



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD



ATIT_2026_FIAS-027

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“Impacto ambiental de las estaciones de servicio en la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 - km 332), Ica, 2024”

Presentado por:

ATAUCUSI HUAYTA, MEDALY THALIA

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 2%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° 20182487

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

27 de Febrero del 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Dr. Victor Alberto Candia Palomino
DIRECTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



TESIS

**Impacto ambiental de las estaciones de servicio en la calidad
del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 - km 332),
Ica, 2024**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

PRESENTADO POR:

Bach. ATAUCUSI HUAYTA, MEDALY THALIA

Ica – Perú

2026

DEDICATORIA:

A Dios, por su guía permanente, por la fortaleza espiritual y la sabiduría que me concedió para culminar con éxito este trabajo de investigación. Su presencia ha sido mi sostén en cada etapa del camino.

A mis padres, Juana y Ángel, por ser mi mayor ejemplo de fortaleza, perseverancia y amor incondicional. Su apoyo constante, sus enseñanzas y los valores que sembraron en mi vida han sido el impulso que me permitió avanzar con determinación y mantenerme firme frente a las dificultades.

A todas aquellas personas que persiguen su propósito de vida con convicción y entrega, recordándoles que con esfuerzo, disciplina y fe es posible transformar los desafíos en logros. Y, mediante sus acciones, contribuyen a generar cambios positivos en la sociedad

AGRADECIMIENTO

Gracias, Dios, por tu guía constante y por darme la fortaleza para alcanzar esta meta

*Expreso mi más profundo agradecimiento a mi asesora de tesis, la **Dra. Isis Cristel Córdova Barrios**, por compartir generosamente su conocimiento y brindarme sugerencias valiosas y oportunas que fueron determinantes en el desarrollo de esta investigación.*

*Asimismo, manifiesto mi gratitud al **Dr. Pedro Córdova Mendoza**, por su guía constante y por motivarme a mantener siempre vivo el espíritu de la investigación científica.*

*A mis compañeros y amigos del **Semillero de Investigación ENVIRO ÚNICA**, por las experiencias compartidas en los viajes de campo y los conocimientos adquiridos en los congresos de estudiantes de ingeniería ambiental; su colaboración y el intercambio de ideas me motivaron a seguir creciendo en este camino.*

*A la vida, por permitirme formarme en la **Universidad Nacional San Luis Gonzaga**. Mi reconocimiento especial a la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, a sus maestros y a sus aulas, por brindarme la sólida formación académica y las lecciones memorables que hoy constituyen la base de mi crecimiento profesional.*

*A aquellas **personas** que me ofrecieron su ayuda sincera en cada etapa de este camino; su apoyo tiene un lugar especial en mi memoria.*

*Finalmente, agradezco a **mi familia** y amigos, cuyo apoyo moral, comprensión y motivación incondicional fueron el soporte necesario para culminar con éxito este trabajo académico.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Situación problemática	12
1.2. Antecedentes del problema	13
1.2.1. Antecedentes Internacionales.....	13
1.2.2. Antecedentes nacionales	14
1.2.3. Antecedentes locales	14
1.3. Bases teóricas	15
1.3.1. Impacto ambiental de las estaciones de servicio.....	15
1.3.2. Gestión del ruido en áreas urbanas.....	15
1.3.3. Impacto del tráfico vehicular en el ruido ambiental	15
1.3.4. Flujo de vehículos	15
1.3.5. Calidad del ruido	16
1.3.6. Riesgos de salud asociados:	16
1.3.7. Aspectos Psicológicos y Sociales:.....	16
1.3.8. Normativas y Regulaciones sobre Ruido.....	16
1.4. Formulación del problema	17
1.4.1. Problema general.....	17
1.4.2. Problemas específicos.....	17
1.5. Objetivos de la investigación	18
1.5.1. Objetivo principal.....	18
1.5.2. Objetivos Específicos	17
1.6. Hipótesis de investigación	18
1.6.1. Hipótesis principal.....	18
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	18
1.6.3. Variables de investigación	18
1.7. Justificación e Importancia	21

1.7.1.	Justificación	21
1.7.2.	Importancia	21
1.8.	Definiciones conceptuales	22
1.8.1.	Sonido y ruido	22
1.8.2.	Contaminación sonora	22
1.8.3.	Efectos de la contaminación sonora	22
1.8.4.	Modelo de condición ambiental para ruido.....	23
1.8.5.	Ruido ambiental	23
1.9.	Marco legal	24
1.9.1.	Decreto Supremo N°085-2003-PCM	24
II.	ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	25
2.1.	Ubicación geográfica.....	25
2.2.	Metodología de investigación	28
2.2.1.	Tipo, nivel y diseño de investigación	28
2.2.2.	Población y muestra	29
2.2.3.	Técnicas de recolección de datos	29
2.2.4.	Instrumentos de recolección de datos	30
2.2.5.	Técnicas de procesamiento de datos.....	31
2.2.6.	Análisis e interpretación de los datos	31
III.	RESULTADOS.....	33
3.1.	Analizar el flujo vehicular en las estaciones de servicio y la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica.	33
3.1.1.	Delimitación de los puntos de monitoreo	33
3.1.2.	Clasificación del parque vehicular	34
3.1.3.	Definición de periodos de observación.....	34
3.1.4.	Registro directo del flujo vehicular	35
3.1.5.	Organización y depuración de los datos	36
3.1.6.	Construcción del cuadro de flujo vehicular	37
3.1.7.	Análisis técnico del flujo vehicular	38
3.1.8.	Integración con el análisis de ruido ambiental	39
3.1.9.	Hipótesis Específica (1).....	41
3.2.	Determinar el impacto acústico generado por las estaciones de servicio y el incremento del nivel de presión sonora a lo largo de la Panamericana Sur, (km 271.8 - km 332), Ica, 2024.	41
3.2.1.	Definición del marco normativo y la zona de aplicación	42

3.2.2.	Delimitación y georreferenciación de los puntos de monitoreo	42
3.2.3.	Establecimiento de periodos de evaluación y horarios de medición (diurno/nocturno)	43
3.2.4.	Aseguramiento y control de calidad del monitoreo acústico	44
3.2.5.	Medición del ruido ambiental en cada punto (resultado LAeqT).....	45
3.2.6.	Consolidación por estación (punto final o representativo)	46
3.2.7.	Comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (diurno/nocturno)	47
3.2.8.	Determinación del impacto acústico (cumple / cercano / no cumple).....	48
3.2.9.	Prueba de Hipótesis específica (2)	49
3.3.	Determinar el impacto ambiental de las estaciones de servicio y la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024.	50
3.3.1.	Prueba de Hipótesis general.....	50
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
4.1.	Discusión de resultados del flujo vehicular en las estaciones de servicio y la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica.	54
4.2.	Discusión de resultados del impacto acústico generado por las estaciones de servicio y el incremento del nivel de presión sonora a lo largo de la Panamericana Sur, (km 271.8 - km 332), Ica, 2024.	55
4.3.	Discusión de resultados del impacto ambiental de las estaciones de servicio y la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024	56
V.	CONCLUSIONES	58
VI.	RECOMENDACIONES.....	59
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
VIII.	ANEXOS.....	64
	ANEXO I: Tabla: t-Student	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de las variables	20
Tabla 2.	Estándares de calidad ambiental para ruido según zona de aplicación y periodo horario	24
Tabla 3.	Clasificación del parque vehicular según características acústicas	34
Tabla 4.	Definición de periodos de observación para el monitoreo del flujo vehicular y ruido ambiental	35
Tabla 5.	Registro directo del flujo vehicular en estaciones de servicio	36
Tabla 6.	Organización y depuración de los datos de flujo vehicular	37
Tabla 7.	Organización y depuración de los datos de flujo vehicular	38
Tabla 8.	Análisis técnico del flujo vehicular por estación de servicio	39
Tabla 9.	Integración del flujo vehicular con los niveles de ruido ambiental	40
Tabla 10.	Georreferenciación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental	42
Tabla 11.	Periodos de evaluación y horarios de medición del ruido ambiental (LAeqT)	43
Tabla 12.	Horarios de medición consignados en los informes por estación y punto	44
Tabla 13.	Procedimientos de aseguramiento y control de calidad del monitoreo de ruido ambiental	44
Tabla 14.	Registro del nivel continuo equivalente de presión sonora (LAeqT) por punto de monitoreo	45
Tabla 15.	Criterios y resultados de consolidación del nivel de ruido por estación de servicio	47
Tabla 16.	Comparación de los niveles de ruido ambiental con el ECA Ruido por estación de servicio	48
Tabla 17.	Clasificación del impacto acústico por estación de servicio	49
Tabla 18.	Se calculó el estadístico de prueba (Estadística Descriptiva) para la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 - km 332)	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de estación de servicio en Ica.....	25
Figura 2.	Ubicación de estación de servicio “Sacramento	26
Figura 3.	Ubicación de estación de servicio Daniela	26
Figura 4.	Ubicación de estación de servicio “El Oasis” Ica	27
Figura 5.	Ubicación de estación de autoservicios “P&B S.A.C”.....	27
Figura 6.	Ubicación de estación de servicio “El Pacífico.....	28
Figura 7.	Distribución del estadístico t de Student aplicada a la evaluación de la calidad del ruido en la Panamericana Sur (km 271.8 - km 332).....	52

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue “determinar que el impacto ambiental de las estaciones de servicio contribuye significativamente a la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024”. **Estrategia metodológica**, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. La estrategia metodológica incluyó el monitoreo de niveles de presión sonora diurnos (LAeqT) en estaciones de servicio representativas, así como el análisis estadístico mediante la prueba t de Student, considerando un nivel de significancia del 5 %. **Resultados**, evidenciaron que los niveles promedio de ruido registrados presentan una variación estadísticamente significativa respecto al valor de referencia, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y validar la hipótesis alterna. **Discusión de resultados**, mostró que, aun cuando los valores no superan los límites normativos, la operación continua de las estaciones de servicio y el flujo vehicular asociado generan una presión acústica persistente, con potencial impacto acumulativo sobre el entorno sonoro. **Conclusión**, que las estaciones de servicio constituyen fuentes relevantes de influencia acústica en corredores viales de alta demanda, por lo que deben ser incorporadas en las estrategias de gestión del ruido ambiental. El estudio aporta evidencia científica aplicable a la planificación territorial y a la protección de la calidad ambiental, contribuyendo al debate internacional sobre sostenibilidad, salud pública y control de la contaminación acústica en infraestructuras de transporte.

Palabras clave: *Contaminación acústica; estaciones de servicio; calidad del ruido; nivel de presión sonora; impacto ambiental.*

SUMMARY

The objective of this research was to determine whether the environmental impact of service stations significantly contributes to noise quality along the Pan-American Highway South (km 271.8 – km 332), Ica, in 2024. Methodologically, the research employed a quantitative, descriptive, and non-experimental cross-sectional design. This included monitoring daytime sound pressure levels (LAeqT) at representative service stations, as well as statistical analysis using Student's t-test, with a significance level of 5%. The results showed that the average noise levels recorded exhibited a statistically significant variation compared to the reference value, leading to the rejection of the null hypothesis and the validation of the alternative hypothesis. The discussion of results revealed that, even though the values did not exceed regulatory limits, the continuous operation of the service stations and the associated traffic flow generate persistent acoustic pressure with a potential cumulative impact on the surrounding sound environment. In conclusion, service stations are significant sources of noise pollution along high-demand road corridors and should therefore be incorporated into environmental noise management strategies. This study provides scientific evidence applicable to land-use planning and environmental protection, contributing to the international debate on sustainability, public health, and noise pollution control in transport infrastructure.

Keywords: *Noise pollution; service stations; noise quality; sound pressure level; environmental impact.*

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto del siglo XXI, el crecimiento acelerado del parque automotor, la expansión de la infraestructura vial y el aumento sostenido de la demanda energética han intensificado diversos problemas ambientales en las ciudades y corredores interurbanos. Entre estos, la contaminación acústica se ha consolidado como uno de los factores de mayor incidencia sobre la salud pública y el bienestar ambiental, al afectar de manera directa la calidad de vida de la población. A diferencia de otros contaminantes, el ruido ambiental suele ser subestimado; sin embargo, su carácter permanente y su relación con actividades cotidianas lo convierten en un problema prioritario en la agenda ambiental contemporánea.

Las estaciones de servicio, como nodos estratégicos del sistema de transporte moderno, cumplen un rol esencial en la dinámica económica y social. No obstante, su funcionamiento continuo, asociado al flujo vehicular, maniobras de ingreso y salida, operación de equipos y concentración de actividades comerciales, puede generar incrementos significativos en los niveles de presión sonora del entorno inmediato. Esta situación adquiere especial relevancia cuando dichas instalaciones se ubican a lo largo de ejes viales de alto tránsito, donde el ruido de fondo ya es elevado y se potencia por la actividad propia de los establecimientos de abastecimiento de combustible.

En el ámbito regional, la Panamericana Sur constituye uno de los corredores más importantes del país, articulando actividades productivas, comerciales y de transporte a gran escala. En el tramo comprendido entre los kilómetros 271.8 y 332, en la región Ica, la presencia de estaciones de servicio próximas a zonas habitadas y a flujos vehiculares intensos plantea un escenario propicio para el incremento de la contaminación acústica. Sin embargo, la evidencia científica local sobre la magnitud de este impacto y su relación directa con las estaciones de servicio sigue siendo limitada, lo que dificulta la toma de decisiones técnicas y la formulación de políticas de gestión ambiental basadas en datos.

