



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

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

**ANÁLISIS DE RUIDO AMBIENTAL EN UNA INDUSTRIA
LÁCTEA DE LA PARROQUIA PASCUALES, CANTÓN
GUAYAQUIL.**

AUTOR

CHÁVEZ SÁNCHEZ AMBAR ALEXANDRA

TUTOR

ING. GUEVARA VINZA JUAN M.Sc.

GUAYAQUIL, ECUADOR

2026



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “ANÁLISIS DE RUIDO AMBIENTAL EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LA PARROQUIA PASCUALES, CANTÓN GUAYAQUIL.”, realizado por la estudiante CHÁVEZ SÁNCHEZ AMBAR ALEXANDRA; con cédula de identidad N°0932033871 de la carrera INGENIERÍA AMBIENTAL, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Guevara Vinza Juan M.Sc.

Guayaquil, 27 de febrero del 2026



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

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “ANÁLISIS DE RUIDO AMBIENTAL EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LA PARROQUIA PASCUALES, CANTÓN GUAYAQUIL.”, realizado por la estudiante CHÁVEZ SÁNCHEZ AMBAR ALEXANDRA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Blgo. Jaime Santos Pinargote, M.Sc.
PRESIDENTE

Dr. Jussen Facuy Delgado, Ph.D.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Tomás Hernández Paredes, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Juan Guevara Vinza, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 27 de febrero del 2026

DEDICATORIA

A mi abuela materna, Beatriz Cabrera, por su fe inquebrantable y su constante motivación, que me ha inspirado a no rendirme y a confiar siempre en mis capacidades.

A mi madre, Verónica Sánchez, pilar esencial en mi vida, quien con su amor, entrega y apoyo incondicional me ha guiado en cada paso, enseñándome a ser una mujer íntegra y valiente, capaz de luchar y enfrentar los desafíos, siendo su sacrificio la base de este éxito.

Que Dios bendiga a las mujeres de mi vida.

- Chávez Sánchez Ambar Alexandra.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por ser mi fuente de sabiduría y fortaleza en cada etapa de mi vida, permitiéndome alcanzar logros importantes.

A mi padre, Leonardo Chávez, por su respaldo, fundamental para la culminación de esta etapa universitaria.

A mi querido amigo, David Zapata, por acompañarme desde los primeros pasos de la carrera, ofreciéndome su apoyo tanto en lo personal como en lo profesional, y por compartir sus conocimientos.

A mis amigos de la universidad, por su disposición en los tiempos de duda e incertidumbre.

A quienes conocí en la industria láctea, por brindarme la oportunidad de aprender junto a ellos y transmitir valiosas experiencias que enriquecieron mi formación profesional.

- Chávez Sánchez Ambar Alexandra.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, CHÁVEZ SÁNCHEZ AMBAR ALEXANDRA en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “ANÁLISIS DE RUIDO AMBIENTAL EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LA PARROQUIA PASCUALES, CANTÓN GUAYAQUIL.” para optar el título de INGENIERA AMBIENTAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 27 de febrero del 2026

CHÁVEZ SÁNCHEZ AMBAR ALEXANDRA
C.I. 0932033871

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la exposición al ruido ambiental en una industria láctea y proponer medidas para su minimización. Para ello, se midieron los niveles de ruido mediante el método Leq 15s, según el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, utilizando un sonómetro Tipo II en ocho puntos estratégicos durante las jornadas diurna y nocturna. Los datos recolectados fueron georreferenciados en la plataforma QGIS, generando mapas mediante interpolación IDW, lo que permitió identificar las zonas con mayores niveles de ruido. Además, se analizó la correlación de los niveles sonoros con factores meteorológicos, como temperatura, humedad y velocidad del viento, utilizando Python, considerando los años 2022, 2023 y 2024. Los resultados mostraron que durante la jornada diurna los puntos se mantuvieron dentro del límite de 70 dBA, mientras que en la jornada nocturna algunos puntos se aproximaron al límite de 65 dBA, evidenciando un incremento de la contaminación acústica en la zona noroeste de la industria láctea, asociadas al funcionamiento de maquinaria y al tránsito vehicular. Aunque los niveles de ruido se mantuvieron relativamente estables en los tres años, se identificó que la temperatura y humedad influyen en su propagación, afectando áreas circundantes. A partir de estos hallazgos, se propusieron medidas de minimización orientadas a reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida. Esta información es un insumo clave para la gestión ambiental en industrias con potencial de contaminación sonora, aportando bases sólidas para la implementación de estrategias preventivas y correctivas.

Palabras clave: *Ruido ambiental, Decibel, Monitoreo de ruido, Contaminación acústica, Mapas de ruido, Correlación, Medidas de minimización.*

ABSTRACT

This study aimed to evaluate environmental noise exposure in the dairy industry and propose measures to minimize its impact. Noise levels were measured using the Leq 15s method, in accordance with Annex 5 of Ministerial Agreement 097-A, with a Type II sound level meter at eight strategic points during daytime and nighttime shifts. The collected data were georeferenced in QGIS, and noise maps were generated via inverse distance weighting (IDW) interpolation, enabling the identification of areas with the highest noise levels. Additionally, the relationship between noise levels and meteorological factors—temperature, humidity, and wind speed—was analyzed using Python for the years 2022, 2023, and 2024. Results showed that, during the daytime, all measurement points remained below the maximum permissible limit of 70 dBA, while at night, some points approached the 65 dBA limit, indicating a significant increase in acoustic pollution, mainly in the northwest area of the dairy facility, associated with machinery operation and vehicle traffic. Although noise levels remained relatively stable over the three years, temperature and humidity were identified as factors influencing noise propagation, affecting the surrounding areas. Based on these findings, noise minimization measures were proposed to control acoustic pollution, reduce environmental impact, and improve the quality of life of workers and nearby communities. This information provides a key input for environmental management in industries with potential noise pollution, offering a solid basis for implementing preventive and corrective strategies.

Keywords: *Environmental noise, Decibels, Noise monitoring, Acoustic pollution, Noise maps, Correlation, Minimization measures.*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema.....	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.2.1 Planteamiento del problema	2
1.2.2 Formulación del problema	3
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Delimitación de la investigación	3
1.5 Objetivo general	4
1.6 Objetivos específicos	4
1.7 Hipótesis	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Estado del arte	5
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática	7
2.2.1 Contaminación acústica	7
2.2.2 Ruido	7
2.2.3 Ruido ambiental	7
2.2.4 Ruido vehicular	7
2.2.5 Ruido específico	7
2.2.6 Ruido residual.....	7
2.2.7 Ruido total	7
2.2.8 Ruido estable.....	7
2.2.9 Ruido fluctuante.....	8
2.2.10 Fuente fija de ruido (FFR).....	8
2.2.11 Fuente móvil de ruido (FMR)	8
2.2.12 Nivel de presión sonora (NPS).....	8
2.2.13 Decibel (dB).....	8
2.2.14 Ponderación A - dBA/dB(A)	8
2.2.15 Sonómetro	8
2.2.16 Monitoreo de ruido	8
2.2.17 Sistema de información geográfica (SIG).....	9
2.2.18 Mapa de ruido.....	9
2.2.19 Python	9

2.2.20 Medidas de minimización.....	9
2.3 Marco legal	9
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)	9
2.3.2 Código Orgánico de Ambiente (2017)	10
2.3.3 Acuerdo Ministerial N° 097-A (2015)	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Enfoque de la investigación	15
3.1.1 Tipo y alcance de la investigación.....	15
3.1.2 Diseño de investigación	15
3.2 Metodología	16
3.2.1 Variables.....	16
3.2.2 Matriz de operacionalización de variables.....	16
3.2.3 Población y muestra	17
3.2.4 Recolección de datos.....	17
3.2.5 Análisis estadístico	21
4. RESULTADOS	26
4.1. Medición de los niveles de ruido generados en la industria láctea mediante el método de 15 segundos (Leq 15s) establecido en el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A	26
4.1.1. Análisis de los datos obtenidos en el muestreo.....	26
4.1.2. Comparación de los niveles de ruido obtenidos del monitoreo con la normativa ambiental	32
4.2. Elaboración de mapas de ruido utilizando la metodología IDW en el software QGIS para la identificación de zonas con altos niveles de ruido	33
4.2.1 Análisis de los datos obtenidos en el muestreo.....	34
4.3. Análisis de la correlación entre los niveles de ruido ambiental y los componentes meteorológicos (temperatura, humedad y velocidad del viento) a través de Python durante los años 2022, 2023 y 2024.....	38
4.4. Propuesta de medidas de minimización para el control de factores que generan contaminación acústica.....	45
5. DISCUSIÓN	46
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
6.1 Conclusiones.....	49
6.2 Recomendaciones.....	50

BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables dependientes	16
Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables independientes	16
Tabla 3. Coordenadas geográficas en área de estudio	18
Tabla 4. P1 Lindero Oeste, junto a TONIMARKET	26
Tabla 5. P2 Lindero Norte, junto a Cuarto Eléctrico	27
Tabla 6. P3 Lindero Norte, frente a Edificio Administrativo	28
Tabla 7. P4 Lindero Este, junto a Lavado de Tanqueros	28
Tabla 8. P5 Lindero Este, junto a Cárcamo de Bombeo	29
Tabla 9. P6 Lindero Sur, diagonal a Isla Ecológica	30
Tabla 10. P7 Lindero Sur, Diagonal a PTAR	30
Tabla 11. P8 Lindero Oeste, junto a Torre Eléctrica	31
Tabla 12. Comparación de medias de puntos de muestreo de la industria láctea con el límite máximo permitido (dBA)	32
Tabla 13. Prueba T de Student niveles de presión sonora turno diurno	33
Tabla 14. Prueba T de Student niveles de presión sonora turno nocturno	33
Tabla 15. Niveles de ruido generados en puntos de monitoreo de la industria láctea en jornada diurna	34
Tabla 16. Niveles de ruido generados en puntos de monitoreo de la industria láctea en jornada nocturna	36
Tabla 17. Resumen estadístico de los niveles de ruido y componentes meteorológicos de la jornada diurna (2022-2024)	39
Tabla 18. Resumen estadístico de los niveles de ruido y componentes meteorológicos de la jornada nocturna (2022-2024)	40
Tabla 19. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la jornada diurna	40
Tabla 20. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la jornada nocturna	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Puntos de muestreo	19
Figura 2. Mapa de ruido en la jornada diurna	35
Figura 3. Mapa de ruido en la jornada nocturna	37
Figura 4. Diagrama de Cajas y Bigotes de la jornada diurna (2022-2024)	42
Figura 5. Diagrama de Cajas y Bigotes de la jornada nocturna (2022-2024)	42
Figura 6. Correlación de Spearman de la jornada diurna (2022-2024)	43
Figura 7. Correlación de Spearman de la jornada nocturna (2022-2024)	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Mapa de delimitación de la industria láctea de la parroquia Pascuales, cantón Guayaquil.	56
Anexo N° 2. Inspección en campo de los puntos de monitoreo.	56
Anexo N° 3. Punto de monitoreo en jornada diurna.	57
Anexo N° 4. Punto de monitoreo en jornada nocturna.	57
Anexo N° 5. Informe de monitoreo año 2022.	58
Anexo N° 6. Informe de monitoreo año 2023.	59
Anexo N° 7. Niveles de ruido y componentes meteorológicos en la jornada diurna	60
Anexo N° 8. Niveles de ruido y componentes meteorológicos en la jornada nocturna	61
Anexo N° 9. Informe de estadísticos calculado en el programa InfoStat.	62
Anexo N° 10. Medidas de minimización para el control de factores que generan contaminación acústica.	63

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

La contaminación por ruido se ha incrementado con el desarrollo tecnológico, comercial e industrial de la sociedad actual, la medición es muy compleja, ya que no deja residuos en el ambiente, pero sí afecta al ser humano, se localiza en espacios concretos, afectando la presión sonora debido a las vibraciones que generan los equipos dando como resultado una pérdida en la calidad de vida (Quiroz et al., 2013).

Según Amable et al. (2017) en la investigación sobre la primera declaración internacional que abordó las consecuencias del ruido para la salud humana fue reconocido en 1972 por la Organización Mundial de la Salud [OMS] que decidió catalogarlo como un tipo más de contaminación. Siete años después, durante la Conferencia de Estocolmo, el ruido fue clasificado específicamente como un contaminante. Estas disposiciones iniciales fueron posteriormente ratificadas por la entonces emergente Comunidad Económica Europea [CEE], instó a sus países miembros a adoptar medidas legales para regular la contaminación acústica.

El ruido es un elemento dañino en el ambiente, se calcula que entre un 20% y un 30% de la población en los países industrializados de Occidente padece enfermedades vinculadas al ruido, también favorece la aparición de otros problemas psicosociales, como la reducción del rendimiento en el trabajo, un mayor riesgo de sufrir accidentes y efectos negativos en las funciones cognitivas (Zamorano et al., 2019).

Según Cortez y Chero (2021) identifican al ruido como un problema global que afecta a las principales ciudades y países en desarrollo. Esta forma de contaminación impacta negativamente la calidad de vida de las personas debido a la exposición prolongada a niveles elevados de sonido. En la actualidad, la contaminación por ruido ha aumentado significativamente, especialmente en ciudades densamente pobladas como Lima (Perú), Sao Paulo (Brasil), Ciudad de México, Nueva York y otras metrópolis, debido al crecimiento del parque automotor. Los sonidos intensos causan molestias que van desde la incomodidad y el desagrado hasta el daño irreversible al sistema auditivo.

En comparación con otros problemas ambientales, la contaminación acústica está en aumento a nivel global. Según la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2022) informa que cada año mueren 12,000 personas en la Unión Europea debido a ruidos indeseados y de alta intensidad; muchos países han sobrepasado los niveles de ruido aceptables establecidos por la Organización Mundial de la Salud [OMS], que recomienda directrices de 65 dBA en el día y 50 dBA en la noche.

En Ecuador, el ruido ambiental constituye un desafío especialmente notable en las ciudades principales como Guayaquil, Quito y Cuenca, donde frecuentemente se sobrepasan los límites permitidos por las normativas ambientales en cuanto a niveles de ruido. El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE] (2020) se encarga de supervisar y vigilar el ruido mediante auditorías y monitoreo ambiental, además de fomentar la educación y la sensibilización sobre los efectos perjudiciales del ruido.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El ruido es un contaminante dañino según la Organización Mundial de la Salud, que afecta la salud de las personas, disminuyendo su calidad de vida. El ruido ambiental proviene principalmente del aumento del tráfico vehicular y de diversas actividades humanas. La contaminación acústica tiene repercusiones emocionales, provocando estrés, irritabilidad, dolores de cabeza, insomnio, problemas del habla y pérdida de audición (Quispe et al., 2021).

La contaminación acústica se ha vuelto un problema cada vez más común, y su mitigación representa uno de los nuevos desafíos para las políticas ambientales. Los altos niveles de industrialización suelen estar asociados con una alta incidencia de contaminación acústica, lo cual resulta perjudicial para la sociedad debido al incumplimiento de las normativas vigentes y las ordenanzas establecidas.

Según Huaquisto y Chambilla (2021) en pruebas de habilidad han evidenciado que la exposición prolongada al ruido resulta una disminución del rendimiento y la eficiencia, lo que se traduce en un incremento en la cantidad de errores y posiblemente aumenta el riesgo de accidentes.

La industria láctea desarrolla, produce y comercializa productos lácteos. Al operar las máquinas y equipos, se pueden generar altos niveles de ruido que podrían afectar al personal de la empresa en el desempeño de sus labores diarias. Además, esta industria suele estar ubicada en áreas delimitadas por avenidas muy concurridas y la comunidad local, lo que puede agravar el problema del ruido.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo influye el ruido ambiental generado por las actividades de la industria láctea en el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa legal vigente?

1.3 Justificación de la investigación

La realización de este proyecto es importante porque permitirá determinar los niveles de ruido generados en la industria láctea mediante el monitoreo de ruido ambiental, verificando el cumplimiento del Acuerdo Ministerial 097 A. Además, se propondrán medidas para controlar y prevenir los diversos efectos de la exposición al ruido generado por las fuentes fijas en la empresa, que perjudican tanto la calidad de vida de las personas como el entorno ambiental.

Según López et al. (2021) aseveran que el efecto del ruido producido por industrias es un tema que no ha sido abordado con la debida seriedad por parte de las empresas, a pesar de que puede causar diversos tipos de dolencias catalogadas como enfermedades ocupacionales.

En la actualidad, los estándares de calidad de ruido obligan a las empresas a implementar medidas de ingeniería para reducir el ruido en sus procesos productivos y minimizar su impacto en el ambiente. Esto representa un desafío para el sector privado, especialmente cuando las compañías ubicadas en zonas industriales enfrentan un crecimiento urbanístico desordenado, lo que permite que viviendas ocupen áreas inicialmente destinadas a la industria (Torres, 2023).

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Industria láctea perteneciente a la parroquia Pascuales, cantón Guayaquil, provincia del Guayas (Véase Anexos, Anexo 1).
- **Tiempo:** El tiempo de desarrollo del proyecto de investigación tendrá una duración de aproximadamente cuatro meses.

