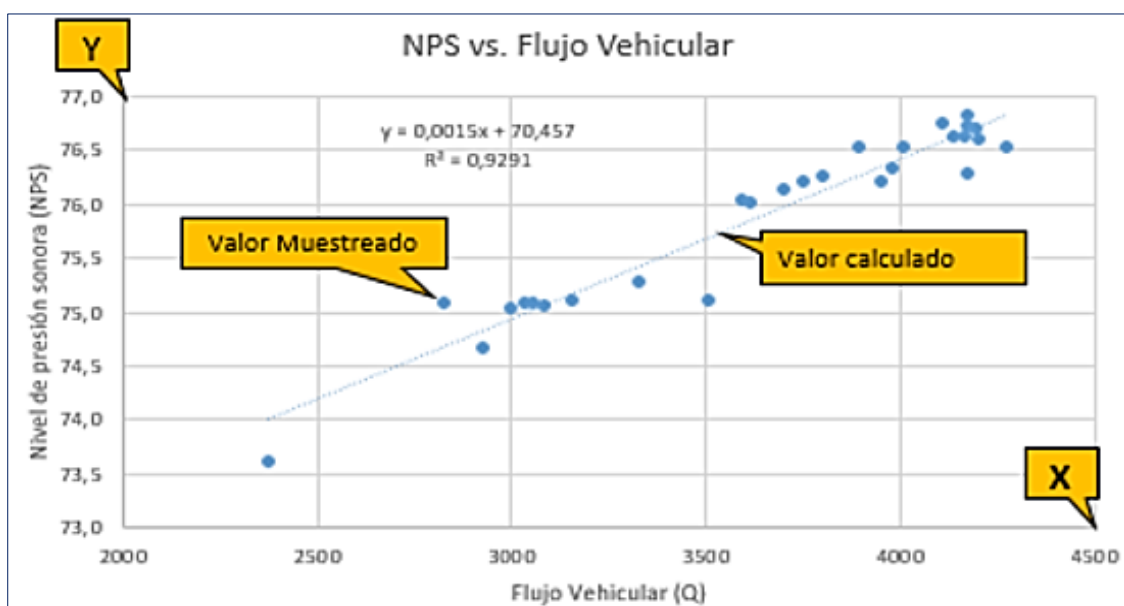


Figura 1. Regresión lineal del ruido ambiental influenciado por el tránsito vehicular. Fuente: Tomado de Moromenacho (2016).

Básicamente, se intenta crear una recta de regresión entre Leq (A) y $\log Q$ experimental, con el objetivo de buscar la línea que agrupe un conjunto de datos con un nivel de correlación próximo a 1 Rojo (2007, como se citó en Moromenacho, 2016). La ecuación general de una regresión lineal es (Moromenacho, 2016):

$$y = a + bX$$

No obstante, la ecuación normal que se lleva a término de ruido es (Moromenacho, 2016):

$$Leq = a + b \log Q$$

Dónde: a y b representan a las constantes de regresión y Q es conocido como la densidad del tráfico (vehículos / hora) (Moromenacho, 2016).

2.2.3. Ruido ambiental

El ruido ambiental es el sonido exterior nocivo o no deseado que se genera por actividades antrópicas, como los niveles de ruido emitidos por la actividad industrial, tráfico aéreo, tráfico ferroviario y tráfico rodado (Murphy & King, 2014). Es un contaminante ambiental generalizado que genera molestias y puede ser percibido como estresante (Stansfeld & Clark, 2019).

Cobo & Cuesta (2018) lo definen, como aquella mezcla compleja de sonidos con diferentes frecuencias, pudiendo considerarse a partir de un amplio sentido más como cualquier tipo de sonido no deseado o aquel que puede llegar a interferir en una actividad humana.

La fuente dominante del ruido ambiental sin lugar a duda y con diferencia es el tráfico rodado, aunque hay otras fuentes como ciclomotores y bares que pueden generar molestias y quejas; no obstante, la exposición al ruido a largo plazo, decisivo para la salud es el ruido general del tráfico (De Vos & Van Beek, 2011).

2.2.3.1. Tipos de ruido ambiental

Entre los tipos de ruido ambiental se encuentran el tráfico rodado, tráfico ferroviario, tráfico aéreo y el ruido procedente de actividades industriales (Pawlas, 2019):

Ruido ambiental del tráfico rodado

En el 2014, en la Unión Europea alrededor de 56 millones de personas residentes de lugares con mayor a 250 000 habitantes (superior a la mitad de la población) se encontraban expuestos a niveles superiores a 55 dB de ruido del tráfico rodado, concentraciones que suponen riesgos para la salud (Basner et al., 2014). Al final del año 2019, se estimó que aproximadamente 82 millones de personas se encontraban expuestos a niveles de al menos 55 dB de ruido del tráfico rodado durante el día en el ámbito urbano, siendo 31 millones de personas la cantidad expuesta al ruido del tráfico rodado fuera del ámbito urbano. Con respecto al ruido nocturno, la cantidad es de 57 millones de personas expuestas para la zona urbana y 21 millones a fuera de la zona urbana. Al menos el 15% de la población se expone al ruido nocturno y el 20% al ruido diurno generado por el tráfico rodado (EEA, 2020).

Ruido ambiental del tráfico ferroviario

La segunda fuente de ruido ambiental es el ruido del tráfico ferroviario. Se estima que, alrededor de 22 millones de seres humanos viven expuestas a este tipo de ruido con niveles superiores a los 55 dB durante el día, 11 millones de personas expuestas en el

ámbito urbano y la otra mitad expuestas fuera de áreas urbanas. En horario nocturno, aproximadamente 9 millones de personas de zonas urbanas se exponen al ruido del tráfico ferroviario con niveles superiores a los 50 dB, en tanto 8 millones de personas se exponen en las afueras de zonas urbanas. Se estima que, aproximadamente el 4% de la población se expone al ruido ferroviario por encima de valores límites diurnos y el 3% de la población por la noche (EEA, 2020).

Ruido ambiental del tráfico aéreo

De acuerdo a la directiva del parlamento europeo, se define al ruido del tráfico aéreo como aquel ruido generado por despegues y aterrizajes de aeronaves en áreas circundantes de aeropuertos; es ante ello que, el ruido aéreo afecta a una menor cantidad de pobladores a diferencia del ruido rodado y ferroviario. Durante el día en las áreas urbanas se estima que aproximadamente 3 millones de personas se exponen a este tipo de ruido por encima de los 55 dB, siendo alrededor de 1 millón de personas la cantidad de población expuesta fuera de las áreas urbanas. Con respecto al ruido nocturno en áreas urbanas y no urbanas 1 y 0,5 millones de personas respectivamente, se exponen al ruido del tráfico aéreo. Los valores presentados representan un porcentaje pequeño de la población total; no obstante, el ruido aéreo es una importante fuente de ruido, debido a que se considera más molesto que el ruido generado por el tráfico rodado y ferroviario (EEA, 2020).

Ruido ambiental de industrias

El ruido ambiental industrial, es otro tipo de ruido y el menos significativo ya que el impacto en la salud humana es menor. Se estima que alrededor de 800 000 personas de áreas urbanas se exponen a este ruido que excede los 55 dB en el día y alrededor de 400 000 personas expuestas a niveles que exceden los 50 dB en la noche. El ruido ambiental afecta al 0,08% de la población por la noche y en el día al 0,15% de la población (EEA, 2020).

2.2.3.2. Impactos del ruido ambiental

El ruido ambiental es una amenaza persistente generada por sociedades altamente industrializadas y densas, del cual no es fácil dar protección a los seres humanos en áreas densamente pobladas. Los impactos que genera el ruido en el ser humano van desde la molestia y alteración del sueño hasta impactos directos en el sistema auditivo, los impactos físicos indirectos hasta trastornos psicológicos y deficiencias cognitivas. Los impactos varían de acuerdo a la hora del día, niveles de exposición, condiciones

del entorno, constitución de las personas, características de la fuente y entornos culturales, y pueden cambiar con el tiempo (Doll, 2019).

El impacto que genera el ruido ambiental en el ser humano no es inocuo. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) refiere que las enfermedades que se relacionan con el efecto del ruido en el ser humano generan una gran pérdida de años de vida saludable, como también molestias que altera a los vecinos (Guski et al., 2017), por ejemplo, el tinnitus y la pérdida auditiva permanente se asocian con la exposición al ruido (Hammer et al., 2014; Śliwińska-Kowalska & Zaborowski, 2017). También, se argumentó que el ruido puede conducir a resultados adversos en el parto (Nieuwenhuijsen et al., 2017).

La exposición a niveles bajos de ruido interrumpe el sueño, perturba las actividades diarias e interfiere en la comunicación, lo que conlleva a la activación endocrina y simpática como también a un conjunto de reacciones emocionales y cognitivas, donde se encuentra el estrés mental, depresión y la molestia. Cuando la exposición al ruido es persistente a lo largo de un periodo de tiempo, el estado emocional y cognitivo de estrés podría ocasionar una cascada fisiopatológica, lo que genera incremento de niveles hormonales del estrés, frecuencia cardíaca y presión arterial, lo que al mismo tiempo produciría factores de riesgo cerebrovasculares, aumento de la glucosa en sangre y viscosidad de la sangre, dislipidemia, arritmia, hipertensión y activación de factores de coagulación de la sangre y desarrollo de enfermedades cerebrovasculares, insuficiencia cardíaca, infarto agudo de miocardio y cardiopatía isquémica (Münzel et al., 2014, 2018).

Asimismo, se demostró que inclusive la exposición a corto plazo al ruido nocturno generado por los aviones se asocia con la miocardiopatía de takotsubo, alteración generada por estrés emocional y al liberarse excesivamente las hormonas del estrés (conocido como síndrome de corazón roto) (Münzel et al., 2016).

Por otro lado, las molestias que se inducen por el ruido juegan un papel intermediario en el desarrollo de las enfermedades, o sea, el nivel del ruido que puede generar el estrés mental, molestia e interferencia puede mediar en riesgo de enfermedades y consecuencias fisiopatológicas (Babisch et al., 2003, 2013). En consecuencia, la molestia del ruido vehicular es un modificador del efecto o se relaciona de forma directa con los síntomas de enfermedad cardiovascular, accidente cardiovascular, infarto de miocardio, fibrilación auricular, hipertensión y cardiopatía isquémica (Babisch et al., 2003; Niemann et al., 2006).

2.2.3.3. Medición del ruido ambiental

Las tradicionales mediciones de niveles de ruido en ciudades se han desarrollado principalmente por personal competente que registra y analiza niveles de ruido equivalentes en diversos lugares empleando dispositivos de nivel de sonido certificado a lo largo de un determinado periodo de tiempo (Basten & Wessels, 2014; Ripoll, 2005).

Generalmente, el ruido ambiental se mide al aire libre, cerca de la fachada del edificio, lugar donde la exposición al ruido representa un problema. La altura de medición se especifica en las normas nacionales e internacionales, siendo las alturas populares de 1,5 y 4 m. Los micrófonos deben protegerse cuidadosamente contra el viento y la lluvia cuando se usan al aire libre. Incluso con parabrisas, el ruido del micrófono inducido por el viento no se puede ignorar a velocidades del viento de aproximadamente 5 m por segundo. Para el ruido ambiental, la señal del micrófono generalmente se envía a través de un filtro de ponderación A. Este filtro imita de manera muy simplificada la diferente sensibilidad del oído humano para tonos de distintas frecuencias. Las curvas de ponderación están estandarizadas en IEC 61672-1:2002 y ANSI S1.42-2001. Para resaltar que se ha utilizado la ponderación A, el nivel de sonido se expresa en decibelios (acústicos) dB(A) o dBA (Botteldooren, 2011).

2.2.3.4. Características principales del ruido ambiental

Dentro de las características principales del ruido se encuentran:

Frecuencia

Representa a los tonos bajos o altos de sonidos que se miden en Hertz (Hz). Las personas aproximadamente escuchan entre 20 a 20000 Hz, una amplia escala que cuantifica la percepción del oído humano, y por esta razón la escala se ha abandonado en favor de una escala logarítmica llamada decibelios ponderados con sistema de ponderación "A", que se suele medir mediante un instrumento llamado sonómetro (Muñoz et al., 2006).

Intensidad

Se conoce como el volumen con el que un sonido es escuchado, donde la escala de medición es logarítmica entre 0 a 140 dBA. El oído del ser humano se considera de mayor sensibilidad en comparación a la intensidad, cuyo cambio significativo posible de percibir es desde 5 dBA (Fuentes, 2008).

Tiempo

Se conoce como la manifestación del sonido para un lapso de tiempo, el cual puede ser: intermitente, continuo, influyente o impulsivo (García, 2014).

Timbre

Esta característica es particular a los sonidos, lo cual le permite diferenciarse de los demás (Izurieta, 2009).

2.2.4. Ruido vehicular

El nivel de ruido de carreteras resulta de todo el ruido que se genera por la circulación de la totalidad de vehículos en un determinado punto de muestreo. Asimismo, se conoce al ruido vehicular como el sonido excesivamente alto y nocivo que producen los vehículos en un lugar determinado y se considera uno de los principales contaminantes acústicos. Además, la velocidad, proporción y flujo de vehículos son los principales factores que inciden en los niveles de ruido vehicular (Ramírez, 2011).

Se conoce al ruido vehicular como el resultado de la vibración del cuerpo del vehículo más el sonido que se genera al funcionar el motor (Nakashima et al., 2018). El ruido es de diferentes tipos: de baja frecuencia, intermitente, continuo e impulsivo, los cuales son peligrosos para los seres vivos cuando exceden los límites (Liu et al., 2016).

2.2.5. Tránsito vehicular

El tránsito es el acto de transitar (desplazarse por un lugar público o vía desde un lugar a otro). Este término se usa a menudo para referirse al movimiento de personas y vehículos a lo largo de carreteras, calles u otros tipos de caminos. Así mismo, al flujo vehicular también se le puede llamar tráfico o tránsito vehicular. En las ciudades grandes, el tráfico es un factor que determina en gran medida la vida diaria (J. Pérez & Gardey, 2010).

