

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN SONOMÉTRICA DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN
ACÚSTICA CAUSADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA ZONA
TURÍSTICA DE LA CIUDAD DE JULI 2021**

PRESENTADA POR:

BETT JIM SALAMANCA PAREDES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



Repositorio Institucional ALCIRA by Universidad Privada San Carlos is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



17.16%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 2 FEB 2024, 4:03 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL 3.34% ● CHANGED TEXT 13.82%

Report #19531691

BETTJIM SALAMANCA PAREDES EVALUACIÓN SONOMÉTRICA DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA CAUSADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA ZONA TURÍSTICA DE LA CIUDAD DE JULI 2021 RESUMEN El presente estudio fue realizado en la zona turística de la ciudad de Juli, durante 14 días (27 de noviembre hasta 03 de octubre - 2021), donde se tuvo como objetivo evaluar los niveles de contaminación de ruido ambiental causado por el parque automotor, para lo cual se estableció 10 puntos de monitoreo de acuerdo a la zonificación (zona especial, zona residencial y zona comercial) y los horarios mañana, mediodía y tarde, La metodología se desarrolló de acuerdo al protocolo de monitoreo para ruido ambiental R.M.227-2013-MINAM y también se utilizó el DS. N° 085-2003-PCM - Estándares de Calidad Ambiental para Ruido para realizar las comparaciones respectivas. El diseño es no experimental de nivel descriptivo, tipo cuantitativo, para validar la hipótesis de la investigación se utilizó el análisis de varianza ANOVA. Los resultados obtenidos de los puntos evaluados en la zona turística de la ciudad de Juli, superan los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido, en el horario diurno de acuerdo a las zonas identificadas; zona especial, zona residencial y zona comercial de las cuales los puntos (P 05, P 08, P 09) “si cumplen” con la normativa establecida ECA, y los puntos (P 01, P 02, P 03, P 04, P 06, P 07, P 10) “no cumplen” con la normativa de los ECA. Asimismo s

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS
EVALUACIÓN SONOMÉTRICA DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN
ACÚSTICA CAUSADO POR EL PARQUE AUTOMOTOR EN LA ZONA
TURÍSTICA DE LA CIUDAD DE JULI 2021

PRESENTADA POR:
BETT JIM SALAMANCA PAREDES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOZQUETA

PRIMER MIEMBRO

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ciencias Naturales.

Disciplina: Meteorología y Ciencias Atmosféricas.

Especialidad: Contaminación del Aire.

Puno, 21 de febrero del 2024.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios, por ser mi guía en el transcurso de mi camino y a mi familia por apoyarme siempre en los momentos más difíciles de mi vida, especialmente a mis padres porque ellos me enseñaron el valor de luchar día a día por lograr mis metas; a ellos les debo gran parte de mis logros.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos por brindarme una formación profesional y hacer de mí un profesional con valores y conocimientos.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, a los docentes quienes me transmitieron su conocimiento y experiencia durante mi formación académica.

A los miembros del jurado calificador, por los comentarios y aportes para la elaboración de la presente investigación.

Al Dr. ESTEBAN ISIDRO LEÓN APAZA, por su asesoramiento y por brindarme el apoyo y la orientación para la culminación de esta investigación.

A mi familia y amigos, quienes siempre confiaron en mí y me brindaron su apoyo incondicional durante la elaboración del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1. PREGUNTA GENERAL	15
1.1.2. PREGUNTAS ESPECÍFICAS	15
1.2. ANTECEDENTES	16
1.2.1. INTERNACIONALES	16
1.2.2. NACIONALES	17
1.2.3. LOCALES	18
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO REFERENCIAL	22
2.1.1. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	22
2.1.2. EVALUACIÓN SONOMÉTRICA	22
2.1.3. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL	23
2.1.4. FUENTES DE RUIDO	23

2.1.4.1. Fuentes fijas puntuales	23
2.1.4.2. Fuentes fijas zonales o de área	23
2.1.4.3. Fuentes móviles detenidas	23
2.1.4.4. Fuentes móviles lineales	24
2.1.5. SONIDO	24
2.1.6. EL SONIDO Y SU PROPAGACIÓN	24
2.1.7. RUIDO	24
2.1.7.1. Tipos de ruido en función a la actividad	25
2.1.7.2. Tipos de ruido en función al tiempo	25
2.1.8. PARÁMETROS ESTÁNDARES SOBRE EL RUIDO	27
2.1.9. NIVEL SONORO EQUIVALENTE L_{eq}	27
2.1.10. NIVEL DE PRESIÓN SONORA L_p	27
2.1.11. NIVEL DE RUIDO CONTINUO EQUIVALENTE CON PONDERACIÓN A (L_{AeqT})	27
2.1.12. MAPA DE RUIDO	28
2.2. MARCO CONCEPTUAL	28
2.2.1. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD	28
2.2.2. FUENTE MÓVIL	28
2.2.3. RUIDO AMBIENTAL	29
2.2.4. TIPO DE AUTOMOTOR CIRCULANTE	29
2.2.5. CONDICIÓN DEL AUTOMOTOR	29
2.2.6. USO DE LA BOCINA	30
2.2.7. TIPO DE MOTOR DEL VEHÍCULO	30
2.2.8. VELOCIDADES DE VEHÍCULOS	30
2.2.9. DENSIDAD VEHICULAR	30
2.2.10. SISTEMAS DE FLUIDEZ DE TRÁFICO	31
2.3. MARCO NORMATIVO	31
2.3.1. PROTOCOLO DE MONITOREO PARA RUIDO AMBIENTAL	31

2.3.2. DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM	31
2.3.3. NTP 1996-1 : 2020	32
2.3.4. NTP 1996-2 : 2021	32
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	32
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	32
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	33
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	34
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	34
3.2.1. POBLACIÓN	34
3.2.2. TAMAÑO DE MUESTRA	35
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	36
3.3.1. MÉTODO	36
3.3.2. EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.3.3. MATERIALES Y EQUIPOS	39
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	39
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	39
3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO	41
CAPÍTULO IV	
EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (1)	42
4.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (2)	59
4.3. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (3)	62
4.4. ANÁLISIS Y COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS GENERALES	70
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Estándares de calidad ambiental para ruido	32
Tabla 02: Puntos de monitoreo de la ciudad de Juli	35
Tabla 03: Horario de monitoreo de la mañana - mediodía - tarde	36
Tabla 04: Clasificación de vehículos según directiva N° 002-2006-MTC	38
Tabla 05: Colores considerados para el diseño del mapa de ruidos según la norma ISO 1996-2	39
Tabla 06: Operacionalización de variables	40
Tabla 07: Análisis de varianza (ANOVA) diseño en bloques completos al azar	41
Tabla 08: Resultados de monitoreo del punto 01, zona especial	43
Tabla 09: Resultados de monitoreo del punto 02, zona especial	44
Tabla 10: Resultados de monitoreo del punto 03, zona residencial	46
Tabla 11: Resultados de monitoreo del punto 04, zona especial	47
Tabla 12: Resultados de monitoreo del punto 05, zona comercial	49
Tabla 13: Resultados de monitoreo del punto 06, zona especial	50
Tabla 14: Resultados de monitoreo del punto 07, zona especial	52
Tabla 15: Resultados de monitoreo del punto 08, zona comercial	53
Tabla 16: Resultados de monitoreo del punto 09, zona comercial	55
Tabla 17: Resultados de monitoreo del punto 10, zona especial	56

Tabla 18: Niveles Sonoros Continuo Equivalente (LAeq) comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (ECA) según el DS. N° 085-2003-PCM	58
Tabla 19: Resultados de monitoreo de la fuente móvil	60
Tabla 20: Análisis de la varianza LAeq (dB) vs. Tratamientos, bloques e información del factor	70
Tabla 21: Análisis de varianza del nivel sonoro continuo equivalente (dB)	71
Tabla 22: Tratamientos para la diferencia de medias.Desv.Est. agrupada = 1.63847	72
Tabla 23: Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 01	43
Figura 02: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 02	45
Figura 03: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 03	46
Figura 04: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 04	48
Figura 05: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 05	49
Figura 06: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 06	51
Figura 07: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 07	52
Figura 08: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 08	54
Figura 09: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 09	55
Figura 10: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 10	57
Figura 11: Porcentaje de fuentes móviles en los 10 puntos	61
Figura 12: Mapa de ruidos de los 10 puntos de acuerdo a la zonificación	63
Figura 13: Mapa de ruidos del horario de la mañana	65
Figura 14: Mapa de ruidos del horario de mediodía	67
Figura 15: Mapa de ruidos del horario de la tarde	69
Figura 16: Resultados de IC simultáneos al 95%, nivel de confianza del valor LAeq	73
Figura 17: Intervalos de nivel sonoro continuo equivalente vs. puntos	74