- **Población:** La población del estudio corresponde al área total de la industria láctea delimitada mediante coordenadas UTM (WGS84, zona 17 S), con una superficie aproximada de 10.84 hectáreas. Asimismo, se considera como beneficiarios directos aproximadamente 860 operadores de la industria y como beneficiarios indirectos a la población de la parroquia Pascuales, con un estimado de 74 932 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2010).

1.5 Objetivo general

Evaluar la exposición de ruido ambiental mediante equipos de monitoreo en una industria láctea de la parroquia Pascuales, cantón Guayaquil para la propuesta de medidas de minimización.

1.6 Objetivos específicos

- Medir los niveles de ruido generados en la industria láctea mediante el método de 15 segundos (Leq 15s) establecido en el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A.
- Elaborar mapas de ruido utilizando la herramienta de interpolación IDW en el software QGIS para la identificación de zonas con altos niveles de ruido.
- Analizar la correlación entre los niveles de ruido ambiental y los componentes meteorológicos (temperatura, humedad y velocidad del viento) a través de Python durante los años 2022, 2023 y 2024.
- Proponer medidas de minimización para el control de factores que generan contaminación acústica.

1.7 Hipótesis

El ruido ambiental generado en la industria láctea supera el límite máximo permisible establecido en el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

La investigación realizada por Sánchez y Cruz (2022) en México, cuyo objetivo fue determinar la existencia de niveles de ruido ambiental dañino en instalaciones de trabajo no operativas de bases aéreas militares durante turnos laborales por 7 días, en las bases aéreas de Santa Lucía, y Zapopan; utilizando un sonómetro en áreas expuestas al ruido; se encontró ruido dañino no satisfactorio y peligroso entre los 68 dB y 82.06 dB de nivel equivalente sonoro de ruido (L_{eq}), fuera de norma para ruido ambiental.

El estudio realizado por Massa et al. (2021) en Cercado de Ica, Perú, tuvo como objetivo evaluar la percepción del ruido ambiental y su impacto en la población. Para ello, se encuestaron 383 personas de ambos sexos, con edades entre 18 y 60 años, pertenecientes a niveles socioeconómicos medio, bajo y en situación de pobreza. Además, se midieron los niveles de ruido ambiental en horario diurno (de 9:00 a. m. a 3:00 p. m.) utilizando un sonómetro. Los resultados revelaron que los niveles de ruido exceden el límite máximo permitido para zonas urbanas por la legislación peruana (>60 dB), y todos los grupos etarios estudiados reportaron una clara percepción de ruido, evidenciando su impacto negativo.

En la investigación Romero et al. (2024) a través de un monitoreo de puntos críticos en el centro urbano de la Ciudad de Riobamba, realizaron una matriz de ponderación considerando los factores de encuestas de percepción ciudadana, rutas de los buses, cercanías a instituciones y parques. Los resultados indicaron que la fuente primordial de ruido son los mercados populares con rangos de $L_{eq}(A)$ superiores a 70 dB(A) realizados en 25 puntos priorizados desde las 7:00 am hasta las 19:00 pm para la posterior representación dentro de mapas temáticos de ruido.

Hernández et al. (2021) mediante el monitoreo de ruido ambiental en la ciudad de Loja, recopilaron datos de presión sonora de investigaciones previas y mediciones en distintas avenidas y calles de la ciudad, desde el año 2007 al 2019 y en tres horarios: 07:00-09:00, 11:00-13:00 y 17:00-19:00. Los resultados obtenidos mostraron un incremento del nivel de ruido en el periodo 2007 – 2019, el promedio en los tres horarios analizados fue de 70.58 dB, valor que supera los límites establecidos por la OMS; se reveló un incremento de 1.5 dB por año en el periodo 2019 – 2023, por tanto, es necesario implementar medidas que disminuyan

los niveles de ruido en la ciudad, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes y prevenir los daños que pueda provocar en la salud.

Chura (2021) midió la presión sonora del parque automotor en dos centros comerciales del distrito Alto de la Alianza, recopilando también datos meteorológicos para analizar su relación con el ruido. Se encontró que el nivel de ruido diurno cumplió con el límite de 70 dB, mientras que el nocturno superó los 60 dB permitidos. El ruido se correlacionó con la velocidad del viento y la humedad, pero no con la temperatura. Además, el ruido y el número de vehículos mostraron una relación directa, excepto en Polvos Rosados durante la noche.

De igual manera Armijos (2018), en su levantamiento de información en el Centro Histórico de Cuenca, se incluyeron diversos parámetros como las condiciones meteorológicas, la topografía y los datos históricos. El objetivo de esto fue generar mapas de ruido utilizando MATLAB, con el fin de predecir los niveles de ruido vehicular y crear el mapa a través de un modelo de propagación HARMONOISE. Estos estudios subrayan la importancia de considerar condiciones meteorológicas y otros factores en la gestión del ruido.

El estudio de Meneses y Ávila (2024) sobre la contaminación acústica en San Gabriel, Carchi, analizó fuentes fijas (FFR) y móviles (FMR) mediante una investigación descriptiva de campo utilizando técnicas como observación directa, monitoreo, encuestas y entrevistas. Se monitorearon 152 FFR y 363 FMR mediante la técnica de 15 segundos con 10 muestras, utilizando un sonómetro integrador de clase 1 con filtros de ponderación A y C. Los resultados indicaron que el 52 % de las FFR excedieron los límites legales y el 53.4 % de las actividades fueron incompatibles con el territorio, alcanzando niveles de hasta 70 dB en las FMR, reflejando un impacto significativo en la zona de estudio.

El estudio "Evaluación de emisiones de ruido, barrio Valdivia, Guayaquil" realizado por González et al. (2023) registró y analizó los niveles de ruido de fuentes fijas en el sector. Se realizaron al menos 12 mediciones de 5 segundos cada una en 9 puntos críticos del barrio. Los resultados mostraron que, tanto en el horario diurno como nocturno, el ruido superó los límites permisibles en todos los puntos, con máximos de 86.2 dB durante el día y 82.9 dB por la noche.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Contaminación acústica

Presencia de ruido o sonido excesivo que alteran las condiciones del ambiente, afectando el desarrollo de las actividades produciendo impactos significativos en una zona específica (Bravo, 2022).

2.2.2 Ruido

Contaminante que ocasiona efectos fisiológicos y psicológicos perjudiciales en el ser humano, se define como cualquier sonido indeseable que interfiere en actividades cotidianas o el descanso (Ormaechea, 2022).

2.2.3 Ruido ambiental

El ruido ambiental es un fenómeno que surge en las ciudades debido al progreso y la tecnologización de la sociedad, y constituye una parte significativa de la vida urbana que los ciudadanos experimentan, ya sea de manera consciente o inconsciente (Rodríguez y Juárez, 2020).

2.2.4 Ruido vehicular

Es un contaminante ambiental creciente generado por el tráfico de los medios de transporte, que produce efectos negativos cada vez más notorios, especialmente en ciudades modernas y en zonas industriales o comerciales (Ramírez y Domínguez, 2011).

2.2.5 Ruido específico

Ruido generado por una Fuente Fija de Ruido (FFR) o una Fuente Móvil de Ruido (FMR) puede ser cuantificado y evaluado para asegurar el cumplimiento de los niveles máximos de emisión de ruido establecidos en las normativas vigentes (Chaux y Acevedo, 2019).

2.2.6 Ruido residual

Ruido generado por otras fuentes cuando el ruido específico en consideración es suspendido (Arias et al., 2022).

2.2.7 Ruido total

Suma del ruido específico y el ruido residual. Si el ruido residual es inferior al ruido específico, entonces el nivel de ruido total estará determinado principalmente por el ruido específico (Gamero, 2020).

2.2.8 Ruido estable

Se define ruido estable cuando su nivel varía en función del tiempo lentamente sobre márgenes inferiores a 5 dBA (Cortés, 2018).

2.2.9 Ruido fluctuante

Se refiere al sonido que exhibe fluctuaciones en los niveles de presión sonora superiores a 5 dBA durante un período de medición de un minuto (Echeverri y González, 2011).

2.2.10 Fuente fija de ruido (FFR)

Elemento que genera sonido desde el interior de un lugar hacia el exterior, transmitiéndolo a través del aire o del suelo. Ejemplos claros incluyen fábricas, terminales de autobuses y talleres mecánicos (Calderín y Baquero, 2021).

2.2.11 Fuente móvil de ruido (FMR)

Sonidos y vibraciones producidos por el motor y el escape, originados por el transporte público, automóviles, motocicletas y mototaxis (Vera, 2022).

2.2.12 Nivel de presión sonora (NPS)

Establece la fuerza del sonido la cual recibe el sujeto en un período dado, y determina el umbral mínimo perceptible por el oído humano. Este nivel se cuantifica en decibelios (dB) con un rango que va desde 0 hasta 120 dB, indicando los valores más bajos y altos (Vásquez, 2021).

2.2.13 Decibel (dB)

Se utiliza para expresar la relación entre dos valores, ya sea de presión sonora, tensión o potencia eléctricas (Nakata et al., 2019).

2.2.14 Ponderación A - dBA/dB(A)

Es una medición estándar de frecuencias que refleja la forma en que el oído humano percibe el ruido ya que al ser la más utilizada en los análisis acústicos, sus resultados se expresan en dB(A) o dBA, en un sonómetro esta escala de ponderación se identifica con la letra A (Cirrus, 2016).

2.2.15 Sonómetro

Instrumento que se utiliza para medir el nivel de presión sonora en decibelios (dB), es decir, la cantidad de ruido en un espacio determinado o el generado por una actividad (ZipFlix, 2024).

2.2.16 Monitoreo de ruido

Técnica para efectuar la toma de muestra en los puntos con mayores niveles de ruido, ya que estas mediciones se realizan con equipos especializados para la medición de ruido, llamados sonómetros (Vásquez, 2021).

2.2.17 Sistema de información geográfica (SIG)

Herramienta diseñada para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas geográficas o espaciales, que permiten gestionar, analizar y visualizar este tipo de información (García, 2021).

2.2.18 Mapa de ruido

Herramienta utilizada para visualizar, analizar, cuantificar el ruido y planificar su reducción en una determinada área geográfica, en un periodo dado (Betancourt y Almeda, 2022).

2.2.19 Python

Es un lenguaje de programación que permite realizar tareas complejas en pocas líneas de código, de manera legible y eficiente para la solución de problemas, gracias a la disponibilidad de librerías para visualización, procesamiento de señales, estadística, álgebra, entre otras. Además, es de fácil utilización y cuenta con una documentación muy completa (Challenger et al., 2014).

2.2.20 Medidas de minimización

Es el desarrollo de acciones que forman una solución global y escalable para reducir un impacto que se considera elevado (Hidalgo et al., 2022).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

Título II

Derechos

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir

Sección segunda: Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad de patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (p. 14).

Sección sexta: Hábitat y vivienda

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia a su situación social y económica.

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de esta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía (p. 18).

Capítulo sexto: Derechos de libertad

Art. 66.- El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza (p. 31).

Capítulo séptimo: Derechos de la naturaleza

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas (p. 36).

TÍTULO VII

RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Capítulo segundo

Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera: Naturaleza y ambiente

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, estas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza (p. 192).

Art 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptara medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles (p. 192).

2.3.2 Código Orgánico de Ambiente (2017)

Art. 3.- Fines. Son fines de este código:

Regular los derechos, garantías y principios relacionados con el ambiente sano y la naturaleza, previstos en la Constitución y los instrumentos internacionales ratificados por el Estado (p. 11).;

Regular las actividades que generen impacto y daño ambiental, a través de normas y parámetros que promuevan el respeto a la naturaleza, a la diversidad cultural, así como a los derechos de las generaciones presentes y futuras;

Art. 26.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales en materia ambiental. En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales las siguientes facultades, que ejercerán en las áreas rurales de su respectiva circunscripción territorial, en concordancia con las políticas y normas

emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional: 8. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido (p. 19).;

Art. 194.- Del ruido y vibraciones. La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con la Autoridad Nacional de Salud, expedirá normas técnicas para el control de la contaminación por ruido, de conformidad con la ley y las reglas establecidas en este Código. Estas normas establecerán niveles máximos permisibles de ruido, según el uso del suelo y la fuente, e indicarán los métodos y los procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como las disposiciones para la prevención y control de ruidos y los lineamientos para la evaluación de vibraciones en edificaciones. Se difundirá al público toda la información relacionada con la contaminación acústica y los parámetros o criterios de la calidad acústica permisibles, según los instrumentos necesarios que se establezcan en cada territorio. Los criterios de calidad de ruido y vibraciones se realizarán de conformidad con los planes de ordenamiento territorial (p. 55).

2.3.3 Acuerdo Ministerial N° 097-A (2015)

ANEXO V

DE LOS FENÓMENOS FÍSICOS

RUIDO

Art. 224.- De la evaluación, control y seguimiento. - La Autoridad Ambiental Competente, en cualquier momento podrá evaluar o disponer al Sujeto de Control la evaluación de la calidad ambiental por medio de muestreos del ruido ambiente y/o de fuentes de emisión de ruido que se establezcan en los mecanismos de evaluación y control ambiental.

Para la determinación de ruido en fuentes fijas o móviles por medio de monitoreos programados, el Sujeto de Control deberá señalar las fuentes utilizadas diariamente y la potencia en la que funcionan a fin de que el muestreo o monitoreo sea válido; la omisión de dicha información o su entrega parcial o alterada será penada con las sanciones correspondientes (p. 229).

Artículo 225.- De las normas técnicas. - La Autoridad Ambiental Nacional será quien expida las normas técnicas para el control de la contaminación ambiental por ruido, estipuladas en el Anexo V o en las normas técnicas correspondientes. Estas normas establecerán niveles máximos permisibles de ruido según el uso del suelo y fuente, además indicará los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como disposiciones para la prevención y control de ruidos (p. 229).

Artículo 226.- De la emisión de ruido. - Los Sujetos de Control que generen ruido deberán contemplar todas las alternativas metodológicas y tecnológicas con la finalidad de prevenir, minimizar y mitigar la generación de ruido (p. 229).

Artículo 227.- De la evaluación, control y seguimiento. - La Autoridad Ambiental Competente, en cualquier momento, podrá evaluar o disponer al Sujeto de Control la evaluación de la calidad ambiental por medio de muestreos, de vibraciones presentes en el ambiente y/o de fuentes de emisión que se establezcan en los mecanismos de evaluación y control ambiental (p. 229).

Artículo 228.- Normas técnicas. - La Autoridad Ambiental Nacional será quien expida las normas técnicas para el control de la contaminación ambiental por vibraciones. Estas normas establecerán niveles máximos permisibles de vibraciones según el uso del suelo y fuente, además indicará los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de vibraciones en el

ambiente, así como disposiciones para la prevención y control de vibraciones (p. 230).

De los monitoreos

Artículo 253.- Del objeto.- Dar seguimiento sistemático y permanente, continuo o periódico, mediante reportes cuyo contenido está establecido en la normativa y en el permiso ambiental, que contiene las observaciones visuales, los registros de recolección, los análisis y la evaluación de los resultados de los muestreos para medición de parámetros de la calidad y/o de alteraciones en los medios físico, biótico, socio-cultural; permitiendo evaluar el desempeño de un proyecto, actividad u obra en el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y de la normativa ambiental vigente.

Los monitoreos de los recursos naturales deberán evaluar la calidad ambiental por medio del análisis de indicadores cualitativos y cuantitativos del área de influencia de la actividad (p. 237).

Artículo 254.- De los tipos de monitoreo. - Los monitoreos ambientales que una determinada actividad requiera, deben estar detallados en los Planes de Manejo Ambiental respectivos; es posible realizar distintos tipos de monitoreos de acuerdo al sector, según la cantidad y magnitud de los impactos y riesgos contemplados en una obra, actividad, o proyecto. Entre ellos están monitoreos de la calidad de los recursos naturales y monitoreos a la gestión y cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental; monitoreos de descargas y vertidos líquidos; monitoreos de la calidad del agua del cuerpo receptor; monitoreos de emisiones a la atmósfera; monitoreos de ruido y vibraciones; monitoreo de la calidad del aire; monitoreos de componentes bióticos; monitoreos de suelos y sedimentos; monitoreos de lodos y ripsos de perforación; monitoreos de bioacumulación; y aquellos que requiera la Autoridad Ambiental Competente.

Los monitoreos a los Planes de Manejo Ambiental incluirán la evaluación del mantenimiento de las plantas de tratamiento o de recirculación de las aguas de descarga, de los equipos de manejo de desechos, de los sensores y medidores de parámetros, y demás equipamiento, maquinaria e infraestructura que interviene en el monitoreo ambiental de una actividad (p. 238).

Artículo 255.- Obligatoriedad y frecuencia del monitoreo y periodicidad de reportes de monitoreo. - El Sujeto de Control es responsable por el monitoreo permanente del cumplimiento de las obligaciones que se desprenden de los permisos ambientales correspondientes y del instrumento técnico que lo sustenta, con particular énfasis en sus emisiones, descargas, vertidos y en los cuerpos de inmisión o cuerpo receptor. Las fuentes, sumideros, recursos y parámetros a ser monitoreados, así como la frecuencia de los muestreos del monitoreo y la periodicidad de los reportes de informes de monitoreo constarán en el respectivo Plan de Manejo Ambiental y serán determinados según la actividad, la magnitud de los impactos ambientales y características socioambientales del entorno.