De acuerdo Ballesteros & Daponte (2014) es la fuente principal de contaminación acústica ambiental, donde incluye al tráfico aéreo, ferrocarriles y carreteras.

Vehículos a motor

Usualmente, los tipos de vehículos con mayor peso y más generan mayores niveles de ruido a diferencia de los vehículos ligeros y más pequeños, produciéndose particularmente en los motores y por fricciones entre vehículos, aire y suelo, que, generalmente, el ruido de contacto con suelos a velocidades mayores a los 60 km/h

excede al ruido del motor (Suter, 1991 e IPCS, s.f., como se citó en Ballesteros & Daponte, 2014).

La tasa de tráfico, la velocidad, la naturaleza superficial de las carreteras y la proporción de los vehículos pesados determinan los niveles de ruido generado por el tránsito vehicular y sin empleados para predecirlo usando modelos. Los factores que suponen una variación en la potencia y velocidad (condiciones meteorológicas, intersecciones, cambios de rasante y semáforos) como también los niveles de fondo, influyen en la generación de niveles de ruido (Suter, 1991 e IPCS, s.f., como se citó en Ballesteros & Daponte, 2014).

2.2.6. Estándares de calidad ambiental para ruido (ECA-Ruido)

Los ECA-Ruido es la medida establecida para determinar los grados o niveles de sustancias, elementos o parámetros biológicos, químicos y físicos que existen en el suelo, agua o aire, que en calidad de cuerpo receptor no sea un riesgo al ambiente ni a la salud. De tal forma, los niveles de ruido presentan también estándares de naturaleza de carácter obligatorio, por lo cual la implementación de los estándares y más importante su cumplimiento, es pertinente para evitar alteraciones de la polución sonora, debido a que estos estándares representan a niveles máximos que no afectan a los ecosistemas (Verna, 2016).

El Decreto Supremo N° 085-2003-PCM establece cuatro tipos de zonas de aplicación de los ECA para ruido, que son: zona industrial, comercial, residencial y de protección especial; cada uno de estos presenta diferentes estándares representados por valores expresados en L_{AeqT} para horario nocturno y diurno (Tabla 1).

Tabla 1

Estándares de calidad ambiental para ruido

Zonas de aplicación	Valores expresad en L_{AeqT}	
	Horario diurno (07:01 a 22:00)	Horario nocturno (22:01 a 07:00)
Zona de protección especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: Tomado del Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

2.3. Definición de términos básicos

Contaminación Sonora

Existencia de niveles de ruido en ambientes interiores o exteriores de edificaciones, que producen riesgos al bienestar y la salud humana (Kiely, 1999).

Decibel (dB)

Unidad adimensional que expresa el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta forma, el decibel permite dar a conocer niveles de intensidad, potencia y presión sonora (Kiely, 1999).

Nivel sonoro continuo equivalente con ponderación A (L_{eq})

Representa al nivel de presión sonora constante y se expresa en decibeles, que en el mismo intervalo de tiempo (T), tiene a la misma energía total al igual que el sonido medido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM).

Ruido

Sonido no deseado y complejo en el cual se mezclan diferentes frecuencias o notas sin ninguna relación armónica (Pérez, 2011).

Ruido ambiental

Aquellos tipos de ruidos capaces de generar molestias fuera la propiedad o recinto donde se encuentra la fuente de emisión (Resolución Ministerial 227-2013-MINAM).

Ruido vehicular

Es el resultado de la vibración del cuerpo del vehículo más el sonido de funcionamiento del motor (Nakashima et al., 2018).

Sonómetro

Instrumento normalizado que es empleado para la medición de niveles de presión sonora (Resolución Ministerial 227-2013-MINAM).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Contexto de la investigación

Geográficamente, el área de estudio (barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba) se ubica entre los paralelos 6,028° y 6,056° de latitud sur y entre los paralelos 76,979° y 76,951° de longitud oeste, de acuerdo al sistema de coordenadas geográficas WGS 1984 (ver Anexo N° 1).

Políticamente el barrio de Calvario se ubica en el distrito y provincia de Moyobamba, pertenecientes al departamento de San Martín (ver Anexo N° 1).

3.1.2 Periodo de ejecución

El periodo de ejecución de la investigación fue de 8 meses, contados a partir del 29/04/2022 hasta el 28/12/2022.

3.1.3 Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Se tomó en cuenta medidas de control ambiental como el empleo de bolsas plásticas para recolectar temporalmente los residuos sólidos generados, con el objetivo de evitar arrojar los desperdicios en la calle.

Se consideraron todos los protocolos de bioseguridad contra el Covid-19, a fin de salvaguardar la salud del personal investigador y personal de apoyo en campo.

Así también,

3.1.4 Aplicación de principios éticos internacionales

Se aplicaron principios éticos en la investigación como son: la integridad, respeto a la ecosistema, personas, justicia y beneficencia; asimismo, se aplicaron los principios éticos de transparencia y confiabilidad.

3.2. Sistema de variables

3.2.1 Variables principales

- Variable independiente (X): Tránsito vehicular.

- Variable dependiente (Y): Ruido.

Tabla 2*Descripción de variables por objetivo específico*

Objetivo específico Nº 1: Cuantificar el tránsito vehicular en puntos de muestreo del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Tránsito vehicular	- Cantidad de vehículos por tipo	Ficha de recolección de datos, hoja de procesamiento de datos, figuras, tablas, registro fotográfico.	- Nº de motokares - Nº de motos lineales - Nº de furgonetas - Nº de autos - Nº de combis - Nº de camionetas - Nº de vehículos pesados
	- Cantidad total de vehículos		- Nº total de vehículos
Objetivo específico Nº 2: Evaluar los niveles de ruido en comparación con los estándares de calidad en el barrio Calvario de la ciudad de Moyobamba.			
Niveles de ruido	- Nivel de ruido equivalente (L _{AeqT})	Ficha de recolección de datos, ficha de procesamiento de datos, figuras, tablas, registro fotográfico.	- dBA
	- ECA Ruido		- Tabla 1
Objetivo específico Nº 3: Analizar el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido en el barrio de Calvario.			
Modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido	Modelo de regresión lineal	Modelado estadístico de regresión lineal, figuras, tablas.	- $Y = a + b X$

3.3 Procedimientos de la investigación

Tipo de investigación:

Básica, ya que se cuantificó el tránsito vehicular y los niveles de ruido en puntos de muestreo del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba. Este tipo de investigación se orienta a buscar nuevos campos y conocimientos de investigación sin necesidad de un fin práctico inmediato y específico, cuyo objetivo es generar un cuerpo de conocimiento teórico acerca de los fenómenos sin preocuparse por su aplicación práctica (Sánchez & Reyes, 2006).

Nivel de investigación:

Corresponde al nivel correlacional, debido a que relacionó la variable independiente con la dependiente, a través del estadístico de regresión lineal que permitió predecir el

modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular. El fin de este nivel de investigación se sustenta en saber el grado de relación, influencia o asociación existente entre 2 o más variables, categorías o conceptos, dentro de una determinada muestra o un contexto particular (Sánchez & Reyes, 2006).

Población:

La población estuvo conformada por el total de cruces de calles existentes en el barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba.

Muestra:

La muestra en la presente investigación estuvo conformada por 22 puntos de muestreo (Tabla 3) ubicados en el barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba. El muestreo fue por conveniencia, el mismo que según Otzen & Manterola (2017) "Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esta, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador" (p. 4).

Tabla 3

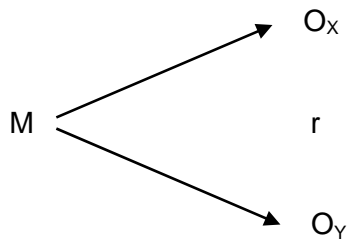
Puntos de muestreo

Punto de muestreo	Descripción	Coordenadas de ubicación	
		Latitud	Longitud
PM-1	Jr. Larco con calle las Shainas	-6,05178	-76,97474
PM-2	Carretera a los baños termales	-6,05209	-76,97125
PM-3	Carretera Fernando Belaunde Terry	-6,04801	-76,97453
PM-4	Ovalo la Orquídea	-6,04802	-76,97153
PM-5	Carretera Fernando Belaunde Terry	-6,04510	-76,96731
PM-6	Carretera Fernando Belaunde Terry	-6,04325	-76,96148
PM-7	Calle Sarita Colonia con Avenida 3	-6,04420	-76,97576
PM-8	Jr. 20 de abril con Jr. San María	-6,04299	-76,97173
PM-9	Av. Miguel Grau -- Ovalo Grau	-6,04319	-76,97018
PM-10	Jr. San Carlos con Jr. San Martín	-6,03772	-76,97563
PM-11	Jr. 20 de abril con Jr. San Carlos	-6,03945	-76,97125
PM-12	Jr. Coronel Secada con Jr. Los Claveles	-6,03922	-76,97010
PM-13	Jr. Coronel Bardales con Jr. Las Orquídeas	-6,04048	-76,96768
PM-14	Jr. Manuel del Águila con Jr. Pedro Canga	-6,03528	-76,97439
PM-15	Jr. Manuel del Águila con Jr. 20 de abril	-6,03682	-76,97048
PM-16	Jr. Manuel del Águila con Jr. Coronel Secada	-6,03732	-76,96947
PM-17	Prlg. Jr. Manuel del Águila con Jr. Coronel Bardales	-6,03798	-76,96684
PM-18	Prlg. Jr. Manuel del Águila con calle sin nombre	-6,03981	-76,96448
PM-19	Prlg. Jr. Manuel del Águila con calle Colón	-6,04104	-76,95929
PM-20	Jr. Serafín Filomeno con Jr. Pedro Canga	-6,03291	-76,97382
PM-21	Jr. Serafín Filomeno con Jr. 20 de abril	-6,03404	-76,96918
PM-22	Jr. Coronel Bardales	-6,03547	-76,96572

Diseño:

a) Diseño experimental o muestral

El diseño de investigación del presente estudio es no experimental y obedece a un diseño simple correlacional, el cual según Ñaupas et al. (2018) presenta el siguiente diagrama simbólico:



Donde:

M: Muestra

O_x: Tránsito vehicular

r: relación entre variables

O_y: Ruido

b) Representación de la información

Los resultados obtenidos se presentan mediante figuras y tablas, realizados con el paquete estadístico SPSS Statistics y Excel.

c) Análisis estadístico

Para procesar y analizar los datos, se empleó la estadística descriptiva utilizando el paquete estadístico del programa Excel y SPSS Statistics; asimismo, para determinar el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular se utilizó el estadístico de regresión lineal con el paquete estadístico del programa SPSS Statistics.

3.3.1 Objetivo específico 1

Cuantificar el tránsito vehicular en puntos de muestreo del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba.

a. Actividades y tareas

- Identificación de puntos de muestreo.
- Cuantificación de vehículos en puntos de muestreo.
- Procesamiento y análisis de datos.

b. Descripción de los procedimientos

Identificación de puntos de muestreo

Primero, haciendo uso de la observación directa se realizó la identificación, validación y ubicación exacta de los 22 puntos de muestreo distribuidos previamente en las diferentes calles y avenidas del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba.

Cuantificación de vehículos en puntos de muestreo

Mediante la técnica de la observación directa se contabilizó el flujo vehicular (motos lineales, motokares, furgonetas, autos, combis, camionetas y vehículos pesados), cuyo lapso de tiempo fue de una hora cada 10 minutos, los datos obtenidos fueron registrados en una ficha de recolección de datos (ver Anexo 2).

La contabilización del flujo vehicular se desarrolló en horario diurno (en la mañana desde las 8:00 a 12:00 horas y en la tarde desde las 14:00 a 18:00 horas) y en horario nocturno (desde las 22:00 hasta la 1:00 horas). Se realizó la medición del flujo vehicular en 8 semanas durante un periodo de 4 meses, considerando el total de puntos a muestrear al día se midieron en 3 puntos de muestreo a excepción de un día a la semana donde se midió el flujo vehicular en 4 puntos de muestreo. Los días y horario de medición en cada punto de muestreo fueron intercalados cada semana.

Para contabilizar el flujo vehicular en los puntos de muestreo, se ubicó en lugares estratégicos como vereda pública sin interrumpir el pase vehicular y peatonal y con la pertinente vista panorámica, a partir del cual fue posible evidenciar y registrar el número de vehículos que circulan por el punto de monitoreo.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos se usó la estadística descriptiva mediante el software SPSS Statistics y Excel.

3.3.2 Objetivo específico 2

Evaluar los niveles de ruido en comparación con los estándares de calidad en el barrio Calvario de la ciudad de Moyobamba.

a. Actividades y tareas

- Medición de niveles de ruido ambiental.
- Categorización de puntos de muestreo según zonificación urbana de Moyobamba.
- Comparación de niveles de ruido ambiental con los ECA para ruido.

- Procesamiento y análisis de datos.

b. Descripción de los procedimientos

Medición de niveles de ruido ambiental

Los puntos de monitoreo de ruido fueron los mismos puntos donde se cuantificó el flujo vehicular.

De la misma manera, mediante la observación directa y el muestreo puntual se realizó la medición de los niveles de ruido, durante una hora y en lapsos de 10 minutos, cuyos datos evidenciados fueron registrados en una ficha de recolección de datos (ver Anexo 3). El tiempo y periodo de medición fue relativamente igual a los tiempos y periodos de medición del flujo vehicular.

Para la medición en campo de los niveles de ruido ambiental, se tomaron en cuenta las consideraciones establecidas por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014) en el “Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental”, los mismos que se describen a continuación:

- Calibración del equipo de medición (instrumento).
- Se tomó en cuenta que el sistema de medición sea en una superficie reflectante.
- Se montó en un trípode al equipo de medición, a fin de evitar la influencia en los resultados del ruido producido por el operador. El micrófono se puso a una altura no menor de 1,5 m.
- Se protegió con pantalla anti-viento el micrófono del sonómetro; asimismo, el sonómetro estuvo direccionado hacia la fuente sonora, con ángulo formado de aproximadamente 45° en referencia a la superficie horizontal.
- Se configuró al sonómetro en ponderación “A” en el dominio de frecuencia y en el dominio de tiempo Slow “S” o Fast “F”.
- Luego se procedió a la medición del ruido y al registro de los datos obtenidos.