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Sonómetro integrador clase 2, marca CENTER 392	83
Anexo 02: Certificado de calibración	84
Anexo 03: Protocolo de monitoreo para ruido ambiental RM N° 227 - 2013 - MINAM	85
Anexo 04: Formato de ubicación de puntos de monitoreo (anexo 01 del protocolo de monitoreo)	105
Anexo 05: Formato de hoja de campo.(anexo 02 del protocolo de monitoreo)	106
Anexo 06: Especificaciones técnicas para elaborar mapa de ruido (anexo 03 del Protocolo de Monitoreo)	107
Anexo 07: Estándares de calidad ambiental para ruido DS. N° 085-2003-PCM	111
Anexo 08: Datos de monitoreo de los 07 días (27 de noviembre hasta 03 de octubre)	113
Anexo 09: Programación de datos en Software Minitab 18.1, para ANOVA	114
Anexo 10: Comparación empleando la prueba de rango de Tukey	114
Anexo 11: Plano de zonificación de la ciudad de Juli	115
Anexo 12: Equipos de monitoreo utilizados in situ	116
Anexo 13: Manipulación de GPS para las coordenadas de los puntos	116
Anexo 14: Uso del protocolo de monitoreo para ruido R.M.227-2013-MINAM	117
Anexo 15: Ubicación del trípode de sujeción a 1.5 m. sobre el piso	117

Anexo 16: Sujeción del sonómetro en el trípode	118
Anexo 17: Sonómetro en ángulo de 45° sobre el plano inclinado paralelo al suelo	118
Anexo 18: Instalación del cortaviento de pantalla en el micrófono	119
Anexo 19: Posición y dirección del micrófono hacia la fuente móvil	119
Anexo 20: Conteo de vehículos livianos y pesados	120
Anexo 21: Monitoreo de los puntos por el periodo de 15 minutos	120
Anexo 22: Registro de datos del sonómetro en los formatos de monitoreo	121
Anexo 23: Monitoreo en zona especial punto 06 (Jr. llave / Posta Médica Juli)	121
Anexo 24: Monitoreo en zona residencial punto 03 (Jr. Puno / Jr. Loyola)	122
Anexo 25: Monitoreo en zona comercial punto 08	122

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la zona turística de la ciudad de Juli, durante 07 días (27 de noviembre hasta 03 de octubre - 2021), donde se tuvo como objetivo evaluar los niveles de contaminación de ruido ambiental causado por el parque automotor, para lo cual se estableció 10 puntos de monitoreo de acuerdo a la zonificación (zona especial, zona residencial y zona comercial) en los horarios mañana, mediodía y tarde. La metodología se desarrolló de acuerdo al protocolo de monitoreo para ruido ambiental R.M.227-2013-MINAM y también se utilizó el DS. N° 085-2003-PCM - Estándares de Calidad Ambiental para Ruido para realizar las comparaciones respectivas. El diseño es no experimental de nivel descriptivo, tipo cuantitativo, para validar la hipótesis de la investigación se utilizó el análisis de varianza ANOVA. Los resultados obtenidos de los puntos evaluados en la zona turística de la ciudad de Juli, superan los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido, en el horario diurno de acuerdo a las zonas identificadas; zona especial, zona residencial y zona comercial de las cuales los puntos (P 05, P 08, P 09) "si cumplen" con la normativa establecida ECA, y los puntos (P 01, P 02, P 03, P 04, P 06, P 07, P 10) "no cumplen" con la normativa de los ECA. Asimismo se diseñó 01 mapa isofónico donde indica los promedios de los valores de los 10 puntos con sus respectivos colores y (LAeq) del nivel más alto (65 dB) al nivel más bajo (58 dB) y 03 mapas de ruido para los horarios de la mañana, mediodía y tarde, comparando los niveles de ruido admisible con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido. Finalmente se recomienda crear programas de vigilancia y mitigación de ruido ambiental.

Palabras clave: Automotor, Estándares, Decibeles, Isofónicos, Ruido.

ABSTRACT

The present study was carried out in the tourist area of the city of Juli, for 07 days (November 27 to October 3 - 2021), where the objective was to evaluate the levels of environmental noise pollution caused by the vehicle park, to which 10 monitoring points were established according to the zoning (special zone, residential zone and commercial zone) and the morning, noon and afternoon schedules. The methodology was developed according to the monitoring protocol for environmental noise R.M.227-2013- MINAM and the DS was also used. N° 085-2003-PCM - Environmental Quality Standards for Noise to make the respective comparisons. The design is non-experimental at a descriptive level, quantitative, to validate the research hypothesis, ANOVA analysis of variance was used. The results obtained from the points evaluated in the tourist area of the city of Juli, exceed the Environmental Quality Standards for Noise, during daytime hours according to the identified areas; special zone, residential zone and commercial zone of which the points (P 05, P 08, P 09) "do comply" with the established ECA regulations, and the points (P 01, P 02, P 03, P 04, P 06, P 07, P 10) "do not comply" with the ECA regulations. Likewise, 01 isophonic map was designed which indicates the averages of the values of the 10 points with their respective colors and (LAeq) from the highest level (65 dB) to the lowest level (58 dB) and 03 noise maps for the schedules of in the morning, noon and afternoon, comparing the admissible noise levels with the Environmental Quality Standards for Noise. Finally, it is recommended to create environmental noise monitoring and mitigation programs.

Keywords: Automotive, Standards, Decibels, Isophonic, Noise.

INTRODUCCIÓN

La zona turística de la ciudad de Juli tiene una concurrencia mayor de visitantes esto debido a los lugares de diversión y lugares turísticos, es por ello que se incrementa el tráfico vehicular de los vehículos pesados y livianos, La contaminación causada en las zonas especiales, residenciales y comerciales viene generando efectos negativos a la salud de los habitantes perturbando en el desarrollo de sus actividades.

En el capítulo I de esta investigación se muestra el planteamiento del problema, antecedentes y objetivos, en el que se plantea nuestra situación y la necesidad de conocer los niveles de ruido en la zona turística de la ciudad de Juli.

En el capítulo II se muestra el marco teórico, el marco conceptual y la hipótesis de la investigación que sustenta el planteamiento del problema de investigación y las preguntas planteadas.

En el capítulo III se presenta la metodología empleada en la investigación se detalla el procedimiento de obtención de los datos de información de la zona de estudio, tamaño de muestra, métodos y técnicas, identificación de variables y la prueba estadística aplicada a fin de probar la hipótesis de investigación.

En el capítulo IV se especifica la exposición y análisis de los resultados de la presente investigación en la que se llega a la conclusión de que los niveles de ruido en la ciudad de Juli sobrepasan la normativa de los estándares de calidad ambiental para ruido DS. N°085-2003-PCM.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La exposición prolongada al ruido ambiental se estima que causa 12.000 muertes prematuras y contribuyen a 48.000 nuevos casos de corazón isquémico enfermedad al año en el territorio europeo. Asimismo, se calcula que 22 millones de personas padecen hipertensión crónica con molestias y 6,5 millones de personas padecen enfermedades crónicas, alta alteración del sueño, como resultado del ruido de los aviones se estima que 12.500 escolares sufren deterioro del aprendizaje en la escuela. La exposición al ruido ambiental no afecta a todos por igual, los grupos socialmente desfavorecidos también como grupos con mayor susceptibilidad al ruido, pueden sufrir impactos más pronunciados relacionados con la salud (Peris, 2020).