Para el caso de actividades, obras o proyectos regularizados, el Sujeto de Control deberá remitir a la Autoridad Ambiental Competente, para su aprobación la ubicación de los puntos de monitoreo de emisiones, descargas y/o vertidos, generación de ruido y/o vibraciones, los cuales serán verificados previo a su pronunciamiento mediante una inspección.

En el caso que un proyecto, obra o actividad produzca alteración de cuerpos hídricos naturales con posible alteración a la vida acuática, y/o alteración de la flora y fauna terrestre en áreas protegidas o sensibles, se deberá incluir en los informes

de monitoreo un programa de monitoreo de la calidad ambiental por medio de indicadores bióticos.

Estos requerimientos estarán establecidos en los Planes de Manejo Ambiental, condicionantes de las Licencias Ambientales o podrán ser dispuestos por la autoridad ambiental competente durante la revisión de los mecanismos de control y seguimiento ambiental.

Como mínimo, los Sujetos de Control reportarán ante la Autoridad Ambiental Competente, una vez al año, en base a muestreos semestrales, adicionalmente se acogerá lo establecido en las normativas sectoriales; en todos los casos, el detalle de la ejecución y presentación de los monitoreos se describirá en los Planes de Monitoreo Ambiental correspondientes.

La Autoridad Ambiental Competente en cualquier momento, podrá disponer a los Sujetos de Control la realización de actividades de monitoreo de emisiones, descargas y vertidos o de calidad de un recurso; los costos serán cubiertos en su totalidad por el Sujeto de Control. Las actividades de monitoreo se sujetarán a las normas técnicas expedidas por la Autoridad Ambiental Nacional y a la normativa específica de cada sector (p. 238).

Anexo V. Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

- Los niveles permisibles de ruido en el ambiente, provenientes de fuentes fijas.
- Los límites permisibles de emisiones de ruido desde vehículos automotores.
- Los valores permisibles de niveles de vibración en edificaciones.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido.

Niveles máximos de emisión de ruido para FFR

El nivel de presión sonora continua equivalente corregido, $L_{K_{eq}}$ en decibeles, obtenido de la evaluación de ruido emitido por una FFR, no podrá exceder los niveles que se fijan en la Tabla 13, de acuerdo al uso del suelo en que se encuentre (p. 319).

Niveles máximos de emisión de ruido para FMR

El nivel máximo de emisión de ruido emitido por FMR, expresado en dB(A) no podrá exceder los niveles que se fijan en la Tabla 14 (p. 319).

De la evaluación ambiental base de ruido

La evaluación ambiental base de ruido tiene por objeto identificar las fuentes emisoras de ruido, los niveles de presión sonora más altos en el perímetro de la FFR y los PCA que pudiesen ser afectados por esta.

Metodología para la medición, identificación del nivel de ruido para FFR

Puntos De Medición Para efectos de esta norma la medición de ruido específico de una FFR se realizará: En los puntos críticos de afectación (PCA) determinados en: la evaluación ambiental base de ruido y estudios ambientales, o aquellos determinados por la Autoridad ambiental competente. En sitios y momentos donde la FFR emita los NPS más altos en el perímetro exterior (fuera del lindero) (p. 322).

Condiciones ambientales durante la medición

Las mediciones no deben efectuarse en condiciones adversas que puedan afectar el proceso de medición, por ejemplo: presencia de lluvias, truenos, etc. El micrófono

debe ser protegido con una pantalla protectora contra el viento durante las mediciones. Las mediciones deben llevarse a cabo, solamente, cuando la velocidad del viento sea igual o menor a 5 m/s.

Ubicación del sonómetro

El sonómetro deberá estar colocado sobre un trípode y ubicado a una altura igual o superior a 1,5 m de altura desde el suelo, direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados, sobre su plano horizontal. Durante la medición el operador debe estar alejado del equipo, al menos 1 metro (p. 322).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto con predominio cuantitativo, puesto que se fundamentó en la medición de los niveles de presión sonora mediante el uso de un sonómetro. El estudio incluyó el análisis estadístico de los datos obtenidos, así como la elaboración de mapas de ruido, que permitieron identificar y visualizar espacialmente las áreas afectadas por un problema que no es perceptible de forma directa.

Los datos derivados del monitoreo resultaron esenciales para analizar el comportamiento espacial y temporal del ruido ambiental, establecer su correlación con variables meteorológicas y compararlo con los límites máximos permisibles de la normativa ambiental vigente nacional. Mientras que, el componente cualitativo, se evidencia en la formulación de propuestas de minimización del ruido, sustentadas en la interpretación técnica de los resultados cuantitativos.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

3.1.1.1. Investigación de campo.

La investigación corresponde a una investigación campo, ya que se centró en la observación directa de los fenómenos, la recolección de datos y la obtención de información directamente de fuentes primarias en el lugar de estudio.

3.1.1.2. Investigación documental.

A su vez, la investigación se basó en el enfoque y desarrollo conceptual del tema utilizando recursos bibliográficos como libros, tesis de postgrado, revistas científicas, normativas y regulaciones tanto nacionales como internacionales.

3.1.1.3. Investigación descriptiva y correlacional.

Adicionalmente, el alcance de la investigación es descriptivo ya que buscó analizar los niveles de ruido a través de métodos de medición específicos en distintos puntos del área de estudio durante las jornadas diurna y nocturna. También tiene un alcance correlacional, debido a que analizó la relación existente entre los niveles de ruido ambiental y variables meteorológicas, tales como la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es de carácter no experimental, dado que las variables planteadas no se manipularon, solo fueron observadas y medidas.

Además, es transversal puesto que los datos corresponden a un período de tiempo específico para un análisis temporal de los datos.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable dependiente.

- Nivel de presión sonora (dBA)

3.2.1.2. Variable independiente.

- Jornada de monitoreo (diurno y nocturno)
- Tiempo de medición (5 mediciones de 15 seg c/u)
- Temperatura (°C)
- Humedad (%)
- Velocidad del viento (m/s)

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

La tabla de variables proporciona una visión integral de los datos clave utilizados en el análisis, organizados en un formato claro y estructurado. Cada fila de la tabla representa una variable específica, mientras que las columnas detallan aspectos fundamentales como el nombre de la variable, la descripción, el tipo de dato (por ejemplo, numérico, categórico, fecha), y el rango o valores posibles.

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de variables dependientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Nivel de presión sonora	Cuantitativo	Razón	Presencia

Elaborado por: La Autora, 2026

Tabla 2.

Matriz de operacionalización de variables independientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Jornada de monitoreo	Cualitativo	Nominal	6 meses a 3 años
Tiempo de medición	Cuantitativo	Razón	6 meses a 3 años
Temperatura	Cuantitativo	Razón	6 meses a 3 años
Humedad	Cuantitativo	Razón	6 meses a 3 años
Velocidad del viento	Cuantitativo	Razón	6 meses a 3 años

Elaborado por: La Autora, 2026

3.2.3 Población y muestra

3.2.3.1. Población.

En este contexto investigación, la población del estudio corresponde al área total de la industria, delimitada mediante coordenadas UTM (WGS84, zona 17 S), con una superficie aproximada de 10.84 hectáreas. Sobre esta población espacial se seleccionaron los puntos de medición, constituyendo la muestra del estudio.

3.2.3.2. Muestra.

La muestra estuvo constituida por ocho puntos de monitoreo de ruido, seleccionados en base con las normas técnicas ecuatorianas INEN, en concordancia con los lineamientos establecidos en la Norma Internacional ISO 1996-2:2017 para la medición y evaluación del ruido ambiental, la selección de los puntos se hizo considerando la representatividad del entorno acústico, la localización de las principales fuentes emisoras de ruido, las áreas operativas del predio industrial y sus linderos, garantizando la representatividad de los datos.

En cada punto de monitoreo se realizaron mediciones anuales correspondientes al turno diurno y al turno nocturno. Para cada jornada se efectuaron cinco mediciones por punto, con el fin de garantizar la representatividad temporal de los niveles de presión sonora y demás variables, para reducir la variabilidad asociada a condiciones operativas momentáneas.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos.

Materiales

- Esferos
- Libreta de campo
- Registro de mediciones
- Imágenes satelitales
- Mapa de Guayaquil

Equipos

- Sonómetro tipo II
- Termohigrómetro
- Anemómetro
- Cronómetro
- Celular con cámara

- Laptop

Herramientas tecnológicas

- Qgis
- Python
- Microsoft Office (Word y Excel)

3.2.4.2. Métodos y técnicas.

3.2.4.2.1. Medición de los niveles de ruido.

Se seleccionaron 8 puntos de muestreo para la medición de los niveles de ruido ambiental en la industria láctea, con el fin de obtener una caracterización representativa del comportamiento acústico en la zona de estudio.

La ubicación de los puntos de monitoreo se realizó de manera estratégica, considerando la presencia de fuentes emisoras de ruido, tales como equipos y maquinaria; las zonas de mayor actividad operativa; y la proximidad a áreas sensibles, como oficinas, áreas administrativas y zonas de circulación personal.

Tabla 3.

Coordenadas geográficas en área de estudio

Puntos	Dirección	X	Y	Distancia (m)
1	Lindero Oeste, Junto a TONIMARKET	17 619631 E	9771679 S	199.596
2	Lindero Norte, Junto a Cuarto Eléctrico	17 619570 E	9771869 S	183.150
3	Lindero Norte, Frente a Edificio Administrativo	17 619743 E	9771929 S	140.277
4	Lindero Este, Junto a Lavado de Tanqueros	17 619878 E	9771891 S	167.802
5	Lindero Este, Junto a Cárcamo de Bombeo	17 619894 E	9771724 S	216.497
6	Lindero Sur, Diagonal a Isla Ecológica	17 619919 E	9771509 S	122.146
7	Lindero Sur, Diagonal a PTAR	17 619811 E	9771452 S	132.996
8	Lindero Oeste, Junto a Torre Eléctrica	17 619715 E	9771544 S	159.035

Elaborado por: La Autora, 2026

La tabla 3 muestra los 8 puntos de muestreo que serán evaluados durante las jornadas diurna y nocturna en la industria láctea, con un perímetro de 1.54 km y un área de 0.13 km².

Figura 1.
Puntos de muestreo



Elaborado por: La Autora, 2026

En la figura 1, se presenta el mapa de localización del área de estudio, en el cual se observa el perímetro de la industria láctea y la distribución espacial de los puntos de muestreo, considerando el sistema de coordenadas WGS 84 UTM Zona 17S.

Las mediciones de ruido se realizaron utilizando un sonómetro de Tipo II, el cual tiene un rango de 94 dB-1000 Hz con un rango de precisión de ± 1.5 dB, empleando el método (Leq 15s), conforme a la metodología establecida en el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A, que consiste en tomar y reportar un mínimo de 5 muestras de 15 segundos en cada punto de muestreo durante el turno diurno y nocturno en un día de monitoreo.

El micrófono del sonómetro se ubicó entre 1.5 y 1.7 m sobre el nivel del suelo, orientando hacia la fuente fija de ruido con una inclinación de 45° a 90° , manteniendo una distancia mínima de 3 m de cualquier superficie reflectora.

3.2.4.2.2. Elaboración de mapas de ruido.

Los resultados obtenidos del monitoreo de ruido se emplearon para la elaboración de mapas acústicos mediante el software QGIS, los cuales permitirán

identificar y representar de manera precisa las zonas con mayores niveles de contaminación sonora. Para ello, se utilizaron archivos shapefiles e imágenes georreferenciadas correspondientes al área de estudio, garantizando la exactitud espacial de los datos.

Los datos recolectados se organizaron en un formato compatible con QGIS, ya sea CSV o shapefile, asegurando que cada punto medido esté correctamente georreferenciado según el sistema de coordenadas oficial de la zona, WGS 84 UTM, Zona 17S. Una vez ingresados los datos, se aplicó la metodología de interpolación por ponderación inversa de la distancia (IDW), generando una superficie continua que represente la distribución espacial de los niveles de ruido en el área estudiada.

A partir de la superficie interpolada se elaboraron mapas temáticos que utilizaron rangos de colores para visualizar de manera clara las zonas con mayor impacto acústico. Estos mapas permitirán un análisis detallado del comportamiento del ruido ambiental, facilitando la identificación de áreas críticas y proporcionando información clave para la planificación, gestión y mitigación de la contaminación acústica.

3.2.4.2.3. Análisis de datos.

El análisis de los datos de la correlación se hizo por medio de la librería Matplotlib de Python, se generaron gráficos estadísticos de series temporales que permiten interpretar la correlación entre los niveles de ruido registrados en los puntos de muestreo y las variables meteorológicas, tales como (temperatura, velocidad del viento y humedad). Los datos utilizados corresponden al monitoreo realizado en la zona de estudio durante el período 2022-2023-2024.

Se realizó la importación del módulo pyplot para la generación de los gráficos y se definió la figura y los ejes de representación mediante la función subplot (), lo que permitió organizar el área de visualización y establecer las escalas adecuadas para cada variable analizada, garantizando una representación clara de los datos.

La representación gráfica de los datos en función del tiempo facilitó la observación de las variaciones entre los niveles de presión sonora y las condiciones meteorológicas. Este enfoque permite identificar posibles tendencias, coincidencias temporales y patrones de comportamientos, como aumentos del nivel de ruido asociados a las condiciones de temperatura o cambios en la velocidad del viento que influyen en la dispersión del sonido.

En la personalización de los gráficos mediante títulos descriptivos, leyendas, rejillas y configuración de los ejes que permite mejorar la comprensión e interpretación de los resultados. Esta presentación gráfica contribuyó a identificar la posible influencia de factores meteorológicos como el aumento de temperatura, cambios en la velocidad del viento o variaciones en la humedad que influyen en la percepción y comportamiento del ruido ambiental.

Estos gráficos son una herramienta que facilitaron la interpretación visual de las interacciones entre el ruido ambiental y las variables meteorológicas, sirviendo como base para un análisis estadístico y conclusiones del estudio.

3.2.4.2.4. Propuesta de medidas de minimización.

Para la ejecución del cuarto objetivo se utilizó la información recopilada de los primeros objetivos en base al monitoreo y análisis de los niveles de contaminación acústica en el área de estudio. Los resultados serán comparados con los límites máximos permisibles establecidos por el Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 5. El objetivo de esta metodología es proponer medidas para minimizar la contaminación sonora promoviendo el control de ruido para obtener resultados a largo plazo.

3.2.5 Análisis estadístico

La presente investigación implementó la estadística descriptiva e inferencial, puesto que se organizan, analizan, correlacionan y se presentan los datos del monitoreo obteniendo el promedio de este, además, se hizo el estudio a partir de medidas de tendencia central.

3.2.5.1. Media.

La media de los decibeles (dBA) durante el período de monitoreo se obtuvo sumando los valores y dividiendo el total de datos registrados. La fórmula estadística de la media es la siguiente:

$$Lp = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{Lpi}{10}} \right]$$

Donde:

n = Número total de fuentes que se promediaran

Lp= Es el nivel de presión sonora de cada fuente de ruido

3.2.5.2. Varianza.

Calcular estos valores es esencial porque proporcionaron la base para evaluar cómo se distribuyen los datos en relación con una distribución normal.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Donde:

s^2 = Varianza muestral

Σ = Suma de datos

x_i = Valor de un conjunto de datos

$\bar{x}$ = Media del conjunto de datos

n = Número de datos

3.2.5.3. Desviación estándar.

La desviación estándar se obtuvo mediante la raíz cuadrada de la varianza.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

s = Desviación estándar

Σ = Suma de datos

x_i = Valor de un conjunto de datos

$\bar{x}$ = Media del conjunto de datos

n = Número de datos

3.2.5.4. Coeficiente de variación.

$$CV = \frac{S_x}{\bar{x}} * 100$$

S_x = Desviación estándar

$\bar{x}$ =Es la media del conjunto de datos

3.2.5.5. Test de Shapiro-Wilk.

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk con el fin de verificar si los datos de niveles de presión sonora se ajustan a una distribución normal, condición necesaria para la selección de pruebas estadísticas de correlación o pruebas de hipótesis. Esta prueba es especialmente recomendada para tamaños

de muestra pequeños y medianos ($n < 50$), ya que presenta una mayor potencia estadística en comparación con otros tests de normalidad.

Para el análisis se utilizaron 8 datos por turno, correspondientes a los registros de los periodos 2022, 2023 y 2024, que representan las observaciones consolidadas de los puntos de muestreo. La verificación de la normalidad permitió determinar el método estadístico más adecuado para contrastar las hipótesis planteadas y asegurar la validez de los resultados obtenidos.

$$w = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)}$$

Donde:

W= Estadístico de prueba (0 y 1)

a = Coeficiente del tamaño de la muestra

x_i = Valor de un conjunto de datos

$\bar{x}$ = Media muestral

n= Tamaño de la muestra

El valor estadístico de prueba (W) y el valor p. Se compara el valor p con un nivel de significancia (α) al 5% en donde:

- Valor $p > \alpha$: No se rechaza la hipótesis nula (H_0). Hay evidencia para sugerir que los datos de decibeles (dBA) provienen de una distribución normal.
- Valor $p \leq \alpha$: Se rechaza la hipótesis nula (H_0). Hay evidencia para sugerir que los datos de decibeles (dBA) no provienen de una distribución normal.

Si la prueba de normalidad indica una distribución normal en los datos, se utiliza la correlación de Pearson. Sin embargo, si los datos no constan con una distribución normal se usa la correlación de Spearman.