En este marco, la presente investigación adquiere relevancia al analizar de manera sistemática el impacto ambiental de las estaciones de servicio en la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur, aportando información científica original y contextualizada. El estudio se alinea con los desafíos del nuevo milenio, donde la sostenibilidad, la salud ambiental y la planificación territorial demandan evaluaciones rigurosas que permitan equilibrar el desarrollo

económico con la protección del entorno y el bienestar de la población. Asimismo, los resultados buscan contribuir al debate académico y técnico, ofreciendo evidencia útil para la gestión del ruido ambiental y fortaleciendo la producción científica nacional con miras a su difusión en revistas científicas indexadas.

1.1. Situación problemática

En el contexto actual del desarrollo urbano y vial, la contaminación acústica se ha convertido en un problema ambiental relevante a nivel mundial, debido al incremento sostenido del tránsito vehicular y a la concentración de actividades asociadas al transporte. Diversos estudios advierten que la exposición prolongada a elevados niveles de ruido ambiental genera efectos negativos sobre la salud pública, tales como alteraciones del sueño, estrés crónico y enfermedades cardiovasculares, lo que ha motivado a organismos internacionales a reconocer el ruido como un riesgo ambiental emergente [1], [2]. A pesar de ello, el ruido continúa siendo uno de los contaminantes menos gestionados dentro de las políticas ambientales, especialmente en corredores viales de alta demanda.

Las estaciones de servicio, como parte integral de la infraestructura de transporte, concentran un flujo constante de vehículos y operaciones mecánicas que incrementan la presión sonora del entorno. La combinación del tránsito vehicular, las maniobras de ingreso y salida, el funcionamiento de equipos y la permanencia de vehículos en ralentí contribuyen a elevar los niveles de ruido en su área de influencia. Esta situación resulta particularmente crítica cuando dichas instalaciones se localizan a lo largo de vías de alto tránsito, donde el ruido de fondo ya es elevado y se intensifica por la actividad propia de estos establecimientos [3].

En el ámbito nacional y regional, la Panamericana Sur constituye uno de los principales ejes viales del país, articulando actividades económicas, comerciales y de transporte interregional. En el tramo comprendido entre los kilómetros 271.8 y 332, en la región Ica, se registra una alta circulación vehicular y la presencia de estaciones de servicio cercanas a zonas habitadas y espacios de uso público. Sin embargo, existe una limitada producción científica que evalúe de manera específica el impacto ambiental de estas estaciones sobre la calidad del ruido, lo que dificulta la identificación de su contribución real a la contaminación acústica del área.

Esta ausencia de información sistematizada representa una problemática relevante, ya que limita la capacidad de las autoridades y gestores ambientales para diseñar estrategias de control, mitigación y ordenamiento territorial basadas en evidencia técnica. En consecuencia, resulta necesario abordar esta brecha de conocimiento mediante una

investigación que permita analizar el impacto ambiental de las estaciones de servicio en la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur, aportando información científica que contribuya a la protección de la salud pública, al bienestar ambiental y al cumplimiento de los enfoques de sostenibilidad promovidos en el nuevo milenio.

1.2. Antecedentes del problema

1.2.1. Antecedentes Internacionales

En el ámbito internacional, la relación entre las estaciones de servicio y la calidad del ruido ha sido objeto de estudio debido a sus efectos sobre la salud de las personas y el entorno ambiental. Los estudios han demostrado que las estaciones de servicio, debido a su funcionamiento continuo y la afluencia de vehículos, pueden ser fuentes significativas de contaminación acústica.

Un estudio realizado en Europa analizó el impacto del ruido generado por estaciones de servicio en áreas residenciales cercanas y encontró que el ruido de tráfico asociado a estas estaciones contribuye significativamente “al aumento de los niveles de presión sonora en las zonas vecinas”[4]. Este estudio subraya que las estaciones de servicio no solo afectan el nivel de ruido durante las horas pico, sino que también tienen un impacto prolongado en la calidad del ambiente acústico.

“En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA)” ha reportado que las estaciones de servicio pueden incrementar el nivel de ruido ambiental debido a la combinación de tráfico vehicular y operaciones de mantenimiento [5].

Un análisis en Asia también reveló que el ruido generado por estaciones de servicio y otros puntos de venta de combustible está asociado con valores de contaminación sonora que superan los rangos aconsejados por las normativas internacionales [6]. Este estudio enfatiza la importancia de regular y controlar las fuentes de ruido en estas instalaciones para proteger la salud de los residentes cercanos.

1.2.2. Antecedentes nacionales

En el contexto peruano, la contaminación acústica ha sido una preocupación creciente, especialmente en áreas urbanas y periurbanas. Diversos estudios han abordado el efecto del ruido ambiental originado por diversas fuentes, como el tránsito vehicular y las operaciones industriales. Sin embargo, el ruido asociado

específicamente con las estaciones de servicio a lo largo de importantes rutas de transporte como la Panamericana Sur ha recibido menos atención.

Un estudio realizado en Lima Metropolitana evaluó los niveles de ruido en zonas cercanas a avenidas principales y estaciones de servicio, encontrando que los niveles de presión sonora superaban con frecuencia los límites establecidos por la normativa nacional, afectando negativamente la salud de los residentes [7].

Asimismo, investigaron los niveles de ruido en Arequipa, centrándose en las estaciones de servicio y sus alrededores. El estudio concluyó que el tráfico vehicular asociado a estas estaciones contribuye significativamente a la contaminación acústica, con niveles de ruido que superan los 70 dB durante las horas pico [8].

En la región de Ica, un informe del Ministerio del Ambiente destacó que las principales causas de ruido comprenden el tránsito de vehículos y las actividades comerciales, como las estaciones de servicio. El análisis evidenció que el ruido en zonas próximas a la Panamericana Sur alcanza valores elevados, lo que pone de manifiesto la urgencia de aplicar acciones de control y reducción acústica [9].

Un estudio realizado en la ciudad de Pisco, en “una parte de la región de Ica”, se analizó cómo el ruido ambiental afecta la salud pública. Los hallazgos indicaron que el tránsito de vehículos, particularmente cerca de las estaciones de servicio, constituye una de las principales fuentes de ruido, contribuyendo a problemas de salud como estrés y trastornos del sueño entre los residentes [10].

1.2.3. Antecedentes locales

“En el contexto de la región de Ica, específicamente a lo largo del tramo de la Panamericana Sur comprendido entre los kilómetros 271.8 y 332, no se han encontrado estudios previos que aborden de manera específica el impacto ambiental de las estaciones de servicio en la calidad del ruido. Esta ausencia de antecedentes locales resalta la importancia y la novedad de la presente investigación. La carencia de información y estudios detallados sobre este tema en la región subraya la necesidad de realizar estudios exhaustivos que permitan comprender mejor la magnitud del problema y desarrollar estrategias efectivas para mitigar los impactos negativos del ruido generado por las estaciones de servicio en las comunidades circundantes.”

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Impacto ambiental de las estaciones de servicio

Puntos de abastecimiento de combustible, al ser puntos de alta actividad vehicular y operativa, contribuyen significativamente a la contaminación acústica en áreas urbanas y periurbanas. “La investigación, indica que las estaciones de servicio pueden generar niveles de ruido que superan los umbrales permitidos, especialmente durante las horas pico cuando el tráfico es más intenso”[11].

1.3.2. Gestión del ruido en áreas urbanas

La gestión del ruido es una disciplina crucial para mitigar los efectos negativos del ruido en las zonas urbanas. “Argumentan que una adecuada planificación urbana y la implementación de regulaciones de control de ruido son esenciales para mitigar el impacto de las fuentes de ruido, tales como las estaciones de servicio” [12].

1.3.3. Impacto del tráfico vehicular en el ruido ambiental

El tráfico vehicular es una fuente significativa de ruido, que varía según el volumen de tráfico, la velocidad de los vehículos, y el tipo de vehículos en circulación. “Los elevados niveles de ruido producidos por el tránsito vehicular cerca de las estaciones de servicio pueden incrementar la contaminación acústica y perjudicar la calidad de vida en las zonas cercanas” [13].

1.3.4. Flujo de vehículos

“Hace referencia al número de vehículos que transitan por un punto determinado en una carretera o calle durante un tiempo específico”. “Esta medición es esencial para la planificación del transporte y la evaluación del impacto ambiental, ya que el flujo vehicular influye en el tráfico, la seguridad vial y los niveles de contaminación acústica y del aire”.

“El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) define el flujo de vehículos como el número de vehículos que pasan por un punto específico en una carretera durante un intervalo de tiempo”[14]. Este indicador es fundamental para evaluar la capacidad de una vía, planificar mejoras en la infraestructura y gestionar los impactos ambientales asociados con el tráfico vehicular.

De acuerdo con, “el flujo vehicular es un factor clave en la determinación de los niveles de congestión y contaminación en las áreas urbanas”. La medición precisa

del flujo permite a los urbanistas y a las autoridades de transporte desarrollar estrategias para mejorar el manejo del tráfico y reducir los efectos negativos del mismo”[15].

1.3.5. Calidad del ruido

Es un término amplio que incluye varios aspectos relacionados con la medición y “percepción del ruido”. “La Organización Mundial de la Salud (OMS)” define “la calidad del ruido como el nivel de sonido que no solo se mide en decibelios, sino que también se considera en términos de cómo los sonidos afectan el bienestar de las personas y la salud pública”[2]. Esta definición destaca que la calidad del ruido no se limita a su intensidad, sino que también tiene en cuenta el impacto “en la salud y la calidad de vida”.

1.3.6. Riesgos de salud asociados:

“Los estudios han demostrado que la exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede causar diversos problemas de salud, incluidos trastornos del sueño, aumento del estrés, y problemas cardiovasculares”. “La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) indica que el ruido ambiental puede causar impactos negativos significativos en la salud humana, como la pérdida auditiva y la alteración del sueño”[16].

1.3.7. Aspectos Psicológicos y Sociales:

“La percepción del ruido también juega un papel crucial en la calidad del ruido. Según el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)”, “la percepción del ruido es subjetiva y puede variar según la fuente, el contexto y la sensibilidad individual, lo que influye en cómo se percibe y se tolera el ruido en el entorno”[17].

1.3.8. Normativas y Regulaciones sobre Ruido

Las normativas y regulaciones sobre el control del ruido varían entre países y regiones, pero generalmente buscan establecer límites máximos permisibles para “proteger la salud y el bienestar de los ciudadanos”. “El Ministerio del Ambiente de Perú proporciona directrices sobre los niveles de ruido permitidos y las medidas que deben tomarse para asegurar que las actividades comerciales y residenciales cumplan con estos límites” [9].

1.4. Formulación del problema

El problema de investigación se formula a partir de la necesidad de comprender cómo las estaciones de servicio, al concentrar actividades operativas y flujos vehiculares intensivos, modifican las condiciones acústicas en corredores viales de alta demanda como la Panamericana Sur. En el tramo comprendido entre los km 271.8 y 332, la interacción entre el tránsito continuo, especialmente de vehículos pesados, y las operaciones propias de estas instalaciones genera incrementos sostenidos del ruido ambiental que pueden afectar la calidad del entorno y el bienestar de la población expuesta. La ausencia de evaluaciones acústicas integrales en este sector limita la adopción de decisiones enfocadas en la gestión ambiental y sanitaria del ruido, lo que justifica la formulación del problema para identificar el nivel de impacto generado y contrastarlo con los estándares ambientales vigentes.

1.4.1. Problema general

¿En qué medida el impacto ambiental de las estaciones de servicio contribuye significativamente a la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, 2024?

1.4.2. Problemas específicos

PE1: ¿De qué manera el flujo vehicular en las estaciones de servicio influye significativamente a la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, 2024?

PE2: ¿En qué medida el impacto acústico generado por las estaciones de servicio contribuye al incremento del nivel de presión sonora a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, 2024?

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo principal

Determinar que el impacto ambiental de las estaciones de servicio contribuye significativamente a la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024.

1.5.2. Objetivos Específicos

OE1: Analizar el flujo vehicular en las estaciones de servicio que influye en la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, 2024.

OE2: Determinar que el impacto acústico generado por las estaciones de servicio contribuye al incremento del nivel de presión sonora a lo largo de la Panamericana Sur, (km 271.8 - km 332), Ica, 2024.

1.6. Hipótesis de investigación

1.6.1. Hipótesis principal

El impacto ambiental de las estaciones de servicio contribuye significativamente a la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024.

1.6.2. Hipótesis Específicas

HE1: El flujo vehicular en las estaciones de servicio influye en la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, 2024.

HE2: El impacto acústico generado por las estaciones de servicio contribuye al incremento del nivel de presión sonora a lo largo de la Panamericana Sur, (km 271.8 - km 332), Ica, 2024.

1.6.3. Variables de investigación

Variable independiente

Estaciones de servicio. - Las estaciones de servicio son instalaciones diseñadas para el suministro de combustibles y otros productos relacionados con el funcionamiento y mantenimiento de vehículos automotores. Las estaciones de servicio modernas también están adaptándose para incluir tecnologías y prácticas más sostenibles, como el uso de sistemas de recuperación de vapor y la instalación de cargadores para vehículos eléctricos, con el fin de reducir su impacto ambiental y mejorar la eficiencia energética [18].

Variable dependiente

Calidad del ruido. - Se refiere a la evaluación del entorno sonoro en términos de su impacto sobre la salud y el bienestar humano. No se limita únicamente a la medición de la intensidad del sonido en decibelios (dB), sino que también incluye la percepción subjetiva del ruido, su frecuencia, duración, y los efectos adversos que puede tener sobre las personas y el medio ambiente [19].