La contaminación acústica en la ciudad de Juliaca originado por diferentes fuentes, es el factor que causa más molestias a la población urbana, los habitantes de una ciudad que se encuentra con mayor tráfico vehicular están expuestos a este problema, esto implica conocer la problemática del ruido y que demanda un urgente esfuerzo, encontrando trabajoso abarcar toda la comunidad, para aliviar el ruido motorizado se necesita una excelente preparación urbana, con un anteproyecto medioambiental bueno de las

carreteras y con el adecuado uso de las bocinas de los vehículos y un control total de las revisiones técnicas se lograría un mínimo impacto del ruido (Soto, 2019).

En la zona turística de la ciudad de Juli los habitantes desconocen el tema de los niveles de contaminación del ruido, las zonas más afectadas y si estos niveles de ruido se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental para ruido (ECA), y no existe información del parque automotor que causan la contaminación acústica. Esto debido a falta de planes de acción y conocimiento que permitan gestionar estudios de mapas de ruido como un instrumento de planificación que permitan la observación de la distribución espacial de los niveles que se están presentando en diversas zonas (especiales, residenciales, comerciales).

1.1.1. PREGUNTA GENERAL

¿Cuál es la situación actual del nivel de contaminación acústica generado por el parque automotor en el zona turística de la ciudad de Juli 2021?

1.1.2. PREGUNTAS ESPECÍFICAS

- ¿Cuáles son los niveles de Presión Sonora Continua Equivalente (LAeq) en la zona turística de la ciudad de Juli y cumplirán con las normativas establecidas de los Estándares de Calidad Ambiental para ruido (ECA)?
- ¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación sonora causado por el parque automotor en la zona turística de la ciudad de Juli?
- ¿Cómo se identificarán los puntos expuestos a niveles altos de ruido ambiental en la zona turística de la ciudad de Juli para elaborar un mapa isofónico de contaminación acústica?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONALES

Delgado (2023), determina el nivel de contaminación acústica producido por el tráfico vehicular mediante monitoreos ambientales en la ciudadela vieja Kennedy, Guayaquil, el fin de esta investigación es minimizar el principal problema que trata de la fuente de ruido ocasionada por el tráfico vehicular en las avenidas de la ciudad. La forma de lograrlo es generar una propuesta exponiendo charlas de concientización ambiental y hacer brigadas en coordinación con la municipalidad para que todos tengan conocimiento del impacto que están causando y para esto se proponen las buenas prácticas ambientales como son: monitoreo, control y seguimiento de las actividades.

Fuentes & Zayas (2023), realizan las tomas de medidas de los niveles sonoros, se seleccionaron 10 puntos: las 7 entradas a la universidad y 3 de los estacionamientos de mayor tamaño de la misma, se utilizó un sonómetro de clase 1, las medidas se llevaron a cabo en el rango 30-70 dB y en el rango 60-100 dB. Todas las medidas fueron tomadas en los horarios de 7 am y 12 del mediodía. Asimismo se realizó una encuesta dirigida a los estudiantes y trabajadores de la Universidad de El Salvador, con la finalidad de poder identificar el impacto de la contaminación por ruido en la salud de los trabajadores y estudiantes. Con la información recopilada se comprobó como 9 de los 10 puntos medidos, se encuentran por encima de los límites establecidos para contaminación acústica por la normativa nacional e internacional. Los datos de contaminación sonora promedio obtenidos por día fueron los siguientes: 66.7 dB, 66.8 dB y 67.14 dB.

Zamorano et al. (2019), determinan la relación entre el nivel de ruido de las principales intersecciones viales y el número de vehículos que transitan sobre ellas, con la metodología de aforador vehicular electrónico no invasivo en periodos de una semana; evaluando el nivel de ruido en intervalos diarios durante la semana completa, utilizando sonómetros integradores tipo I. en los resultados se identificó el tráfico promedio diario

anual de 2739 unidades; estimación del nivel de ruido de 77.6 dB para periodos de 12 horas; niveles máximos de 98.5 dB y 58.3 dB como nivel mínimo de ruido y el nivel de ruido en la ciudad supera el referente de 65 decibeles, mencionado por la Organización Mundial de la Salud, lo que permite concluir que la ciudad presenta contaminación a causa del ruido derivado del tráfico vehicular.

Peris (2020), sostiene que la exposición prolongada al ruido ambiental se estima que causa 12.000 muertes prematuras y contribuyen a 48.000 nuevos casos de corazón isquémico enfermedad al año en el territorio europeo. Se calcula que 22 millones de personas padecen hipertensión crónica, molestias y 6,5 millones de personas padecen enfermedades crónicas. alta alteración del sueño. Como resultado del ruido de los aviones, se estima que 12.500 escolares sufren deterioro del aprendizaje en la escuela.

1.2.2. NACIONALES

Limaylla (2021), la presente investigación se ha desarrollado durante los meses de junio a agosto, con el objetivo de: Evaluar la contaminación acústica en el centro urbano de la ciudad de Huánuco que influye en la calidad de vida de la población. La principal conclusión a la que se llegó es que, luego de la aplicación de la encuesta de percepción sonora, se determinó que muchos pobladores se han adaptado al ruido existente en el ambiente por lo que no perciben la incidencia del ruido sobre ellos, por lo que no perciben un daño. Por otro lado, el monitoreo realizado en 10 puntos del centro de la ciudad de Huánuco muestran que existe un grave problema de ruido ambiental generado principalmente por las actividades comerciales y el tráfico vehicular existente. Es por ello que la zona residencial, comercial y de protección especial necesitan ser protegidas ya que sobrepasan los ECAs – Ruido.

Falcon (2021), sostiene que el propósito de este estudio es establecer la relación entre contaminación sonora y efectos psicofisiológicos en las personas expuestas en la ciudad de Pucallpa, trabajo de tipo correlacional, transversal y prospectivo, cuya población

estuvo conformado por 72 sujetos, mientras que la variable efectos psicofisiológicos se evaluó a través de un cuestionario con 16 ítems, los resultados se analizaron mediante el paquete estadístico SPSS, se demuestra que el nivel sonoro continuo equivalente obtenido para las doce estaciones de monitoreo de ruido ambiental, excede los 60 dB establecidos en el D.S N° 085-2003-PCM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido” para Zonas Residenciales en los diferentes horarios, en relación a los efectos psicológicos, el 88% presenta efecto moderado y el 12% presenta efecto severo, en relación efecto fisiológico el 8% presenta efecto moderado y el 92% presenta efecto severo en su salud, resultados que indican que si existe un efecto psicofisiológico en relación a la contaminación sonora.

Barrientos, (2021), la presente tesis tuvo como objetivo principal el determinar la contaminación acústica que se genera en la Av. Prolongación de Lurigancho Chosica, para ello se realizó una investigación no experimental del tipo descriptivo, transversal y correlacional. Se realizó la medición de 4 puntos ubicados en el A.H Primero de Enero (zona residencial de mediana población) durante 4 días durante la mañana, tarde y noche, estos resultados fueron comparados con los ECA. Para lograr una confiabilidad del 95% se tuvo que entrevistar a 80 personas a través de un cuestionario con 5 alternativas basadas en la escala de Likert de 0,925 de Alfa de Cronbach. Se concluye que de las 48 mediciones durante la mañana, tarde y noche, un 64.58% superan los límites de los ECA; por lo tanto si se considera que hay contaminación acústica. El nivel de salud más afectado es el social con un promedio del 41,3% de habitantes que manifiestan dificultades para comunicarse.

1.2.3. LOCALES

Vilca (2019), señala que el objetivo del presente trabajo de investigación se enfoca principalmente en analizar y evaluar la situación actual del ruido ambiental y la percepción de molestia de los habitantes de la ciudad de Juliaca 2016. Para lo cual se realizó

monitoreos alrededor de los mercados, hospitales, colegio, calles principales, avenidas, donde se hizo la evaluación de ruido ambiental en los horarios considerados horas mayor tráfico vehicular de 6:00 am - 9:00 am, 11:00 am - 2:00 pm y 5:00 pm - 8:00 pm. Resultados obtenidos de los niveles de presión sonora registrados en los puntos de monitoreo en la Ciudad de Juliaca el 62.30 % están por encima y exceden de los estándares de calidad y solo 37.70 % cumple con los estándares de calidad ambiental para ruido de igual forma las encuestas de nivel de percepción de molestia de la población fueron realizadas a 384 habitantes considerando a 7 personas por punto dando como resultados que el 90.89% considera que el ruido es molesto para vivir y un 9.11% no tiene problemas con el ruido ambiental.