3.2.5.6. Correlación de Spearman.

Para datos no paramétricos el uso del método estadístico de Spearman se adecuó de manera eficiente para una correlación entre las variables meteorológicas y los decibeles mediante la siguiente fórmula:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

ρ (rs) = Correlación de rango de Spearman

d= Diferencia entre los rangos de las variables

n= Número de observaciones

Generalmente se usa un α de 0.05.

- Valor $p \leq \alpha$: Rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que hay una correlación significativa entre las variables.
- Valor $p > \alpha$: No rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que no hay suficiente evidencia para afirmar que hay una correlación significativa entre las variables.

Al obtener el coeficiente de relación de Spearman se interpretó de la siguiente manera:

Positivo: Indica que las variables aumentan o disminuyen juntas.

Negativo: Indica que una variable aumenta mientras la otra disminuye.

Cercano a 0: Indica una relación débil o inexistente.

3.2.5.7. Contraste de hipótesis.

Para la contrastación de las hipótesis se aplicó una prueba paramétrica de una muestra y de una cola, comparando el nivel promedio de presión sonora de cada turno con los valores de límites establecidos por la normativa vigente. La evaluación previa de la normalidad de los niveles de presión sonora mediante la prueba de Shapiro-Wilk evidenció que los datos tienen una distribución normal, por lo que se aplica una prueba t de Student, bajo las siguientes hipótesis:

Turno diurno

- Hipótesis nula (H_0): El nivel promedio de ruido durante el turno diurno es ≤ 70 dBA.
- Hipótesis alternativa (H_1): El nivel promedio de ruido durante el turno diurno es > 70 dBA.

Turno nocturno

- Hipótesis nula (H_0): El nivel promedio de ruido durante el turno nocturno es ≤ 65 dBA.
- Hipótesis alternativa (H_1): El nivel promedio de ruido durante el turno nocturno es > 65 dBA.

La t de Student para una muestra de una cola (lado derecho) es una estadística paramétrica utilizada para contrastar si la media poblacional de una variable cuantitativa es significativamente mayor que un valor de referencia previamente establecido. Este tipo de contraste se emplea cuando el interés del

estudio se centra exclusivamente en verificar si la media supera un umbral específico, como es el caso del análisis de cumplimiento del LMP de ruido.

El estadístico t se calculó mediante la siguiente expresión:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$\bar{x}$: media muestral de los niveles de presión sonora.

μ_0 : valor de referencia o límite máximo permisible (LMP).

s : desviación estándar muestral.

n : tamaño de la muestra.

4. RESULTADOS

4.1. Medición de los niveles de ruido generados en la industria láctea mediante el método de 15 segundos (L_{eq} 15s) establecido en el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A

Durante el monitoreo de ruido, se recolectaron datos cuantitativos para determinar los niveles de presión sonora generados en diferentes puntos clave del área de estudio. El método de recolección consistió en mediciones por intervalos de 15 segundos (L_{eq} 15s), tomando cinco muestras de 15 segundos en cada ubicación, calculando posteriormente el promedio correspondiente a cada punto.

El sonómetro utilizado fue calibrado con un patrón de referencia antes y después de cada sesión para garantizar la precisión de los resultados. El micrófono se posicionó entre 1.5 m y 1.7 m sobre el nivel del suelo, a una distancia mínima de 3 m de superficies reflectoras, y orientado hacia la fuente de ruido con una inclinación de 45° a 90° respecto al plano horizontal. Lo cual se llevó a cabo el 19 de noviembre de 2024 en jornadas diurna y nocturna, obteniendo un total de 240 datos registrados, consolidando la información en tablas para su posterior análisis.

4.1.1. Análisis de los datos obtenidos en el muestreo

A continuación, se muestran los niveles de ruido registrados en cada uno de los ocho puntos de monitoreo de la industria láctea evaluada, cabe mencionar que estos datos correspondientes a las jornadas diurna y nocturna.

Tabla 4.

P1 Lindero Oeste, junto a TONIMARKET

Número de medición	Jornada	Horario	L_{AeqT} (dBA)	Jornada	Horario	L_{AeqT} (dBA)
1	Diurna	16:35 pm	58.9	Nocturna	21:04 pm	60.9
2			58.1			60.6
3			58.6			61.4
4			58.4			61.0
5			58.2			60.8
Promedio			58.4			60.9
Desviación			0.32			0.29
C.V.			0.55			0.49

Elaborado por: La Autora, 2026

La tabla 4 muestra los resultados del monitoreo realizado en el punto 1, ubicado en el Lindero Oeste junto a TONIMARKET, durante las jornadas diurna y nocturna. En la jornada diurna, a las 16:35 pm, los motores de aire acondicionado se identificaron como la principal fuente fija de ruido, generando un sonido estable

con una influencia significativa. Por su parte, el tránsito vehicular en la vía principal actuó como una fuente fluctuante con baja incidencia. Las mediciones registraron un rango de 58.1 a 58,9 dBA, obteniéndose un promedio de 58.4 dBA, una desviación estándar baja de 0.32 y un coeficiente de variación pequeño de 0.55%. Lo que indica que las mediciones tuvieron muy poca variación, por lo tanto, los niveles de ruido registrados fueron bastante consistentes.

En la jornada nocturna, a las 21:04 pm, el motor extractor de aire fue identificado como la principal fuente fija de ruido, generando un ruido estable con influencia directa, mientras que el tránsito vehicular tuvo un impacto significativo. Los valores registrados rondaron de 60.6 a 61.4 dBA, con un promedio de 60.9 dBA, una desviación estándar de 0.29 y un coeficiente de variación de 0.49%, que igualmente indica poca variación y mediciones consistentes.

Tabla 5.
P2 Lindero Norte, junto a Cuarto Eléctrico

Número de medición	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)
1	Diurna	16:47 pm	59.1	Nocturna	21:19 pm	59.3
2			60.2			59.6
3			59.4			59.4
4			59.6			59.9
5			59.7			59.2
Promedio			59.6			59.4
Desviación			0.40			0.27
C.V.			0.68			0.47

Elaborado por: La Autora, 2026

La tabla 5 muestra los datos del punto dos, ubicado en el Lindero Norte junto al Cuarto Eléctrico. En la jornada diurna, a las 16:47 pm, los motores del área de producción fueron la principal fuente fija de ruido, con un sonido estable de influencia significativa, mientras que el tránsito vehicular presentó un ruido fluctuante y relevante. Las mediciones oscilaron entre 59.1 y 60.2 dBA, con un promedio de 59.6 dBA, una desviación estándar de 0.40 y un coeficiente de variación de 0.68%.

En la jornada nocturna, a las 21:19 pm, los motores de producción continuaron generando ruido estable, y el tránsito vehicular mantuvo su influencia fluctuante. Los valores tuvieron un rango entre 59.2 y 59.9 dBA, con un promedio de 59.5 dBA. La desviación estándar de 0.27 indica que las mediciones no variaron significativamente respecto al promedio, lo que refleja una consistencia en los

niveles de ruido. Además, el coeficiente de variación de 0.47%, sugiere que los niveles de ruido se mantuvieron relativamente estables durante el monitoreo.

Tabla 6.

P3 Lindero Norte, frente a Edificio Administrativo

Número de medición	Jornada	Horario	L _{Aeq} T (dBA)	Jornada	Horario	L _{Aeq} T (dBA)
1	Diurna	17:00 pm	56.7	Nocturna	21:34 pm	54.7
2			55.9			55.3
3			56.2			55.4
4			56.6			54.9
5			56.3			55.1
Promedio			56.3			55.0
Desviación			0.32			0.28
C.V.			0.57			0.52

Elaborado por: La Autora, 2026

La tabla 6 presentan el punto tres, el Lindero Norte frente al Edificio Administrativo. En la jornada diurna, a las 17:00 pm, los motores del aire acondicionado fueron la principal fuente de ruido, generando un sonido fluctuante con influencia significativa junto al tránsito vehicular. En un rango de 55.9 a 56.7 dBA, con una media de 56.3 dBA, desviación estándar bajo de 0.32 y coeficiente de variación notable de 0.57%, que indican un nivel de ruido moderado y fluctuante.

En la jornada nocturna, a las 21:34 pm, los compresores de los acondicionadores de aire fueron la fuente fija de ruido estable con influencia significativa y de igual manera el tránsito vehicular continuó siendo una fuente fluctuante significativa. Las mediciones registraron valores entre 54.7 y 55.4 dBA, con un promedio de 55.1 dBA, teniendo una desviación estándar de 0.28 y coeficiente de variación de 0.52% que indican que hubo poca variación en los niveles de ruido, lo que refuerza la idea de que el ruido fue relativamente constante y estable, tanto para los compresores como para el tráfico vehicular.

Tabla 7.

P4 Lindero Este, junto a Lavado de Tanqueros

Número de medición	Jornada	Horario	L _{Aeq} T (dBA)	Jornada	Horario	L _{Aeq} T (dBA)
1	Diurna	17:14 pm	53.5	Nocturna	21:50 pm	54.7
2			53.4			54.4
3			53.4			54.6
4			53.6			54.2
5			53.3			54.8
Promedio			53.4			54.5
Desviación			0.11			0.24
C.V.			0.21			0.44

Elaborado por: La Autora, 2026

La tabla 7 muestra los datos del punto cuatro, en el Lindero Este junto al Lavado de Tanqueros. Durante la jornada diurna, a las 17:14 pm, los motores ventiladores de los chillers fueron la principal fuente de ruido fluctuante con influencia significativa, mientras que el tránsito vehicular en la vía principal tuvo un impacto fluctuante de baja relevancia. Las mediciones oscilaron entre 53.3 y 53.6 dBA, con un promedio de 53.4 dBA, una desviación estándar de 0.11 y un coeficiente de variación de 0.21%, que muestran un nivel de ruido moderado.

En cuanto a la jornada nocturna, a las 21:50 pm, los chillers fueron nuevamente la fuente fija de ruido, con un sonido estable de influencia directa, mientras que el tránsito vehicular tuvo una influencia fluctuante significativa. Las mediciones rondaron entre 54.2 y 54.8 dBA, con una media de 54.5 dBA, desviación estándar de 0.24 y un coeficiente de variación de 0.44%, que muestran un ruido relativamente constante y que no presenta fluctuaciones significativas.

Tabla 8.

P5 Lindero Este, junto a Cárcamo de Bombeo

Número de medición	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)
1	Diurna	17:27 pm	59.0	Nocturna	22:04 pm	58.8
2			59.2			58.5
3			59.1			58.6
4			59.2			58.9
5			59.0			58.6
Promedio			59.1			58.6
Desviación			0.10			0.16
C.V.			0.17			0.28

Elaborado por: La Autora, 2026

En la Tabla 8 se presentan los datos del punto cinco, ubicado en el Lindero Este junto al Cárcamo de Bombeo, a las 17:27 pm, donde los motores extractores de aire son la principal fuente de ruido fluctuante con influencia significativa, mientras que el tránsito vehicular en la vía principal tuvo una influencia fluctuante de baja relevancia. Las mediciones oscilaron entre 59.0 y 59.2 dBA, con un promedio de 59.1 dBA, una desviación estándar de 0.10 y un coeficiente de variación de 0.17%. Lo cual refleja un nivel de ruido constante durante la jornada diurna.

Mientras que, en la jornada nocturna, a las 22:04 pm, los motores extractores de aire continuaron generando ruido estable con influencia significativa, y el tránsito vehicular mostró un impacto fluctuante de baja relevancia. Las mediciones variaron entre 58.5 y 58.9 dBA, con un promedio de 58.7 dBA, una desviación estándar de

0.16 y un coeficiente de variación de 0.28%. Estos resultados indican un nivel de ruido ligeramente superior al observado en la jornada diurna.

Tabla 9.

P6 Lindero Sur, diagonal a Isla Ecológica

Número de medición	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)
1	Diurna	17:41 pm	56.2	Nocturna	22:20 pm	58.8
2			56.0			58.5
3			56.4			58.6
4			56.0			58.9
5			56.2			58.6
Promedio			59.1			58.6
Desviación			0.16			0.16
C.V.			0.30			0.28

Elaborado por: La Autora, 2026

En la Tabla 9 se muestran los registros del punto seis, en el Lindero Sur, diagonal a Isla Ecológica. Durante la jornada diurna, a las 17:41 pm, los motores en el área de producción fueron la fuente principal de ruido fluctuante con influencia significativa, mientras que el tránsito vehicular en la vía principal tuvo una influencia fluctuante de baja relevancia. Los datos oscilaron entre 56.0 y 56.4 dBA, con un promedio de 56.2 dBA, una desviación estándar de 0.16 y un coeficiente de variación de 0.30%, que refleja un nivel de ruido moderado. Por otra parte, en la jornada nocturna a las 22:20 pm, los motores de la planta de tratamiento de agua generaron un ruido estable de influencia significativa, mientras que el tránsito vehicular tuvo una influencia fluctuante poco relevante. Las mediciones variaron entre 58.5 y 58.9 dBA, con un promedio de 58.7 dBA, una desviación estándar de 0.16 y un coeficiente de variación de 0.28%, es decir, que se observó un nivel de ruido más alto durante la noche.

Tabla 10.

P7 Lindero Sur, Diagonal a PTAR

Número de medición	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)
1	Diurna	17:54 pm	52.7	Nocturna	22:34 pm	51.9
2			52.6			51.9
3			52.4			51.6
4			52.6			51.7
5			52.8			51.6
Promedio			52.6			51.7
Desviación			0.14			0.15
C.V.			0.28			0.29

Elaborado por: La Autora, 2026

En la Tabla 10 se muestran los resultados del punto siete en el Lindero Sur, Diagonal a PTAR, a las 17:54 pm de la jornada diurna, los motores en el área de PTAR generaron un ruido fluctuante de influencia significativa, mientras que el tránsito vehicular en la vía principal presentó una influencia fluctuante mínima. Las mediciones variaron entre 52.4 y 52.8 dBA, con un promedio de 52.6 dBA, una desviación estándar de 0.14 y un coeficiente de variación de 0.28%, que indican un nivel de ruido moderado y relativamente estable registrado.

En la jornada nocturna, a las 22:34 pm, los motores de PTAR produjeron un ruido estable con influencia significativa, mientras que el tránsito vehicular presentó una influencia fluctuante poco relevante. Los datos oscilaron entre 51.6 y 51.9 dBA, con un promedio de 51.7 dBA, una desviación estándar de 0.15 y un coeficiente de variación de 0.29%, que corresponden a un nivel de ruido bajo durante la noche.

Tabla 11.
P8 Lindero Oeste, junto a Torre Eléctrica

Número de medición	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)	Jornada	Horario	L _{AeqT} (dBA)
1	Diurna	18:08 pm	53.2	Nocturna	22:49 pm	50.9
2			53.0			50.6
3			53.4			50.8
4			53.3			50.4
5			53.6			50.6
Promedio			53.3			50.6
Desviación			0.22			0.19
C.V.			0.42			0.38

Elaborado por: La Autora, 2026

La tabla 11 presenta los datos del punto ocho, en el Lindero Oeste, junto a Torre Eléctrica, durante la jornada diurna, a las 18:08 pm, los motores en el área de PTAR produjeron un ruido fluctuante con influencia significativa, mientras que el tránsito vehicular en la vía principal presentó una influencia fluctuante mínima. Las mediciones oscilaron entre 53.0 y 53.6 dBA, con un promedio de 53.3 dBA, una desviación estándar de 0.22 y un coeficiente de variación de 0.42%. Estos resultados indican un nivel de ruido moderado durante la jornada diurna.

En la jornada nocturna, a las 22:49 pm, los motores extractores de aire generaron un ruido estable con influencia significativa, mientras que el tránsito vehicular presentó una influencia fluctuante mínima. Las mediciones variaron entre 50.4 y 50.9 dBA, con un promedio de 50.7 dBA, una desviación estándar de 0.19 y un coeficiente de variación de 0.38%, es decir un nivel de ruido bajo y estable.

4.1.2. Comparación de los niveles de ruido obtenidos del monitoreo con la normativa ambiental

Los resultados obtenidos a través del monitoreo en los puntos establecidos fueron promediados y tabulados para compararlos con el límite máximo permisible según lo establecido en el Acuerdo Ministerial 097-A del Anexo 5 en la Tabla 1 de acuerdo con el uso de suelo industrial ID3/ID4 la cual determina que para fuentes fijas de ruido los decibeles permitidos en la jornada diurna son de 70 dBA y jornada nocturna son de 65 dBA.

Tabla 12.

Comparación de medias de puntos de muestreo de la industria láctea con el límite máximo permitido (dBA)

Punto	Jornada	Horario	L _{Aeq} T (dBA)	Nivel máximo permitido (dBA)	CUMPLE	NO CUMPLE
1	Diurna	16:35 pm	58.4	70	X	
2		16:47 pm	59.6		X	
3		17:00 pm	56.3		X	
4		17:14 pm	53.4		X	
5		17:27 pm	59.1		X	
6		17:41 pm	56.1		X	
7		17:45 pm	52.6		X	
8		18:08 pm	53.3		X	
1	Nocturna	21:04 pm	60.9	65	X	
2		21:19 pm	59.4		X	
3		21:34 pm	58.5		X	
4		21:50 pm	54.5		X	
5		22:04 pm	58.6		X	
6		22:20 pm	58.6		X	
7		22:34 pm	51.7		X	
8		22:49 pm	50.6		X	

Elaborado por: La Autora, 2026

En la Tabla 12 se presentan los resultados del monitoreo de ruido para el año 2024, los cuales se compararon con la normativa ambiental vigente mencionada. En la jornada diurna, todos los puntos de monitoreo cumplieron con los límites establecidos, mientras que, en la jornada nocturna, en el punto 1 el nivel de ruido se registró a 60.9 dBA, lo que representa una aproximación al límite establecido de 65 dBA durante la noche.