Categorización de puntos de muestreo según zonificación urbana de Moyobamba

Tomando en cuenta la zonificación urbana de Moyobamba, información brindada por la Municipalidad de Moyobamba, fue posible identificar las zonas donde se encontraron cada punto de muestreo: zona residencial y zona mixta (residencial, comercial y de protección especial) (Tabla 15).

Comparación de niveles de ruido con los ECA para ruido

Categorizado cada punto de muestreo según la zonificación urbana, se procedió a comparar los resultados de niveles de ruido obtenidos con los estándares de calidad ambiental para ruido establecidos en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (Tabla 1).

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de los datos se usó la estadística descriptiva mediante el software SPSS Statistics y Excel.

3.3.3 Objetivo específico 3

Analizar el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido en el barrio de Calvario.

a. Actividades y tareas

- Sistematización de datos.
- Agrupación de puntos de muestreo según zonas.
- Determinación del modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido.
- Procesamiento y análisis de datos

b. Descripción de los procedimientos

Sistematización de datos

Primero, se realizó la sistematización de todos los datos en el programa Excel, considerando los puntos de muestreo y los horarios de estudio (mañana, tarde y noche), a fin de facilitar las posteriores actividades.

Agrupación de puntos de muestreo según zonas

Al evaluar el casco urbano, flujo vehicular y niveles de ruido obtenidos se agruparon los puntos de muestreo de dos zonas, la zona 1 (zona residencial) y la zona 2 (zona mixta: residencial, comercial y de protección especial). El desarrollo de esta actividad fue con el objetivo de un mejor establecimiento del modelo de regresión lineal, considerando la cantidad de flujo vehicular total y los niveles de ruido en cada punto de muestreo.

Determinación del modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido

Se utilizó el estadístico de regresión lineal simple, empleando el software SPSS Statistics, cuya ecuación de regresión lineal simple es la siguiente:

Ecuación de regresión lineal: $Y = a + b X_1$

Donde:

Y= variable dependiente

X_1 = variable independiente

Asimismo, se consideró en fundamento a la bibliografía consultada que la ecuación de regresión lineal para ruido es la siguiente:

Ecuación lineal para ruido: $L_{AeqT} = a + b \log Q_t$

Donde:

L_{AeqT} = es el nivel de ruido equivalente en dB (A)

a y b = constantes propias de la regresión.

Q_t = es el flujo vehicular total.

$\log Q_t$ = logaritmo base 10 del flujo vehicular total.

Con ello se procedió a realizar la regresión lineal u del comportamiento del ruido de acuerdo a zona 1 o residencial y zona 2 o mixta en horario diurno y nocturno en el barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó el estadístico de regresión lineal simple con el software SPSS Statistics, con lo cual fue posible determinar el modelo estadístico de ruido ambiental generado por el tránsito vehicular horario diurno y nocturno según zonas en el barrio de Calvario.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Flujo vehicular en los puntos de muestreo del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba

En horario de la mañana y tarde existe un mayor flujo de motos lineales (Figura 2a) y motokares (Figura 2b) a comparación de la noche, donde la cantidad de vehículos disminuye considerablemente. Los puntos de muestreo ubicados en calles o avenidas principales son los que registran mayor flujo de motos lineales y motokares; asimismo, en horario de la mañana, tarde y noche la mayor cantidad promedio de motos lineales es 388,92, 377,42 y 79,17 veh/h y la menor cantidad es 5,25, 6,0 y 2,75 veh/h, respectivamente; y, la mayor cantidad promedio de motokares es 442,92, 456,67 y 89,83 veh/h y la menor cantidad es 7,33, 6,83 y 2,67 veh/h en horario de la mañana, tarde y noche, respectivamente (Tabla 12, 13 y 14).

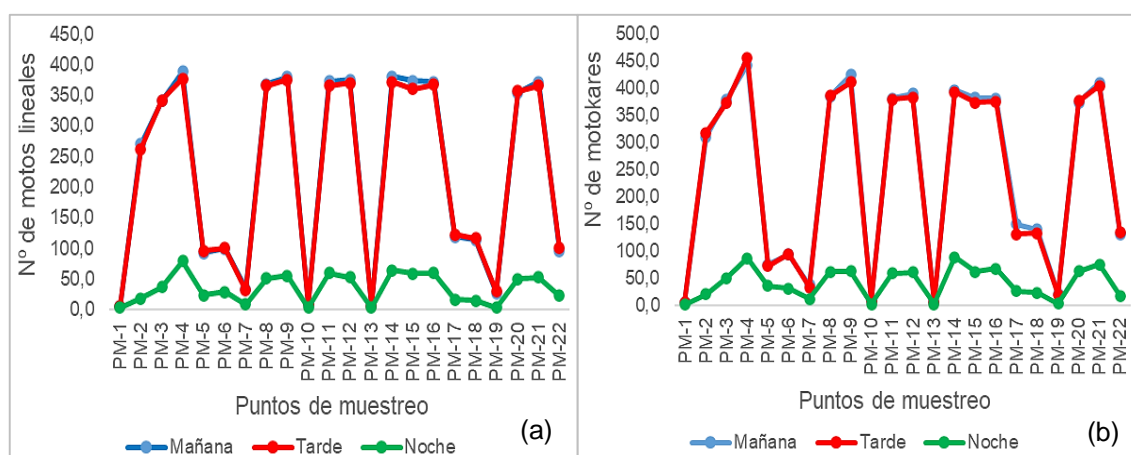


Figura 2. Flujo vehicular promedio en puntos de muestreo del barrio de Calvario. (a) Motos lineales, (b) Motokares.

En horario de la mañana y tarde existe un mayor flujo de furgonetas (Figura 3a) y autos (Figura 3b) a comparación de la noche, donde la cantidad de vehículos disminuye considerablemente. Los puntos de muestreo ubicados en calles o avenidas principales son los que registran mayor flujo de furgonetas y autos; asimismo, en horario de la mañana, tarde y noche la mayor cantidad promedio de furgonetas es 7,0, 7,08 y 1,5 veh/h respectivamente, y la menor cantidad es de 0,08 veh/h en la tarde, y 0,0 veh/h en la mañana y noche; y, la mayor cantidad promedio de autos es 167,63, 162,58 y 17,33 veh/h y la menor cantidad es de 0,17, 0,33 y 0,0 veh/h en horario de la mañana, tarde y noche, respectivamente (Tabla 12, 13 y 14).

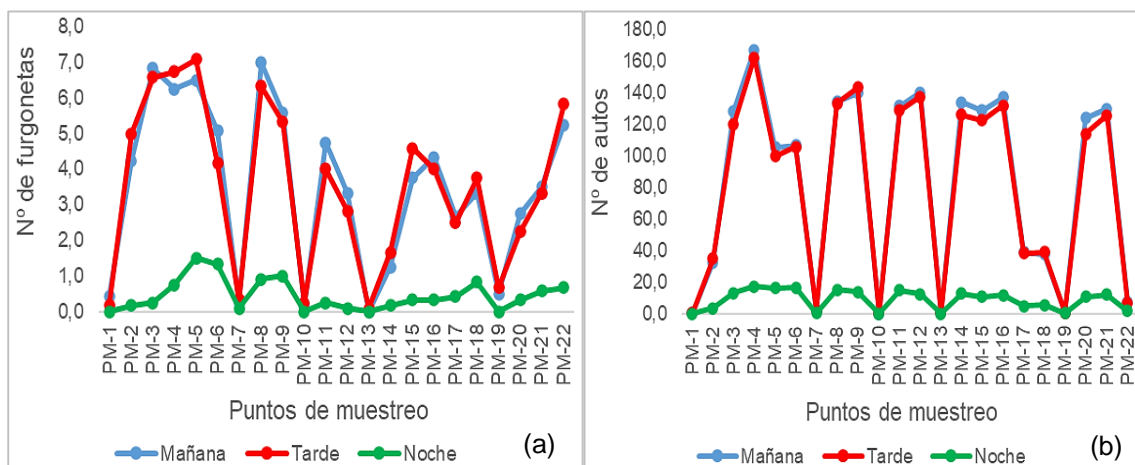


Figura 3. Flujo vehicular promedio en puntos de muestreo del barrio de Calvario. (a) Furgonetas, (b) Autos.

En horario de la mañana y tarde existe un mayor flujo de combis (Figura 4a), camionetas (Figura 4b) y vehículos pesados (Figura 4c) a comparación de la noche, donde la cantidad de vehículos disminuye considerablemente. Los puntos de muestreo ubicados en calles o avenidas principales son los que registran mayor flujo de combis, camionetas y vehículos pesados, este último presenta un mayor flujo en la carretera Fernando Belaunde Terry dado a la posibilidad de transitabilidad; asimismo, en horario de la mañana, tarde y noche la mayor cantidad promedio de combis es 60,92, 62,33 y 4,75 veh/h respectivamente, y la menor cantidad es de 0,0 veh/h en cada uno de los tres horarios; la mayor cantidad promedio de camionetas es 69,5, 67,08 y 15,5 veh/h en la mañana, tarde y noche respectivamente, y la menor cantidad es de 0,33 veh/h en la mañana y tarde, y 0,0 veh/h en la noche; y, la mayor cantidad promedio de vehículos pesados es 51,67, 56,83 y 13,67 veh/h en la mañana, tarde y noche respectivamente, y la menor cantidad es de 0,08 veh/h en la mañana, y 0,0 veh/h en la tarde y noche (Tabla 12, 13 y 14).

En el barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba, en cada uno de los puntos de muestreo existe un mayor flujo vehicular total en horario de la mañana y tarde a comparación de la noche, donde el flujo de todo tipo de vehículos desciende considerablemente (Figura 5). En cada punto de muestreo los motokares y motos lineales circulan en mayor cantidad y las furgonetas y vehículos pesados circulan en menor cantidad durante; asimismo, en el ovalo la Orquídea – cruce Uchuglla (PM-4) circula la mayor cantidad de vehículos por hora (1168,25, 1160,57 y 218,58 veh/h en la maña, tarde y noche, respectivamente) y en el cruce del Jr. Larco con la calle Los Shainas (PM-1) circula la menor cantidad de vehículos por hora (13,83, 14,25 y 5,58 veh/h en la maña, tarde y noche, respectivamente) (Tabla 12, 13 y 14).

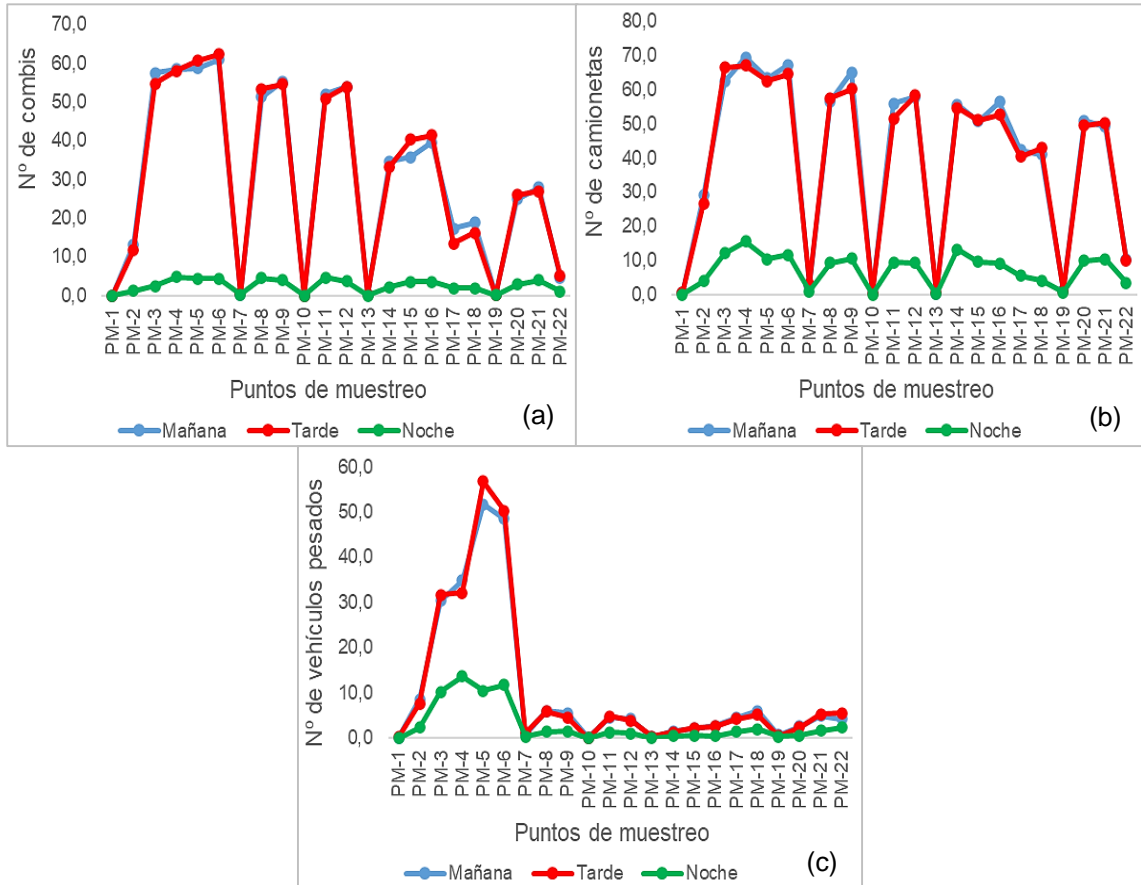


Figura 4. Flujo vehicular promedio en puntos de muestreo del barrio de Calvario. (a) Combis, (b) Camionetas, (c) Vehículos pesados.