Condori (2019), sostiene que esta investigación realiza la caracterización espacial del ruido ambiental generado por tráfico vehicular en el cercado de la ciudad de Juliaca se ha realizado por medio de los Objetivos: Caracterizar el tráfico vehicular, determinar los niveles de presión sonora continuo equivalente (LAeq) diurno generado por el tráfico vehicular, la recolección de datos se realizó mediante el conteo manual del flujo vehicular a intervalos de 15 min/hora; las mediciones de ruido se evaluó a través de un sonómetro digital calibrado y ponderación "A", en días laborables entre las 7:01 y 22:00 horas, segmentado en tres horarios en la mañana de 07:00 a 09:00, mediodía 11:00 a 13:00 y tarde 17:00 a 19:00. Los resultados evidenciados indican niveles de ruido entre "62.3 dB" y "82.6 dB" y el "92%" de los puntos superaron a los "ECA". Los niveles de ruido sobrepasan los decibeles establecidos en la normativa que oscilan entre "0.2 a 12.6 dB" en la zona comercial y de "8.6 a 19.4 dB" zona residencial, en la zona especial fluctúa entre "17.7 a 32.4 dB".

Soto (2019), manifiesta que la investigación fue realizada en la ciudad de Juliaca durante los meses de "Octubre, Noviembre y Diciembre del 2018", los objetivos específicos planteados fueron: Determinar la intensidad de ruido en áreas cercanas a Instituciones Educativas (zona especial) que son generadas por las actividades de

transporte (aéreos y terrestres) y confrontar los niveles de sonido en áreas cercanas a las Instituciones Educativas con los límites máximos permisibles (LMP) de acuerdo a la normativa establecida. Los resultados a las que se llegaron al comparar la intensidad de los niveles de ruido, indica que en la tarde es mayor la intensidad de ruido generada por las actividades de transporte en las Instituciones Educativas en la ciudad de Juliaca, superando el Estándar de Calidad Ambiental de Ruido (ECA) y la intensidad de ruido en áreas cercanas a las Instituciones Educativas que se generan por las actividades de transportes aéreos no superan los niveles permitidos en las horas de muestreo que concordaron con las horas de dictado, por el contrario el nivel sonoro generado por las aglomeraciones de vehículos terrestre superan los niveles de ruido según señalado el Estándar de Calidad Ambiental de Ruido (ECA) según lo que indica la ley Peruana.

Flores (2021), manifiesta que la investigación fue determinar la fuente que origina la contaminación sonora en la zona urbana de la ciudad de Ilave y determinar los niveles de contaminación acústica del área urbana de la ciudad de Ilave. Se realizó el monitoreo de los niveles sonoros generados por la aglomeración vehicular, en tres franjas horarias diurnas, para ello se efectuaron “5 tomas de 3 minutos en los 5 puntos de monitoreo”. Los resultados obtenidos de los lugares monitoreados “P1, P2 y P4”, si cumplen con los estándares de calidad ambiental para ruido “ECA”, a discrepancia de los puntos “P3 y P5”, no cumplen con la normativa constituida, indica que la aglomeración de vehículos pesados y livianos son la principal fuente de contaminación acústica en el horario diurno de esta localidad, según indica los ECA para ruido.

1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los niveles de contaminación de ruido ambiental causado por el parque automotor en la zona turística de la ciudad de Juli 2021, según la normativa DS. N° 085-2003-PCM - Estándares de Calidad Ambiental para Ruido.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir la presión sonora continuo equivalente (LAeq) en la zona turística de la ciudad de Juli, aplicando el protocolo de monitoreo de ruido ambiental y los estándares de calidad ambiental para ruido (ECA).
- Identificar las principales fuentes de contaminación acústica causado por el parque automotor en la zona turística de la ciudad de Juli.
- Elaborar mapas isofónicos para interpretar los niveles de contaminación acústica de los puntos expuestos a niveles altos de ruido ambiental en la zona turística de la ciudad de Juli.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Se define como la presentación de ruido y ondulaciones en el medio ambiente, quien sea el emisor acústico que los ocasione, que impliquen incomodidad y perturbación en la tranquilidad creando riesgos o daños para las personas, tanto para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de alguna naturaleza que provoquen daños persuasivos en los ecosistemas que se encuentran en el medio donde habitamos (Soto, 2019).

2.1.2. EVALUACIÓN SONOMÉTRICA

La evaluación sonométrica es un tipo de medición acústica en la que se determinan los niveles de ruido existentes en un determinado momento y lugar, normalmente del ruido producido por cualquier fuente: máquinas, actividad de locales, vecinos, etc. Los resultados de las mediciones sonométricas se comparan con la legislación vigente y se comprueba si el ruido medido excede los Estándares de Calidad Ambiental para ruido (Cahuata, 2019).

2.1.3. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

Son aquellos que conciertan los niveles máximos de ruido en el contexto externo, los cuales no deben sobrepasar a fin de proteger la salud humana, los ECAs, se reconocen como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) y toma en cuenta las zonas de monitoreo: zona residencial, comercial, industrial, mixtas y de protección especial (Lechuga, 2017).

2.1.4. FUENTES DE RUIDO

2.1.4.1. Fuentes fijas puntuales

Las fuentes sonoras puntuales son aquellas en donde toda la fuerza de emisión sonora está reunida en un solo espacio. Se considera como una fuente puntual a una máquina que ocasiona ruido y está establecido como una máquina estática que está destinada para una actividad específica (Morales, 2018).

2.1.4.2. Fuentes fijas zonales o de área

Estas fuentes se caracterizan porque habitualmente están agrupadas en un área o zona, se puede contemplar como fuente zonal a aquellas actividades causantes de ruido situadas en una zona relativamente restringida del espacio (Cutimbo, 2020).

2.1.4.3. Fuentes móviles detenidas

Este tipo de fuente se contempla cuando el vehículo de cualquier tipo se encuentra estacionado temporalmente en un determinado área y continúa originando ruidos en el ambiente, un claro ejemplo es cuando en una autopista existe un atasco y los conductores tienen el motor prendido y tocan el claxon sin consideración alguna (Rosales, 2017).

2.1.4.4. Fuentes móviles lineales

Fuente móvil lineal se relaciona a una vía (calle, avenida, autopista vía del tren, pista aérea, etc.), donde el tránsito de los vehículos es fluido y las ondas sonoras se difunden en forma cilíndricas, logrando una distinta relación de variación de la energía en función al trayecto (Morales, 2018).

2.1.5. SONIDO

Es una pequeña alteración de la presión atmosférica provocada por la oscilación de partículas a través de las cuales se transmite longitudinalmente la onda sonora. Este fenómeno produce una sensación auditiva, el sonido es transmitido en forma de ondas, este necesita un medio elástico donde propagarse; el que puede ser sólido, líquido y gaseoso (García, 2016).

2.1.6. EL SONIDO Y SU PROPAGACIÓN

Al difundirse un sonido natural o artificial en primer lugar va a experimentar una reducción por atenuación, esto quiere decir que a cada distancia que avance irá decayendo aproximadamente 6 dB más que la anterior, esta atenuación va creciendo a medida que aumenta la frecuencia. La temperatura, la niebla, la humedad del aire, son factores que inciden significativamente, y en mayor medida influye la reflexión y difracción (Morales, 2018).

2.1.7. RUIDO

El ruido se define como un sonido no deseado, el grado de “inestabilidad” es con reincidencia un asunto psicológico, puesto que los efectos del ruido pueden ser perjudiciales y variar desde una molestia moderada a la pérdida permanente de audición (Vilca, 2019).

2.1.7.1. Tipos de ruido en función a la actividad

A. Ruido generado por el tráfico automotor

Este ruido es producido por el tráfico vehicular, debido a que el parque automotor ha crecido de manera significativa en los últimos años, más aún, considerando que también ha crecido de carácter demográfico, el ruido vehicular es uno de los principales causantes de la contaminación sonora en las ciudades desarrolladas (Morales, 2018).