Los niveles de ruido registrados se encuentran asociados principalmente a la operación de maquinaria industrial y al tránsito vehicular en el entorno inmediato, los cuales constituyen fuentes relevantes de emisión sonora. Adicionalmente, la proximidad de zonas urbanas contribuye al ruido ambiental de fondo, influyendo en los valores medidos. No obstante, con el fin de sustentar de manera objetiva y

estadísticamente robusta las conclusiones derivadas de la hipótesis planteada, se aplicó una prueba t de Student para una muestra a los valores promedio de nivel de presión sonora correspondientes a los turnos diurno y nocturno.

Tabla 13.

Prueba T de Student niveles de presión sonora turno diurno

Variable	n	Media	D.E.	t	p (Unilateral D)
L _{Aeq} T (dBA)	8	56.10	2.78	-14.16	> 0.9999

Elaborado por: La Autora, 2026

Al aplicar la prueba t de Student para una muestra, de tipo unilateral (cola derecha), con un nivel de significancia de 0.05 y un valor de referencia de 70 dBA, se obtuvo una media muestral de 56.10 dBA y un p-valor de > 0.999. Dado que el p-valor es mayor que el nivel de significancia, no se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que no existe evidencia estadística suficiente para afirmar que el nivel promedio de presión sonora supere el límite máximo permisible establecido para el turno evaluado, concluyéndose que el nivel promedio de presión sonora no supera el límite máximo permisible de 70 dBA.

Tabla 14.

Prueba T de Student niveles de presión sonora turno nocturno

Variable	n	Media	D.E.	t	p (Unilateral D)
L _{Aeq} T (dBA)	8	56.60	3.82	-6.21	0.9998

Elaborado por: La Autora, 2026

De manera similar, para el turno nocturno se obtuvo una media de 56.60 dBA, con un estadístico t de -6.21 y un p-valor 0.9998, lo que indica que el nivel promedio de ruido tampoco excede el límite máximo permisible de 65 dBA. Es decir, no se encontró evidencia estadística de que los niveles de presión sonora generados por la industria láctea superen los LMP establecidos para los turnos diurno y nocturno, por lo tanto, no rechazándose la hipótesis nula planteada.

4.2. Elaboración de mapas de ruido utilizando la metodología IDW en el software QGIS para la identificación de zonas con altos niveles de ruido

Para elaborar los mapas de ruido mediante la metodología de interpolación IDW (Ponderación de Distancia Inversa), se usaron datos del monitoreo realizado el 19 de noviembre de 2024 en una industria láctea del cantón Guayaquil. El estudio incluyó los datos registrados de los 8 puntos de muestreo en la jornada diurna y nocturna, calculando el promedio logarítmico de los niveles sonoros.

A continuación, se presentan los datos utilizados en el software QGIS para la generación del mapa rasterizado de la distribución de ruido en la zona mediante una escala cromática. El análisis realizado permitió identificar las áreas con los niveles más elevados de ruido dentro del área de estudio, información que resulta fundamental para asociar las fuentes de ruido y control de la contaminación acústica.

4.2.1. Análisis de los datos obtenidos en el muestreo

En la tabla 15 se presentan los niveles de ruido registrados en los ocho puntos de monitoreo de la industria láctea durante la jornada diurna, revelando diferencias significativas según la ubicación y las fuentes de ruido predominantes.

Tabla 15.

Niveles de ruido generados en puntos de monitoreo de la industria láctea en jornada diurna

Punto	Ubicación	Coordenadas		Horario	L _{AeqT} (dBA)
		X	Y		
1	Lindero Oeste, Junto a TONIMARKET	619631 E	9771679 S	16:35 pm	58.4
2	Lindero Norte, Junto a Cuarto Eléctrico	619570 E	9771869 S	16:47 pm	59.6
3	Lindero Norte, Frente a Edificio Administrativo	619743 E	9771929 S	17:00 pm	56.3
4	Lindero Este, Junto a Lavado de Tanqueros	619878 E	9771891 S	17:14 pm	53.4
5	Lindero Este, Junto a Cárcamo de Bombeo	619894 E	9771724 S	17:27 pm	59.1
6	Lindero Sur, Diagonal a Isla Ecológica	619919 E	9771509 S	17:41 pm	56.1
7	Lindero Sur, Diagonal a PTAR	619811 E	9771452 S	17:45 pm	52.6
8	Lindero Oeste, Junto a Torre Eléctrica	619715 E	9771544 S	18:08 pm	53.3

Elaborado por: La Autora, 2026

En el punto 1, el lindero oeste junto a TONIMARKET, mostró un nivel de 58.4 dBA a las 16:35 pm, destacando por su cercanía al tránsito vehicular y actividades industriales. Por otro lado, el punto 2, situado en el lindero norte junto al cuarto eléctrico, registró el nivel más alto del monitoreo con 59.6 dBA a las 16:47 pm, posiblemente influenciado por la operación de equipos eléctricos en el área.

Mientras que, en el tercer punto, frente al edificio administrativo en el lindero norte, se presentó un nivel de 56.3 dBA a las 17:00 pm, lo que podría asociarse a actividades administrativas y menor exposición a fuentes de ruido externas. En contraste, el punto 5, en el lindero este junto al cárcamo de bombeo, alcanzó un nivel de 59.1 dBA a las 17:27 pm, atribuido al uso de maquinaria de bombeo. Los niveles más bajos se encontraron en los puntos 7 y 8, diagonal a la PTAR y junto a

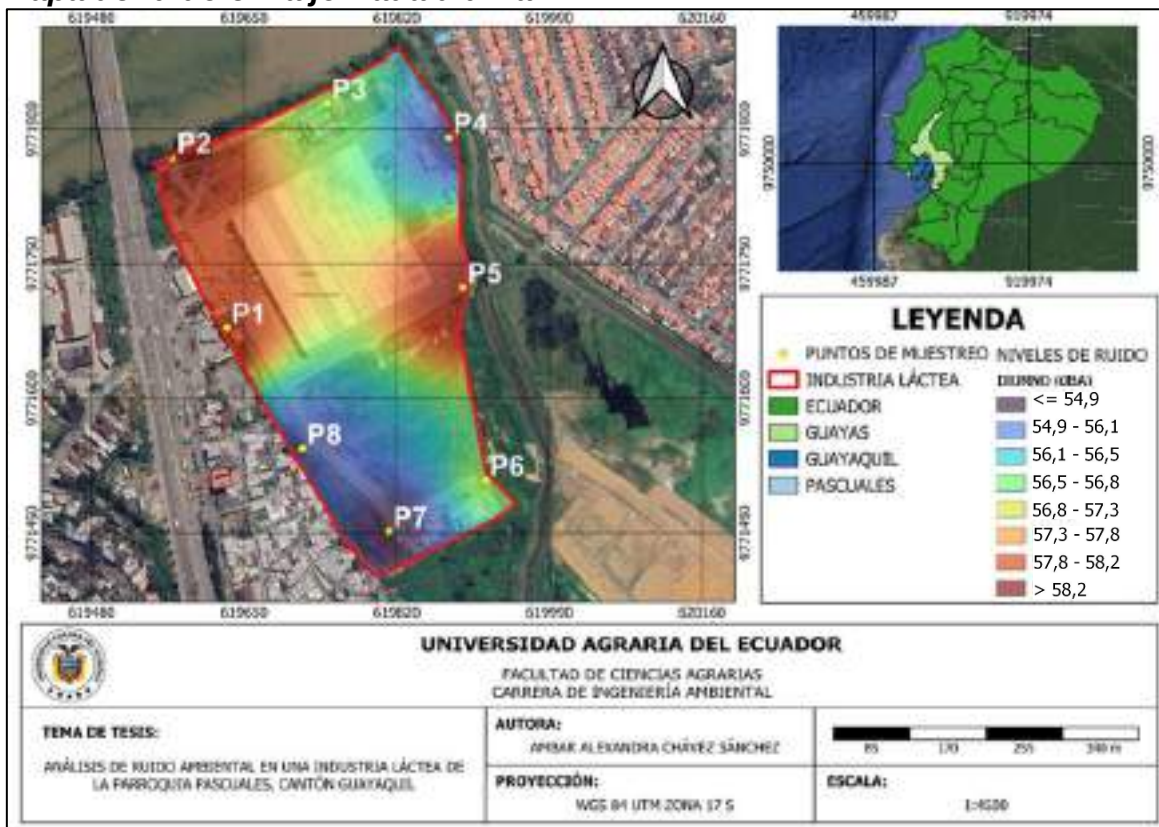
la torre eléctrica, con 52.6 dBA y 53.3 dBA respectivamente, reflejando una menor intensidad de fuentes de ruido en esas áreas.

Este análisis permitió identificar los puntos 2 y 5 como zonas críticas debido a los niveles más altos registrados con respecto a la presión sonora, probablemente relacionados con la maquinaria y la actividad eléctrica. Esto sugiere la necesidad de evaluar y proponer medidas de minimización, especialmente si afectan áreas sensibles o contribuyen al ruido ambiental en la región.

El mapa de ruido, elaborado mediante la metodología IDW, muestra el análisis espacial correspondiente a la jornada diurna en la industria láctea ubicada en la parroquia Pascuales, cantón Guayaquil, dentro de la zona UTM 17S con el datum WGS 84. La zona de estudio está delimitada por un polígono rojo y los puntos amarillos representan los puntos de monitoreo, proporcionando una visualización clara de las ubicaciones evaluadas, como se detalla en la figura a continuación.

Figura 2.

Mapa de ruido en la jornada diurna



Elaborado por: La Autora, 2026

Como se observa en la figura 2, los valores más elevados de ruido se concentran en la zona noreste, principalmente en los puntos cercanos a la industria (P1 y P2), con rangos entre 57,51 y 59,00 dB, representados en colores naranja y

rojo. En contraste, las zonas ubicadas hacia el sur y sureste (P6 y P7) presentan los niveles más bajos, con valores entre 52,00 y 53,74 dB, representados en tonos morados y azules, lo que evidencia una disminución progresiva del ruido a medida que aumenta la distancia respecto a la fuente principal. Los puntos intermedios (P3, P4, P5 y P8) registran niveles moderados, entre 55,08 y 56,80 dB, lo cual constituye una transición entre las áreas de mayor y menor impacto. En conjunto, esta representación gráfica permitió identificar las zonas críticas con mayores niveles de contaminación acústica, asociadas a las actividades de la industria láctea, constituyendo un insumo fundamental para la implementación de medidas de gestión y mitigación del ruido ambiental.

La Tabla 16 documenta los niveles de ruido registrados durante la jornada nocturna en ocho puntos de monitoreo dentro de la industria láctea, proporcionando una visión clara de la distribución acústica en este periodo. Los valores obtenidos oscilan entre 50.6 dBA y 60.9 dBA, con el nivel más alto en el punto 1 (lindero oeste junto a TONIMARKET) y el más bajo en el punto 8 (lindero oeste junto a la torre eléctrica). Este patrón resalta las diferencias en la intensidad del ruido dependiendo de la ubicación y las actividades específicas cercanas a cada punto.

Tabla 16.

Niveles de ruido generados en puntos de monitoreo de la industria láctea en jornada nocturna

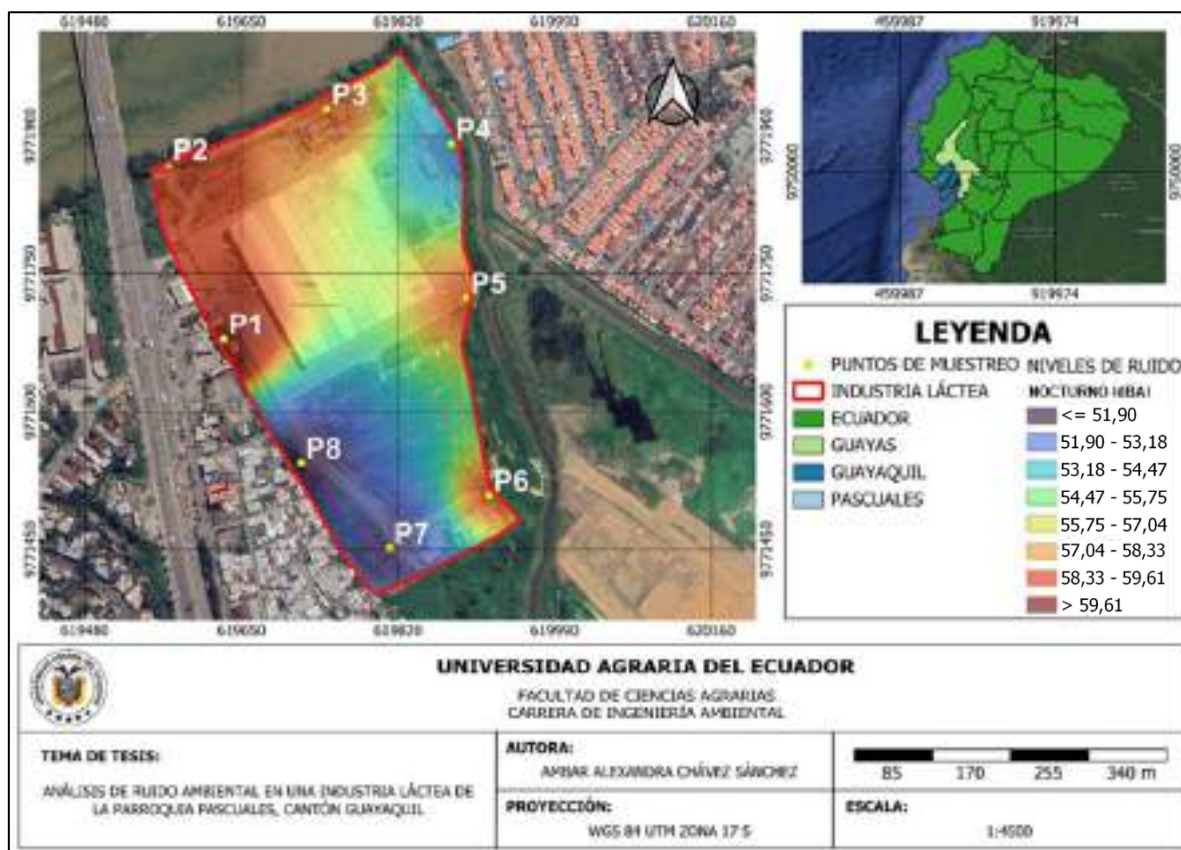
Punto	Ubicación	Coordenadas		Horario	L _{AeqT} (dBA)
		X	Y		
1	Lindero Oeste, Junto a TONIMARKET	619631 E	9771679 S	21:04 pm	60.9
2	Lindero Norte, Junto a Cuarto Eléctrico	619570 E	9771869 S	21:19 pm	59.4
3	Lindero Norte, Frente a Edificio Administrativo	619743 E	9771929 S	21:34 pm	58.5
4	Lindero Este, Junto a Lavado de Tanqueros	619878 E	9771891 S	21:50 pm	54.5
5	Lindero Este, Junto a Cárcamo de Bombeo	619894 E	9771724 S	22:04 pm	58.6
6	Lindero Sur, Diagonal a Isla Ecológica	619919 E	9771509 S	22:20 pm	58.6
7	Lindero Sur, Diagonal a PTAR	619811 E	9771452 S	22:34 pm	51.7
8	Lindero Oeste, Junto a Torre Eléctrica	619715 E	9771544 S	22:49 pm	50.6

Elaborado por: La Autora, 2026

El análisis de estos datos sugiere que los puntos más cercanos a áreas de mayor actividad operativa o tránsito vehicular, como los puntos 1, 2 y 6, presentan los niveles más elevados de ruido. Por otro lado, los puntos ubicados en zonas con menor actividad, como el punto 8, muestran niveles considerablemente más bajos.

Esta información es crucial para evaluar el cumplimiento de los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente y para identificar áreas donde las condiciones acústicas podrían representar un riesgo para la calidad de vida de las comunidades cercanas o los trabajadores dentro de la industria.

Figura 3.
Mapa de ruido en la jornada nocturna



Elaborado por: La Autora, 2026

En la figura 3, el mapa de ruido presenta los niveles de ruido de la jornada nocturna, los valores más elevados se concentran en la zona noroeste, principalmente en los puntos de muestreo cercanos a la industria (P1 y P2), con rangos que alcanzan entre 58,08 y 60,00 dB, representados en colores naranja intenso y rojo. Estos valores evidencian que el mayor impacto acústico se localiza en el perímetro inmediato de la planta, donde las actividades industriales generan un incremento significativo del nivel sonoro.