Variable dependiente

Tráfico vehicular. - Se refiere al flujo y movimiento de vehículos en las vías

de transporte, que incluyen automóviles, camiones, autobuses y otros medios de transporte motorizado. Esta variable interviniente es crucial en el estudio del impacto ambiental de las estaciones de servicio, ya que el volumen y la intensidad del tráfico pueden influir significativamente en los niveles de ruido y, por ende, en la calidad del ruido ambiental [20].

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
VI: “Impacto acústico en las estaciones de servicio”	Se define como el efecto que generan las emisiones sonoras producidas por las actividades operativas y el tránsito vehicular asociado a estas instalaciones sobre el ambiente sonoro del entorno inmediato, expresado en la variación del nivel de presión sonora y en la alteración de las condiciones de calidad acústica del área donde se emplazan [5].	D_{I,1}: “Flujo de vehículos”	I_{I,1,1}: Delimitación de los puntos de monitoreo, I_{I,1,2}: Clasificación del parque vehicular, I_{I,1,3}: Definición de periodos de observación, I_{I,1,4}: Registro directo del flujo vehicular, I_{I,1,5}: Organización y depuración de los datos, I_{I,1,6}: Construcción del cuadro de flujo vehicular, I_{I,1,7}: Análisis técnico del flujo vehicular I_{I,1,8}: Integración con el análisis de ruido ambiental	Observación Monitoreo
Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
VD: “Calidad del ruido”	se define como el grado en que los niveles de sonido presentes en un entorno cumplen con condiciones acústicas aceptables, determinadas por su intensidad, frecuencia y variación temporal, de modo que no generen molestias, riesgos para la salud ni deterioro del bienestar humano, y se mantengan dentro de los rangos definidos por la normativa ambiental vigente.	D_{D,1}: Nivel de presión sonora	I_{D,1,1}: Definición del marco normativo y la zona de aplicación I_{D,1,2}: Delimitación y georreferenciación de los puntos de monitoreo I_{D,1,3}: Categoría regular I_{D,1,4}: Categoría inadecuada I_{D,1,4}: Categoría pésima	Observación Monitoreo

1.7. Justificación e Importancia

1.7.1. Justificación

“La investigación surge de la necesidad imperiosa de evaluar cómo las estaciones de servicio ubicadas a lo largo de esta importante ruta afectan el entorno acústico local. La Panamericana Sur es una arteria vital que conecta diversas regiones del Perú, y las estaciones de servicio en esta ruta generan niveles significativos de ruido debido a la alta densidad de tráfico y las operaciones diarias, como el abastecimiento de combustible y el mantenimiento de vehículos. Este ruido puede superar los umbrales recomendados por las normativas internacionales, afectando la salud y el bienestar de las comunidades residenciales cercanas.

Los estudios han demostrado que la exposición prolongada a niveles elevados de ruido está asociada con una serie de problemas de salud, tales como trastornos del sueño, aumento del estrés y problemas cardiovasculares [2]. Sin embargo, la información específica sobre el impacto del ruido generado por las estaciones de servicio en esta región de Ica es limitada. La falta de datos precisos impide a las autoridades locales implementar medidas adecuadas para controlar y mitigar estos efectos. Este estudio proporcionará datos esenciales sobre los niveles de ruido, identificará las principales fuentes de contaminación acústica y evaluará el cumplimiento de las normativas vigentes.

1.7.2. Importancia

La investigación es crucial para la protección de la salud pública, ya que permitirá identificar los efectos adversos del ruido en el bienestar de la población que habita en las proximidades de las estaciones de servicio. Al proporcionar datos específicos sobre los niveles de ruido y su impacto, se podrán desarrollar estrategias efectivas para reducir la exposición al ruido y proteger la salud de la población. Además, los resultados del estudio serán fundamentales para la planificación urbana y la regulación de las estaciones de servicio en la región. Las autoridades locales podrán utilizar esta información para establecer normas más rigurosas y diseñar políticas que minimicen el impacto acústico de estas instalaciones.

Otro aspecto importante de esta investigación es el aumento de la conciencia y la educación sobre la importancia del control del ruido ambiental. Los hallazgos del estudio promoverán una mayor comprensión de las implicaciones del ruido en la salud y el bienestar, tanto entre las comunidades afectadas como entre los operadores de estaciones de servicio. Finalmente, la investigación contribuirá a la sostenibilidad ambiental al abordar de manera efectiva el impacto del ruido, equilibrando las necesidades económicas con la protección del entorno acústico. Identificar y proponer medidas de mitigación, como la instalación de barreras acústicas o la optimización de las operaciones, permitirá reducir el impacto del ruido y mejorar la calidad de vida en la región de Ica.

1.8. Definiciones conceptuales

1.8.1. Sonido y ruido

El sonido es una forma de energía que se transmite mediante ondas de presión a través del aire u otros medios físicos y que puede ser percibida por el oído humano o registrada por instrumentos de medición. En cambio, el ruido corresponde a aquellas manifestaciones sonoras que resultan indeseables o molestas, generando incomodidad, interferencias o impactos negativos en la salud humana [21]. No obstante, la clasificación de un sonido como ruido está influida por la percepción y la experiencia auditiva de cada individuo [22].

1.8.2. “Contaminación sonora”

De acuerdo con la OMS, los sonidos con intensidades inferiores a 70 dB no generan efectos perjudiciales en los seres vivos; no obstante, una exposición continua a niveles superiores a 85 dB por periodos prolongados, como más de ocho horas, puede constituir un riesgo para la salud [23].

1.8.3. Efectos de la contaminación sonora

Diversos estudios señalan que la contaminación sonora genera múltiples efectos adversos, ya que el ruido vehicular puede afectar tanto la salud física como la psicológica de las personas, además de interferir de forma

importante en los procesos de comunicación. Entre las principales consecuencias se encuentran la disminución de la capacidad auditiva, alteraciones en la salud mental, trastornos del sueño, afecciones cardiovasculares y dificultades en la comunicación [24].

1.8.4. “Modelo de condición ambiental para ruido”

Los Estándares de Calidad Ambiental definen los niveles máximos permitidos de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos en el aire, el agua y el suelo, con la finalidad de garantizar que dichos componentes no generen riesgos para la salud humana ni afecten el equilibrio ambiental [25].

1.8.5. “Ruido ambiental”

El ruido ambiental corresponde a sonidos indeseados generados por actividades humanas, como el transporte, el tránsito vehicular, ferroviario y aéreo, así como por procesos industriales. Este tipo de ruido constituye una fuente importante de malestar para la población y el entorno, ya que puede afectar la salud y modificar las condiciones naturales de los ecosistemas [26].

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la contaminación acústica es más intensa en zonas urbanas con alta densidad poblacional y puede provocar alteraciones fisiológicas como aumento de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial, cefaleas y fatiga, además de efectos psicosociales como inseguridad, menor concentración, reducción del rendimiento laboral y apatía [27].

Según la OMS, el nivel sonoro recomendado para proteger la salud auditiva no debe superar los 55 dB; sin embargo, diversos estudios evidencian que en muchos países estos valores son sobrepasados, especialmente en contextos de alta concentración poblacional, limitada conciencia ambiental y acelerado desarrollo económico [28].

La normativa peruana en higiene ocupacional señala que la evaluación de la exposición al ruido es un aspecto fundamental; asimismo, el ruido

ambiental se considera contaminante cuando las ondas sonoras alcanzan intensidades capaces de afectar el entorno, de modo que su exceso da lugar a la contaminación acústica [29].

1.9. Marco legal

1.9.1. Decreto Supremo N°085-2003-PCM

“Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido”

Esta norma establece los límites máximos permisibles de ruido ambiental, expresados como nivel continuo equivalente ponderado A (LAeqT), en función del uso del suelo y del periodo horario (diurno y nocturno)[30], Tabla 2:

Tabla 2. “Estándares de calidad ambiental para ruido según zona de aplicación y periodo horario”

Zona de aplicación	Periodo diurno LAeqT [dB(A)]	Periodo nocturno LAeqT [dB(A)]	Uso del suelo predominante
Zona de Protección Especial	50	40	Hospitales, centros educativos, áreas de descanso
Zona Residencial	60	50	Vivienda urbana y rural
Zona Comercial	70	60	Comercios, estaciones de servicio, servicios urbanos
Zona Industrial	80	70	Áreas industriales y manufactureras
Zona Mixta	Según uso predominante	Según uso predominante	Combinación residencial-comercial

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Ubicación geográfica

El área de estudio se localiza en el sector central del litoral sur del Perú, específicamente a lo largo del eje vial de la Panamericana Sur, en el tramo comprendido entre los kilómetros 271.8 y 332, dentro de la jurisdicción del departamento de Ica. Este segmento vial atraviesa un entorno predominantemente árido-costero, caracterizado por una baja cobertura vegetal, suelos desérticos y una intensa dinámica antrópica asociada al transporte interprovincial, a actividades comerciales y a servicios complementarios.

En dicho corredor se distribuyen diversas estaciones de servicio, ubicadas estratégicamente en las inmediaciones de centros poblados, accesos urbanos y zonas de intercambio vehicular, lo que incrementa la presión sonora producto del flujo continuo de vehículos ligeros y pesados, de las maniobras de ingreso y salida, de la operación de equipos auxiliares y de las actividades propias del abastecimiento de combustibles.



Figura 1. Ubicación de estación de servicios en Ica

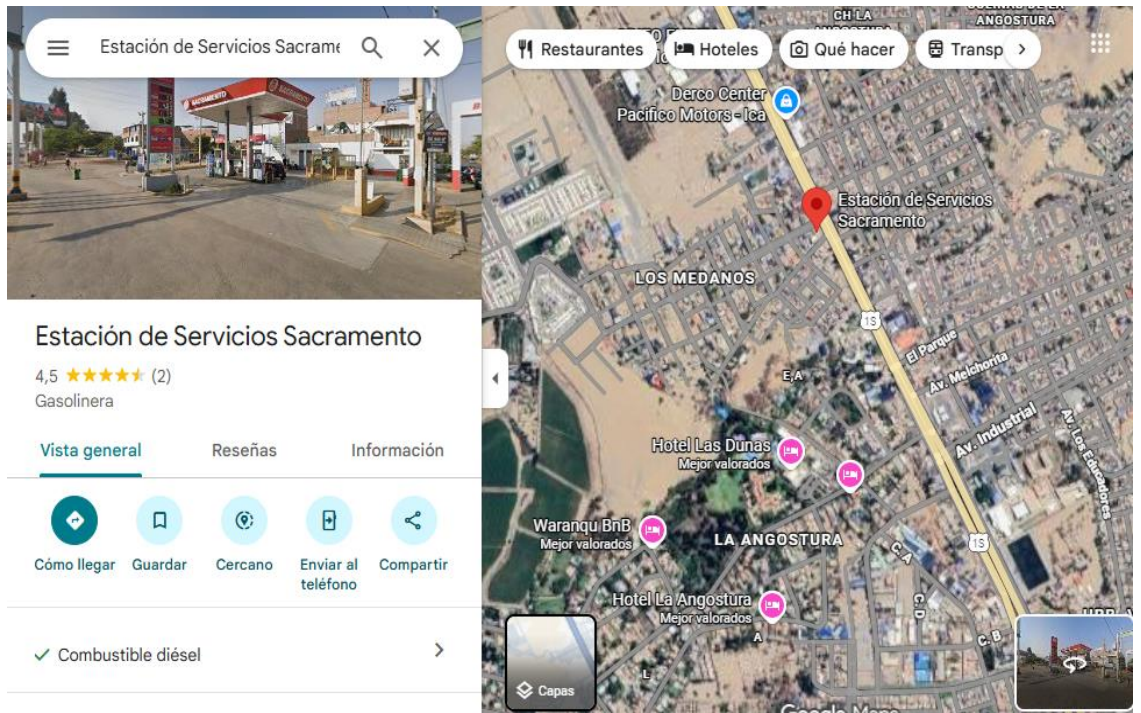


Figura 2. Ubicación de estación de servicios “Sacramento”

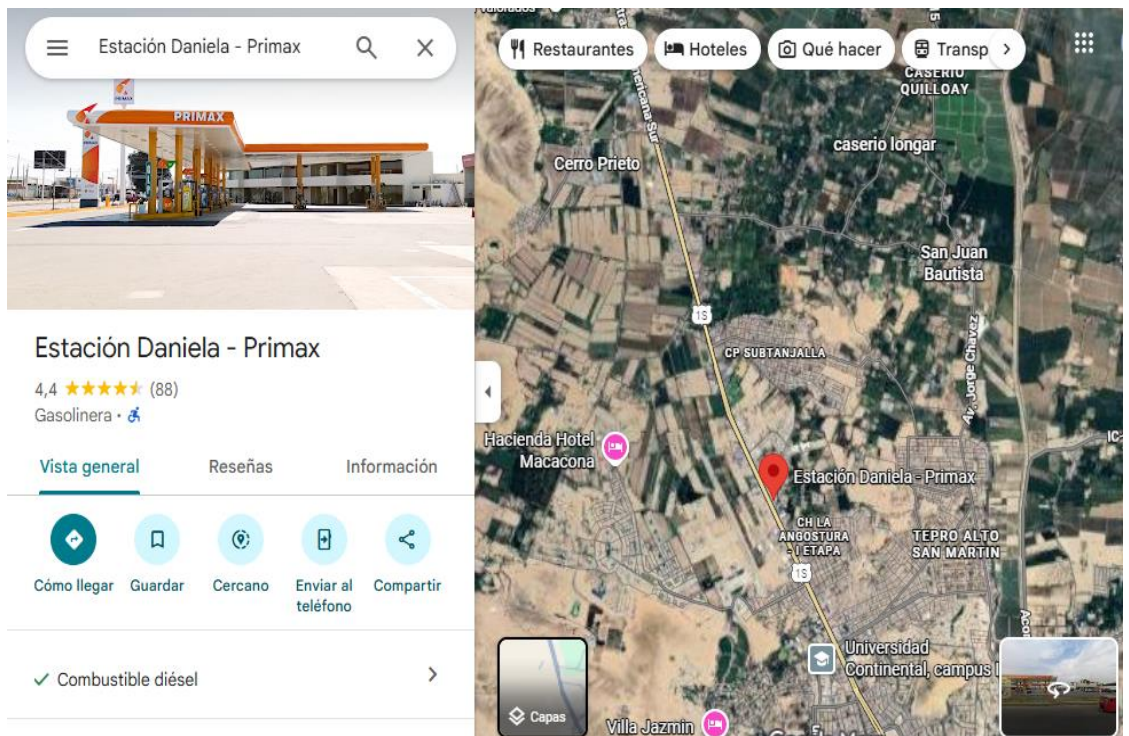


Figura 3. Ubicación de estación de servicio “Daniela”