B. Ruido generado por el tráfico ferroviario

Este tipo de ruido es causado por el tránsito de los trenes, este causante de ruido en nuestra ciudad son en menores cantidades, pero de mayor grado de molestias para las personas cercanas al paso de este medio de transporte (Rosales, 2017)

C. Ruido generado por el tráfico de aeronaves

Es producido por aviones, este ruido es irritante para las personas que habitan cerca de los aeropuertos donde la magnitud de ruido sobrepasa los 125 dB, por ende, genera malestar en los habitantes de viviendas que se encuentran a 100 metros de distancia (García, 2016).

D. Ruido generado por otras actividades productivas

Este tipo de ruido es generado por la mayoría de actividades que realiza el ser humano por ejemplo las actividades de transformación, construcciones, actividades de prestación de servicios, recreativas, festivas y de ocio, así como el tránsito vehicular es otro de los principales contaminantes sonoras (Morales, 2018).

2.1.7.2. Tipos de ruido en función al tiempo

En las diferentes circunstancias de nuestra vida habitual nos encontramos con todo tipo de ruidos, desde los más agradables, pasando por los tolerantes hasta los más irritantes e intolerantes, o desde los ruidos sumamente cortos pero de gran magnitud tales como

explosión, sirena y claxon; hasta los ruidos permanentes en el tiempo pero de niveles bajos como es aire acondicionado y el ordenador (Delgadillo, 2017).

A. Ruido estable

El ruido estable o constante, es aquel ruido que manifiesta fluctuaciones del grado de presión sonora menor o igual a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto. Se deducirá que un ruido es de tipo estable cuando la diferencia entre el NPSmax y el NPSmin obtenidos durante un monitoreo de un minuto, es menor o igual a 5 dB(A) (Vilca, 2019).

B. Ruido fluctuante

Es aquel ruido que muestra fluctuaciones del nivel de presión sonora mayor a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto. Se cree que un ruido es de tipo inestable cuando la diferencia entre el NPSmax y el NPSmin obtenidos durante un monitoreo de un minuto, es superior a 5 dB(A) (Lechuga, 2017).

C. Ruido intermitente

El ruido intermitente, es aquel que se presenta por ciertos periodos de tiempo, la permanencia de cada una de estos acontecimientos es más de 5 segundos, por ejemplo el ruido producido por una compresora de aire o una avenida con poco tráfico vehicular (Morales, 2018).

D. Ruido impulsivo

Este tipo de ruido registra impulsos de energía acústica de duración menor a 1 segundo en intervalos superiores a 1 segundo. Un ruido es de tipo impulsivo cuando en el lugar o en el ambiente que se presente, se generan impactos o sonidos muy breves y de mayor intensidad, tales como los golpes, las caídas de materiales, los disparos, entre otros (Vilca, 2019).

2.1.8. PARÁMETROS ESTÁNDARES SOBRE EL RUIDO

Las principales exigencias que debe cumplir un punto de referencia sobre el ruido es que su significancia posea una correspondencia con la percepción de ruido, además de ser fácil de medir y pronosticar, así como sencillo de entender y aplicable a cualquier fuente de ruido. Debido a que un solo parámetro cumpla con estas condiciones se da un conjunto de parámetros para su aplicación (Cahuata, 2019).

2.1.9. NIVEL SONORO EQUIVALENTE L_{eq}

Se utilizan diferentes índices o niveles de valoración, dado que el sonido no permanece estable a lo largo del tiempo para valorar lo sucedido. El Nivel Continuo Equivalente L_{eq} se define como la medida energética del nivel de ruido promediado en el intervalo de tiempo de medida. Asimismo, el nivel sonoro equivalente se considera como el grado de un sonido constante en todo el tiempo de monitoreo, que tuviese la misma potencia acústica que el sonido que se está estimando (Condori, 2019).

2.1.10. NIVEL DE PRESIÓN SONORA L_p

El hecho de que la relación entre la presión sonora del sonido más intenso es cuando la percepción del sonido pasa a ser un dolor auditivo; y la del sonido más débil esté alrededor de 1.000.000 Hz llevará a optar una escala comprimida llamada escala logarítmica (Morales, 2018).

2.1.11. NIVEL DE RUIDO CONTINUO EQUIVALENTE CON PONDERACIÓN A (L_{AeqT})

Es el nivel de un ruido continuo, que comprende la misma fuerza que el ruido calculado, en tal sentido, posee la misma capacidad de perjudicar al sistema auditivo. El L_{AeqT} faculta estimar, a partir de un cálculo realizado sobre un número limitado de muestras obtenidas al azar, en el transcurso de un intervalo de tiempo T, el supuesto valor del nivel de presión sonora continuo equivalente a ponderado A de un ambiente sonoro para ese intervalo de tiempo, así como el intervalo de confianza próximo a ese valor (Soto, 2019).

2.1.12. MAPA DE RUIDO

El mapa de ruido es la representación cartográfica de los niveles de presión por ruido existentes en una zona determinada y en un período especificado, la utilidad del mapa de ruido es comprobar la exposición de la localidad ante el ruido ambiental, para así atender las estrategias y los procedimientos precisos para prevenir y reducir el ruido urbano ambiental, cuando los niveles estén expuestos en el ambiente y puedan tener efectos perjudiciales en la salud de las personas (Cutimbo, 2020).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD

El ruido está directamente señalado como el principal contaminante acústico, especialmente en ciudades con vías de desarrollo e industrializados, pero sobre todo en las áreas urbanas densamente pobladas. Tanto la sensibilidad como la aceptación del ruido presentan alteraciones entre diferentes sujetos y entre diferentes culturas; se manifiesta que la exposición al ruido puede perturbar el trabajo, el descanso, el sueño y la comunicación entre los seres humanos; puede también dañar la audición y provocar otras reacciones psicológicas o fisiológicas e incluso patológicas (Vilca, 2019).

2.2.2. FUENTE MÓVIL

Esto se debe a que a partir de la década de los setentas se ha mostrado un aumento sustancial de los medios de transporte y de su uso, provocando un evidente incremento de los niveles del ruido en los ambientes externos, especialmente en las zonas urbanas y en las carreteras. El ruido generado por la fuente móvil, es una secuencia temporal de la suma de niveles sonoras variables emanados por los vehículos que transitan, estos ruidos provienen del motor, las transmisiones y de la fricción originada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire. Todo ello incrementa el nivel sonoro con el aumento de la velocidad y del desperfecto del pavimento (Oblitas, 2018).

2.2.3. RUIDO AMBIENTAL

El ruido ambiental se ha convertido en uno de los contaminantes más perjudiciales de la sociedad actual que influye directamente en el bienestar de la población. Las personas sometidas a grandes ruidos de manera constante, experimentan serios trastornos fisiológicos, como alteración de la actividad cerebral, cardíaca y respiratoria, pérdida de la potencia auditiva, trastornos gastrointestinales, entre otros. Además se ocasionan alteraciones conductuales tales como perturbación del sueño y el descanso, dificultades para la comunicación, irritabilidad, agresividad, estrés, problemas para desarrollar la atención y concentración mental (Cahuata, 2019).

2.2.4. TIPO DE AUTOMOTOR CIRCULANTE

Existen distintos tipos de automotores clasificados en livianos y pesados. Dentro de los vehículos livianos se encuentran aquellos que tienen de 2 a 4 ruedas, como son las motocicletas, automóviles, furgonetas, camionetas. Los vehículos pesados comprenden a todos aquellos que tienen 6 o más ruedas tales como los autobuses y los camiones. Las fuentes sonoras de los vehículos son varias, depende del tipo de motor, el tipo y aspecto del tubo de escape, la condición de la cabina, el sistema de frenos y el desplazamiento de los llantas sobre la carretera. Por lo tanto, los vehículos que mayor grado de presión sonora manifiestan son los vehículos pesados (Cahuata, 2019).

2.2.5. CONDICIÓN DEL AUTOMOTOR

Una variable influyente para la expansión de ruido en las ciudades, es la situación en la que se hallan los vehículos movibles. La condición de la carrocería y la vibración que estas producen al contacto con la pista originan un ruido irritable. Si la carrocería se halla en pésimas condiciones, sus piezas producirán mayor ruido que las carrocerías modernas o en óptimas condiciones, debido al desgaste de las mismas. Los tubos de escape provocan ruido al estar en condiciones deplorables, rotas, desoldadas, sin el uso de un silenciador, o a su vez con el uso de resonadores (Quiroz, 2018).