En contraste, las zonas ubicadas hacia el sur y sureste del área de estudio (P6 y P7) muestran los valores más bajos de ruido, con un rango entre 50,00 y 53,14 dB, representados en tonos azules. Esto refleja una atenuación progresiva de los niveles sonoros a medida que aumenta la distancia respecto a la fuente

emisora. Los puntos intermedios (P3, P4, P5 y P8) presentan valores moderados, entre 55,36 y 56,93 dB, lo que evidencia una transición entre las áreas críticas y las de menor afectación acústica.

En comparación con los mapas de ruido diurno y nocturno se evidencia que durante el día se registran niveles de presión sonora más elevados en las zonas cercanas a la vía principal y a las áreas operativas de la industria láctea, alcanzando valores entre 56,80 y 59,00 dB. En contraste, en el periodo nocturno los niveles disminuyen levemente, oscilando entre 56,93 y 60,00 dB, aunque se mantienen en rangos similares en los puntos más críticos (P1 y P2). Esto indica que, si bien existe una ligera reducción en algunas áreas durante la noche, la actividad industrial y el tráfico vehicular continúan generando un impacto acústico significativo en el entorno, lo cual sugiere la necesidad de medidas de minimización para garantizar el cumplimiento de la normativa y reducir la exposición prolongada al ruido en la parroquia Pascuales.

Además, el uso de elementos cartográficos como la escala gráfica y la orientación facilita la interpretación del impacto acústico en el entorno. De esta manera, se observa que las zonas ubicadas al suroeste y noreste presentan los niveles más bajos de presión sonora, mientras que el resto del área se registran valores más elevados, lo que evidencia la necesidad de implementar medidas que permitan reducir y controlar la contaminación acústica en la zona.

4.3. Análisis de la correlación entre los niveles de ruido ambiental y los componentes meteorológicos (temperatura, humedad y velocidad del viento) a través de Python durante los años 2022, 2023 y 2024

Los datos recopilados del monitoreo de ruido ambiental realizado en los años 2022, 2023 y 2024 provienen de ocho puntos de muestreo (Anexo 7). Esta información fue procesada mediante herramientas de análisis estadístico y Python, generando gráficos en series temporales que facilitan la interpretación de la correlación entre los niveles de ruido registrados en los puntos de muestreo y las condiciones meteorológicas: temperatura, velocidad del viento y humedad.

En la tabla 17, se muestran las estadísticas descriptivas de la jornada diurna, incluyendo la media, varianza, desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variación (C.V.), que permiten evaluar la variabilidad y distribución de los datos a lo largo del tiempo en un periodo que comprende los años 2022, 2023 y 2024. El análisis de

estas estadísticas sirve para comprender cómo las condiciones ambientales podrían influir en los niveles de ruido de los años estudiados.

Tabla 17.

Resumen estadístico de los niveles de ruido y componentes meteorológicos de la jornada diurna (2022-2024)

Componente	Año	n	Media	Variación	D.E.	C.V.
LAeqT (dBA)	2022	8	56.61	14.15	3.76	6.65
	2023	8	57.69	4.43	2.11	3.65
	2024	8	56.10	7.71	2.78	4.95
Temperatura (°C)	2022	8	30.00	0.00	0.00	0.00
	2023	8	30.00	0.00	0.00	0.00
	2024	8	26.00	0.00	0.00	0.00
Humedad (%)	2022	8	51.00	0.00	0.00	0.00
	2023	8	51.00	0.00	0.00	0.00
	2024	8	68.00	0.00	0.00	0.00
Velocidad del viento (m/s)	2022	8	0.81	0.0013	0.04	4.35
	2023	8	0.51	0.10	0.31	60.31
	2024	8	0.40	0.00	0.00	0.00

Elaborado por: La Autora, 2026

Los niveles de ruido muestran ligeras variaciones a lo largo de los años, con una media de 56.61 dBA en 2022, 57.69 dBA en 2023 y 56.10 dBA en 2024. La desviación estándar (D.E.) y el coeficiente de variación (C.V.) indican que 2023 tuvo mayor estabilidad, mientras que 2022 y 2024 tuvieron mayor dispersión.

En cuanto a los parámetros meteorológicos, la temperatura se mantuvo constante en 2022 y 2023, con un descenso de temperatura en 2024, mientras que la humedad varió aumentando en 2024, con un promedio de 68%. Por su parte la velocidad del viento mostró una disminución progresiva, siendo más variable en 2023 con un C.V de 60.31. Esto resalta una relativa estabilidad en los niveles de ruido y variaciones más pronunciadas en algunos parámetros meteorológicos, especialmente la humedad y la velocidad del viento en la jornada diurna.

En el anexo 8 se muestran los registros de los niveles de ruido ambiental y los parámetros meteorológicos correspondientes al mismo período de tiempo (2022, 2023 y 2024), pero en el horario nocturno. Estos datos permiten analizar si las condiciones ambientales, como la temperatura, humedad y velocidad del viento, afectan los niveles de ruido durante la noche.

En la tabla 18, se muestran las estadísticas descriptivas de la jornada nocturna, con la finalidad de evaluar la variabilidad y distribución del segundo

periodo de muestreo, lo que facilita la comprensión de cómo las condiciones ambientales influyen en el comportamiento del ruido en esta franja horaria.

Tabla 18.

Resumen estadístico de los niveles de ruido y componentes meteorológicos de la jornada nocturna (2022-2024)

Componente	Año	n	Media	Variación	D.E.	C.V.
L _{Aeq} T (dBA)	2022	8	55.55	14.52	3.81	6.86
	2023	8	55.61	3.56	1.89	3.39
	2024	8	56.60	14.62	3.82	6.76
Temperatura (°C)	2022	8	26.00	0.00	0.00	0.00
	2023	8	30.00	0.00	0.00	0.00
	2024	8	25.00	0.00	0.00	0.00
Humedad (%)	2022	8	58.00	0.00	0.00	0.00
	2023	8	51.00	0.00	0.00	0.00
	2024	8	66.88	13.84	3.72	5.56
Velocidad del viento (m/s)	2022	8	1.20	0.00	0.00	0.00
	2023	8	0.81	0.0013	0.04	4.35
	2024	8	0.60	0.00	0.00	0.00

Elaborado por: La Autora, 2026

Los datos revelan que el nivel de ruido se mantuvo relativamente estable a lo largo de los tres años, con ligeras variaciones entre 2022 (55.55 dBA), 2023 (55.61 dBA) y 2024 (56.60 dBA). A pesar de algunas fluctuaciones, no se observó una tendencia clara, lo que sugiere que los niveles de ruido podrían haber estado influenciados por factores distintos a las condiciones meteorológicas.

Por otra parte, para los parámetros meteorológicos, la temperatura permaneció constante en 26°C y 30°C durante el 2022 y 2023, y descendió a 25°C en 2024. Mientras que, la velocidad del viento presentó una disminución progresiva, con una media de 1.2 m/s en 2022, 0.81 m/s en 2023 y 0.60 m/s en 2024.

Antes de realizar un análisis detallado, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar si los datos seguían una distribución normal, puesto que este dato influye en la elección de pruebas estadísticas, donde un valor de $p < 0.05$ indica si existe una distribución normal de datos, rechazando la hipótesis nula de normalidad y orienta a la elección del estadístico no paramétricos.

Tabla 19.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la jornada diurna

Componente	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
L _{Aeq} T (dBA)	24	56.80	2.91	0.92	0.1483
Temperatura (°C)	24	28.67	1.93	0.56	<0.0001
Humedad (%)	24	56.67	8.19	0.56	<0.0001
Velocidad del viento (m/s)	24	0.58	0.25	0.76	<0.0001

Elaborado por: La Autora, 2026

En el caso del nivel de ruido (L_{AeqT}), con un valor de $W = 0.92$ y $p = 0.1483$, los datos no presentan evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad, lo que sugiere que siguen una distribución normal. Sin embargo, la temperatura, la humedad y la velocidad del viento tienen valores de $p < 0.0001$, indicando que no cumplen con la suposición de normalidad. Esto significa que, para estas variables meteorológicas, es más adecuado utilizar pruebas no paramétricas.

En la tabla 20, el nivel de ruido presenta un valor de $p = 0.0608$, lo que sugiere que los datos se ajustan a una distribución normal, similar a lo observado en la jornada diurna. En cambio, las variables meteorológicas continúan mostrando valores de $p < 0.0001$, lo que indica que no siguen una distribución normal. Esta consistencia entre ambos conjuntos de datos refuerza la idea de que estas variables no cumplen con los supuestos de normalidad, por lo que fue necesario utilizar un enfoque no paramétrico para el análisis de correlación adecuado.

Tabla 20.

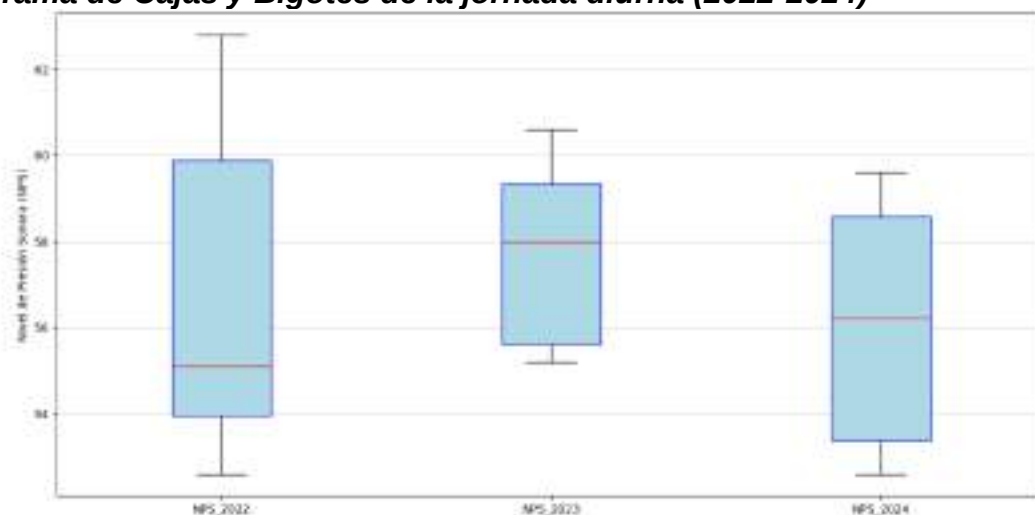
Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la jornada nocturna

Componente	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
L_{AeqT} (dBA)	24	55.92	3.19	0.90	0.0608
Temperatura (°C)	24	27.00	2.21	0.67	<0.0001
Humedad (%)	24	58.63	6.95	0.81	<0.0001
Velocidad del viento (m/s)	24	0.87	0.25	0.74	<0.0001

Elaborado por: La Autora, 2026

A continuación, el diagrama de cajas y bigotes presentado ilustra la distribución de los niveles de presión sonora (NPS) registrados durante los años 2022, 2023 y 2024. Este gráfico permite identificar de forma gráfica la variabilidad, los valores atípicos y las tendencias generales en los niveles de ruido ambiental. Este análisis es clave para evaluar posibles cambios o patrones en estos años y sirve como base para tomar medidas correctivas o preventivas en la gestión del ruido.

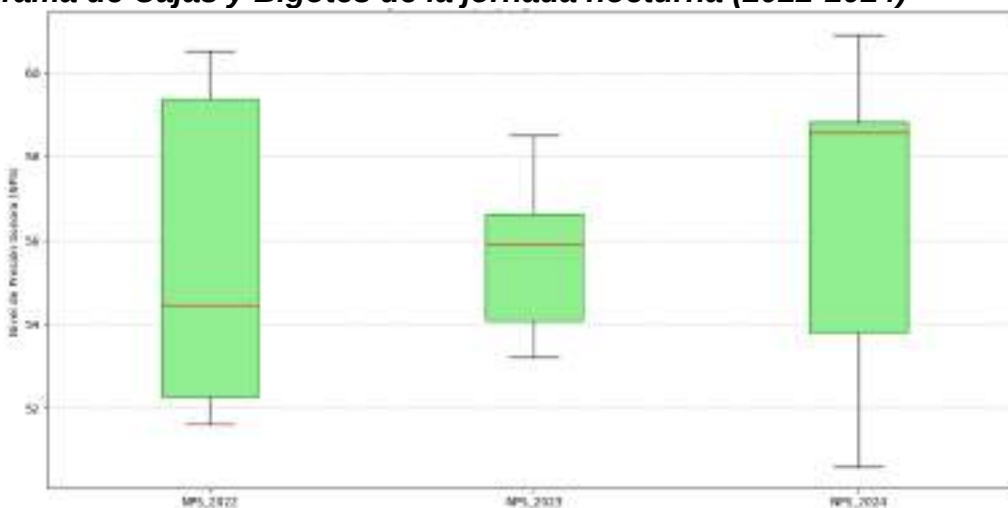
Figura 4.
Diagrama de Cajas y Bigotes de la jornada diurna (2022-2024)



Elaborado por: La Autora, 2026

A partir de la figura 4, se observa una mayor variabilidad en los niveles de presión sonora durante 2022, con valores que oscilan ampliamente entre los cuartiles y un rango total más amplio en comparación con los otros años. En contraste, en el año 2023 se presenta una distribución más concentrada alrededor de la mediana, reflejando una estabilidad mayor en los niveles de ruido, donde los valores mínimos son más altos. Para 2024, aunque se aprecia un incremento en la dispersión en comparación con 2023, el rango máximo es menor que en 2022, lo que sugiere una ligera mejora en el control del ruido o en las condiciones ambientales que lo influyen, es decir condiciones meteorológicas, actividad humana o industrial.

Figura 5.
Diagrama de Cajas y Bigotes de la jornada nocturna (2022-2024)



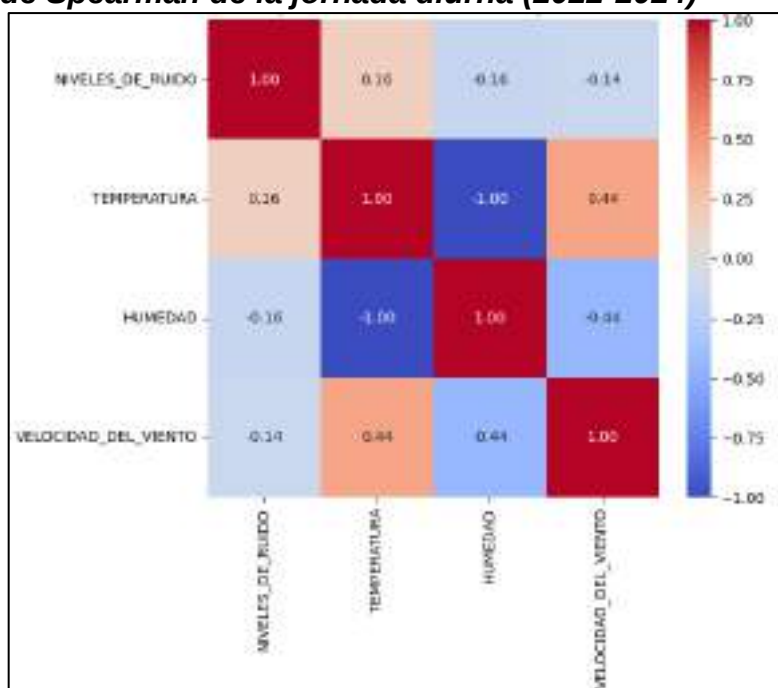
Elaborado por: La Autora, 2026

En la figura 5 se observa una distribución similar por año para la jornada nocturna, puesto que para el año 2023 la mediana también está más centrada dentro de la caja. Asimismo, se percibe una disminución en el límite máximo de la presión sonora en 2024 en comparación con 2022 y una cercanía al límite inferior del 2023, lo que sugiere una mayor concentración de datos en 2024 con niveles de presión sonora más elevados que en comparación con el 2023.

Estos patrones sugieren que, aunque los niveles extremos de presión sonora se han reducido, los niveles del 2024 fueron más elevados, lo que podría indicar la influencia de factores externos o cambios en las condiciones ambientales. Por esta razón, debido a que los datos no tienen una distribución normal se realizó una prueba no paramétrica de correlación de Spearman, entre los NPS y los factores ambientales para evaluar su impacto en los niveles de presión sonora.

Figura 6.