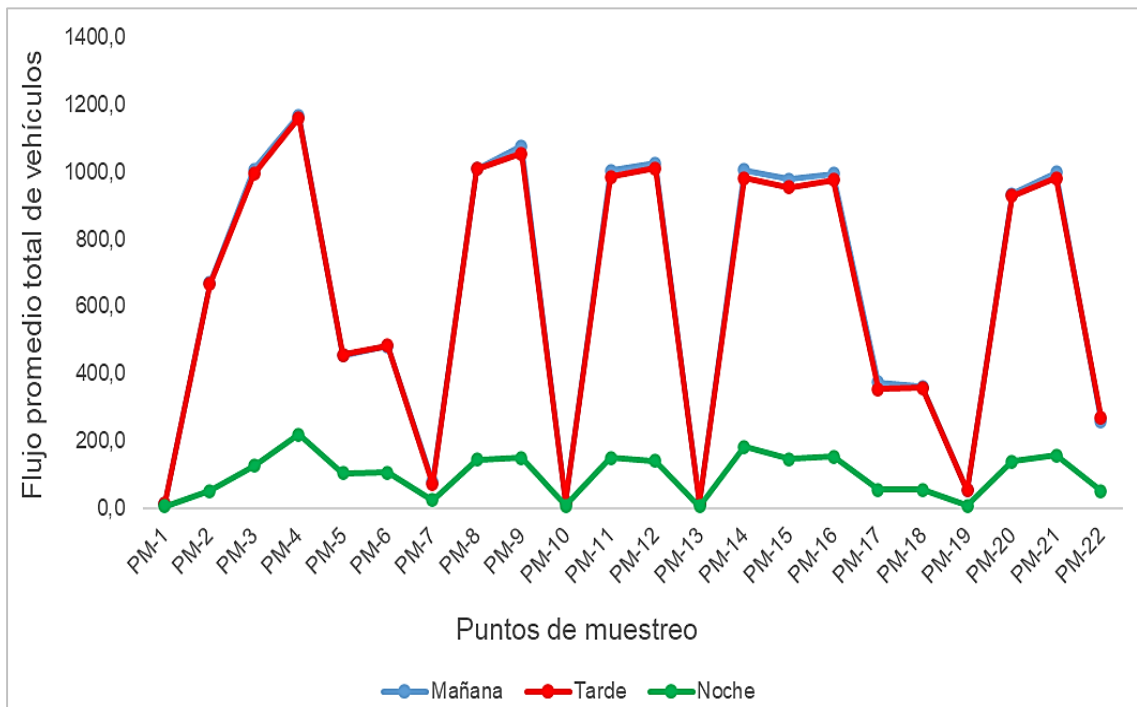


Figura 5. Flujo promedio total de vehículos en puntos de muestreo del barrio de Calvario.

4.2 Niveles de ruido en comparación con los estándares de calidad ambiental en el barrio Calvario de la ciudad de Moyobamba

4.2.1 Niveles de ruido y distribución de puntos de muestreo según zonificación urbana del barrio de Calvario

En el barrio de Calvario, en cada uno de los puntos de muestreo evaluados los mayores niveles de ruido se generan en el horario de la mañana y tarde a comparación del horario de la noche, cuyos valores de ruido descienden considerablemente (Figura 6).

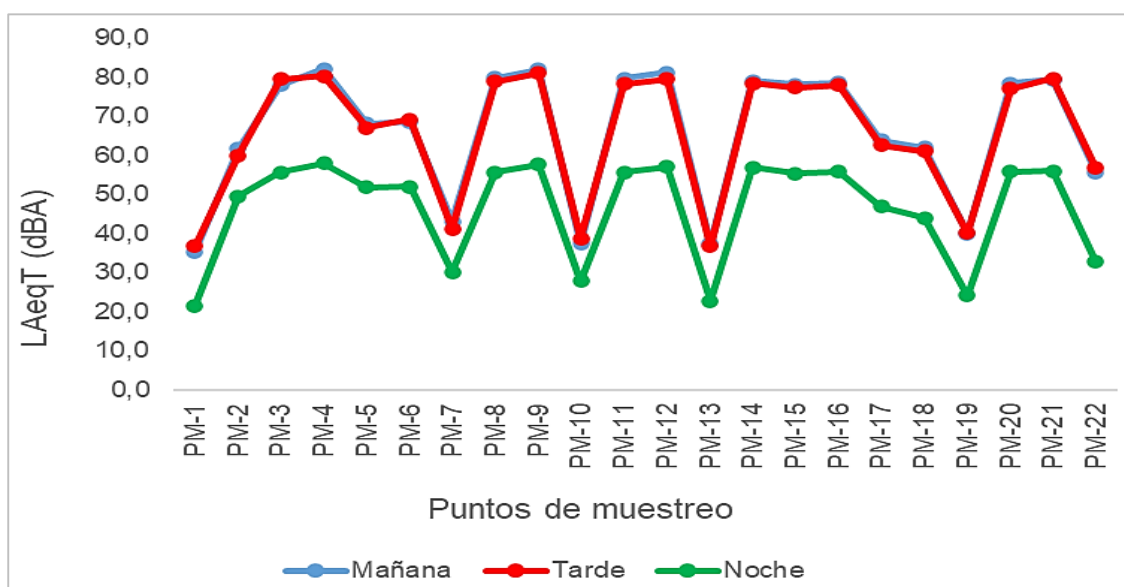


Figura 6. Distribución del ruido promedio (L_{AeqT} dBA) en puntos de muestreo en el barrio de Calvario.

En el horario de la mañana el mayor (82,18 dBA) y menor (35,48 dBA) nivel de ruido promedio se genera en el ovalo la Orquídea – cruce Uchuglla (PM-4) y en el cruce del Jr. Larco con la calle Los Shainas (PM-1), respectivamente. Asimismo, en horario de la tarde, el mayor (81,13 dBA) y menor (36,85 dBA) nivel de ruido promedio se genera en el ovalo Grau – Av. Grau (PM-9) y en el cruce del Jr. Las Orquídeas con Jr. Coronel Bardales (PM-13). Finalmente, en el horario de la noche, el mayor (58,1 dBA) y menor (21,54 dBA) nivel de ruido promedio se genera en el ovalo la Orquídea – cruce Uchuglla (PM-4) y en el cruce del Jr. Larco con la calle Los Shainas (PM-1) (Tabla 15).

De acuerdo a la zonificación urbana del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba, 10 puntos de muestreo (PM-1, PM-5, PM-6, PM-7, PM-10, PM-13, PM-17, PM-18, PM-19 y PM-22) se encuentran en la zona residencial (zona 1), otros 10 puntos de muestreo (PM-2, PM-3, PM-4, PM-8, PM-9, PM-11, PM-12, PM-15, PM-16 y PM-20) se encuentran en la zona residencial y comercial o zona mixta (zona 2); y, finalmente, solo

2 puntos de muestreo (PM-14 y PM-21) se encuentran en la zona residencial, comercial y de protección especial (zona 3) (Tabla 15).

4.2.2 Comparación de niveles de ruido con los estándares de calidad ambiental en horario diurno

En la zona 1 del barrio de Calvario, de un total de 10 puntos de muestreo 4 (PM-5, PM-6, PM-17 y PM-18) exceden los ECA para ruido (60 dBA) en horario diurno (mañana y tarde) para la zona residencial (Figura 7a). En la zona 2 (mixta o residencial y comercial), los 10 puntos de muestreo de la zona residencial exceden los ECA para ruido (60 dBA) en horario diurno y en la zona comercial 9 puntos de muestreo a excepción de PM-2 exceden los ECA para ruido (70 dBA) en horario diurno (Figura 7b). Finalmente, en la zona 3 PM-14 y PM-21 exceden los ECA para ruido de la zona residencial (60 dBA), comercial (70 dBA) y de protección especial (50 dBA) (Figura 7c).

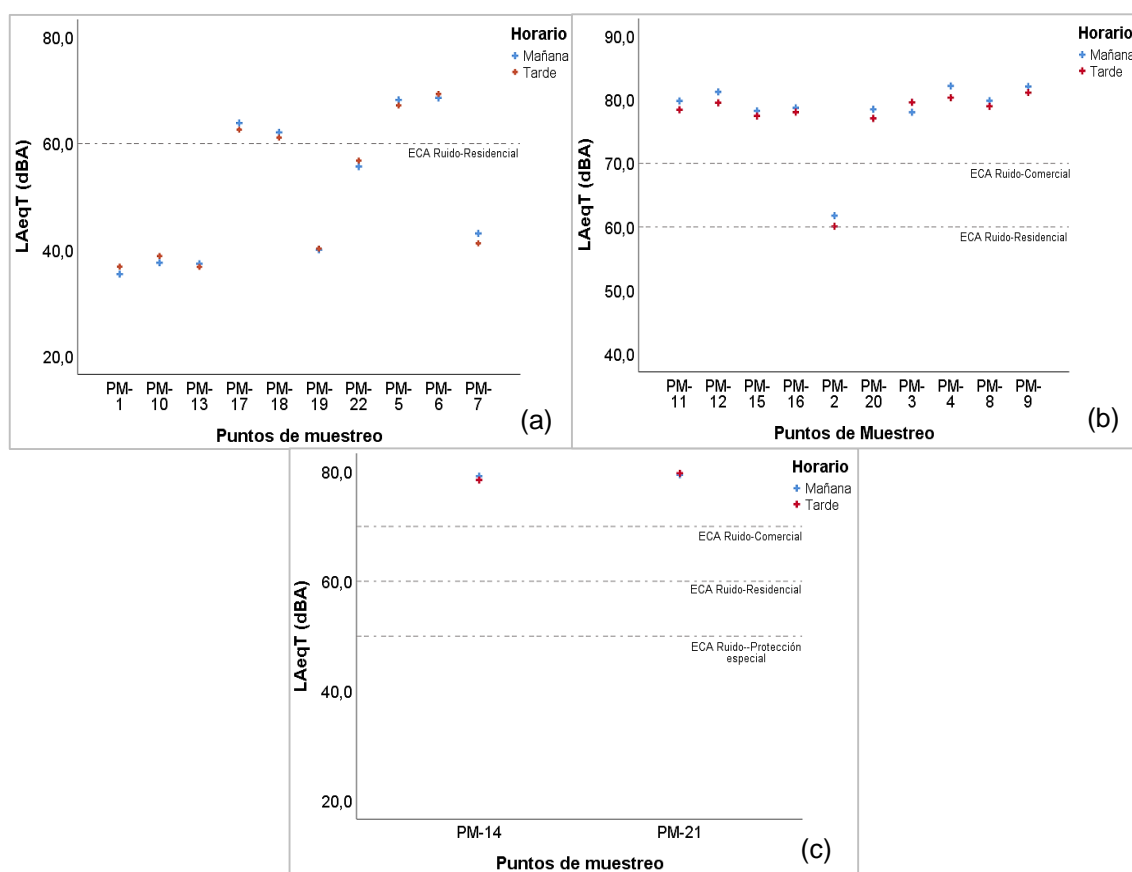


Figura 7. Comparación de ruido promedio con ECA para ruido en horario diurno. (a) Zona residencial, (b) Zona residencial y comercial, (c) Zona residencial, comercial y de protección especial.

4.2.3 Comparación de niveles de ruido con los estándares de calidad ambiental en horario nocturno

En la zona 1 del barrio de Calvario, de un total de 10 puntos de muestreo 2 (PM-5, PM-6) exceden los ECA para ruido (50 dBA) en horario mañana para la zona residencial (Figura 8a). En la zona 2 (mixta o residencial y comercial), de 10 puntos 9 a diferencia de PM-2 exceden ECA para ruido (60 dBA) en horario nocturno en la zona residencial y ninguno de los puntos de muestreo de la zona comercial excede los ECA para ruido (60 dBA) en horario nocturno (Figura 8b). Finalmente, en la zona 3 PM-14 y PM-21 no exceden los ECA para ruido de la zona comercial (60 dBA), pero si exceden los ECA para ruido de la zona residencial (50 dBA) y de protección especial (40 dBA) (Figura 8c).

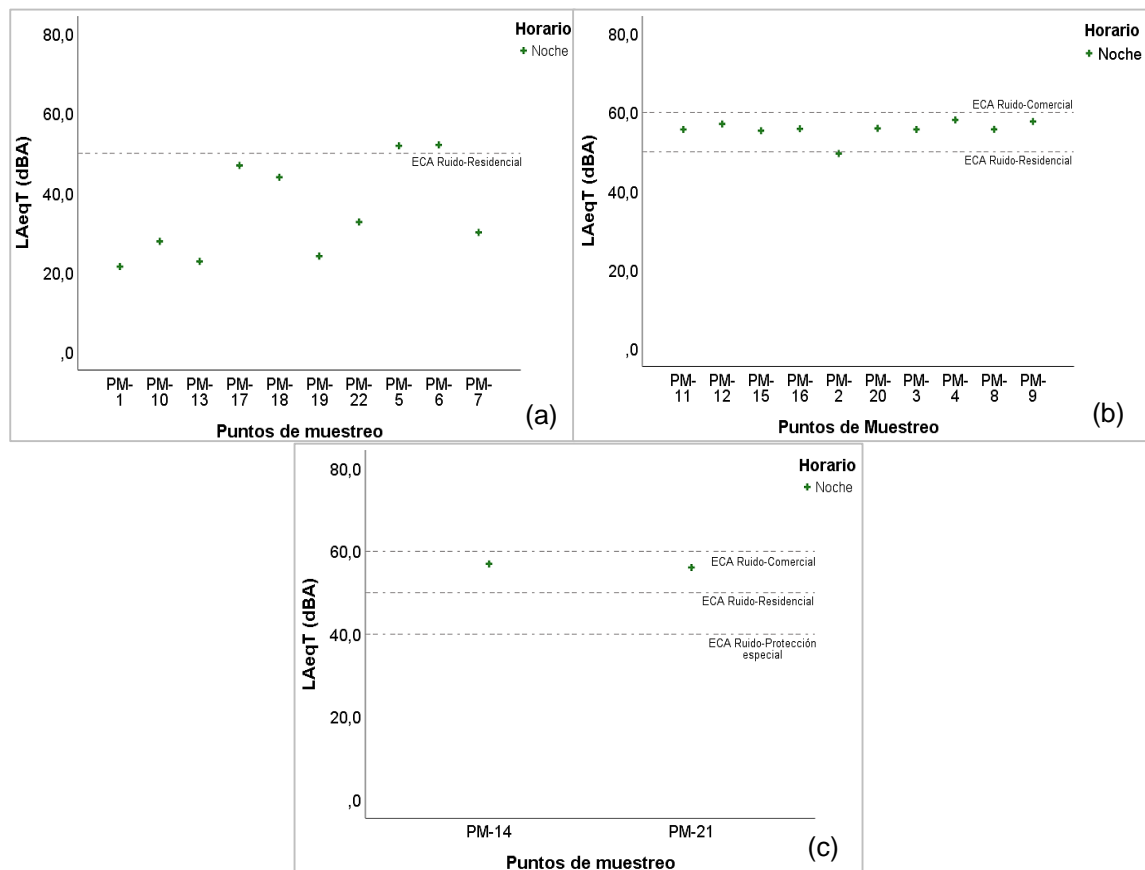


Figura 8. Comparación de ruido promedio con ECA para ruido en horario nocturno. (a) Zona residencial, (b) Zona residencial y comercial, (c) Zona residencial, comercial y de protección especial

4.3 Modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido en el barrio de Calvario

4.3.1 Modelo de regresión lineal de comportamiento del ruido en horario diurno

El coeficiente de correlación entre el nivel de ruido equivalente y el flujo vehicular es 0,961 para la zona 1 (Tabla 16) y 0,965 para la zona 2 (Tabla 18), lo que indica para ambas zonas una correlación positiva alta entre las variables estudiadas; asimismo, el coeficiente de correlación cuadrado o coeficiente de determinación para la zona 1 es 0,923 (Tabla 16) y para la zona 2 es 0,932 (Tabla 18), lo cual nos indica que aproximadamente el 92,3 y 93,2% de la variabilidad en el nivel de ruido equivalente de horario diurno se debe al flujo vehicular, respectivamente.