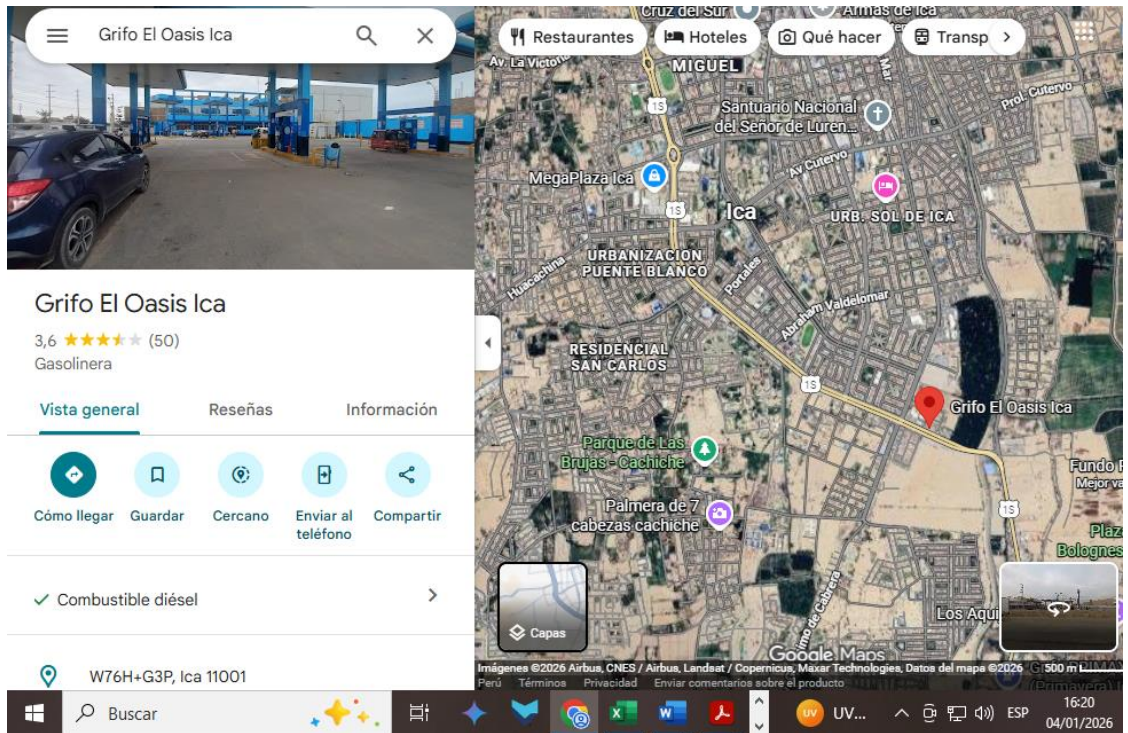


Figura 4. Ubicación de estación de servicio “El Oasis” Ica

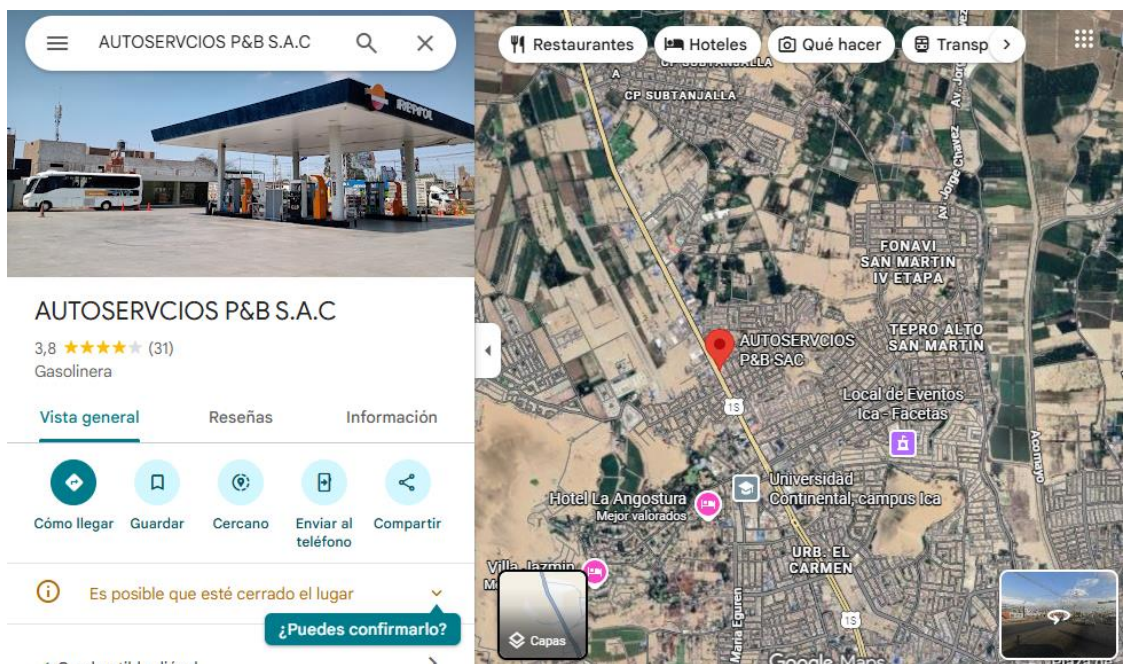


Figura 5. Ubicación de estación de autoservicios “P&B S.A.C”

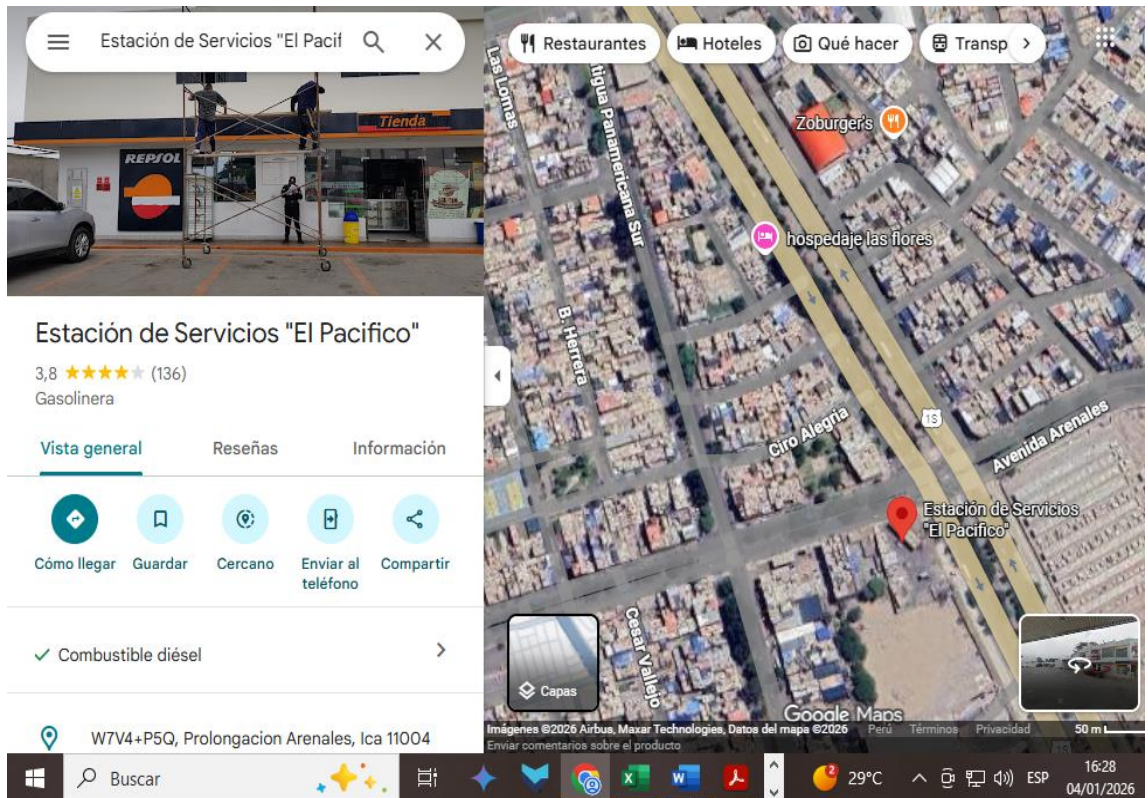


Figura 6. Ubicación de estación de servicio “El Pacífico”

2.2. Metodología de investigación

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación corresponde a un enfoque aplicado, ya que está dirigida a generar conocimiento de utilidad para la comprensión y la evaluación de la localización de estaciones de servicio y su relación con el entorno territorial y ambiental. Sus resultados buscan aportar evidencia técnica que pueda ser utilizada en la toma de decisiones, planificación urbana y gestión ambiental, más que limitarse a una descripción teórica del fenómeno estudiado [31], [32].

Nivel de investigación

“El nivel de la investigación es descriptivo, puesto que se centra en caracterizar y analizar la ubicación geográfica de las estaciones de servicio seleccionadas, identificando sus condiciones espaciales, accesibilidad y contexto inmediato. Este nivel permite sistematizar información relevante sin establecer relaciones causales, priorizando la observación objetiva de la realidad estudiada” [31].

Diseño de la investigación

El estudio adopta un diseño no experimental de tipo transversal, dado que las variables se analizan sin intervención directa y conforme ocurren en su entorno natural. La recopilación de datos se efectuó en un único momento, lo que permitió describir el estado actual del fenómeno evaluado [31].

2.2.2. Población y muestra

Población

La población de la investigación estuvo constituida por todas las estaciones de servicio formalmente operativas ubicadas a lo largo del tramo de la carretera Panamericana Sur comprendido entre los kilómetros 271.8 y 332, en el departamento de Ica, durante el año 2024. Esta población incluye estaciones de expendio de combustibles líquidos y autoservicios que, por su actividad operativa y localización vial, generan emisiones sonoras continuas o intermitentes que influyen en la calidad acústica del entorno inmediato [31].

Muestra

La muestra fue de tipo no probabilístico e intencional, seleccionándose cinco (05) estaciones de servicio representativas del tramo de estudio, considerando criterios técnicos como su proximidad directa a la vía principal, el nivel de flujo vehicular, la intensidad de actividades operativas y la accesibilidad para la medición del ruido ambiental. Las estaciones evaluadas fueron: Sacramento, Daniela, El Oasis, P&B S.A.C. y El Pacífico, las cuales permitieron obtener información suficiente y pertinente para el análisis del impacto ambiental del ruido generado en la zona de estudio [33].

2.2.3. Técnicas de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación se emplearon **técnicas de recolección de datos de carácter directo e indirecto**, orientadas a obtener información confiable sobre la calidad del ruido ambiental generado por las estaciones de servicio ubicadas a lo largo de la Panamericana Sur. La técnica principal utilizada fue la **medición in situ del nivel de presión sonora**, mediante registros sistemáticos realizados en puntos estratégicos próximos a cada estación de servicio, considerando horarios representativos de mayor actividad vehicular y operativa. Esta técnica permitió captar los niveles reales de ruido ambiental presentes en el entorno inmediato de estudio.

De manera complementaria, se aplicó la **observación sistemática**, la cual permitió identificar las condiciones del entorno físico, el flujo vehicular, las actividades operativas de las estaciones y otros factores externos que influyen en la generación del ruido. Asimismo, se recurrió a la **revisión documental**, orientada al análisis de normativas ambientales vigentes, antecedentes técnicos y estudios previos relacionados con contaminación sonora en infraestructuras viales, lo que contribuyó a contextualizar e interpretar adecuadamente los resultados obtenidos.

2.2.4. Instrumentos de recolección de datos

Para la medición del impacto ambiental asociado a la calidad del ruido, se emplearon **instrumentos técnicos validados y adecuados al objeto de estudio**. El instrumento principal fue un **sonómetro digital de clase 2**, utilizado para registrar los niveles de presión sonora en decibeles ponderados en escala A (dB(A)), por tratarse de un equipo apropiado para evaluaciones de ruido ambiental en espacios abiertos y zonas con influencia del tránsito vehicular. Este instrumento permitió obtener mediciones confiables y representativas de las condiciones acústicas presentes en el entorno de las estaciones de servicio evaluadas.

La **validación del instrumento** se garantizó mediante su calibración previa y posterior a las jornadas de medición, asegurando la estabilidad de los registros y la consistencia de los datos obtenidos. Asimismo, el procedimiento de medición se realizó siguiendo los lineamientos técnicos establecidos en la **normativa peruana de calidad ambiental para ruido**, lo que permitió contrastar los valores registrados con los límites máximos permisibles según el tipo de zona y uso del suelo.