2.2.6. USO DE LA BOCINA

El uso excesivo de la bocina por parte de los conductores, incrementa el nivel del ruido existente, por ejemplo, en una zona que se tenga un ruido constante, un solo s3nner de este aparato, incrementa el nivel de ruido en aproximadamente de 15 a 25 dBA dependiendo del tipo de claxon, de esta manera ocasiona molestia e irritaci3n a los transe3ntes, por ser 3ste adem3s de ruidoso, un sonido sumamente molesto (Condori, 2019).

2.2.7. TIPO DE MOTOR DEL VEH3CULO

Existen diversos tipos de motor, y para que 3stos originen menor o mayor ruido, resulta del tipo de combustible que utilicen, as3 como de su cilindraje. Motores que usan di3sel, a menudo son m3s ruidosos que los motores que utilizan gasolina y estos a su vez producen mayor ruido que motores h3bridos (Lechuga, 2017).

2.2.8. VELOCIDADES DE VEH3CULOS

Al provocar la aceleraci3n, los cambios de recorrido de los veh3culos y el posterior aumento de velocidad, la potencia del ruido se intensifica. Los motores necesitan de mayor intensidad para arrancar y de esta forma cambiar los movimientos, produciendo mayor revoluciones por minuto del motor. Todo este procedimiento desata un incremento de los niveles de presi3n sonora. Asimismo, al aumentar el nivel de velocidad de los autom3viles, estos desempe3an mayor fricci3n con el asfalto induciendo un crecimiento en los niveles de presi3n sonora por este acontecimiento (Delgadillo, 2017).

2.2.9. DENSIDAD VEHICULAR

La cantidad de veh3culos movibles, as3 como el modo de tr3fico de los mismos, intervienen directamente en la expansi3n de la contaminaci3n ac3stica en cualquier calle de la ciudad. Si se considera una calle con un 3ndice de tr3fico alto est3 m3s contaminada que una con menor cantidad de veh3culos, pero esto resultar3 de la forma de

aglomeración de los mismos, en un tiempo definido, incidente conocido como índice de saturación vehicular (García, 2016).

2.2.10. SISTEMAS DE FLUIDEZ DE TRÁFICO

Se denominan sistema de fluidez de tráfico a todos los factores utilizados para dar mayor movilidad al tráfico en un acceso determinado; asimismo, ayuda a reducir el índice de saturación vehicular. Estos sistemas de fluidez dependen del número de vehículos que circulan por la vía, la presencia y sincronización de los semáforos de señalización, los límites de velocidad permisibles, la existencia de áreas para aparcamiento en la vía, el movimiento de vehículos de transporte masivo, la cantidad de carriles utilizados en la vía, la determinación de paraderos de buses y taxis, la jerarquía de vías principales y secundarias, la existencia de cruces peatonales y la forma de conducir de los choferes (Rosales, 2017).

2.3. MARCO NORMATIVO

2.3.1. PROTOCOLO DE MONITOREO PARA RUIDO AMBIENTAL

Aprobado el 1 de agosto del 2011, determina metodologías y procedimientos para llevar a cabo mediciones de niveles de ruido, por parte de personas jurídicas o naturales que deseen evaluar los niveles de ruido, siendo los gobiernos locales los responsables de elaborar los procedimientos para evaluar los niveles de ruido conforme con lo dispuesto en la RM-N° 227-2013-MINAM (Condori, 2019).

2.3.2. DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM

Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, norma que establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud humana, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible (MINAM, 2004).

Tabla 01: Estándares de calidad ambiental para ruido.

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS EN LAeqT	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: D.S. N° 085-2003-PCM.

2.3.3. NTP 1996-1 : 2020

Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental Parte I: índices básicos y procedimientos de evaluación (INACAL, 2020)

2.3.4. NTP 1996-2 : 2021

Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental Parte II: Determinación de los niveles de presión sonora. (INACAL, 2021)

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La situación actual durante la emergencia sanitaria la evaluación sonométrica de los niveles de contaminación acústica causados por el parque automotor en la zona turística de la ciudad de Juli 2021, superan los estándares de calidad ambiental para ruido (ECA) de la Normativa Peruana.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- Los niveles de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeq) causados por el parque automotor en la zona turística de la ciudad de Juli, sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para ruido de la normativa establecida DS. N°085-2003-PCM, en los diferentes puntos de monitoreo.
- La contaminación sonora en la ciudad de Juli, es causada principalmente por los vehículos motorizados clasificados en livianos y pesados, que actúan como fuentes de contaminación originando niveles elevados de presión sonora continuo equivalente (LAeq).
- La elaboración de mapas isofónicos de ruido ambiental en las diversas zonas (especiales, residenciales, y comerciales) de la ciudad turística de Juli, expone los niveles de presión sonora continua equivalente (LAeq) generados por el parque automotor.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio de investigación se realizó en la zona turística de la ciudad de Juli, perteneciente a la Provincia de Chucuito, ubicado en la meseta del Collao a 3869 m.s.n.m. con una extensión de 720.38 Km² en la zona sur del departamento de Puno.

Geografía

La ciudad de Juli, se caracteriza por ser una ciudad turística, considerada también como la Pequeña Roma de América, Está ubicado entre sus cuatro cerros tutelares (Zapakollo, Karacollo, San Bartolomé y un poco más alejado Pukara).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La zona especial, residencial y comercial de la ciudad de Juli tiene una población de 23, 741 habitantes. se estableció los puntos de monitoreo en las diferentes zonas asimismo se considera la fuente móvil de vehículos livianos (motos lineales, mototaxis, moto cargas, autos sedan-hatchback-station wagon, pick-up, camioneta, combi, minibus tipo coaster.) y pesados (transporte urbano, buses, ómnibus, camión, tráiler, maquinaria pesada) que circula en la zona urbana de la ciudad de Juli.

Tabla 02: Puntos de monitoreo de la ciudad de Juli.

N° DE PUNTOS	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	
		NORTE	ESTE
P1	Av. Alfonso Ugarte / IESTP Juli	8206658	449749
P2	Jr. llave / Posta médica Juli	8207265	450642
P3	Jr. Puno / Jr. Loyola	8207382	450856
P4	Jr. Asunción / Jr. Santa Barbara	8207305	451058
P5	Av. Panamericana / Av. Manuel A. Quiroga	8207730	452612
P6	Jr. San Juan / Jr. Santa Cruz	8207482	450894
P7	Av. El Puerto / Jr. Juli	8207815	451058
P8	Av. Panamericana / Salida Caspa	8206715	448513
P9	Av. Bolognesi / Av Panamericana	8206661	448977
P10	Jr. Juli / Jr. Alan Garcia	8207815	451171

3.2.2. TAMAÑO DE MUESTRA

En la presente investigación el tipo de muestreo es “no probabilístico - por conveniencia” se emplea la metodología de vías o tráfico de acuerdo al protocolo de monitoreo para ruido establecido con RM-N° 227-2013-MINAM, como medio para determinar los puntos de monitoreo, este método señala que los puntos se deben ubicar en lugares con mayor densidad de tránsito vehicular, por lo tanto la muestra que se considera es de 10 puntos estratégicos en la zona turística de la ciudad de Juli.

El monitoreo se realizó en los horarios con mayor tráfico vehicular, en horas de la mañana, mediodía y tarde, el tiempo de medición es de 15 minutos en cada punto establecido; durante una semana, los días (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábados y domingos), para conocer la variabilidad de los niveles de ruido es necesario

medir durante los siete días de la semana, debido a que cada día puede presentar características diferentes.

Tabla 03: Horario de monitoreo de la mañana - mediodía - tarde.

REFERENCIA	SÍMBOLO	HORARIO DIURNO
Mañana	M	07:00 – 09:00
Mediodía	MD	12:00 – 14:00
Tarde	T	16:00 – 18:00

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. MÉTODO

En la presente investigación se utilizó la metodología del Protocolo Nacional de Monitoreo de ruido Ambiental (MINAM, 2013).

3.3.2. EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Primero: Se dio inicio con la identificación de puntos de monitoreo con las respectivas coordenadas UTM de los 10 puntos, utilizando un GPS marca GARMIN modelo GPS MAP 78.