Al establecer la hipótesis nula: pendiente = 0, y la hipótesis alterna: pendiente \neq de 0; y, considerando que en horario diurno para la zona residencial y zona mixta $p = < 0,05$ (Tabla 4), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo que demuestra que si es posible construir un modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en horario diurno para ambas zonas o que el modelo de regresión lineal simple es el adecuado.

Tabla 4

Prueba de análisis de varianza para la regresión lineal en horario de la mañana

Nº de zona	Descripción	Sig.
1	Residencial	,000
2	Mixta	,000

En la zona 1 o zona residencial en horario diurno la constante es 10,63 y el coeficiente para el flujo vehicular (Log Qt) es 20,21, los mismos que son significativos ($p = < 0,05$) para el modelo de regresión lineal (Tabla 5). Al considerar que la ecuación del modelo de regresión lineal simple considera el modelo de "Y = a + b X" donde "a" representa al punto de intercepción (constante) y "b" representa a la pendiente de la recta (Log Qt), el modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en horario diurno en la zona residencial del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba, es el siguiente:

$$L_{AeqT} \text{ hora} = 10,63 + 20,21 \text{ Log Qt}$$

En la zona 2 o zona mixta (residencial, comercial y de protección especial) en horario diurno la constante es -198,84 y el coeficiente para el flujo vehicular (Log Qt) es 92,57, los mismos que son significativos ($p = < 0,05$) para el modelo de regresión lineal (Tabla 5). El modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el

tránsito vehicular en horario diurno en la zona mixta del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba, es el siguiente:

$$L_{AeqT} \text{ hora} = -198,84 + 92,57 \text{ Log } Qt$$

Tabla 5

Valores del modelo de regresión lineal en horario diurno

Zonas		Coefficientes	Sig.
Residencial	Constante (a)	10,63	0,039
	Log Qt (b)	20,21	0,000
Mixta	Constante (a)	-198,84	0,000
	Log Qt (b)	92,57	0,000

El nivel de ruido equivalente por hora en la zona residencial del barrio de Calvario en horario diurno es igual a $10,63 + 20,21$ veces el logaritmo en base 10 del flujo vehicular total (Figura 9a); es decir, que por cada logaritmo de base 10 del flujo vehicular total (1, 10, 100, 1 000, 10 000, etc.) el nivel de ruido se incrementará en 20,21 dBA (Tabla 6). Asimismo, el nivel de ruido equivalente por hora en la zona mixta (residencial, comercial y de protección especial) del barrio de Calvario en horario diurno es igual a $-198,84 + 92,57$ veces el logaritmo en base 10 del flujo vehicular total (Figura 9b); es decir, que por cada logaritmo de base 10 del flujo vehicular total (1, 10, 100, 1 000, 10 000, etc.) el nivel de ruido se incrementará en 92,57 dBA (Tabla 7).

Tabla 6

Predicción del nivel de ruido en zona 1 o residencial en horario diurno

$L_{AeqT} \text{ hora} = 10,63 + 20,21 * \text{Log } Qt$	$L_{AeqT} \text{ hora}$	Pendiente
$10,63 + 20,21 * \text{Log}_{10}(1)$	10,63	20,21
$10,63 + 20,21 * \text{Log}_{10}(10)$	30,84	20,21
$10,63 + 20,21 * \text{Log}_{10}(100)$	51,05	20,21
$10,63 + 20,21 * \text{Log}_{10}(1\ 000)$	71,26	20,21
$10,63 + 20,21 * \text{Log}_{10}(10\ 000)$	91,47	

Tabla 7

Predicción del nivel de ruido en zona 2 o mixta en horario diurno

$L_{AeqT} \text{ hora} = -198,84 + 92,57 * \text{Log } Qt$	$L_{AeqT} \text{ hora}$	Pendiente
$-198,84 + 92,57 * \text{Log}_{10}(1)$	-198,84	92,57
$-198,84 + 92,57 * \text{Log}_{10}(10)$	-106,27	92,57
$-198,84 + 92,57 * \text{Log}_{10}(100)$	-13,7	92,57
$-198,84 + 92,57 * \text{Log}_{10}(1\ 000)$	78,87	92,57
$-198,84 + 92,57 * \text{Log}_{10}(10\ 000)$	171,44	

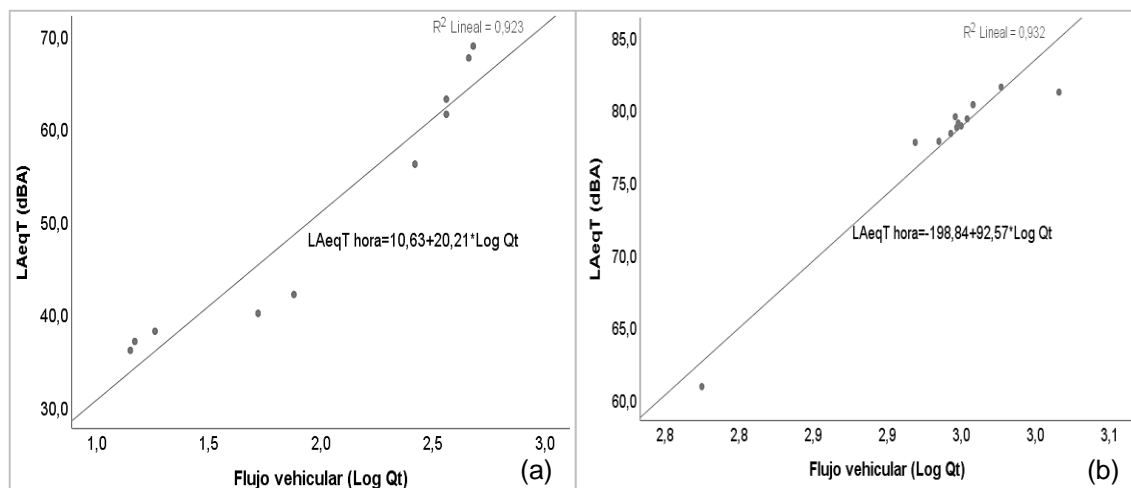


Figura 9. Modelo de regresión lineal del ruido influenciado por el flujo vehicular (Log Qt) en horario diurno. (a) Zona 1 o residencial, (b) Zona 2 o mixta.

4.3.2 Modelo de regresión lineal de comportamiento del ruido en horario nocturno

El coeficiente de correlación entre el nivel de ruido equivalente y el flujo vehicular es 0,932 para la zona 1 (Tabla 17) y 0,948 para la zona 2 (Tabla 19), lo que indica para ambas zonas una correlación positiva alta entre las variables estudiadas; asimismo, el coeficiente de correlación cuadrado o coeficiente de determinación para la zona 1 es 0,869 (Tabla 17) y para la zona 2 es 0,899 (Tabla 19), lo cual nos indica que aproximadamente el 86,9 y 89,9% de la variabilidad en el nivel de ruido equivalente de horario nocturno se debe al flujo vehicular, respectivamente.

Al establecer la hipótesis nula: pendiente = 0, y la hipótesis alterna: pendiente \neq de 0; y, considerando que en horario nocturno para la zona residencial y zona mixta $p < 0,05$ (Tabla 8), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo que demuestra que si es posible construir un modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en horario nocturno para ambas zonas o que el modelo de regresión lineal simple es el adecuado.

Tabla 8

Prueba de análisis de varianza para la regresión lineal en horario nocturno

Nº de zona	Descripción	Sig.
1	Residencial	,000
2	Mixta	,000

En la zona 1 o zona residencial en horario nocturno la constante es 5,54 y el coeficiente para el flujo vehicular (Log Qt) es 21,56, donde solo el coeficiente es

significativo ($p = < 0,05$) para el modelo de regresión lineal (Tabla 9). El modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en horario nocturno en la zona residencial del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba, es el siguiente:

$$L_{AeqT} \text{ hora} = 5,54 + 21,56 \text{ Log } Q_t$$

En la zona 2 o zona mixta (residencial, comercial y de protección especial) en horario nocturno la constante es 27,08 y el coeficiente para el flujo vehicular (Log Q_t) es 13,37, los mismos que son significativos ($p = < 0,05$) para el modelo de regresión lineal (Tabla 9). El modelo de regresión lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular en horario nocturno en la zona mixta del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba, es el siguiente:

$$L_{AeqT} \text{ hora} = 27,08 + 13,37 \text{ Log } Q_t$$

Tabla 9

Valores del modelo de regresión lineal en horario nocturno

Zonas		Coefficientes	Sig.
Residencial	Constante (a)	5,54	0,239
	Log Q_t (b)	21,56	0,000
Mixta	Constante (a)	27,08	0,000
	Log Q_t (b)	13,37	0,000

El nivel de ruido equivalente por hora en la zona residencial del barrio de Calvario en horario nocturno es igual a $5,54 + 21,56$ veces el logaritmo en base 10 del flujo vehicular total (Figura 10a); es decir, que por cada logaritmo de base 10 del flujo vehicular total (1, 10, 100, 1 000, 10 000, etc.) el nivel de ruido se incrementará en 21,56 dBA (Tabla 10). Asimismo, el nivel de ruido equivalente por hora en la zona mixta (residencial, comercial y de protección especial) del barrio de Calvario en horario nocturno es igual a $27,08 + 13,37$ veces el logaritmo en base 10 del flujo vehicular total (Figura 10b); es decir, que por cada logaritmo de base 10 del flujo vehicular total (1, 10, 100, 1 000, 10 000, etc.) el nivel de ruido se incrementará en 13,37 dBA (Tabla 11).

Tabla 10

Predicción del nivel de ruido en zona 1 o residencial en horario nocturno

$L_{AeqT} \text{ hora} = 5,54 + 21,56 * \text{Log } Q_t$	$L_{AeqT} \text{ hora}$	Pendiente
$5,54 + 21,56 * \text{Log}_{10}(1)$	5,54	21,56
$5,54 + 21,56 * \text{Log}_{10}(10)$	27,1	21,56
$5,54 + 21,56 * \text{Log}_{10}(100)$	48,66	21,56
$5,54 + 21,56 * \text{Log}_{10}(1\ 000)$	70,22	21,56
$5,54 + 21,56 * \text{Log}_{10}(10\ 000)$	91,78	

Tabla 11

Predicción del nivel de ruido en zona 2 o mixta en horario nocturno

L_{AeqT} hora = $27,08 + 13,37 * \text{Log}$ Q_t	L_{AeqT} hora	Pendiente
$27,08 + 13,37 * \text{Log}_{10}(1)$	27,08	13,37
$27,08 + 13,37 * \text{Log}_{10}(10)$	40,45	13,37
$27,08 + 13,37 * \text{Log}_{10}(100)$	53,82	13,37
$27,08 + 13,37 * \text{Log}_{10}(1\ 000)$	67,19	13,37
$27,08 + 13,37 * \text{Log}_{10}(10\ 000)$	80,56	

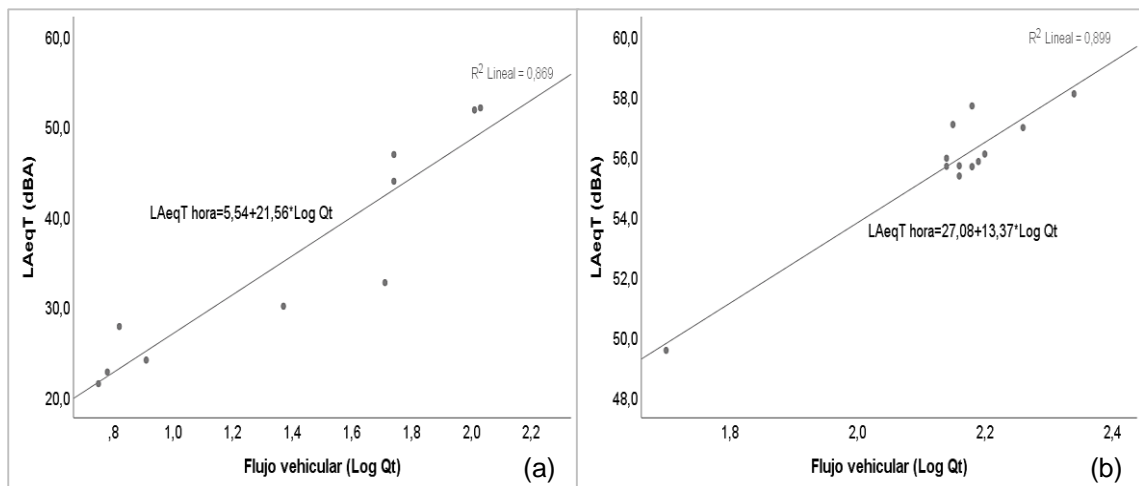


Figura 10. Modelo de regresión lineal del ruido influenciado por el flujo vehicular (Log Q_t) en horario nocturno. (a) Zona 1 o residencial, (b) Zona 2 o mixta.