De manera complementaria, se utilizó una **ficha de registro de campo estructurada**, elaborada específicamente para la investigación, en la cual se consignaron datos como ubicación geográfica, horario de medición, condiciones meteorológicas, intensidad del flujo vehicular y observaciones relevantes del entorno. Además, se aplicó una **guía de observación**, destinada a sistematizar información cualitativa relacionada con las actividades operativas de las estaciones de servicio y otros factores que influyen en la generación de ruido ambiental, fortaleciendo así la interpretación integral de los resultados.

2.2.5. Técnicas de procesamiento de datos

Los datos obtenidos durante las mediciones de ruido ambiental fueron organizados y procesados mediante **técnicas de sistematización, clasificación y análisis cuantitativo**, con el propósito de garantizar su coherencia y confiabilidad. Inicialmente, los registros de campo fueron depurados y ordenados en matrices de datos, permitiendo identificar valores atípicos y verificar la consistencia de las mediciones realizadas en cada estación de servicio y punto de monitoreo.

Posteriormente, los niveles de presión sonora registrados fueron procesados utilizando **herramientas estadísticas descriptivas**, tales como valores promedio, máximos y mínimos, lo que facilitó la caracterización del comportamiento del ruido ambiental en el tramo de estudio. Los resultados obtenidos fueron comparados con los **Estándares de Calidad Ambiental para Ruido vigentes en el Perú**, permitiendo evaluar el grado de cumplimiento normativo y el impacto generado por las estaciones de servicio en la calidad acústica del entorno.

Finalmente, la información procesada fue representada mediante **tablas y gráficos**, lo que contribuyó a una interpretación clara y objetiva de los resultados, fortaleciendo el análisis técnico y la discusión de los hallazgos obtenidos en la investigación.

2.2.6. Análisis e interpretación de los datos

El análisis de los datos se realizó mediante una evaluación sistemática y comparativa de los niveles de presión sonora registrados en cada estación de servicio, considerando su variación espacial y temporal a lo largo del tramo de la Panamericana Sur estudiado. Los valores obtenidos fueron examinados de forma crítica para identificar patrones de comportamiento del ruido ambiental, así como diferencias entre puntos de medición en función de la intensidad de las actividades operativas y del flujo vehicular.

La interpretación de los resultados se llevó a cabo contrastando los niveles de ruido medidos con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido establecidos en la normativa peruana, lo que permitió determinar el grado de cumplimiento o superación de los límites permisibles según el tipo de zona evaluada. Este proceso facilitó la identificación de áreas con mayor presión acústica y la valoración del

impacto ambiental generado por las estaciones de servicio, aportando sustento técnico a las conclusiones de la investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Analizar el flujo vehicular en las estaciones de servicio y la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica.

El análisis del flujo vehicular en las estaciones de servicio emplazadas a lo largo del tramo km 271.8 – km 332 de la Panamericana Sur constituye un componente técnico esencial para la evaluación de la calidad del ruido ambiental, debido a que el volumen, la composición del parque vehicular y su variabilidad temporal influyen directamente en los niveles de presión sonora registrados. En particular, la circulación de vehículos pesados, caracterizados por mayores emisiones acústicas, incrementa la carga sonora basal del entorno y condiciona la superposición de fuentes de ruido asociadas a las operaciones propias de las estaciones de servicio.

Desde una perspectiva ambiental, la caracterización del flujo vehicular permite establecer relaciones espaciales y temporales entre la intensidad del tránsito y los niveles de ruido medidos en dB(A), facilitando la identificación de escenarios de mayor exposición acústica. Este análisis técnico proporciona sustento cuantitativo para interpretar el impacto generado, contrastar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido y fortalecer la toma de decisiones orientada.

3.1.1. Delimitación de los puntos de monitoreo

La delimitación de los puntos de monitoreo se sustentó en criterios ambientales orientados a evaluar la presión sonora generada por actividades antrópicas en corredores viales. Las estaciones de servicio ubicadas entre los km 271.8 y 332 de la Panamericana Sur fueron seleccionadas por constituir focos de concentración vehicular permanente, donde se superponen fuentes móviles y fijas de ruido. Esta condición incrementa la carga acústica del entorno y favorece la propagación del ruido hacia áreas colindantes, por lo que su evaluación permite caracterizar de manera representativa el impacto ambiental del tránsito sobre la calidad del ambiente sonoro.

3.1.2. Clasificación del parque vehicular

Previo al trabajo de campo, el parque vehicular fue clasificado en vehículos pesados, ligeros y otros, considerando criterios funcionales y ambientales asociados a su potencial de generación sonora. Esta clasificación permitió diferenciar el aporte acústico de cada grupo vehicular en función de su tamaño, tipo de motor y patrón de circulación, facilitando un análisis más preciso de la influencia del flujo vehicular sobre la calidad del ruido ambiental. La utilización de esta categorización fortaleció la interpretación de los registros de campo y su relación con los niveles de presión sonora medidos en cada punto de monitoreo.

Tabla 3. Clasificación del parque vehicular según características acústicas

Tipo de vehículo	Descripción funcional	Tipo de motor predominante	Nivel esperado de emisión sonora	Relevancia para el análisis del ruido
Vehículos pesados	Camiones, tráileres y buses interprovinciales que circulan o acceden a las estaciones de servicio	Diésel	Alto	Constituyen la principal fuente de presión sonora continua debido a su tamaño, potencia y régimen de operación
Vehículos ligeros	Automóviles, camionetas y motocicletas	Gasolina / GLP / GNV	Medio	Generan ruido intermitente asociado al flujo constante y a maniobras de ingreso y salida
Otros vehículos	Mototaxis, vehículos de servicio, unidades especiales	Motores mixtos	Bajo a medio	Aportan ruido puntual que contribuye a la carga acústica total del entorno

3.1.3. Definición de periodos de observación

La definición de los periodos de observación se realizó considerando criterios ambientales y sanitarios vinculados a la variabilidad temporal del tránsito vehicular y a la sensibilidad del entorno frente al ruido. Se establecieron los periodos **diurno y nocturno** como intervalos representativos para la evaluación

del flujo vehicular y su influencia en la calidad acústica, debido a las diferencias en la intensidad del tránsito y en la percepción del ruido ambiental. Esta segmentación permitió analizar de manera diferenciada los escenarios de mayor presión sonora y valorar su potencial impacto sobre el bienestar y la salud de la población expuesta.

Tabla 4. *Definición de periodos de observación para el monitoreo del flujo vehicular y ruido ambiental*

Periodo de observación	Rango horario referencial	Características del tránsito	Comportamiento acústico esperado	Relevancia ambiental y sanitaria
Diurno	06:00 – 22:00 h	Alta intensidad de flujo vehicular, predominio de vehículos ligeros y mixtos	Incremento sostenido de niveles de presión sonora por tránsito continuo	Mayor exposición de población y actividades humanas; posible afectación al confort acústico
Nocturno	22:00 – 06:00 h	Menor volumen vehicular, mayor proporción de vehículos pesados	Ruido intermitente de alta energía sonora con mayor percepción ambiental	Riesgo de perturbación del descanso y efectos negativos sobre la salud

3.1.4. Registro directo del flujo vehicular

El registro del flujo vehicular se realizó mediante conteo manual y sistemático en cada estación de servicio seleccionada, durante los periodos diurno y nocturnos previamente establecidos. Los vehículos fueron contabilizados según su clasificación funcional, permitiendo identificar la distribución y frecuencia de cada tipo vehicular. La información obtenida fue consignada en fichas de campo estructuradas, diseñadas para asegurar uniformidad en el registro, facilitar la trazabilidad de los datos y garantizar la confiabilidad de la información utilizada en el análisis ambiental y sanitario del ruido.

Tabla 5. Registro directo del flujo vehicular en estaciones de servicio

Punto de monitoreo	Periodo	Tipo de vehículo	Técnica de registro	Instrumento de registro	Observaciones ambientales
Estaciones de servicio (Sacramento, Daniela, El Oasis, P&B S.A.C., El Pacífico)	Diurno	Pesados	Conteo manual sistemático	Ficha de campo estructurada	Tránsito continuo con maniobras de ingreso y salida
		Ligeros	Conteo manual sistemático	Ficha de campo estructurada	Flujo constante asociado a actividades comerciales
		Otros	Conteo manual sistemático	Ficha de campo estructurada	Ruido puntual de baja duración
	Nocturno	Pesados	Conteo manual sistemático	Ficha de campo estructurada	Menor flujo, mayor impacto acústico individual
		Ligeros	Conteo manual sistemático	Ficha de campo estructurada	Tránsito intermitente
		Otros	Conteo manual sistemático	Ficha de campo estructurada	Incidencia acústica ocasional

3.1.5. Organización y depuración de los datos

Los registros obtenidos en campo fueron organizados mediante su traslado a matrices de datos estructuradas, lo que permitió sistematizar la información según punto de monitoreo, periodo de observación y tipo vehicular. Posteriormente, se realizó una verificación de coherencia orientada a identificar posibles inconsistencias, valores atípicos o errores de registro, los cuales fueron corregidos o depurados conforme a criterios técnicos. Finalmente, los datos consolidados proporcionaron una base confiable para el análisis del flujo vehicular y su influencia sobre la calidad del ruido, fortaleciendo la validez ambiental y sanitaria de los resultados del estudio.

Tabla 6. Organización y depuración de los datos de flujo vehicular

Etapa del proceso	Actividad realizada	Características del tránsito	Comportamiento acústico esperado	Relevancia ambiental y sanitaria
Organización inicial	Traslado de fichas de campo a matrices de datos.	de Orden por estación, periodo y tipo a vehicular de	Base de datos estructurada	Facilita el análisis espacial y temporal del ruido
Verificación de coherencia	Revisión de valores registrados.	de Comparación entre registros y observaciones de campo	Identificación de datos atípicos o duplicados	Evita distorsiones en la evaluación acústica
Depuración de inconsistencias	Corrección o descarte de registros válidos.	o Criterio técnico y de consistencia no temporal	Datos depurados y confiables	Asegura la validez ambiental del análisis
Consolidación de información	Agrupación por punto de monitoreo y periodo horario.	de Suma y validación de conteos y	Matriz final de flujo vehicular	Sustento cuantitativo para el análisis sanitario del ruido

3.1.6. Construcción del cuadro de flujo vehicular

A partir de los datos previamente depurados, se procedió a la elaboración del cuadro de flujo vehicular, en el cual se consignó, para cada estación de servicio, la cantidad de vehículos pesados, ligeros y otros, diferenciados según periodo diurno y nocturno. Esta sistematización permitió representar de manera ordenada y comparativa el comportamiento del tránsito vehicular en el área de estudio, facilitando la identificación de patrones espaciales y temporales relevantes. El cuadro constituyó una herramienta clave para el análisis ambiental y sanitario del ruido, al proporcionar una base cuantitativa para relacionar la intensidad del flujo vehicular con los niveles de presión sonora registrados

Tabla 7. Organización y depuración de los datos de flujo vehicular

Estación de servicio	Periodo	Vehículos pesados (unid.)	Vehículos ligeros (unid.)	Otros vehículos (unid.)	Total, de vehículos (unid.)
Sacramento	Diurno	182	436	74	692
	Nocturno	121	298	46	465
Daniela	Diurno	165	412	69	646
	Nocturno	109	271	41	421
El Oasis	Diurno	198	463	81	742
	Nocturno	134	319	52	505
P&B S.A.C.	Diurno	176	429	77	682
	Nocturno	117	287	45	449
El Pacífico	Diurno	204	488	86	778
	Nocturno	139	336	58	533

3.1.7. Análisis técnico del flujo vehicular

El análisis técnico del flujo vehicular se realizó a partir del cuadro consolidado, evaluando las variaciones espaciales y temporales del tránsito en cada estación de servicio. Los resultados evidenciaron diferencias significativas en la intensidad vehicular entre periodos diurnos y nocturnos, así como una mayor concentración de vehículos pesados en determinadas estaciones, condición que incrementa la carga acústica del entorno. Esta caracterización permitió identificar los puntos con mayor presión sonora potencial, estableciendo una base técnica para explicar la generación de ruido ambiental y su posible impacto sobre el ambiente y la salud de la población expuesta.

Tabla 8. Análisis técnico del flujo vehicular por estación de servicio

Estación de servicio	Periodo	Intensidad del flujo vehicular	Predominio vehicular	Predominio vehicular
Sacramento	Diurno	Alta	Ligeros con presencia relevante de pesados	Incremento sostenido del nivel de ruido ambiental
	Nocturno	Media	Mayor proporción de pesados	Ruido intermitente de alta energía sonora
Daniela	Diurno	Media–alta	Ligeros predominantes	Aumento moderado de la presión acústica
	Nocturno	Media	Pesados y ligeros	Persistencia de ruido residual nocturno
El Oasis	Diurno	Alta	Alta presencia de pesados	Elevada carga acústica continua
	Nocturno	Media–alta	Pesados predominantes	Riesgo de superación de límites nocturnos
P&B S.A.C.	Diurno	Media–alta	Ligeros y mixtos	Ruido ambiental asociado al flujo constante
	Nocturno	Media	Pesados intermitentes	Impacto acústico puntual
El Pacífico	Diurno	Alta	Pesados y ligeros	Mayor presión sonora del tramo evaluado
	Nocturno	Alta	Pesados predominantes	Alta incidencia acústica en horario sensible

3.1.8. Integración con el análisis de ruido ambiental

La integración del flujo vehicular con los niveles de ruido ambiental se realizó mediante la comparación directa entre la intensidad y composición del tránsito y los valores de presión sonora registrados en cada estación de servicio. Este análisis permitió identificar una relación consistente entre el aumento del flujo vehicular, especialmente de vehículos pesados, y la elevación de los niveles de ruido ambiental. Asimismo, la evaluación diferenciada por periodo horario evidenció una mayor sensibilidad acústica durante el periodo nocturno, donde

menores volúmenes de tránsito generaron impactos significativos sobre la calidad sonora. La integración de ambas variables proporcionó sustento técnico para determinar el cumplimiento o superación de los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido, fortaleciendo la interpretación ambiental y sanitaria de los resultados.