Segundo: Se utilizó el diseño no experimental - descriptivo, porque se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. El proceso de este estudio es medir el nivel de presión sonora en los diferentes puntos de la zona turística de la ciudad de Juli a través de monitoreos de ruido, empleando la metodología del Protocolo Nacional de Monitoreo de ruido Ambiental R.M N° 227-2013-MINAM, contrastando los datos recopilados con el D.S N° 085-2003-PCM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido y elaboración de mapas isofónicos de ruido.

3.3.2.1. Para el objetivo específico (1)

Se realizaron las mediciones de los niveles de ruido ambiental producidos en el horario diurno en las zonas especiales, comerciales, residenciales en la ciudad de Juli según los ECA para ruido.

- Para el proceso de monitoreo se usó un sonómetro clase 2 CENTER 392.
- Se realizó la configuración del sonómetro a escala “A” lectura en decibeles (dB) modo “fast”
- Se instaló el trípode colocando el sonómetro a una altura de 1.5 m sobre el piso, con una inclinación de 45 grados.
- Se ubicó el sonómetro a una distancia de 0.3 metros de las paredes o estructuras reflectantes.
- El periodo de medición en cada punto fue de 15 minutos en los 10 puntos de monitoreo, en el horario diurno cumpliendo con los protocolos de bioseguridad durante la emergencia sanitaria, de acuerdo a la zonificación (zona especial, residencial y comercial) con los resultados obtenidos se comparan si cumplen o sobrepasan los estándares de calidad ambiental para ruido establecidos en el decreto DS.N° 085-2003-PCM (Tabla 01).

3.3.2.2. Para el objetivo específico (2)

La identificación de las principales fuentes de contaminación acústica originadas por el parque automotor se determina, realizando la clasificación de vehículos livianos y pesados y el conteo de vehículos durante el tiempo de monitoreo en los diez puntos establecidos en el horario de la mañana, mediodía y tarde, cumpliendo el protocolo de monitoreo para ruido ambiental R.M.227-2013-MINAM.

Tabla 04: Clasificación de vehículos según la directiva N° 002-2006-MTC.

TIPO DE VEHÍCULO	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
Vehículos livianos (a ≤ 3.5 toneladas)	Vehículos motorizados con menos de cuatro ruedas (L)	Moto lineal Mototaxi Moto carga
	Vehículos motorizados de cuatro ruedas o mas (M1-M2)	Autos sedan-hatchback-station wagon, pick-up, camioneta, combi, minibús tipo coaster.
Vehículos pesados (a > 3.5 toneladas)	Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros (M3)	Transporte urbano, buses, ómnibus,
	Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercancías (N-O)	camión, tráiler, maquinaria pesada.

Fuente: DIRECTIVA N°002-2006-Ministerio de transportes y comunicaciones.

3.3.2.3. Para el objetivo específico (3)

Según lo establecido en el protocolo de monitoreo de ruido ambiental para la elaboración de los mapas isofónicos de ruido y se opta por la metodología de vías o tráfico, ubicando los puntos de mayor densidad de flujo vehicular, en las diferentes intersecciones de jirones y avenidas de la zona turística de la ciudad de Juli, con los resultados obtenidos de cada punto de monitoreo se diseñará el mapa de ruido con el Software ArcGIS 10.5, donde indicará en diferentes colores los niveles de ruido de los horarios mañana, mediodía y tarde.

Tabla 05: Colores considerados para el diseño del mapa de ruido según la norma ISO 1996-2.

NIVEL SONORO (dB)	NOMBRE DEL COLOR	COLOR
< 35		Verde claro
35 - 40		Verde
40 - 45		Verde oscuro
45 - 50		Amarillo
50 - 55		Ocre
55 - 60		Naranja
60 - 65		Cinabrio
65 - 70		Carmín
70 - 75		Rojo lila
75 - 80		Azul
80 - 85		Azul oscuro

Fuente: International Standard ISO 1996-2 Acoustics (Colque, 2019).

3.3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

- Sonómetro.
- GPS Navegador.
- Cámara fotográfica.
- Computadora personal
- Libreta de campo.
- Trípode.
- Casco.
- Chaleco.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE (X)

Nivel de Ruido Ambiental

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE (Y)

Contaminación acústica causado por el parque automotor

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 06: Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Nivel de Ruido Ambiental	Es la medida del nivel de presión sonora presente en un entorno específico durante un periodo de tiempo determinado	Intensidad sonora	Nivel de presión sonora equivalente (LAeq)	Decibeles (dB).
Contaminación acústica causado por el parque automotor	La contaminación acústica se evaluó en 10 puntos de la zona turística de Juli. Se realizó la evaluación en tres horarios: mañana, tarde y noche. durante siete días y después se realizó la comparación con los ECAs.	Intensidad de ruido según zonas: - zona especial - zona residencial - zona comercial.	ECAs, según zonas: zona especial - día: 50 - noche: 40 zona residencial - día: 60 - noche: 50 zona comercial - día: 70 - noche: 60	Decibeles (dB).

3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO

En esta investigación se realiza un diseño no experimental cuantitativo, desarrollado sin manipular deliberadamente las variables, caracterizada por observar los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, se observan en el área ya existente, no provocadas intencionalmente por el investigador. Por su dimensión temporal en el cual se recolectan los datos, se comprobó que el diseño de la investigación es transeccional o transversal, donde se recolectan los datos en un solo momento y en un tiempo único, con el fin de evaluar el nivel de contaminación de ruidos originado por fuentes móviles en la zona urbana de la ciudad de Juli, para luego analizarlos y compararlos con las normativas vigentes, Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (ECA) a través de instrumentos estadísticos.

- Tablas de distribución de frecuencia y diagrama de barras los datos correspondientes a las variables de estudio son ubicados en tablas.
- Los gráficos estadísticos se diseñan en barras para las tablas unidimensionales, que permiten visualizar los resultados de la investigación con el programa Excel.
- Para validar la hipótesis de la investigación se usa el análisis de varianza (ANOVA) para un diseño en bloques completos al azar.

Diseño experimental en bloques completos al azar

Tabla 07: Análisis de varianza (ANOVA) diseño en bloques completos al azar.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Valor F
Tratamiento (puntos)	t-1	SC _{Tratam}	SC _{tratam} /t-1	CM _{tratam} /CM _{error}
Bloque (horario)	r-1	SC _{Bloque}	SC _{bloque} /r-1	CM _{bloque} /CM _{error}
Error	(t-1)(r-1)	SC _{Error}	SC _{error} /(t-1)(r-1)	
Total	rt-1	SC _{total}		

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Para este capítulo se presentan los análisis de los resultados de la investigación realizada, basada en la información recogida en campo, mediante las técnicas e instrumentos de estudio durante el período (27 de noviembre hasta el 3 de octubre - 2021), con estos datos cuantitativos de análisis descriptivo se representan a través de tablas, imágenes y mapas isofónicos del nivel de contaminación que existe en la zona turística de la ciudad de Juli originado por el parque automotor. Los análisis, interpretaciones y discusiones de los resultados obtenidos presenta un orden de acuerdo a los objetivos específicos planteados como son: Medir la Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeq) en la zona turística de la ciudad de Juli, aplicando el protocolo de monitoreo de ruido ambiental y los estándares de calidad ambiental para ruido (ECA). Identificar las principales fuentes de contaminación acústica causado por el parque automotor en la zona turística de la ciudad de Juli. Elaborar Mapas isofónicos para interpretar los niveles de contaminación acústica de los puntos expuestos a niveles altos de ruido ambiental en la zona turística de la ciudad de Juli.

4.1. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (1)

Medir la Presión Sonora Continua Equivalente (LAeq) en la zona turística de la ciudad de Juli, aplicando el protocolo de monitoreo de ruido ambiental y los estándares de calidad ambiental para ruido (ECA).

Los resultados que se muestran a continuación evidenciando los niveles sonoros continuo equivalente (LAeq) de ruido, tomados en los 10 puntos de monitoreo con sus diferentes valores de límite máximo, límite mínimo, días y la normativa de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (ECA).

Tabla 08: Resultados de monitoreo del punto 01, zona especial.