4.4 Discusión de resultados

Se cuantificó el flujo de 7 tipos de vehículos como motos lineales, motokares, furgonetas, autos, combis, camionetas y vehículos pesados, de los cuales los dos primeros circulan en mayor cantidad en cada punto de muestreo evaluado y tienen mayor influencia en los niveles de ruido registrados; al respecto, Salomons & Berghauser (2012) refieren que los tipos de vehículos que circulan en un lugar determinan también la distribución del ruido del tráfico.

D'Alessandro & Schiavoni (2015), refieren que elevados volúmenes de tráfico en autopistas principales ha generado numerosos problemas ambientales por mayor exposición a la contaminación sonora, con mayor al 20% de personas europeas en lugares vulnerables a enfermedades por la exposición al ruido nocturno; en la presente investigación, se determinó que en las zonas mixtas los niveles de ruido exceden los ECA de zona residencial de horario nocturno, por lo cual optar por diferentes medidas es la solución para evitar problemas, por ejemplo, reducir la velocidad de los vehículos

(Ryu et al., 2017), que tal como se evidencio durante la noche los conductores manejan a mayor velocidad sin evitar aceleraciones bruscas.

El flujo de tráfico vehicular medio registrado en el barrio de Calvario fue de 1168,25 veh/hora, equivalente a 194,71 veh/10 min y 97,35 veh/ 5 m; cifras menores a lo encontrado por Vyas & Varia (2022) en Ahmedabad, India, cuyo valor de flujo de tráfico medio máximo fue de 136 veh/5 min; lo que se asume que se debe a que en el área de estudio del mencionado autor circula mayor cantidad de vehículos por hora.

Los mayores niveles de ruido se registraron en calles y avenidas principales del barrio de Calvario, a diferencia de puntos de muestreo que fueron ubicados lejos de estas calles y avenidas principales donde se registraron menores niveles de ruido; información que se corrobora con lo encontrado por Adulaimi et al. (2021) que de acuerdo a un mapa de predicción encontraron valores más elevados cerca de la autopista y valores de ruido más bajos lejos de la autopista y carretera principal.

En horario de la mañana el nivel de ruido oscilo entre 35,48 y 82,18 dBA, en la tarde oscilo entre 36,85 y 81,13 dBA y en la noche entre 21,54 y 58,1 dBA, lo que demuestra mayores niveles de ruido en el horario diurno a diferencia del nocturno; al respecto Nourani et al. (2020) encontraron niveles de ruido entre 58,0 y 73,4 dBA en la mañana y entre 61,0 y 75,8 dBA por la noche, siendo mayor en el horario nocturno a diferencia del diurno, el cual se asume que se debe principalmente a un elevado flujo de vehículos en tal horario, a diferencia del mayor flujo vehicular encontrado en horario diurno en el estudio.

Los niveles de ruido entre 80 y 110 dBA encontrados por Vyas & Varia (2022) en Ahmedabad, India, fueron superiores a los registrados en la presente investigación, siendo el mayor valor registrado de 82,18 dBA, lo cual se debe a que mencionados autores registraron también mayor flujo de vehículos por hora generando de esta forma mayores niveles de ruido.

Ali & Albayati, (2022), refieren que los tres factores principales que determinan el incremento del ruido son la clase funcional de la vía, la velocidad de vehículos y el volumen del tráfico, siendo este último el factor que más altera los niveles del ruido; información que se corrobora con lo encontrado en la presente investigación, ya que se determinó que en los puntos de muestreo con mayor promedio de flujo vehicular total por hora se generan mayores niveles de ruido equivalente.

Coral et al. (2020) determinaron coeficientes de correlación de 0,96, 0,98 y 0,99 para sus modelos de regresión lineal simple; al respecto, para los modelos de regresión

lineal en las dos zonas estudiadas y en horario diurno y nocturno se determinaron coeficientes de correlación de 0,961, 0,932, 0,965 y 0,948, resultados que demuestran que los modelos de regresión lineal simple son los adecuados y se ajustan a la zona residencial y zona mixta del barrio de Calvario.

Herrera (2019), determinó un modelo del ruido igual a $24,29 + 16,25 * \log Q$, cuyas constantes se asemejan más a los valores del modelo de ruido $27,08 + 13,37 * \log Q_t$ determinado en horario nocturno para la zona mixta (residencial, comercial y de protección especial) cuya diferencia promedio entre el valor medido y predicho en los puntos de muestreo fue de 0,93% menor a la diferencia promedio (1,5%) reportado por el mencionado autor, lo que indica un mayor ajuste del modelo encontrado en el presente estudio para el horario y la zona mencionada.

Otro de los principales factores que influyen en los niveles de ruido es la velocidad de los vehículos (Ali & Albayati, 2022; Al-Mosawe et al., 2018; Coral et al., 2020); en la investigación solo se estudió al flujo vehicular como variable influyente, encontrando que el 92,3 y 93,2% de la variabilidad en el nivel de ruido de horario diurno para la zona residencial y mixta respectivamente, y que el 86,9 y 89,9% de la variabilidad en el nivel de ruido de horario nocturno para la zona residencial y mixta respectivamente, se debe al flujo vehicular, por lo cual se asume que el porcentaje restante se debe a otros factores; ante ello, se recomienda desarrollar investigaciones con modelos de regresión multivariante en la zona de estudio que incluya a la velocidad de vehículos con el objetivo de complementar la información encontrada.

CONCLUSIONES

1. En el barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba existe un mayor flujo de vehículos en calles y avenidas principales (carretera Fernando Belaunde Terry, Avenida Miguel Grau, Jr. Coronel Secada, Jr. Serafín Filomeno, Jr. Manuel del Águila y Jr. 20 de abril), existiendo en cada punto una mayor circulación de motokares y motos lineales; asimismo, en la mañana, tarde y noche la mayor cantidad de vehículos que circulan es de 1168,25, 1160,57 y 218,58 veh/h y la menor cantidad de vehículos es de 13,83, 14,25 y 5,58 veh/h, respectivamente.
2. Los mayores niveles de ruido promedio (82,18 y 81,13 dBA) se generan en horario diurno a comparación del horario nocturno donde se genera el menor nivel de ruido (21,54 dBA); por otro lado, 16 puntos de la zona residencial, 11 puntos de la zona comercial y 2 de protección especial exceden los ECA de horario diurno y 13 puntos de la zona residencial, 2 puntos de la zona de protección especial y ninguno de la zona comercial exceden los ECA en horario nocturno; los puntos de muestreo donde el nivel de ruido excede los ECA son calles y avenidas principales que presentan un mayor flujo de vehículos.
3. En horario diurno el nivel de correlación entre el nivel de ruido y flujo vehicular para la zona residencial y mixta es 0,961 y 0,965 donde el 92,3 y 93,2% respectivamente, de variabilidad del ruido se debe al flujo vehicular; en horario nocturno el nivel de correlación entre las variables es para la zona residencial y mixta es 0,932 y 0,948 donde el 86,9 y 89,9% respectivamente, de variabilidad del ruido se debe al flujo vehicular; asimismo, en ambos horarios y para ambas zonas estudiadas el modelo de regresión lineal simple es el adecuado ($p = < 0,05$).
4. En respuesta a la hipótesis planteada se concluye que, con 5% de significancia es posible determinar el modelo predictivo lineal del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular, siendo para horario diurno en zona residencial igual a $10,63 + 20,21$ veces el logaritmo en base 10 del flujo vehicular total, en zona mixta es igual a $-198,84 + 92,57$ veces el logaritmo en base 10 del flujo vehicular total; en tanto, en horario nocturno para la zona residencial es $5,54 + 21,56$ veces el logaritmo en base 10 del flujo vehicular total y para la zona mixta es igual a $27,08 + 13,37$ veces el logaritmo en base 10 del flujo vehicular total.

RECOMENDACIONES

1. A conductores de vehículos recomendarles reducir los niveles de velocidad en el casco urbano de la ciudad; asimismo, mantenerse al día en la revisión técnica de sus vehículos como medida de reducción de niveles de ruido y evitar tocar claxon particularmente en zonas de protección especial.
2. A la municipalidad provincial de Moyobamba, implementar medidas de reducción de niveles de ruido en el casco urbano y al mismo tiempo controlar de forma frecuente los estados de revisión técnica de todo tipo de vehículos.
3. A investigadores, recomendarles introducir más variables de estudio en el modelo determinado, por ejemplo, evaluar la velocidad de los vehículos, a fin complementar los resultados obtenidos con un análisis multivariante del comportamiento del ruido influenciado por el tránsito vehicular.
4. A estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín, recomendarles desarrollar investigaciones referidas al tema abordado en los diferentes distritos de la región, a fin de aportar información científica relevante para la toma de decisiones pertinentes por parte de las municipalidades a fin de salvaguardar la salud de los pobladores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adulaimi, A. A. A., Pradhan, B., Chakraborty, S., & Alamri, A. (2021). Traffic Noise Modelling Using Land Use Regression Model Based on Machine Learning, Statistical Regression and GIS. *Energies*, 14(16), 5095. <https://doi.org/10.3390/EN14165095>
- Ali, S. S., & Albayati, A. H. K. (2022). Statistical modeling for traffic noise: The case of Kirkuk City. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 12(5), 9108–9112. <https://doi.org/10.48084/ETASR.5173>
- Al-Mosawe, H. M., Alobaydi, D., & Albayati, A. (2018). Development of Traffic Noise Prediction Model in an Educational Urban Area. *Civil Engineering Journal*, 4(11), 2588–2595. <https://doi.org/10.28991/CEJ-03091183>
- Álvarez, J., & Suárez, E. (2008). Estudio comparativo de modelos de predicción de ruido de tráfico rodado utilizando mediciones en la ciudad de Osorno. *VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA*, 1–9. sea-acustica.es/fileadmin/BuenosAires08/a-132.pdf
- Babisch, W., Ising, H., & Gallacher, J. E. J. (2003). Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(10), 739–745. <https://doi.org/10.1136/OEM.60.10.739>
- Babisch, W., Pershagen, G., Selander, J., Houthuijs, D., Breugelmans, O., Cadum, E., Vigna-Taglianti, F., Katsouyanni, K., Haralabidis, A. S., Dimakopoulou, K., Sourtzi, P., Floud, S., & Hansell, A. L. (2013). Noise annoyance — A modifier of the association between noise level and cardiovascular health? *Science of The Total Environment*, 452–453, 50–57. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2013.02.034>
- Ballesteros, V., & Daponte, A. (2014). *Ruido y Salud*. <https://www.osman.es/project/ruido-y-salud-2/>
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*, 383(9925), 1325. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
- Basten, T. G. H., & Wessels, P. W. (2014). An overview of sensor networks for environmental noise monitoring. In *proceedings of the 21st International Congress on Sound and Vibration (ICSV21)* (pp. 1–2).
- Botteldooren, D. (2011). Measuring Noise for Health Impact Assessment. *Encyclopedia of Environmental Health*, 646–654. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52272-6.00253-1>

- Cayao, L. A. (2017). Determinación del nivel sonoro generado por el parque automotor y su influencia en la salud de la población de Segunda Jerusalén – 2014. [Universidad Nacional de San Martín]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3307>
- Chota, G., & Sánchez, D. (2014). Evaluación de la contaminación sonora por ruido vehicular motorizado en las principales vías de acceso del distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja - San Martín. [Universidad Nacional de San Martín]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/260>
- Cobo, P., & Cuesta, M. (2018). El ruido. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*. <https://www.csic.es/>
- Coral, K., Moromenacho, T., Moreta, A., Villalba, F., & Oviedo, J. (2020). Modelos estadísticos de ruido ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito DMQ, mediante datos históricos del 2009 al 2015, como herramienta de calidad ambiental. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 12(1), 14–37. <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/941/1871>
- D'Alessandro, F., & Schiavoni, S. (2015). A review and comparative analysis of European priority indices for noise action plans. *Science of The Total Environment*, 518–519, 290–301. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2015.02.102>
- De Vos, P., & Van Beek, A. (2011). Environmental Noise. *Encyclopedia of Environmental Health*, 476–488. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52272-6.00252-X>
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. (n.d.). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Sistema Nacional de Información Ambiental. Retrieved January 17, 2023, from <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>
- Dintrans, A. (2008). *Proposición de planificación para la gestión del ruido de tráfico vehicular en Santiago, Chile* [Universidad de Chile]. <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Dintrans%20Alejandro.pdf>
- Doll, C. (2019). Monetary valuation of health impacts from noise. *Encyclopedia of Environmental Health*, 456–469. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10676-1>
- Espino, C., & Martínez, X. (2017). *Análisis predictivo: técnicas y modelos utilizados y aplicaciones del mismo - herramientas Open Source que permiten su uso* [Universidad Oberta de Catalunya]. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/59565/6/caresptimTFG0117mem%C3%B2ria.pdf>

- European Environment Agency (EEA). (2014). Noise in Europe 2014 . In *European Environment Agency*. <https://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014>
- European Environment Agency (EEA). (2020). Environmental noise in Europe - 2020. *European Environment Agency*, 22/2019, 104. <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>
- Fuentes, M. (2008). *Modelo de predicción de ruido urbano adaptado a variables. Aplicación a la ciudad de León (España)*.
- García, N. (2014). *Sistema de predicción de ruido urbano mediante redes neuronales*. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/35111/24184639.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guski, R., Schreckenberg, D., & Schuemer, R. (2017). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2017, Vol. 14, Page 1539, 14(12), 1539. <https://doi.org/10.3390/IJERPH14121539>
- Hammer, M. S., Swinburn, T. K., & Neitzel, R. L. (2014). Environmental noise pollution in the United States: Developing an effective public health response. *Environmental Health Perspectives*, 122(2), 115–119. <https://doi.org/10.1289/EHP.1307272>
- Hänninen, O., Knol, A. B., Jantunen, M., Lim, T. A., Conrad, A., Rappolder, M., Carrer, P., Fanetti, A. C., Kim, R., Buekers, J., Torfs, R., Iavarone, I., Classen, T., Hornberg, C., & Mekel, O. C. L. (2014). Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries. *Environmental Health Perspectives*, 122(5), 439–446. <https://doi.org/10.1289/EHP.1206154>
- Infante, R., & Pérez, J. (2021). La contaminación acústica generado por el transporte terrestre y su implicancia en el estrés en los habitantes en la zona oeste de ate, Lima-Perú. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, 6(5), 616–630. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i5.2684>
- Izurieta, J. F. (2009). *Elaboración de un mapa de contaminación acústica del Distrito Metropolitano de Quito - Sur utilizando sistemas de información geográfica* [Tesis de pregrado, Universidad Internacional SEK]. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/498>
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental, Fundamento, Entorno, Tecnologías y Sistemas de Gestión*. Mc Graw Hill, Madrid – España.
- Liu, S., Yang, F., Ding, W., & Song, J. (2016). Double Kill: Compressive-Sensing-Based Narrow-Band Interference and Impulsive Noise Mitigation for Vehicular