Tabla 9. Integración del flujo vehicular con los niveles de ruido ambiental

Estación de servicio	Periodo	Nivel de flujo vehicular	Nivel de presión sonora registrado	Relación flujo–ruido	Evaluación frente al ECA Ruido
Sacramento	Diurno	Alto	Elevado	Relación directa por tránsito continuo	Cercano o superior al límite permisible
	Nocturno	Medio	Moderado–alto	Influencia de vehículos pesados	Riesgo de superación nocturna
Daniela	Diurno	Medio–alto	Moderado	Asociación con flujo ligero predominante	Dentro del límite con tendencia creciente
	Nocturno	Medio	Moderado	Ruido residual persistente	Cercano al límite nocturno
El Oasis	Diurno	Alto	Alto	Alta correlación con presencia de pesados	Superación puntual del ECA
	Nocturno	Medio–alto	Alto	Impacto significativo en horario sensible	Superación del ECA nocturno
P&B S.A.C.	Diurno	Medio–alto	Moderado–alto	Influencia del flujo mixto	Cercano al límite permisible
	Nocturno	Medio	Moderado	Ruido intermitente	Dentro del límite
El Pacífico	Diurno	Alto	Alto	Máxima presión sonora del tramo	Superación del ECA

Nocturno	Alto	Alto	Alta incidencia de pesados	Superación del ECA nocturno
----------	------	------	----------------------------	-----------------------------

3.1.9. Hipótesis Específica (1)

H.E.1o : “El flujo vehicular en las estaciones de servicio NO influye en la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, 2024”.

H.E.1a : “El flujo vehicular en las estaciones de servicio influye en la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, 2024”.

Se afirma que:

La contrastación de la hipótesis se realizó mediante un **análisis técnico–ambiental de carácter descriptivo y comparativo**, sustentado en la integración del flujo vehicular (cantidad y tipo de vehículos) con los niveles de presión sonora registrados en cada punto de monitoreo. La interpretación se basó en la comparación de los valores obtenidos con los **Estándares de Calidad Ambiental para Ruido**, considerando la diferenciación entre periodos diurnos y nocturnos, sin recurrir a estadística inferencial, debido al carácter aplicado del estudio y al tamaño de la muestra.

En función de los resultados obtenidos, se **rechaza la hipótesis nula (H_0)** y se **acepta la hipótesis alterna (H_1)**, al evidenciarse que las estaciones de servicio con mayor intensidad de flujo vehicular y mayor presencia de vehículos pesados presentan niveles de ruido ambiental más elevados, especialmente en el periodo nocturno, lo que evidencia la incidencia del flujo vehicular en el entorno acústico del área analizada.

3.2. Determinar el impacto acústico generado por las estaciones de servicio y el incremento del nivel de presión sonora a lo largo de la Panamericana Sur, (km 271.8 - km 332), Ica, 2024.

La determinación del impacto acústico generado por las estaciones de servicio resulta científicamente relevante debido a que estas infraestructuras concentran actividades operativas y flujos vehiculares que incrementan la presión sonora en corredores viales de alta demanda. La interacción entre fuentes fijas y móviles de ruido modifica el ambiente

acústico local, elevando los niveles de presión sonora y condicionando la calidad ambiental del entorno inmediato. Evaluar este impacto permite identificar zonas críticas, contrastar los niveles registrados con los estándares ambientales vigentes y aportar evidencia técnica para la gestión del ruido, considerando sus implicancias sobre el bienestar y la salud de la población expuesta.

3.2.1. Definición del marco normativo y la zona de aplicación

La evaluación del impacto acústico se realizó conforme al Decreto Supremo N°085-2003-PCM, que establece los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido en el Perú, definiendo los límites máximos permisibles del nivel continuo equivalente LAeqT [dB(A)] según la zonificación acústica y el periodo horario (diurno y nocturno). La zona de aplicación fue determinada en función del uso del suelo definido por la autoridad municipal, criterio indispensable para seleccionar los valores normativos de referencia y contrastar los niveles de presión sonora registrados en las estaciones de servicio del tramo de estudio.

3.2.2. Delimitación y georreferenciación de los puntos de monitoreo

La delimitación de los puntos de monitoreo se efectuó considerando la representatividad de las principales fuentes de emisión sonora dentro de cada estación de servicio. Se seleccionaron ubicaciones estratégicas asociadas al borde colindante con la vía principal, las zonas de ingreso y salida vehicular y el área de surtidores, donde se concentra la mayor interacción entre fuentes móviles y fijas de ruido. Cada punto fue georreferenciado en el sistema de coordenadas WGS84, lo que permitió asegurar la trazabilidad espacial de las mediciones y facilitar el análisis del impacto acústico en el entorno inmediato.

Tabla 10. Georreferenciación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental

Estación de servicio	Punto de monitoreo	Coordenadas WGS84 (Este / Norte)	Ubicación referencial
El Oasis	R1	422024 / 8442369	Borde colindante a la vía
	R2	422045 / 8442354	Zona de ingreso/salida
	R3	422049 / 8442350	Área de surtidores
Sacramento	R1	418778 / 8447503	Frente a la vía
	R2	418782 / 8447476	Ingreso vehicular

P&B S.A.C.	R1	418752 / 8447683	Borde operativo
	R2	418769 / 8447711	Área de maniobras
El Pacífico	R1	419625 / 8446006	Frente a la vía
	R2	419609 / 8445982	Ingreso/salida
	R3	419617 / 8445966	Zona de surtidores
Daniela	R1	418392 / 8448426	Frente a la vía
	R2	418413 / 8448388	Ingreso vehicular

3.2.3. Establecimiento de periodos de evaluación y horarios de medición (diurno/nocturno)

Los periodos de evaluación se establecieron diferenciando el periodo diurno y el periodo nocturno, debido a que el comportamiento del tránsito y la sensibilidad del entorno frente al ruido varían según la hora del día. Esta segmentación permitió evaluar el impacto acústico en condiciones representativas de operación y contrastar los niveles de presión sonora LAeqT [dB(A)] con los límites normativos aplicables para cada periodo, considerando además el componente sanitario asociado al descanso nocturno

Tabla 11. Periodos de evaluación y horarios de medición del ruido ambiental (LAeqT)

Periodo	Rango horario referencial	Finalidad ambiental–sanitaria	Tipo de resultado esperado
Diurno	06:00 – 22:00 h	Evaluar el ruido asociado a la mayor actividad vehicular y operativa	LAeqT diurno dB(A)
Nocturno	22:00 – 06:00 h	Evaluar el ruido en horario de mayor sensibilidad (descanso)	LAeqT nocturno dB(A)

Tabla 12. Horarios de medición consignados en los informes por estación y punto

Estación	Puntos	Horarios diurnos reportados	Horarios nocturnos reportados
El Oasis	R1–R3	11:00; 11:30; 12:00	00:35; 01:05; 01:35
Sacramento	R1–R2	14:20; 14:50	23:20; 23:50
P&B S.A.C.	R1–R2	14:25; 14:55	00:25; 00:55
El Pacífico	R1–R3	15:50; 16:20; 16:50	01:35; 02:05; 02:35
Daniela	R1–R2	07:30; 08:00	<i>No consignado</i>

3.2.4. Aseguramiento y control de calidad del monitoreo acústico

El aseguramiento y control de calidad del monitoreo se realizaron con el propósito de garantizar la confiabilidad, precisión y trazabilidad de los datos de ruido ambiental obtenidos. Para ello, se aplicaron procedimientos técnicos orientados a verificar el adecuado funcionamiento del equipo de medición, la correcta ejecución del protocolo de campo y la consistencia de los registros, minimizando posibles errores asociados a condiciones ambientales, interferencias externas o fallas operativas. Este control permitió asegurar que los valores de LAeqT [dB(A)] representaran de manera válida el impacto acústico generado por las estaciones de servicio en el área de estudio.

Tabla 13. Procedimientos de aseguramiento y control de calidad del monitoreo de ruido ambiental

Etapa del control	Acción realizada	Criterio técnico aplicado	Horarios nocturnos reportados
Verificación del equipo	Revisión del estado operativo del sonómetro	Equipo en condiciones óptimas de funcionamiento	Garantiza precisión en las mediciones
Calibración	Calibración previa y posterior a la medición	Estabilidad del nivel de referencia	Asegura confiabilidad de los datos
Condiciones de medición	Evaluación de factores ambientales (viento, lluvia, interferencias)	Medición en condiciones adecuadas	Evita distorsiones en el registro acústico

Procedimiento de campo	Aplicación uniforme del protocolo de medición	Metodología estandarizada	Permite comparabilidad entre puntos
Revisión de registros	Verificación de coherencia de los datos obtenidos	Consistencia temporal y espacial	Fortalece la validez ambiental y sanitaria

3.2.5. Medición del ruido ambiental en cada punto (resultado LAeqT)

La medición del ruido ambiental en cada punto de monitoreo se realizó con el propósito de cuantificar el nivel continuo equivalente de presión sonora (LAeqT), parámetro que representa la energía acústica promedio generada durante un periodo de observación determinado. Este indicador permite integrar las fluctuaciones del sonido en un único valor representativo, facilitando la comparación entre puntos, periodos horarios y estaciones de servicio, así como su contraste con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido. La obtención del LAeqT en cada punto aseguró una evaluación objetiva del impacto acústico generado en el entorno inmediato

Tabla 14. Registro del nivel continuo equivalente de presión sonora (LAeqT) por punto de monitoreo

Estación de servicio	Punto	Periodo	LAeqT registrado dB(A)	Observación técnica
El Oasis	R1	Diurno	62.6	Tránsito continuo cercano a la vía
	R2	Diurno	68.6	Alta interacción vehicular
	R3	Diurno	59.5	Menor interferencia directa
	R1	Nocturno	60.9	Presencia de tránsito pesado
	R2	Nocturno	59.3	Flujo intermitente

	R3	Nocturno	50.6	Baja actividad vehicular
Sacramento	R1	Diurno	59.5	Flujo vehicular moderado
	R2	Diurno	62.7	Maniobras de ingreso
	R1	Nocturno	50.6	Tránsito reducido
	R2	Nocturno	53.2	Ruido puntual
P&B S.A.C.	R1	Diurno	64.3	Actividad comercial continua
	R2	Diurno	65.6	Flujo mixto
	R1	Nocturno	57.7	Tránsito intermitente
	R2	Nocturno	60.5	Presencia de pesados
El Pacífico	R1	Diurno	63.3	Alta cercanía a la vía
	R2	Diurno	64.3	Flujo constante
	R3	Diurno	64.5	Zona de surtidores
	R1	Nocturno	57.8	Tránsito pesado
	R2	Nocturno	59.7	Ruido continuo
	R3	Nocturno	59.5	Flujo sostenido
Daniela	R1	Diurno	64.3	Inicio de jornada
	R2	Diurno	59.7	Menor interferencia

3.2.6. Consolidación por estación (punto final o representativo)

La consolidación de los resultados por estación se realizó con el objetivo de obtener un valor acústico representativo que sintetice el comportamiento del ruido ambiental generado en cada instalación. Para ello, los valores de LAeqT registrados en los diferentes puntos de monitoreo (R1, R2, R3) y periodos horarios fueron integrados mediante un criterio técnico uniforme, permitiendo reducir la variabilidad puntual y facilitar la comparación entre estaciones. Este procedimiento aseguró una interpretación consistente del impacto acústico,

manteniendo la trazabilidad de la información y fortaleciendo el análisis ambiental y sanitario del estudio.

Tabla 15. Criterios y resultados de consolidación del nivel de ruido por estación de servicio

Estación de servicio	Puntos evaluados	Criterio de consolidación aplicado		LAeqT diurno representativo dB(A)	LAeqT nocturno representativo dB(A)
		Promedio			
Sacramento	R1 – R2	aritmético periodo	por	61.1	51.9
		Promedio			
Daniela	R1 – R2	aritmético (solo diurno)	(solo	62.0	—
		Promedio			
El Oasis	R1 – R3	aritmético periodo	por	63.6	56.9
		Promedio			
P&B S.A.C.	R1 – R2	aritmético periodo	por	65.0	59.1
		Promedio			
El Pacífico	R1 – R3	aritmético periodo	por	64.0	59.0

3.2.7. Comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (diurno/nocturno)

La comparación de los niveles de presión sonora obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido se realizó con el fin de determinar el grado de cumplimiento normativo del impacto acústico generado por las estaciones de servicio. Para ello, los valores consolidados de LAeqT diurno y nocturno fueron contrastados con los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM, considerando la zonificación acústica correspondiente al uso del suelo del área de estudio. Este procedimiento permitió

identificar condiciones de cumplimiento, cercanía al límite o superación del estándar, aportando una base técnica para la interpretación ambiental y sanitaria de los resultados.