Correlación de Spearman de la jornada diurna (2022-2024)



Elaborado por: La Autora, 2026

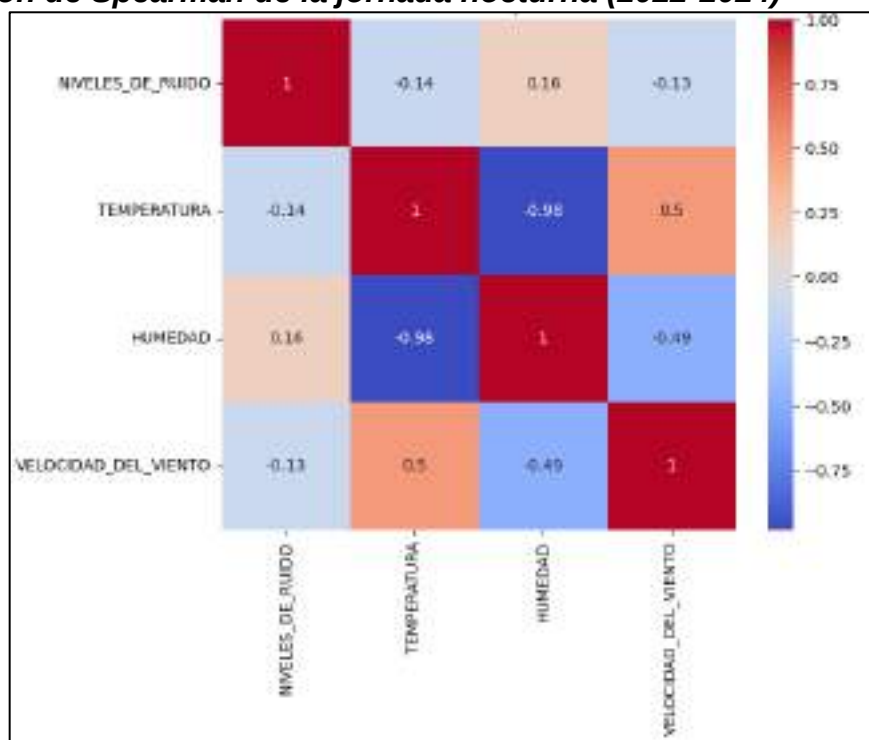
Los resultados de la correlación de Spearman de los niveles de ruido con la temperatura son de -0.14, sugiriendo una ligera disminución de los niveles de ruido con el aumento de la temperatura. Con la humedad, la correlación es de 0.16, indicando una leve tendencia a un incremento del nivel de ruido. Mientras que la correlación con la velocidad del viento es de -0.13, mostrando una disminución marginal del nivel de ruido con el aumento de la velocidad del viento. Sin embargo,

las relaciones entre estas variables fueron débiles, sugiriendo que los factores estudiados no tienen un impacto significativo en los niveles de presión sonora.

En cuanto a las relaciones entre los componentes ambientales, la correlación entre temperatura y humedad es de -0.98, lo que refleja una fuerte relación inversa coherente. Además, la correlación entre temperatura y velocidad del viento es de 0.5, lo que sugiere una relación moderadamente positiva, indicando que el aumento de la temperatura tiende a estar asociado con un incremento en la velocidad del viento. A continuación, se presenta la gráfica para la jornada nocturna.

Figura 7.

Correlación de Spearman de la jornada nocturna (2022-2024)



Elaborado por: La Autora, 2026

Al comparar los resultados de la jornada nocturna con la jornada diurna, se observan algunas diferencias clave en las relaciones entre el nivel de ruido y los componentes ambientales. A diferencia de la jornada diurna, la correlación con la temperatura en la noche es positiva (0.16), aunque igualmente débil, lo que indica una ligera tendencia a que los niveles de ruido aumenten con la temperatura, lo que marca una diferencia con el comportamiento observado durante el día.

En ambas jornadas, las correlaciones con la humedad y la velocidad del viento son débiles y negativas. En el periodo nocturno, la correlación con la humedad es de -0.16, mientras que en el periodo diurno es de 0.16. De manera similar, la correlación con la velocidad del viento durante la noche es de -0.14, frente

a -0.13 durante el día. Aunque las diferencias son mínimas, estos valores reflejan ligeras variaciones entre las dos jornadas que podrían ser objeto de análisis más detallado. Debido a que no se identificó una correlación clara entre los componentes meteorológicos y los niveles de ruido, lo que indica que otros factores podrían influir en las mediciones. Aunque los parámetros meteorológicos parecen tener cierto impacto, se requieren análisis adicionales para confirmar relaciones significativas.

4.4. Propuesta de medidas de minimización para el control de factores que generan contaminación acústica

El ruido ambiental representa un problema significativo en la zona de estudio, generado principalmente por diversas actividades industriales, lo que afecta en la calidad de vida a niveles elevados de ruido. Ante esta problemática, fue necesario plantear propuestas de medidas de minimización orientadas a reducir las emisiones sonoras generadas por la industria láctea en la parroquia Pascuales, cantón Guayaquil.

Para la formulación de las medidas de minimización, se desarrollaron diversas acciones, entre ellas: la recopilación de información sobre las condiciones acústicas del área de estudio, la selección estratégica de puntos de medición, el uso de un sonómetro Tipo II para registrar los niveles de ruido, el análisis espacial mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el análisis de correlación de los datos obtenidos en los monitoreos realizados durante los periodos 2022, 2023 y 2024.

Objetivo

- Proponer medidas de minimización de los niveles de presión sonora para el control de factores que generan ruido ambiental en la industria láctea con el fin de reducir efectos negativos en el medio ambiente.

Las medidas de minimización para el control de factores que generan contaminación acústica se ubican en el anexo 10.

5. DISCUSIÓN

La evaluación de los niveles de presión sonora en una industria láctea ubicada en la parroquia Pascuales, cantón Guayaquil, provincia del Guayas, mediante el monitoreo de ruido ambiental, evidenció que los valores registrados se mantuvieron dentro de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A. Sin embargo, se identificaron particularidades relevantes, ya que en el período diurno se mantuvieron dentro de los parámetros, alcanzando un rango promedio de valores comprendido entre 52.6 y 59.6 dBA, mientras que en el período nocturno se registró un rango promedio de valores entre 50.6 y 60.9 dBA. Esto coincide con estudios según Massa Palacios et al. (2021), quienes evaluaron el nivel de ruido ambiental mediante un sonómetro durante un periodo comprendido entre las 9:00 a.m. y las 3:00 p.m., y señalaron que niveles elevados de ruido pueden generar alteraciones fisiológicas como perturbaciones del sueño, incremento del estrés y disminución del rendimiento cognitivo. De forma similar, Meneses y Ávila (2024) aplicaron la metodología establecida en la normativa ambiental del Ecuador utilizando un sonómetro, registrando 10 muestras por fuente emisora de ruido mediante el método de medición de 15 segundos con filtro en ponderación [A] y [C], identificando que el 52% de FFR sobrepasaron los valores permitidos y que el 53,4% de las actividades evaluadas resultaron incompatibles con el territorio, alcanzando valores de 70 dB para FMR.

En este sentido, los datos obtenidos en el presente estudio sugieren la existencia de un impacto acústico significativo, a pesar de encontrarse dentro del marco normativo.

Por otra parte, la distribución espacial del ruido obtenida mediante la interpolación IDW determinó que las zonas más cercanas a maquinarias, motores eléctricos y equipos de refrigeración concentraron niveles de ruido más elevados, alcanzando valores aproximados de 59.6 dBA durante el horario diurno y 60.9 dBA en el horario nocturno. Estos resultados presentan similitudes con el estudio de González et al. (2023), quienes registraron y analizaron los niveles de presión sonora generados por la influencia de ruido de los automotores y por fuentes fijas, a partir de un mínimo de 12 mediciones, utilizando el método de interpolación IDW para la elaboración de mapas de ruido. Dicho análisis permitió identificar zonas con mayores niveles de ruido, alcanzando valores de hasta 86.2 dB en el período diurno y 82.9 dB en el período nocturno. Asimismo, Romero et al. (2024) monitorearon 25

puntos críticos en un horario entre las 07:00am hasta las 19:00pm, representando esos valores mediante mapas temáticos de ruido elaborados con el método Kriging, indicando rangos superiores a 70 dBA que, en determinados momentos del día, sobrepasaron el límite máximo permisible establecido en la normativa ambiental nacional.

En términos temporales, los niveles de ruido registrados entre 2022 y 2024 mostraron una estabilidad notable, con un comportamiento especialmente homogéneo en 2023, mientras que en 2022 y 2024 se observó una mayor variabilidad. Esta fluctuación podría relacionarse con cambios operativos, como son el mantenimiento de equipos o condiciones ambientales particulares de cada año. En contraste, estudios como el de Hernández et al. (2021) revelan tendencias crecientes sostenidas del ruido urbano en períodos largos debido al incremento del parque automotor, fenómeno no observado en este caso en la parroquia Pascuales debido al carácter más controlado de las fuentes sonoras industriales.

Respecto a la interacción entre el ruido y los factores meteorológicos, el análisis de correlación de Spearman evidenció relaciones débiles entre LAeqT con temperatura, humedad y velocidad del viento, lo que sugiere que, bajo las condiciones del estudio, los factores ambientales no influyen de manera significativa en la variabilidad del ruido. No obstante, se observó que, en la jornada diurna, la asociación positiva entre ruido y temperatura se explica por el incremento térmico derivado de la radiación solar y el aumento simultáneo de las actividades operativas. De manera similar, en la jornada nocturna, la relación positiva entre ruido y humedad se asocia al descenso de la temperatura y a la continuidad de las actividades logísticas. El contraste con investigaciones como la de Chura (2021), donde sí se observaron correlaciones significativas entre ruido y velocidad del viento o humedad, indica que la influencia climática varía más intensamente en contextos urbanos de alto flujo vehicular, mientras que en entornos industriales prevalece la contribución dominante de las fuentes fijas sobre las condiciones atmosféricas.

Por lo tanto, la propuesta de medidas de minimización para reducir el impacto acústico y fortalecer la conciencia ambiental, siguiendo el enfoque de López et al. (2021), quienes resaltan la implementación de medidas de control para la atenuación de niveles peligrosos de ruido mediante la evaluación de riesgos identificando la fuente de origen y medición del ruido y el estudio de Torres (2023),

enfatisa la necesidad de integrar acciones de control acústico como parte de la gestión ambiental y ocupacional en instalaciones industriales modernas. En conjunto, la evidencia del caso de la industria láctea en Pascuales sugiere que, aunque no existen incumplimientos normativos relevantes dentro del marco industrial, sí se requiere fortalecer las estrategias de mitigación para evitar futuros incrementos y reducir la exposición prolongada, particularmente durante la jornada nocturna.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los niveles de presión sonora registrados en los ocho puntos de monitoreo de la industria láctea ubicada en la parroquia Pascuales, cantón Guayaquil, se mantuvieron por debajo del límite máximo permisible (LMP) establecido en el Anexo 5 del Acuerdo Ministerial 097-A. En el período diurno (70 dBA) los valores oscilaron entre 52.6 y 59.6 dBA, mientras que en el período nocturno (65 dBA) se registraron niveles entre 50.6 y 60.9 dBA, evidenciándose el cumplimiento de la normativa.

El análisis espacial mediante el mapa de ruido evidenció un comportamiento coherente en la propagación sonora, observándose una disminución progresiva de los niveles de ruido conforme aumenta la distancia respecto a las fuentes emisoras. En la jornada diurna se registraron valores máximos de 59.6 dBA; sin embargo, en la jornada nocturna se registraron niveles más elevados, con un máximo de 60.9 dBA, lo que refleja una mayor incidencia de las actividades operativas y logísticas desarrolladas en este horario.

El análisis estadístico determinó que las variables meteorológicas evaluadas como temperatura, humedad y velocidad del viento presentaron correlaciones débiles con los niveles de presión sonora, lo que indica que no influyen de manera significativa en el comportamiento acústico. En la jornada diurna, la relación positiva entre ruido y temperatura se debe al incremento por radiación solar y actividades operativas; mientras que, en la jornada nocturna, la relación entre ruido y humedad aumenta por el descenso de temperatura y la continuidad de actividades logísticas.

En relación con la hipótesis planteada, no se rechazó la hipótesis nula para ambos períodos evaluados, debido a que los niveles de ruido promedio registrados en todos los puntos de monitoreo se mantuvieron por debajo de los límites máximos permisibles. No obstante, la identificación de puntos críticos y la presencia de valores relativamente elevados durante la noche evidencian la necesidad de fortalecer las medidas de minimización, especialmente en áreas donde las fuentes fijas operan de manera continua.

Finalmente, la implementación de medidas orientadas a la minimización de la contaminación acústica permitirá reducir los efectos adversos del ruido, garantizar el cumplimiento de la normativas ambiental vigente, promover una operación industrial más sostenible y mejorar el bienestar en el entorno de la industria láctea.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda evaluar la redistribución de los turnos de trabajo y ajustar los horarios de operación de las máquinas más ruidosas, priorizando su uso durante el día para disminuir la exposición al ruido en horario nocturno.

Asimismo, es conveniente adoptar tecnologías modernas y silenciosas o, en caso de ser necesario, reemplazar los equipos obsoletos que generan mayores niveles de ruido en las áreas de trabajo.

Es importante realizar revisiones técnicas periódicas y mantenimiento preventivo en las máquinas y equipos generadores de ruido, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento y evitar aumentos innecesarios en los niveles sonoros.

También se recomienda desarrollar programas de capacitación enfocados en sensibilizar al personal sobre el impacto del ruido y promover prácticas operativas que contribuyan a su reducción, fortaleciendo una cultura organizacional responsable con el ambiente.

Además, resulta útil establecer un sistema de monitoreo continuo que registre los niveles de ruido y las condiciones meteorológicas, ya que esto permitirá identificar patrones, evaluar tendencias y actuar oportunamente a situaciones críticas.

Finalmente, se considera necesario realizar estudios que incluyan el análisis del tráfico vehicular, con el objetivo de comprender su influencia en los niveles de ruido y mejorar estrategias de control.

BIBLIOGRAFÍA

- Alava, M., & Niskanen, K. (2006). La física del papel. *Rep Prog Phys. Informes sobre el progreso de la física*, 69(3), 669-723. <https://doi.org/10.1088/0034-4885/69/3/R03>
- Amable Álvarez, I., Méndez Martínez, J., Delgado Pérez, L., Acebo Figueroa, F., De Armas Mestre, J., y Rivero Llop, M. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista médica electrónica*, 39(3), 640-649. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es.
- Arias Prado, N., Escamilla Hernández, E., Nakano Miyatake, M., y Perez Meana, H. (2022). Desarrollo de un sistema para cancelación activa de ruido. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 10(4), 173-180. <https://doi.org/10.29057/icbi.v10iEspecial4.9138>
- Armijos, F. (2018). *Predicción de Ruido por Tráfico vehicular y elaboración de mapa de ruido utilizando el modelo HARMONOISE del Centro Histórico de Cuenca*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15595>
- Betancourt Morffis, U., y Almeda Barrios, Y. (2022). Elaboración de mapas de ruido en el centro histórico de la ciudad de Matanzas, Cuba. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 37(2), 677-717. <https://doi.org/10.24201/edu.v37i2.2026>
- Bravo Mendoza, J. H. (2022). *Evaluación de los índices de contaminación acústica que afectan la calidad sonora y propuesta de mitigación en la Avenida 9 de Octubre*. Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BRAVO%20MENDOZA%20JOS%C3%>
- Challenger Pérez, I., Díaz Ricardo, Y., y Becerra García, R. (2014). El lenguaje de programación Python. *Ciencias Holguín*, 20(2), 1-13.
- Chaux Alvarez, L., y Acevedo, B. (2019). Evaluación de ruido ambiental en alrededores a centros médicos de la localidad Barrios Unidos, Bogotá. *Revista científica del Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distral Francisco Jose de Caldas*, 35(32), 234. <https://doi.org/10.14483/23448350.13983>

- Chura, J. (2021). *Medición de la Presión Sonora del Parque Automotor en los Centros Comerciales del distrito Alto de la Alianza, Tacna*. [Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna]: <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1659>
- Cirrus Research plc. (2016). *Guía de terminología para la medición del ruido ambiental*. <https://cirrusresearch.com/es/ebook/guia-de-terminologia-para-la-medicion-del-ruido-ambiental/#download>
- Código Orgánico de Ambiente [COA]. (2017). *Registro Oficial N° 983*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_C%C3%B3digo-Org%C3%A1nico-Ambiente.pdf
- Código Orgánico Del Ambiente [COA]. (12 de abril de 2017). https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Constitución de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). *Ministerio del Ambiente, Agua y transición ecológica*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>
- Cortés Díaz, J. (2018). Agentes físicos ambientales I. Ruido y vibraciones. Evaluación y control de riesgo. En *Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales* (11ª ed., p. 450). Tébar Flores.
- Cortez Oyola, M., y Chero Arana, B. (2021). La contaminación acústica y su impacto en el desarrollo de la vida marina. *Revista Científica de Biología y Conservación*, 1(2), 50-66. <https://doi.org/10.58720/ibs.v1i2.18>
- Echeverri Londoño, A., y González Fernández, E. (2011). Protocolo Para Medir La Emisión De Ruido Generado Por Fuentes Fijas. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 10(18), 51-59. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242011000100006&lng=en&tlng=es.
- Gamero Motta, H. (2020). Comparación de los niveles de ruido, normativa y gestión de ruido ambiental en Lima y Callao respecto a otras ciudades de Latinoamérica. *Revista Kawsaypacha*, 5, 107-142. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202001.004>