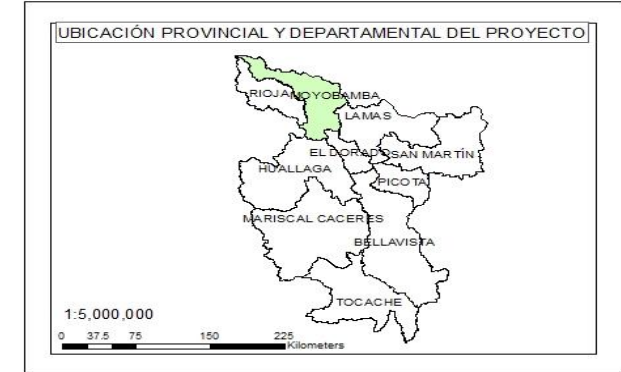
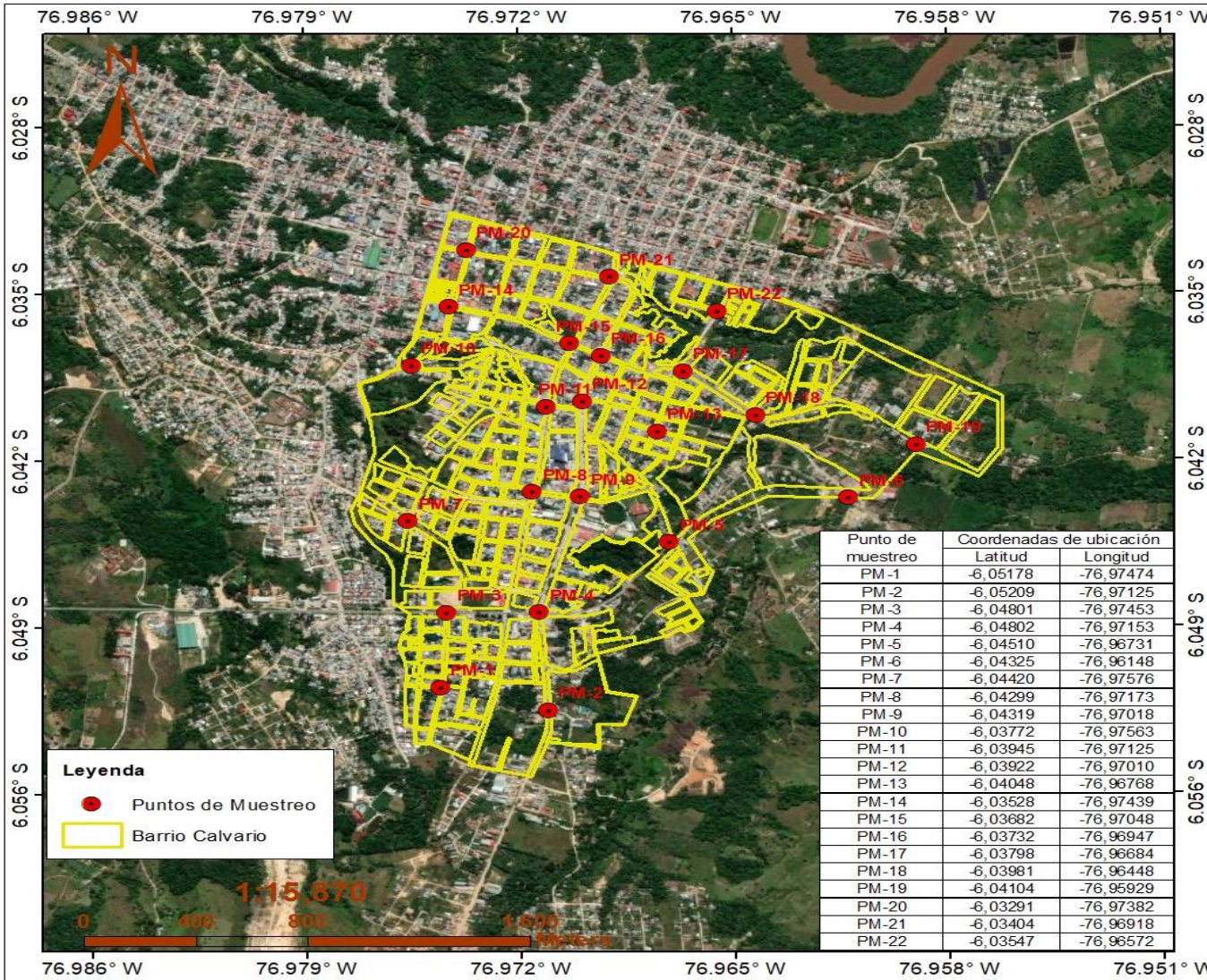
- Communications. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 65(7), 5099–5109. <https://doi.org/10.1109/TVT.2015.2459060>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014). *Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental*. MINAM.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2016). *Ruido – Ruido Ambiental*. Ministerio Del Ambiente de Chile. <https://ruido.mma.gob.cl/temas/>
- Moromenacho, T. (2016). *Diseño de un modelo predictivo de ruido urbano para el DMQ, por linealización de una función no lineal y análisis multivalente con datos históricos desde el año 2012 al 2015* [Universidad Internacional SEK]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1615/1/Tesis%20Ruido.pdf>
- Muñoz, V., Caballero, J. R., & Cavas, L. E. (2006). Análisis comparativo de un modelo teórico de mediciones sonoras y el software SOUNDPLAN Ver. 6.2 aplicado al tráfico vehicular. *Revista de Ingeniería*, 23, 58–67. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932006000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Münzel, T., Gori, T., Babisch, W., & Basner, M. (2014). Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *European Heart Journal*, 35(13), 829–836. <https://doi.org/10.1093/EURHEARTJ/EHU030>
- Münzel, T., Knorr, M., Schmidt, F., von Bardeleben, S., Gori, T., & Schulz, E. (2016). Airborne disease: a case of a Takotsubo cardiomyopathie as a consequence of nighttime aircraft noise exposure. *European Heart Journal*, 37(37), 2844–2844. <https://doi.org/10.1093/EURHEARTJ/EHW314>
- Münzel, T., Schmidt, F. P., Steven, S., Herzog, J., Daiber, A., & Sørensen, M. (2018). Environmental noise and the cardiovascular system. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(6), 688–697. <https://doi.org/10.1016/J.JACC.2017.12.015>
- Murphy, E., & King, E. A. (2014). Strategic noise mapping. *Environmental Noise Pollution*, 81–121. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411595-8.00004-5>
- Nakashima, H., Shinkai, T., & Kakinuma, T. (2018). Vehicular suction noise transmission system. *U.S. Patent No. 9,926,896*.
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (5a edición).
- Niemann, H., Bonnefoy, X., Braubach, M., Hecht, K., Maschke, C., Rodrigues, C., & Robbel, N. (2006). Noise-induced annoyance and morbidity results from the pan-European LARES study. *Noise and Health*, 8(31), 63.

- Nieuwenhuijsen, M. J., Ristovska, G., & Dadvand, P. (2017). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Adverse Birth Outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2017, Vol. 14, Page 1252, 14(10), 1252. <https://doi.org/10.3390/IJERPH14101252>
- Nourani, V., Gökçekeş, H., & Umar, I. K. (2020). Artificial intelligence based ensemble model for prediction of vehicular traffic noise. *Environmental Research*, 180, 108852. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2019.108852>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2011). *Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe*. Organización Mundial de La Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326424>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227–232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pawlas, K. (2019). Hałas jako czynnik zanieczyszczający środowisko – aspekty medyczne. *Medycyna Środowiskowa*, 18(4), 49–56. <https://www.environmentmed.pl/Halas-jako-czynnik-zanieczyszczajacy-srodowisko-aspekty-medyczne,113083,0,1.html>
- Pérez, C. (2011). *Sonido y audición*. <https://personales.unican.es/perezvr/pdf/Sonido%20y%20Audicion.pdf>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2010). *Definición de tránsito - Qué es, significado y concepto*. <https://definicion.de/transito/>
- Quispe, J., Roque, C., Rivera, G., Rivera, F., & Romani, A. (2021). Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 311–337. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V5I1.228
- Ramírez, A. (2011). *Medio ambiente el ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo*.
- Resolución Ministerial 227-2013-MINAM. (n.d.). *Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental*. Ministerio Del Ambiente - MINAM. Retrieved January 18, 2023, from <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-227-2013-minam/>
- Ripoll, A. (2005). *State of the art of noise mapping in Europe*. http://egra.cedex.es/EGRA-ingles/I-Documentacion/Urban_Strategic_Noise_Maps/2005_eea-eionet-urbanareas.pdf

- Ruškić, N., Mirović, V., Marić, M., Pezo, L., Lončar, B., Nićetin, M., & Ćurčić, L. (2022). Model for determining noise level depending on traffic volume at intersections. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/SU141912443>
- Ryu, H., Park, I. K., Chun, B. S., & Chang, S. il. (2017). Spatial statistical analysis of the effects of urban form indicators on road-traffic noise exposure of a city in South Korea. *Applied Acoustics*, 115, 93–100. <https://doi.org/10.1016/J.APACOUST.2016.08.025>
- Salomons, E. M., & Berghauser, M. (2012). Urban traffic noise and the relation to urban density, form, and traffic elasticity. *Landscape and Urban Planning*, 108(1), 2–16. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2012.06.017>
- Sánchez, C., & Reyes, C. (2006). *Metodología y diseño en la investigación científica* (E. V. Universitaria, Ed.).
- Śliwińska-Kowalska, M., & Zaborowski, K. (2017). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Permanent Hearing Loss and Tinnitus. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2017, Vol. 14, Page 1139, 14(10), 1139. <https://doi.org/10.3390/IJERPH14101139>
- Stansfeld, S., & Clark, C. (2019). Mental health effects of noise. *Encyclopedia of Environmental Health*, 287–294. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11814-7>
- Vyas, T., & Varia, H. R. (2022). Predicting traffic induced noise using artificial neural network and multiple linear regression approach. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 9(92), 1009–1027. <https://doi.org/10.19101/IJATEE.2021.875512>
- World Health Organization (WHO), & JRC European Commission. (2011). *Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe*. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio y puntos de muestreo



PROYECTO:
"MODELO DE REGRESIÓN LINEAL DEL COMPORTAMIENTO DE RUIDO INFLUENCIADO POR EL TRÁNSITO VEHICULAR EN EL BARRIO DE CALVARIO, MOYOBAMBA"

MAPA:
"UBICACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO"

UBICACIÓN:
DISTRITO: MOYOBAMBA REGIÓN: SAN MARTÍN
PROVINCIA: MOYOBAMBA

MAPA N.º:
01

ESCALA:
INDICADA: MARCO VINICIO ROMERO MARINA
PROYECCIÓN/UTM: ASESOR:
UTM/WGS84-18S Ing. M.Sc. ANGEL TUESTA CASIQUE
FECHA:
DIC-2022

Anexo 2. Ficha de recolección de datos de flujo vehicular

Proyecto	: Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba							
Fecha	:	Hora de inicio			:			
	Longitud:				Latitud:			
Punto de muestreo N°	Tiempo de medición	Referencia de puntos de muestreo:						
		Cantidad de vehículos						
		Tipo de vehículo						
		Moto lineal	Motokar	Furgoneta	Auto	Combi	Camioneta	Vehículos pesados
	0' – 10'							
	11 – 20'							
	21 – 30'							
	31 – 40'							
	41 – 50'							
	51 – 60'							
Observaciones:								

Anexo 3. Ficha de recolección de datos de ruido

Proyecto	: Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba		
Fecha	:	Hora de inicio	:
Punto de muestreo N°	Tiempo de medición	Hora de fin	:
		Este:	Norte: Altitud:
		L_{AeqT} (dBA)	
	0' – 10'		
	11 – 20'		
	21 – 30'		
	31 – 40'		
	41 – 50'		
	51 – 60'		
Observaciones:			

Anexo 4. Otras tablas

Tabla 12

Flujo vehicular promedio según puntos de muestreo y tipo de vehículos en horario mañana

Punto de Muestreo	Moto lineal	Motokar	Furgoneta	Autos	Combi s	Camioneta	Vehículos pesados	Total
PM-1	5,25	7,33	0,42	0,25	0,00	0,50	0,08	13,83
PM-2	270,67	310,75	4,25	32,42	13,17	29,17	8,50	668,92
PM-3	340,67	379,83	6,83	128,75	57,42	62,42	30,42	1006,33
PM-4	388,92	442,92	6,25	167,33	58,50	69,50	34,83	1168,25
PM-5	92,92	75,83	6,50	105,42	58,75	63,42	51,67	454,50
PM-6	99,33	94,17	5,08	106,83	60,92	67,25	48,50	482,08
PM-7	34,50	39,17	0,25	1,58	0,25	2,58	0,67	79,00
PM-8	368,75	385,17	7,00	134,33	51,25	56,67	6,00	1009,17
PM-9	379,75	424,67	5,58	140,00	55,33	65,17	5,50	1076,00
PM-10	7,33	9,33	0,17	0,17	0,00	0,50	0,08	17,58
PM-11	373,33	381,83	4,75	131,75	51,92	55,92	4,50	1004,00
PM-12	376,00	390,42	3,33	140,33	53,83	57,83	4,17	1025,92
PM-13	6,67	7,50	0,00	0,42	0,17	0,33	0,17	15,25
PM-14	380,67	397,17	1,25	134,17	34,58	55,75	1,50	1005,08
PM-15	374,25	382,50	3,75	128,83	35,67	50,83	2,08	977,92
PM-16	371,83	381,50	4,33	137,42	39,58	56,42	2,67	993,75
PM-17	118,83	149,83	2,67	38,92	17,25	42,25	4,42	374,17
PM-18	113,92	140,42	3,33	37,67	18,83	41,00	5,92	361,08
PM-19	26,67	22,58	0,50	1,08	0,17	1,33	0,67	53,00
PM-20	354,50	373,92	2,75	124,17	24,83	51,00	2,58	933,75
PM-21	371,83	410,50	3,50	130,17	27,83	49,25	4,92	998,00
PM-22	95,08	131,58	5,25	7,50	4,58	10,33	4,17	258,50
Max.	388,92	442,92	7,00	167,33	60,92	69,50	51,67	1168,25
Min.	5,25	7,33	0,00	0,17	0,00	0,33	0,08	13,83