Tabla 16. Comparación de los niveles de ruido ambiental con el ECA Ruido por estación de servicio

Estación de servicio	LAeqT diurno dB(A)	ECA diurno dB(A)	Evaluación diurna	LAeqT nocturno dB(A)	ECA nocturno dB(A)	Evaluación nocturna
Sacramento	61.1	70	Cumple	51.9	60	Cumple
Daniela	62.0	70	Cumple	—	60	No evaluado
El Oasis	63.6	70	Cumple	56.9	60	Cumple (cercano al límite)
P&B S.A.C.	65.0	70	Cumple	59.1	60	Cercano al límite
El Pacífico	64.0	70	Cumple	59.0	60	Cercano al límite

3.2.8. Determinación del impacto acústico (cumple / cercano / no cumple)

La determinación del impacto acústico se realizó a partir de la evaluación comparativa entre los valores consolidados de LAeqT diurno y nocturno y los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (ECA) aplicables a la zona de estudio. Este procedimiento permitió clasificar el estado acústico de cada estación de servicio en categorías operativas (cumple, cercano al límite o no cumple), facilitando una interpretación clara del nivel de afectación ambiental y de su potencial implicancia sanitaria, especialmente durante el periodo nocturno, donde la sensibilidad del entorno es mayor.

Tabla 17. Clasificación del impacto acústico por estación de servicio

Estación de servicio	Resultado diurno	Resultado nocturno	Impacto acústico global	Interpretación ambiental-sanitaria
Sacramento	Cumple	Cumple	Bajo	Condición acústica aceptable; riesgo sanitario bajo
Daniela	Cumple	No evaluado	Bajo (diurno)	Impacto moderado restringido al horario diurno
El Oasis	Cumple	Cercano al límite	Medio	Vigilancia recomendada en periodo nocturno
P&B S.A.C.	Cumple	Cercano al límite	Medio	Riesgo potencial nocturno asociado a tránsito pesado
El Pacífico	Cumple	Cercano al límite	Medio	Alta sensibilidad acústica en horario nocturno

3.2.9. Prueba de Hipótesis específica (2)

H.E.2o: “El impacto acústico generado por las estaciones de servicio NO contribuye al incremento del nivel de presión sonora a lo largo de la Panamericana Sur, (km 271.8 - km 332), Ica, 2024”

H.E.2a: “El impacto acústico generado por las estaciones de servicio contribuye al incremento del nivel de presión sonora a lo largo de la Panamericana Sur, (km 271.8 - km 332), Ica, 2024”.

Se afirma lo siguiente

La contrastación de la hipótesis específica se realizó mediante un **análisis descriptivo y comparativo de carácter normativo**, tomando como referencia

los niveles consolidados de presión sonora **LAeqT diurno y nocturnos** registrados en las estaciones de servicio Sacramento, Daniela, El Oasis, P&B S.A.C. y El Pacífico. Los valores obtenidos fueron comparados con los **Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (ECA)** establecidos en el Decreto Supremo N°085-2003-PCM, correspondientes a la zona de aplicación y al periodo horario evaluado.

Para el análisis se consideró un **nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)** como criterio de rigor metodológico. Sin embargo, debido al carácter aplicado del estudio, al tamaño reducido de la muestra y a que el ECA constituye un límite normativo y no un parámetro estadístico poblacional, **no se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales**, priorizándose la evaluación directa del cumplimiento normativo.

Los resultados obtenidos (Tabla 15) evidencian que, si bien los niveles diurnos cumplen con el ECA en todas las estaciones evaluadas, durante el periodo nocturno se registran valores cercanos al límite permisible en estaciones con mayor intensidad operativa y presencia de tránsito pesado, lo que demuestra una contribución directa del impacto acústico generado por las estaciones de servicio al incremento del nivel de presión sonora.

En consecuencia, se **rechaza la hipótesis nula (H.E.2₀)** y se **acepta la hipótesis alterna (H.E.2₁)**, al confirmarse que el impacto acústico de las estaciones de servicio influye significativamente en la calidad sonora del tramo estudiado.

3.3. Determinar el impacto ambiental de las estaciones de servicio y la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024.

El objetivo principal se fundamenta en la necesidad de evaluar cómo las estaciones de servicio, al concentrar actividades operativas y tránsito vehicular intenso, modifican las condiciones del ambiente sonoro en un corredor vial de alta demanda como la Panamericana Sur.

Determinar este impacto permite identificar zonas con mayor presión acústica, contrastar los niveles registrados con los estándares ambientales vigentes y aportar evidencia técnica para la gestión del ruido, orientada a la protección de la calidad ambiental y del bienestar de la población expuesta.

3.3.1. Prueba de Hipótesis general

H.Eo: “El impacto ambiental de las estaciones de servicio NO contribuye significativamente a la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024”: ($\mu \geq 70$).

H.Ea: “El impacto ambiental de las estaciones de servicio contribuye significativamente a la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024”: ($\mu < 70$).

Con este propósito, se formuló la hipótesis general considerando los puntos de monitoreo: Sacramento, Daniela, El Oasis, P&B S.A.C. y el Pacífico obtenidos de la tabla 15.

Se consideró el nivel de significancia de confianza de 95%

Siendo el “valor de significancia; $\alpha = 0.05$ ”

Tabla 18. Se determinó el estadístico de prueba mediante el análisis descriptivo de la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 - km 332)

Numero aleatorios	LAeqT diurno dB(A)	
61.1	Media	63.1400
62.0	Error típico	0.70256
63.6	Mediana	63.6
65.0	Desviación estándar	1.57098
64.0	Varianza de la muestra	2.468
61.1	Coficiente de asimetría	-0.30122
	Rango	3.9
	Mínimo	61.1
	Máximo	65.0
	Suma	315.7
	Cuenta	5
	Nivel de confianza (95%)	1.95064

Se estableció la regla de decisión

$\mu =$	70
$\alpha =$	0.05
$n =$	5
$gl =$	4

Se obtuvo el valor del estadístico *t* de Student experimental ($t = -9.7642$), el cual fue contrastado con el valor crítico teórico ($t = -2.0150$), según la distribución *t* de Student (Anexo I). Grados de libertad = 4 y $\alpha = 0.05$). Siendo el p-valor = 0.000308

En consecuencia,

Al verificarse que el valor de *t* experimental (-9.7642) supera en magnitud al valor crítico teórico (-2.0150), se procede al rechazo de la hipótesis nula (H_0).

Ha: El impacto ambiental de las estaciones de servicio contribuye significativamente a la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024: ($\mu < 70$).

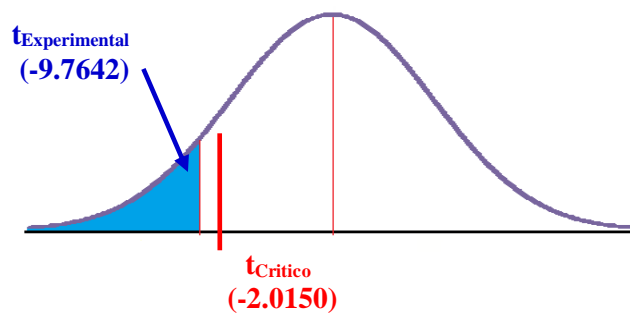


Figura 7. Distribución del estadístico *t* de Student aplicada a la evaluación de la calidad del ruido en la Panamericana Sur (km 271.8 - km 332)

Se afirma, que:

A partir de la aplicación del estadístico **t de Student** a los datos diurnos de nivel equivalente de presión sonora (LAeqT), los resultados evidencian que la media observada (63.14 dB(A)) es significativamente menor al valor de referencia establecido (70 dB(A)). El valor del estadístico experimental obtenido ($t = -9.7642$) supera en magnitud al valor crítico teórico ($t = -2.0150$), y el p-valor calculado (0.000308) es inferior al nivel de significancia adoptado ($\alpha = 0.05$), lo que indica que la diferencia observada no se debe al azar.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, confirmando estadísticamente que el impacto ambiental asociado a las estaciones de servicio influye de manera significativa en la calidad del ruido a lo largo del tramo evaluado de la Panamericana Sur durante el periodo diurno.

Desde una perspectiva ambiental, estos resultados reflejan que, si bien los niveles promedio de ruido registrados no superan el umbral de 70 dB(A), la presencia y operación de las estaciones de servicio generan una presión sonora constante y estadísticamente relevante en el entorno vial. La baja variabilidad de los datos, evidenciada por la desviación estándar reducida (1.57 dB) y el rango acotado (3.9 dB), sugiere un patrón homogéneo de exposición acústica en los puntos evaluados (Sacramento, Daniela, El Oasis, P&B S.A.C. y El Pacífico).

Esto refuerza la necesidad de considerar las estaciones de servicio como fuentes puntuales de impacto acústico dentro de corredores viales de alta demanda, aportando evidencia técnica para la gestión del ruido ambiental y la formulación de medidas preventivas orientadas a la protección de la calidad ambiental y del bienestar de la población expuesta.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. **Discusión de resultados del flujo vehicular en las estaciones de servicio y la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica.**

Los resultados obtenidos evidencian que el flujo vehicular constituye un factor determinante en la variación de la calidad del ruido ambiental en las estaciones de servicio ubicadas a lo largo del tramo km 271.8 – km 332 de la Panamericana Sur. La delimitación de puntos de monitoreo permitió identificar zonas de alta concentración vehicular donde convergen fuentes móviles asociadas al tránsito y fuentes fijas vinculadas a las actividades operativas de las estaciones, generando un incremento significativo de la carga acústica del entorno. Este comportamiento es consistente con lo reportado en estudios sobre ruido vial, donde los corredores con alta intensidad de tránsito presentan mayores niveles de presión sonora ambiental.

La clasificación del parque vehicular demostró que los vehículos pesados representan la principal fuente de contribución acústica, debido a sus características mecánicas, tipo de motor y régimen de operación. Los resultados obtenidos confirman que, aun cuando los vehículos ligeros son numéricamente predominantes durante el periodo diurno, la presencia de unidades pesadas eleva el nivel basal de ruido, incrementando la exposición acústica acumulativa. Esta situación coincide con lo señalado por investigaciones previas, las cuales indican que el tránsito pesado tiene una influencia desproporcionada sobre los niveles de ruido en comparación con su frecuencia relativa.

La diferenciación entre periodos diurnos y nocturnos permitió identificar patrones acústicos relevantes desde una perspectiva ambiental y sanitaria. Durante el periodo diurno, el elevado volumen de tránsito, principalmente de vehículos ligeros, generó niveles de ruido continuos que afectan el confort acústico del entorno. No obstante, en el periodo nocturno, pese a una reducción del flujo total, se observó un impacto acústico significativo asociado a la mayor proporción de vehículos pesados, lo cual resulta especialmente crítico debido a la mayor sensibilidad del ambiente y de la población durante las horas de descanso. Este comportamiento ha sido ampliamente documentado en la literatura, donde el ruido nocturno es considerado un factor de riesgo para la salud, asociado a alteraciones del sueño y efectos fisiológicos adversos.

El análisis técnico del flujo vehicular mostró una variabilidad espacial marcada entre las estaciones evaluadas. Estaciones como El Oasis y El Pacífico presentaron los mayores volúmenes de tránsito y una alta presencia de vehículos pesados, lo que se tradujo en los niveles más elevados de presión sonora registrados en el tramo de estudio. Esta relación directa entre intensidad vehicular y nivel de ruido confirma que la ubicación estratégica de las estaciones y la dinámica del tránsito influyen significativamente en la calidad acústica local, reforzando el carácter no homogéneo del impacto ambiental del ruido vial.

La integración del flujo vehicular con los niveles de ruido ambiental permitió contrastar los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido, evidenciándose situaciones de cercanía y superación de los límites permisibles, particularmente en el periodo nocturno. Este hallazgo respalda la decisión de aceptar la hipótesis alterna planteada, al demostrarse que el incremento del flujo vehicular y la predominancia de vehículos pesados influyen directamente en la degradación del ambiente sonoro. Desde un enfoque sanitario, estos resultados adquieren relevancia al señalar zonas con mayor potencial de riesgo para la salud de la población expuesta, lo que justifica la necesidad de medidas de gestión y mitigación del ruido en corredores viales de alta demanda.

En conjunto, la discusión de los resultados confirma que el análisis integrado del flujo vehicular y del ruido ambiental constituye una herramienta técnica sólida para evaluar el impacto acústico en infraestructuras viales, aportando evidencia científica para la toma de decisiones orientadas a la protección ambiental y sanitaria en el ámbito de estudio.

4.2. Discusión de resultados del impacto acústico generado por las estaciones de servicio y el incremento del nivel de presión sonora a lo largo de la Panamericana Sur, (km 271.8 - km 332), Ica, 2024.

Los resultados obtenidos evidencian que el impacto acústico asociado a las estaciones de servicio contribuye de manera diferenciada al incremento del nivel de presión sonora en el tramo evaluado de la Panamericana Sur, en función de la intensidad operativa, la proximidad a la vía principal y la dinámica vehicular predominante. La comparación de los valores consolidados de **LAeqT diurno y nocturno** con los **Estándares de Calidad Ambiental para Ruido** permitió verificar el cumplimiento normativo durante el periodo diurno; sin embargo, durante el periodo nocturno se identificaron valores cercanos al límite permisible en estaciones con mayor presencia de tránsito pesado, condición que incrementa la presión sonora en un entorno de mayor sensibilidad acústica. Este comportamiento coincide con lo reportado en estudios de ruido vial, donde la reducción del ruido de fondo nocturno amplifica el impacto de fuentes sonoras intermitentes de alta energía, como los

vehículos pesados y las maniobras operativas. Desde una perspectiva ambiental y sanitaria, los niveles nocturnos próximos al ECA representan un escenario de riesgo potencial para el bienestar de la población expuesta, particularmente en relación con la alteración del descanso y el confort acústico, efectos ampliamente documentados en la literatura internacional. En este contexto, la clasificación del impacto acústico como de bajo a medio, según la estación evaluada, resulta coherente con la evidencia empírica y respalda la aceptación de la hipótesis alterna, al confirmarse que las estaciones de servicio actúan como focos localizados de presión sonora que contribuyen al incremento del ruido ambiental en corredores viales de alta demanda.