- García, P. (2021). *¿Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica?* Geoinnova: <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/>
- González Soto, F., Montenegro Benalcázar, V., Ramos Azu, J., y Muñoz Naranjo, D. (2023). Evaluación de emisiones de ruido, barrio Valdivia, Guayaquil. *Revista ESPAMCIENCIA*, 14(1), 1-17. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v14i1.356
- Hernández Ocampo, R. V., Chunchu Morocho, C. G., García Matailo, S. R., León Celi, C. F., Castillo Villalta, J. A., Puertas Azanza, A. C., . . . Cabrera Sinche, Y. A. (2021). Situación actual y predicción del ruido vehicular en la zona urbana de la ciudad de Loja (Ecuador). *CEDAMAZ*, 11(02), 99-106. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v11i21177>
- Hidalgo, D., Sanz, S., Buhigas, J., y De la Fuente, J. (2022). Desarrollo de sistemas de medición y mitigación de emisiones y ruido procedentes del transporte integrados en infraestructuras. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 4(359-363), 97. <https://doi.org/10.6036/10477>
- Huaquisto, y Chambilla. (2021). Estudio Del Ruido Generado Por La Maquinaria De Construcción en Infraestructura Vial Urbana. *Investigación & Desarrollo*, 21(1), 87-97. <https://doi.org/10.23881/idupbo.021.1-7i>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2010). *Población por sexo, según provincia, parroquia y cantón de empadronamiento*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- López, M., López, E., y Oñate, C. (2021). Riesgos laborales por ruido e iluminación: caso de estudio de una empresa de calzado. *Revista Odigos*, 2(2), 81-99. <https://doi.org/10.35290/ro.v2n2.2021.444>
- Massa Palacios, L., Cusi Palomino, R., y Álvaro Huillcara, M. (2021). Percepción del Ruido Ambiental en Pobladores de Cercado de Ica, Perú. *Producción Más Limpia*, 16(1), 31-47. <https://doi.org/10.22507/pml.v16n1a2>
- Mata, A., & Gálvez, C. (2016). *Reciclaje de vidrio*. Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Meneses Pastaz, J., y Ávila Treviño, J. (2024). Contaminación acústica y su incidencia en la calidad de vida de la población urbana de la ciudad de San Gabriel. *SATHIRI*, 19(1), 98-122. <https://doi.org/10.32645/13906925.1266>

- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2017). *Norma de calidad del aire ambiente. Acuerdo Ministerial 097-A. Anexo 5*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (29 de Abril de 2020). *El ruido: un contaminante ambiental que afecta la salud de las personas y de la naturaleza*. <https://www.ambiente.gob.ec/el-ruido-un-contaminante-ambiental-que-afecta-la-salud-de-las-personas-y-de-la-naturaleza/>
- Nakata, N., Gualtieri, L., y Fichtner, A. (2019). *Seismic Ambient Noise*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108264808>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (23 de febrero de 2022). *El ruido, un asesino escandaloso en las ciudades*. Noticias ONU: <https://news.un.org/es/story/2022/02/1504212>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2022). *Contaminación del aire ambiente (exterior)*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Ormaechea, E. (28 de Julio de 2022). *El ruido en la salud: ¿Qué es la contaminación acústica?* Blogs MAPFRE: <https://www.salud.mapfre.es/cuerpo-y-mente/habitos-saludables/ruido-y-salud/>
- Quiroz, L., Hernández, L., Corredor, J., Rico, V., Rugeles, C., y Medina, K. (2013). Efectos auditivos y neuropsicológicos por exposición a ruido ambiental en escolares, en una localidad de Bogotá, 2010. *Revista de salud pública*, 15(1), 116-128. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642013000100011&lng=en&tlng=
- Quispe, J., Quispe, C., Rivera, G., Rivera, F., y Romaní, A. (2021). Impacto de la contaminación sonora en la salud de la población de la ciudad de Juliaca, Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 312. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.228
- R.M. N°227-2013-MINAM. (2013). *Resolución ministerial que aprueba el protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental*. Diario Oficial El Peruano.
- Ramírez González, A., y Domínguez Calle, E. (2011). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137),

- 509-530. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400009&lng=en&tlng=es
- Rodríguez Manzo, F., y Juárez González, L. (2020). Exploración cualitativa sobre el ruido ambiental urbano en la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 35(3), 803-838. <https://doi.org/10.24201/edu.v35i3.1934>
- Romero Villacrés, M., Rivera Velásquez, M., Cisneros Vaca, C., y Naranjo Polo, Á. (2024). Determinación y monitoreo de puntos críticos de ruido urbano considerando múltiples factores in situ. *Novasinerгия*, 7(1), 67-87. <https://doi.org/10.37135/ns.01.13.04>
- Sánchez Domínguez, E., y Cruz Pérez, F. (2022). Determinación de zonas de ruido ambiental dañino en instalaciones no operativas de bases aéreas militares. *Revista de Sanidad Militar*, 76(3). <https://doi.org/10.56443/rsm.v76i3.211>
- Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente [TULSMA]. (4 de noviembre de 2015). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- Torres Soto, M. M. (2023). *Plan de mitigación del impacto de ruido ambiental en una empresa industrial*. Repositorio institucional UNFV: <https://hdl.handle.net/20.500.13084/7779>
- Vásquez Guerra, D. (2021). *Evaluación de ruido laboral para la aplicación de técnicas de disminución de niveles de presión sonora en una industria alimenticia de Guayaquil*. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VASQUEZ%20GUERRA%20DOUGLAS%20VICENTE.pdf>
- Vera Marmanillo, V. (2022). Monitoreo de ruido ambiental por tráfico vehicular en la UAC e interpretación de resultados en comparación al D.S 085-2003-PCM. *Yachay - Revista Científico Cultural*, 11(1), 556-561. <https://doi.org/10.36881/yachay.v11i1.266>
- Zamorano, Velásquez, Peña, Ruiz, Monreal, Parra, y Vargas. (2019). Exposición al ruido por tráfico vehicular y su impacto sobre la calidad del sueño y el rendimiento en. *Estudios demográficos y urbanos*, 34(3), 601-629. <https://doi.org/10.24201/edu.v34i3.1743>
- ZipFlix. (2024 de Febrero de 2024). *Sonometro: Los 10 mejores productos*. <https://zipflix.com.mx/sonometro/#authors>

ANEXOS

Anexo N° 1.

Mapa de delimitación de la industria láctea de la parroquia Pascuales, cantón Guayaquil.



Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 2.

Inspección en campo de los puntos de monitoreo.



Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 3.

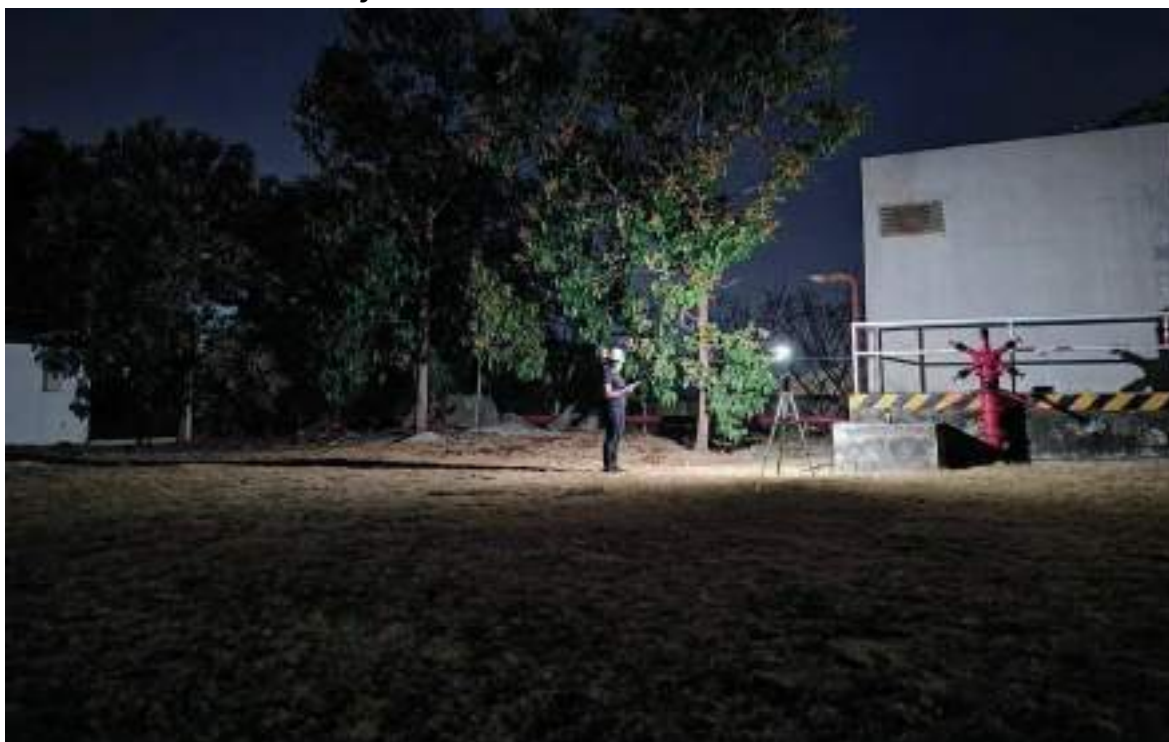
Punto de monitoreo en jornada diurna.



Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 4.

Punto de monitoreo en jornada nocturna.



Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 5.
Informe de monitoreo año 2022.

[illegible]

Anexo N° 6.
Informe de monitoreo año 2023.

The image displays four pages of a monitoring report for the dairy industry in 2023. The pages are organized into a 2x2 grid. Each page features the logos of the PSE (Programa de Seguimiento y Evaluación) and the Ministry of Agriculture and Livestock. The forms are titled 'Informe de Monitoreo' and 'Informe de Monitoreo de la Industria Láctea'. The forms contain various sections for data entry, including 'Datos Generales', 'Datos de Producción', 'Datos de Calidad', and 'Datos de Gestión'. The tables within the forms contain data related to the dairy industry, such as production volumes and quality indicators. The data is presented in a structured manner, with columns for different categories and rows for specific data points. The overall layout is professional and organized, with clear headings and distinct sections for different types of information.

Industria láctea, 2023

Anexo N° 7.***Niveles de ruido y componentes meteorológicos en la jornada diurna***

Año	Punto	L_{AeqT} (dBA)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)
2022	1	60.1	30	51	0.9
	2	62.8	30	51	0.8
	3	54.7	30	51	0.8
	4	53.2	30	51	0.8
	5	59.8	30	51	0.8
	6	55.5	30	51	0.8
	7	54.2	30	51	0.8
	8	52.6	30	51	0.8
2023	1	60.6	30	51	0.2
	2	59.3	30	51	0.3
	3	59.4	30	51	0.8
	4	55.2	30	51	0.8
	5	57.3	30	51	0.2
	6	55.7	30	51	0.8
	7	55.3	30	51	0.8
	8	58.7	30	51	0.2
2024	1	58.4	26	68	0.4
	2	59.6	26	68	0.4
	3	56.3	26	68	0.4
	4	53.4	26	68	0.4
	5	59.1	26	68	0.4
	6	56.1	26	68	0.4
	7	52.6	26	68	0.4
	8	53.3	26	68	0.4

Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 8.***Niveles de ruido y componentes meteorológicos en la jornada nocturna***

Año	Punto	L_{AeqT} (dBA)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)
2022	1	59.3	26	58	1.2
	2	60.5	26	58	1.2
	3	51.6	26	58	1.2
	4	52.3	26	58	1.2
	5	59.6	26	58	1.2
	6	56.3	26	58	1.2
	7	52.6	26	58	1.2
	8	52.2	26	58	1.2
2023	1	56.4	25	51	0.9
	2	56.4	25	51	0.8
	3	53.2	25	51	0.8
	4	53.4	25	51	0.8
	5	57.3	25	51	0.8
	6	55.4	26	51	0.8
	7	54.3	26	51	0.8
	8	58.5	26	51	0.8
2024	1	60.9	26	65	0.6
	2	59.4	26	70	0.6
	3	58.5	26	70	0.6
	4	54.5	26	70	0.6
	5	58.6	22	60	0.6
	6	58.6	22	70	0.6
	7	51.7	22	65	0.6
	8	50.6	22	65	0.6

Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 9. Informe de estadísticos calculado en el programa InfoStat

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Columnal	8	56,60	3,82	0,84	0,1163

Prueba t para una media

Valor de la media bajo la hipótesis nula: 65

Variable	n	Media	DE	LI(95)	T	p(Unilateral D)
Columnal	8	56,60	3,82	54,04	-6,21	0,9998

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Columnal	8	56,10	2,78	0,86	0,1851

Prueba t para una media

Valor de la media bajo la hipótesis nula: 70

Variable	n	Media	DE	LI(95)	T	p(Unilateral D)
Columnal	8	56,10	2,78	54,24	-14,16	>0,9999

Medidas resumen

JORNADA	AÑO	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV
DIURNA	2022	NIVELES DE RUIDO	8	56,61	3,76	14,15	6,65
DIURNA	2022	TEMPERATURA (°C)	8	30,00	0,00	0,00	0,00
DIURNA	2022	HUMEDAD (%)	8	51,00	0,00	0,00	0,00
DIURNA	2022	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) ..	8	0,81	0,04	1,3E-03	4,35
DIURNA	2023	NIVELES DE RUIDO	8	57,69	2,11	4,43	3,65
DIURNA	2023	TEMPERATURA (°C)	8	30,00	0,00	0,00	0,00
DIURNA	2023	HUMEDAD (%)	8	51,00	0,00	0,00	0,00
DIURNA	2023	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) ..	8	0,91	0,31	0,10	60,31
DIURNA	2024	NIVELES DE RUIDO	8	56,10	2,78	7,71	4,95
DIURNA	2024	TEMPERATURA (°C)	8	26,00	0,00	0,00	0,00
DIURNA	2024	HUMEDAD (%)	8	68,00	0,00	0,00	0,00
DIURNA	2024	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) ..	8	0,40	0,00	0,00	0,00
NOCTURNA	2022	NIVELES DE RUIDO	8	55,55	3,81	14,52	6,86
NOCTURNA	2022	TEMPERATURA (°C)	8	26,00	0,00	0,00	0,00
NOCTURNA	2022	HUMEDAD (%)	8	58,00	0,00	0,00	0,00
NOCTURNA	2022	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) ..	8	1,20	0,00	0,00	0,00
NOCTURNA	2023	NIVELES DE RUIDO	8	58,61	1,89	3,56	3,39
NOCTURNA	2023	TEMPERATURA (°C)	8	30,00	0,00	0,00	0,00
NOCTURNA	2023	HUMEDAD (%)	8	51,00	0,00	0,00	0,00
NOCTURNA	2023	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) ..	8	0,81	0,04	1,3E-03	4,35
NOCTURNA	2024	NIVELES DE RUIDO	8	56,60	3,82	14,62	6,76
NOCTURNA	2024	TEMPERATURA (°C)	8	25,00	0,00	0,00	0,00
NOCTURNA	2024	HUMEDAD (%)	8	66,88	3,72	13,84	5,56
NOCTURNA	2024	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) ..	8	0,60	0,00	0,00	0,00

Shapiro-Wilks (modificado)

JORNADA	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
DIURNA	NIVELES DE RUIDO	24	56,60	2,91	0,92	0,1483
DIURNA	TEMPERATURA (°C)	24	28,47	1,93	0,96	<0,0001
DIURNA	HUMEDAD (%)	24	56,67	8,15	0,56	<0,0001
DIURNA	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) ..	24	0,58	0,25	0,76	<0,0001
NOCTURNA	NIVELES DE RUIDO	24	55,82	3,19	0,90	0,0608
NOCTURNA	TEMPERATURA (°C)	24	27,00	2,21	0,67	<0,0001
NOCTURNA	HUMEDAD (%)	24	58,63	6,95	0,81	<0,0001
NOCTURNA	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) ..	24	0,87	0,25	0,74	<0,0001

Elaborado por: La Autora, 2026

Anexo N° 10. Medidas de minimización para el control de factores que generan contaminación acústica

Medida	Alcance	Actividad	Indicador	Medio de verificación	Costo
Encapsulación de equipos	Equipos de mayor nivel de ruido son los compresores y motores	Los equipos más ruidosos se encapsulan dentro de estructuras cerradas con materiales aislantes. Esto es especialmente útil para compresores o motores que operan continuamente. A través de un programa regular de	Porcentaje de equipos encapsulados	Registros técnicos de instalación	\$15000
Mantenimiento preventivo y correctivo	Maquinaria de producción, sistemas de ventilación, equipos de transporte interno y otros equipos auxiliares	mantenimiento, se asegura que los equipos funcionen correctamente, evitando ruidos excesivos causados por desgaste, desalineación o falta de lubricación. Se instalan muros o pantallas acústicas alrededor del	Porcentaje de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo	Registros de mantenimiento	\$20000
Uso de barreras acústicas externas	Áreas sensibles del perímetro de la planta	perímetro de la planta para bloquear la propagación del ruido hacia las comunidades vecinas. Estas barreras están hechas de concreto o materiales absorbentes	Número de barreras instaladas	Registro fotográfico	\$25000

Capacitación del personal	Personal operativo de la planta, incluyendo operarios de maquinaria, personal de mantenimiento, supervisores y personal de seguridad.	específicos para exteriores. Los trabajadores reciben capacitación sobre cómo operar maquinaria con menor impacto acústico (p.ej., evitar golpes innecesarios) y cómo identificar problemas relacionados con el ruido en los equipos antes de que se agraven.	Número de capacitaciones realizadas	Registro de asistencia	\$2,000
	Puntos de monitoreo estratégicos dentro y fuera de la planta, seleccionados en base al estudio de diagnóstico, incluyendo puntos cercanos a receptores sensibles (viviendas, escuelas, etc.) y puntos representativos de las principales fuentes de ruido.	Se instalan estaciones fijas o portátiles que monitorean continuamente los niveles sonoros dentro y fuera del recinto industrial para identificar picos inusuales y evaluar la efectividad continua de las medidas implementadas contra el ruido ambiental generado.			
Monitoreo Continuo del Ruido Ambiental			Promedios de niveles de presión sonora	Informes mensuales de ruido	\$7200

Elaborado por: La Autora, 2026