Tabla 13*Flujo vehicular promedio según puntos de muestreo y tipo de vehículos en horario tarde*

Punto de Muestreo	Moto lineal	Motokar	Furgoneta	Autos	Combis	Camioneta	Vehículos pesados	Total
PM-1	6,00	7,08	0,17	0,42	0,00	0,42	0,17	14,25
PM-2	262,50	318,33	5,00	34,83	11,83	26,67	7,67	666,83
PM-3	341,67	373,75	6,58	120,00	54,67	66,58	31,67	994,92
PM-4	377,42	456,67	6,75	162,58	58,00	67,08	32,17	1160,67
PM-5	95,83	73,50	7,08	99,83	60,67	62,58	56,83	456,33
PM-6	100,42	95,50	4,17	105,75	62,33	64,67	50,33	483,17
PM-7	31,08	34,00	0,33	2,08	0,42	3,17	1,08	72,17
PM-8	365,67	386,67	6,33	133,33	53,33	57,58	5,83	1008,75
PM-9	375,25	411,17	5,33	143,33	54,58	60,25	4,50	1054,42
PM-10	8,42	9,17	0,25	0,33	0,00	0,33	0,00	18,50
PM-11	365,50	380,00	4,00	129,00	50,83	51,58	4,75	985,67
PM-12	370,50	383,17	2,83	137,50	53,92	58,42	3,83	1010,17
PM-13	6,25	6,83	0,08	0,33	0,17	0,50	0,33	14,50
PM-14	371,67	393,25	1,67	126,25	33,25	54,75	1,25	982,08
PM-15	360,67	373,50	4,58	122,75	40,33	51,08	2,17	955,08
PM-16	367,92	375,83	4,00	132,08	41,33	52,67	2,50	976,33
PM-17	122,33	132,25	2,50	38,25	13,50	40,50	4,17	353,50
PM-18	116,58	133,33	3,75	39,17	16,25	43,00	5,17	357,25
PM-19	29,33	20,83	0,67	0,83	0,08	1,00	0,42	53,17
PM-20	357,08	376,67	2,25	114,00	26,00	49,58	2,33	927,92
PM-21	366,08	404,17	3,33	125,83	26,92	50,33	5,25	981,92
PM-22	100,58	135,67	5,83	6,75	5,17	9,92	5,50	269,42
Max.	377,42	456,67	7,08	162,58	62,33	67,08	56,83	1160,67
Min.	6,00	6,83	0,08	0,33	0,00	0,33	0,00	14,25

Tabla 14*Flujo vehicular promedio según puntos de muestreo y tipo de vehículos en horario noche*

Punto de Muestreo	Moto lineal	Motokar	Furgoneta	Autos	Combis	Camioneta	Vehículos pesados	Total
PM-1	2,92	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,58
PM-2	18,25	21,33	0,17	3,42	1,17	4,00	2,33	50,67
PM-3	37,08	51,33	0,25	13,00	2,50	12,17	10,25	126,58
PM-4	79,17	87,42	0,75	17,33	4,75	15,50	13,67	218,58
PM-5	23,67	36,50	1,50	16,42	4,30	10,40	10,50	103,28
PM-6	28,75	32,17	1,33	16,50	4,33	11,58	11,75	106,42
PM-7	8,58	12,75	0,08	0,50	0,17	0,92	0,25	23,25
PM-8	50,83	62,92	0,92	15,08	4,50	9,25	1,42	144,92
PM-9	55,58	63,67	1,00	14,00	3,92	10,50	1,50	150,17
PM-10	3,42	3,17	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	6,67
PM-11	59,83	60,08	0,25	14,92	4,58	9,46	1,25	150,37
PM-12	52,50	62,08	0,08	12,42	3,70	9,30	1,00	141,08
PM-13	2,75	3,00	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	6,08
PM-14	64,58	89,83	0,17	12,87	2,17	13,17	0,42	183,20
PM-15	58,67	62,50	0,33	10,83	3,52	9,58	0,58	146,02
PM-16	60,08	68,58	0,33	11,92	3,58	9,20	0,42	154,12
PM-17	16,25	26,75	0,42	4,75	1,92	5,50	1,33	56,92
PM-18	14,33	24,00	0,83	5,50	1,83	4,08	1,92	52,50
PM-19	2,75	4,00	0,00	0,25	0,08	0,67	0,33	8,08
PM-20	49,83	64,00	0,33	10,83	2,80	9,92	0,58	138,30
PM-21	52,67	76,33	0,58	12,08	3,92	10,42	1,58	157,58
PM-22	22,67	18,92	0,67	1,67	1,08	3,50	2,33	50,83
Max.	79,17	89,83	1,50	17,33	4,75	15,50	13,67	218,58
Min.	2,75	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,58

Tabla 15*Niveles promedios de ruido y categorización de zonas según zonificación urbana*

Punto de Muestreo	Descripción	Zonas	Nivel promedio de ruido equivalente L_{eq}		
			Mañana	Tarde	Noche
PM-1	Jr. Larco con calle las Shainas	Residencial	35,48	36,89	21,54
PM-2	Carretera a los baños termales	Residencial y comercial	61,78	60,10	49,57
PM-3	Carretera Fernando Belaunde Terry	Residencial y comercial	78,04	79,59	55,69
PM-4	Ovalo la Orquídea	Residencial y comercial	82,18	80,33	58,10
PM-5	Carretera Fernando Belaunde Terry	Residencial	68,21	67,18	51,88
PM-6	Carretera Fernando Belaunde Terry	Residencial	68,60	69,32	52,11
PM-7	Calle Sarita Colonia con Avenida 3	Residencial	43,13	41,27	30,13
PM-8	Jr. 20 de abril con Jr. San María	Residencial y comercial	79,85	78,98	55,71
PM-9	Av. Miguel Grau -- Ovalo Grau	Residencial y comercial	82,08	81,13	57,70
PM-10	Jr. San Carlos con Jr. San Martín	Residencial	37,63	38,87	27,88
PM-11	Jr. 20 de abril con Jr. San Carlos	Residencial y comercial	79,82	78,43	55,68
PM-12	Jr. Coronel Secada con Jr. Los Claveles	Residencial y comercial	81,24	79,53	57,08
PM-13	Jr. Coronel Bardales con Jr. Las Orquídeas	Residencial	37,43	36,85	22,83
PM-14	Jr. Manuel del Águila con Jr. Pedro Canga	Residencial, comercial y protección especial	79,17	78,48	56,98
PM-15	Jr. Manuel del Águila con Jr. 20 de abril	Residencial y comercial	78,26	77,46	55,37
PM-16	Jr. Manuel del Águila con Jr. Coronel Secada	Residencial y comercial	78,73	78,06	55,85
PM-17	Prlg. Jr. Manuel del Águila con Jr. Coronel Bardales	Residencial	63,87	62,63	46,94
PM-18	Prlg. Jr. Manuel del Águila con calle sin nombre	Residencial	62,11	61,13	43,98
PM-19	Prlg. Jr. Manuel del Águila con calle Colón	Residencial	40,07	40,28	24,16
PM-20	Jr. Serafín Filomeno con Jr. Pedro Canga	Residencial y comercial	78,50	77,08	55,96
PM-21	Jr. Serafín Filomeno con Jr. 20 de abril	Residencial, comercial y protección especial	79,42	79,71	56,10
PM-22	Jr. Coronel Bardales	Residencial	55,69	56,81	32,74

Tabla 16

Datos promedios de variables estudiadas de horario diurno-zona 1, para análisis de regresión

Puntos de muestreo	Periodo del día	Promedio	Promedio de flujo
		L_{AeqT} Exp	vehicular total
		dB (A)	Log Qt
PM-1	Diurno	36,18	1,147
PM-5		67,69	2,658
PM-6		68,96	2,684
PM-7		42,20	1,878
PM-10		38,25	1,256
PM-13		37,14	1,172
PM-17		63,25	2,561
PM-18		61,62	2,555
PM-19		40,17	1,725
PM-22		56,25	2,422
Análisis estadístico			
	Símbolo	L_{AeqT} Exp	Log Qt
Media	\bar{x}	51,171	2,006
Desviación estándar	SD	13,582	0,646
Coeficiente de variación	CV	0,265	0,322
Coeficiente de correlación	r		0,961
Coeficiente de correlación cuadrado	r^2		0,923

Nota: L_{AeqT} Exp: Nivel de presión sonora equivalente experimental.
Log Qt: Logaritmo base 10 del número total de vehículos.

Tabla 17

Datos promedios de variables estudiadas de horario nocturno-zona 1, para análisis de regresión

Puntos de muestreo	Periodo del día	Promedio	Promedio de flujo
		L_{AeqT} Exp	vehicular total
		dB (A)	Log Qt
PM-1	Nocturno	21,54	0,747
PM-5		51,88	2,014
PM-6		52,11	2,027
PM-7		30,13	1,366
PM-10		27,88	0,824
PM-13		22,83	0,784
PM-17		46,94	1,740
PM-18		43,98	1,736
PM-19		24,16	0,908
PM-22		32,74	1,706
Análisis estadístico			
	Símbolo	L_{AeqT} Exp	Log Qt
Media	\bar{x}	35,420	1,385
Desviación estándar	SD	12,136	0,524
Coeficiente de variación	CV	0,343	0,378
Coeficiente de correlación	r		0,932
Coeficiente de correlación cuadrado	r^2		0,869

Nota: L_{AeqT} Exp: Nivel de presión sonora equivalente experimental.
Log Qt: Logaritmo base 10 del número total de vehículos.

Tabla 18

Datos promedios de variables estudiadas de horario diurno-zona 2, para análisis de regresión

Puntos de muestreo	Periodo del día	Promedio	Promedio de flujo
		L_{AeqT} Exp	vehicular total
		dB (A)	Log Qt
PM-2	Diurno	60,94	2,825
PM-3		78,92	3,000
PM-4		81,25	3,066
PM-8		79,41	3,004
PM-9		81,60	3,027
PM-11		79,12	2,998
PM-12		80,39	3,008
PM-14		78,82	2,997
PM-15		77,86	2,985
PM-16		78,40	2,993
PM-20		77,79	2,969
PM-21		79,56	2,996
Análisis estadístico			
	Símbolo	L_{AeqT} Exp	Log Qt
Media	\bar{x}	77,838	2,989
Desviación estándar	SD	5,455	0,057
Coeficiente de variación	CV	0,070	0,019
Coeficiente de correlación	r		0,965
Coeficiente de correlación cuadrado	r^2		0,932

Nota: L_{AeqT} Exp: Nivel de presión sonora equivalente experimental.
Log Qt: Logaritmo base 10 del número total de vehículos.

Tabla 19

Datos promedios de variables estudiadas de horario nocturno-zona 2, para análisis de regresión

Puntos de muestreo	Periodo del día	Promedio	Promedio de flujo
		L_{AeqT} Exp	vehicular total
		dB (A)	Log Qt
PM-2	Nocturno	49,57	1,705
PM-3		55,69	2,135
PM-4		58,10	2,340
PM-8		55,71	2,161
PM-9		57,70	2,177
PM-11		55,68	2,177
PM-12		57,08	2,149
PM-14		56,98	2,263
PM-15		55,37	2,164
PM-16		55,85	2,188
PM-20		55,96	2,141
PM-21		56,10	2,198
Análisis estadístico			
	Símbolo	L_{AeqT} Exp	Log Qt
Media	\bar{x}	55,815	2,150
Desviación estándar	SD	2,156	0,152
Coefficiente de variación	CV	0,039	0,071
Coefficiente de correlación	r	0,948	
Coefficiente de correlación cuadrado	r^2	0,899	

Nota: L_{AeqT} Exp: Nivel de presión sonora equivalente experimental.
Log Qt: Logaritmo base 10 del número total de vehículos.

Anexo 5. Panel fotográfico



Fotografía 1. Medición de flujo vehicular y ruido diurno en puntos de muestreo.



Fotografía 2. Medición de flujo vehicular y ruido diurno en puntos de muestreo.



Fotografía 3. Medición de flujo vehicular y ruido diurno en puntos de muestreo.



Fotografía 4. Niveles de ruido registrados en puntos de muestreo.



Fotografía 5. Niveles de ruido registrados en puntos de muestreo.



Fotografía 6. Medición de DAP de especies arbóreas.



Fotografía 7. Medición de flujo vehicular y ruido nocturno en puntos de muestreo.



Fotografía 8. Medición de flujo vehicular y ruido nocturno en puntos de muestreo.

Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba

por Marco Vinicio Romero Marina

Fecha de entrega: 12-jul-2023 09:00a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2130107981

Nombre del archivo: ING._AMBIENTAL_-_Marco_Vinicio_Romero_Marina_1.docx (5.56M)

Total de palabras: 16959

Total de caracteres: 90135

Modelo de regresión lineal del comportamiento de ruido influenciado por el tránsito vehicular en el barrio de Calvario, Moyobamba

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

5%

2

repositorio.uisek.edu.ec

Fuente de Internet

3%

3

tesis.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

cidta.usal.es

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.upsc.edu.pe

Fuente de Internet

1%