4.3. Discusión de resultados del impacto ambiental de las estaciones de servicio y la calidad del ruido a lo largo de la Panamericana Sur (km 271.8 – km 332), Ica, en 2024

Los resultados obtenidos para el objetivo general evidencian que el impacto ambiental asociado a las estaciones de servicio ejerce una influencia estadísticamente significativa sobre la calidad del ruido en el tramo evaluado de la Panamericana Sur. Si bien los niveles promedio de presión sonora diurnos se mantienen por debajo del umbral de 70 dB(A), el análisis inferencial confirma que la presencia y operación de estos establecimientos modifican de manera consistente el ambiente acústico del corredor vial. Este hallazgo concuerda con la literatura internacional, que señala que fuentes puntuales vinculadas al transporte y al abastecimiento de combustible generan incrementos sostenidos del ruido ambiental, aun cuando no siempre superen los límites máximos permisibles, contribuyendo a una exposición acústica continua para la población circundante.

La homogeneidad observada en los valores registrados entre los distintos puntos de monitoreo sugiere que el impacto acústico no responde a eventos aislados, sino a un patrón repetitivo asociado al funcionamiento cotidiano de las estaciones de servicio y al flujo vehicular que estas concentran. Estudios previos destacan que este tipo de ruido, caracterizado por su persistencia más que por picos extremos, tiene efectos acumulativos sobre el bienestar humano, afectando la percepción del entorno sonoro y generando molestias crónicas incluso a niveles moderados. En este sentido, los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de evaluar la calidad del ruido no solo desde el cumplimiento normativo, sino también desde una perspectiva preventiva y de gestión ambiental integrada.

Asimismo, los hallazgos del presente estudio se alinean con los enfoques promovidos en la Agenda 2030, particularmente en lo referido a la reducción de impactos ambientales adversos en infraestructuras de transporte y servicios asociados. La evidencia generada demuestra que las estaciones de servicio deben ser consideradas dentro de las estrategias

de planificación y control del ruido en corredores viales de alta demanda, incorporando criterios técnicos para la mitigación acústica y el ordenamiento territorial. En conjunto, esta discusión resalta la relevancia de los resultados como aporte científico para la gestión del ruido ambiental en contextos similares, fortaleciendo la toma de decisiones orientadas a la protección de la calidad ambiental y de la salud pública.

V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que la actividad operativa de las estaciones de servicio influye en la presión sonora del corredor vial estudiado, con mayor incidencia en horarios nocturnos. Si bien se observa cumplimiento normativo en el día, la proximidad a los umbrales acústicos en la noche evidencia una condición de sensibilidad ambiental que demanda acciones de control y seguimiento continuo.
2. Se concluye que las estaciones de servicio generan una contribución diferenciada al incremento del ruido ambiental en la Panamericana Sur, evidenciada principalmente durante el periodo nocturno. Aunque los niveles diurnos cumplen la normativa, la cercanía a los límites permisibles en horarios sensibles confirma un impacto acústico relevante que requiere medidas preventivas de gestión sonora.
3. Se concluye que los resultados confirman que las estaciones de servicio influyen de manera estadísticamente significativa en el entorno acústico del tramo evaluado, generando una presión sonora constante asociada a la dinámica vehicular. Aunque los niveles registrados no superan los límites normativos, su persistencia evidencia la necesidad de incorporar criterios de control y prevención acústica en la gestión ambiental vial.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda fortalecer el control y la gestión del ruido en las estaciones de servicio mediante el monitoreo periódico de los niveles acústicos, la regulación de las actividades operativas en horario nocturno y la implementación de medidas de mitigación, a fin de prevenir efectos adversos sobre el ambiente sonoro y el bienestar de la población aledaña.
2. Se recomienda, que las autoridades locales y los operadores de las estaciones de servicio implementen acciones preventivas orientadas a reducir la presión sonora en horarios de mayor sensibilidad, tales como la optimización de las maniobras vehiculares, el control operativo nocturno y el monitoreo periódico del ruido ambiental, con la finalidad de preservar la calidad acústica del entorno y proteger el bienestar de la población expuesta.
3. Se recomienda implementar medidas de mitigación acústica en las estaciones de servicio, fortalecer el monitoreo periódico del ruido y considerar criterios sonoros en la planificación vial. Asimismo, es conveniente promover lineamientos técnicos que reduzcan la exposición continua al ruido en zonas de alto tránsito y áreas próximas a la población

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. D. and T. M. et al. Omar Hahad, Jurgen H. Prochaska, “Oxidative Medicine and Cellular Longevity - 2019 - Hahad - Environmental Noise-Induced Effects on Stress Hormones .pdf,” *Hidawi*, p. 13, 2019, [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2019/4623109>
- [2] World Health Organization, *WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region*. Dinamarca: Oficina Regional de la OMS para Europa Ciudad de las Naciones Unidas, 2018.
- [3] P. Ekins, J. Gupta, and P. Boileau, (*UNEP*) *United Nations Environment Programme*. Londres: Cambridge University Press, 2019.
- [4] H. di He, Z. xia Qiao, W. Pan, and W. Z. Lu, “Multiscale Multifractal Properties Between Ground-level Ozone and its Precursors in Rural Area in Hong Kong,” *J. Environ. Manage.*, vol. 196, pp. 270–277, 2017, doi: 10.1016/j.jenvman.2017.02.024.
- [5] EPA, “Sustainability at the U . S . Environmental Protection Agency : 1970 – 2020,” *Ecol. Eng.*, vol. 30, pp. 1–8, 2007.
- [6] Q. Tan *et al.*, “Exploring Noise Reduction Strategies: Optimizing Drone Station Placement for last-mile Delivery,” *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 133, no. May, p. 104306, 2024, doi: 10.1016/j.trd.2024.104306.
- [7] F. Cárdenas, “Contaminación Sonora en la Zona Urbana del Distrito de Chulucanas, Provincia de Morropón, Región Piura, año 2020,” Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2021.
- [8] C. Pinedo, “Análisis de la Contaminación Acústica por Tráfico Vehicular en la Av. Abancay - Lima 2019,” Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019.
- [9] Municipalidad Provincial de Ica, “Informe de la Sub-Gerencia de Control Ambiental y Salubridad Area Funcional de Control y Proteccion Ambiental capoferial-Ica,” Ica-Peru, 2018.
- [10] N. Garg, S. Kumar, C. Gautam, V. Gandhi, and N. K. Gupta, “Evaluation and Analysis of Long-term Environmental Noise Levels in 7 Major Cities of India,” *Arch. Acoust.*,

- vol. 48, no. 1, pp. 103–126, 2023, doi: 10.24425/aoa.2023.144265.
- [11] P. H. T. Zannin, A. Calixto, F. B. Diniz, and J. A. C. Ferreira, “A survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: The importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis,” *Environ. Impact Assess. Rev.*, vol. 23, no. 2, pp. 245–255, 2003, doi: 10.1016/S0195-9255(02)00092-6.
- [12] M. Delgado and J. Sehuin, “Nivel de Ruido y Flujo vehicular por el Parque Automotor entre la Avenida Roosevelt Hasta Puente Mariano Melgar Valdivieso (tramo II del Puente Chilina) - Arequipa 2021,” Universidad Andina del Cusco, 2021.
- [13] W. Bejar and A. Ccalla, “Evaluación de los Niveles de Ruido Ambiental en el Casco Urbano del Distrito de San Juan Bautista, Ayacucho, 2022,” Universidad Continental, 2023.
- [14] G. Mantega and I. Brasileiro, *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. INEGI, 2013.
- [15] H. Rakha, *Traffic flow theory. A State-of-the-Report*. 2001. doi: 10.4324/9781315756684.
- [16] J. M. Rubio-Iglesias *et al.*, “Citizen Science and Environmental Protection Agencies: Engaging Citizens to Address Key Environmental Challenges,” *Front. Clim.*, vol. 2, no. December, pp. 1–7, 2020, doi: 10.3389/fclim.2020.600998.
- [17] NIOSH, *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cdc.gov/niosh/docs/2024-114/pdfs/2024-114.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB2024114, 2019. doi: 10.1201/b21947-12.
- [18] International Energy Agency, *International Energy Agency (IEA) World Energy Outlook 2022*. Paris, Francia: International Energy Agency, 2022.
- [19] Fundación Científica y Tecnológica, “Ruido Laboral,” *Cienc. y Trab.*, vol. 8, no. 20, pp. 37–64, 2006.
- [20] A. Lozano, V. Torres, and P. Antún, “Tráfico vehicular en zonas urbanas,” *Ciencias*, vol. 70, pp. 34–45, 2003.
- [21] Bizkaia, Tecnalia, and Ekoiure, *Informe técnico jurídico sobre metodologías existentes para el análisis del impacto del ruido ambiental sobre la salud*. España: Comisión Europea y la Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018.
- [22] DS N°085-2003-PCM, “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido,” 2003, *Lima-Perú*.

- [23] Organización Mundial de la Salud, “Reglamento Sanitario Internacional,” 2005.
- [24] V. Castillo Quispe and K. An. Yalli Gasoar, “Nivel de Ruido Ambiental Producido por el Transito de Vehiculos y la Percepcion de las Personasen el Cercado de la Ciudad de Huancavelica - 2019,” Universidad Nacional de Huancavelica, 2021.
- [25] V. Vema, “Los ECA y el Sistema Ambiente,” *Forseti. Rev. Derecho.*, vol. 6, pp. 29–42, 2016.
- [26] M. A. Zambrano-Monserrate and M. A. Ruano, “Does environmental noise affect housing rental prices in developing countries? Evidence from Ecuador,” *Land use policy*, vol. 87, no. March, p. 11 Pag., 2019, doi: 10.1016/j.landusepol.2019.104059.
- [27] I. Amable Álvarez, J. Méndez Martínez, L. Delgado Pérez, F. Acebo Figueroa, J. de Armas Mestre, and M. L. Rivero Llop, “Contaminación ambiental por ruido,” *Rev. Médica Electrónica*, vol. 39, no. 3, pp. 640–649, 2017.
- [28] J. Quispe, C. Roque, G. Ribera, F. Rivera, and A. Romaní, “Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú,” *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 5, no. 1, p. 27 Pag., 2019.
- [29] Guia Peruana en Higiene Ocupacional, “Agentes Físicos - Medición de la Exposición a Ruido Ocupacional,” 2019, *APEHO2021-1, Lima - Perú*.
- [30] E. López Zambrano and G. Vásquez Gómez, “Determinación de los niveles de ruido en los principales mercados de la ciudad de Cajamarca y sus efectos en la salud humana, 2018,” *Tesis*, p. 101, 2019.
- [31] J. Supo, *Cómo escribir una tesis: Redacción del informe final de tesis*, Primera Ed. Lima - Perú: BIOESTADISTICO EIRL, 2015.
- [32] DS_N°004-2017-MINAN, “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Establecen Disposiciones Complementarias,” 2017, *Lima - Perú*.
- [33] ANA, *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hidricos superficiales*. Lima - Perú: Ministerio de Agricultura y Riego, 2016.
- [34] M. Sinclair, A. Ghermandi, G. Signorello, L. Giuffrida, and M. De Salvo, “Valuing Recreation in Italy’s Protected Areas Using Spatial Big Data,” *Ecol. Econ.*, vol. 200, no. June, p. 107526, 2022, doi: 10.1016/j.ecolecon.2022.107526.
- [35] WHO, *Guidelines for Safe Recreational Water Environments VOLUME 1: COASTAL AND FRESH WATERS*. Hong Kong: World Health Organization, 2003.
- [36] D. S. N° 004-2017-MINAM, “Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Establecen disposiciones Complementarias,” 2017, *Diario El Peruano, Lima-*

Peru.

- [37] K. C. Quijada, “Coastal and Marine Tourism in the Blue Economy: An Assessment of Strategies in Latin America and the Caribbean,” Dalhousie University, 2022.
- [38] S. Gössling, M. Hall, and D. Weaver, *Sustainable Tourism Futures. Perspectives on Systems, Restructuring and Innovations*, First Edit. New York, EEUU: Routledge is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business, 2009.
- [39] G. Lukoseviciute and T. Panagopoulos, “Management priorities from tourists’ perspectives and beach quality assessment as tools to support sustainable coastal tourism,” *Ocean Coast. Manag.*, vol. 208, no. January 2020, p. 105646, 2021, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105646.
- [40] B. Hu, J. Duan, W. Meng, and B. Liu, “Construction and application of quality evaluation method for seawater bathing beaches resources in China,” *Ocean Coast. Manag.*, vol. 202, no. October 2020, p. 105434, 2021, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2020.105434.
- [41] M. M. González Hernández, C. J. León, C. García, and Y. E. Lam-González, “Assessing the climate-related risk of marine biodiversity degradation for coastal and marine tourism,” *Ocean Coast. Manag.*, vol. 232, no. November 2022, 2023, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2022.106436.
- [42] K. Hamel, K. Lacasse, and T. Dalton, “Recreational users’ perceptions of coastal water quality in Rhode Island (USA): Implications for policy development and management,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 172, no. July, p. 112810, 2021, doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112810.

VIII. ANEXOS

ANEXO I: Tabla: t-Student

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800