PUNTO 1							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Laeq	60.23	61.03	61.23	61.13	60.53	61.80	59.53
Lmax	88.57	87.90	89.73	90.03	90.43	87.67	95.50
Lmin	47.73	46.43	41.57	44.43	43.93	44.07	38.10
ECA	50	50	50	50	50	50	50

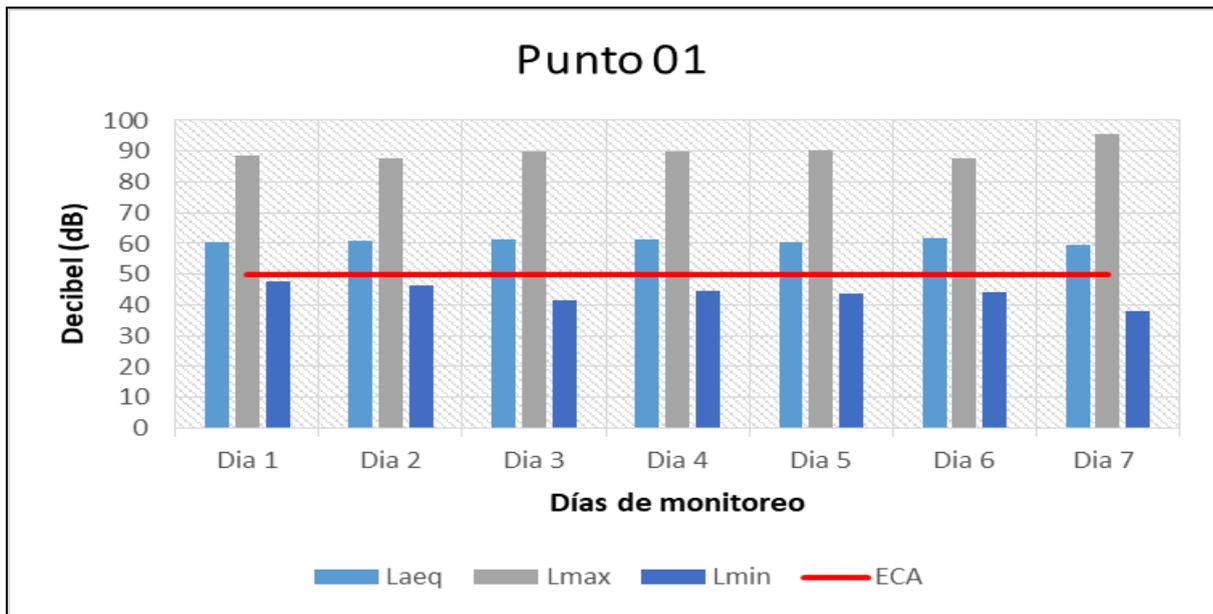


Figura 01. Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 01.

Resultados del punto 01, ubicado (Av. Alfonso Ugarte / IESTP Juli) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona especial, en la figura 01 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 08, la medición del nivel de

ruido LAeq de los 07 días en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), se adquiere resultados para comparar con el DS N° 085-2003-PCM. Donde indica que el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) es 50 dB para la zona especial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 07, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 59.53 dB y los promedios máximos identificados fue el día 06, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 61.80 dB, además resalta que los 07 días monitoreados sobrepasan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 50 dB).

Por lo tanto Limaylla, (2021), en su estudio realizado en el centro urbano de Huánuco, realizó el monitoreo de ruido en 10 puntos estratégicos donde los resultados respecto a la zona especial, donde los puntos 3 y 6 no se cumple con los estándares de calidad ambiental debido a que el nivel de presión sonora equivalente en esos puntos son de 69.60dB y 71.66dB respectivamente. Asimismo en los resultados obtenidos en la presente investigación en el punto número 1 de la no se cumple con los estándares de calidad referente a lo que es zona especial, debido a que los valores del nivel de presión sonora equivalente son de 59.53dB y un valor máximo de 61.80dB.

Tabla 09: Resultados de monitoreo del punto 02, zona especial.

PUNTO 2							
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Laeq	63.87	63.10	66.30	63.50	64.83	63.70	64.80
Lmax	87.77	90.60	88.33	87.40	90.97	90.20	90.93
Lmin	44.27	38.73	41.17	42.27	35.10	41.90	38.40
ECA	50	50	50	50	50	50	50

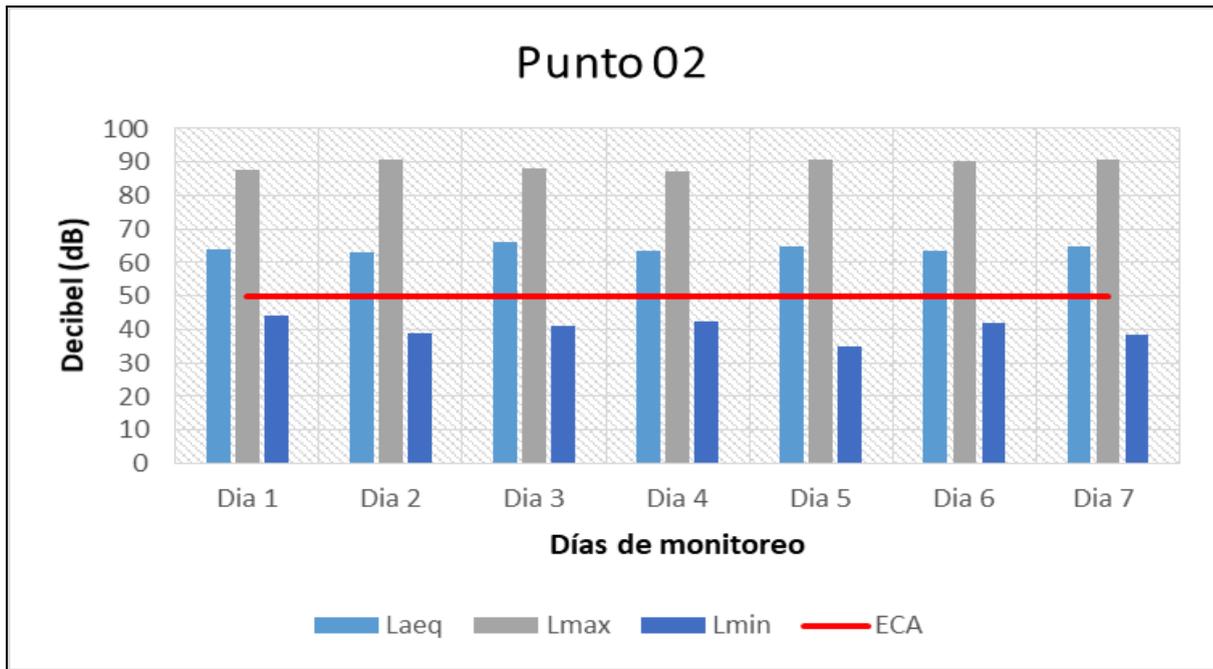


Figura 02: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 02.

Resultados del punto 02, ubicado (Jr. llave / Posta Médica Juli) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona especial, en la figura 02 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 09, la medición del nivel de ruido LAeq de los 07 días en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), se adquiere resultados para comparar con el DS N° 085-2003-PCM. Donde indica que el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) es 50 dB para la zona uno especial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 05, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 35.10 dB y los promedios máximos identificados fue el día 05, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 97.97 dB, además resalta que los 07 días monitoreados sobrepasan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 50 dB).

Según Flores, (2021) en su estudio sobre la contaminación sonora en la zona urbana de la ciudad de llave, realizó 5 puntos de monitoreo de los cuales el punto 4 (zona especial) excede los estándares de calidad ambiental para ruido cuyo valor de nivel de presión sonora equivalente (LAeq) es de 64.15 dB. Estos valores coinciden parcialmente con los

resultados en la presente investigación donde en el punto 2 (zona especial) en el día 5 es de 64.83 dB, por lo que exceden los estándares de calidad ambiental para ruido donde se establece que el valor máximo es de 50 dB.

Tabla 10: Resultados de monitoreo del punto 03, zona residencial.

PUNTO 3							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Laeq	63.03	63.70	63.27	65.40	65.63	63.87	64.63
Lmax	85.30	87.30	86.93	88.50	92.40	86.23	90.03
Lmin	48.57	46.33	45.97	39.23	39.03	48.10	41.27
ECA	60	60	60	60	60	60	60

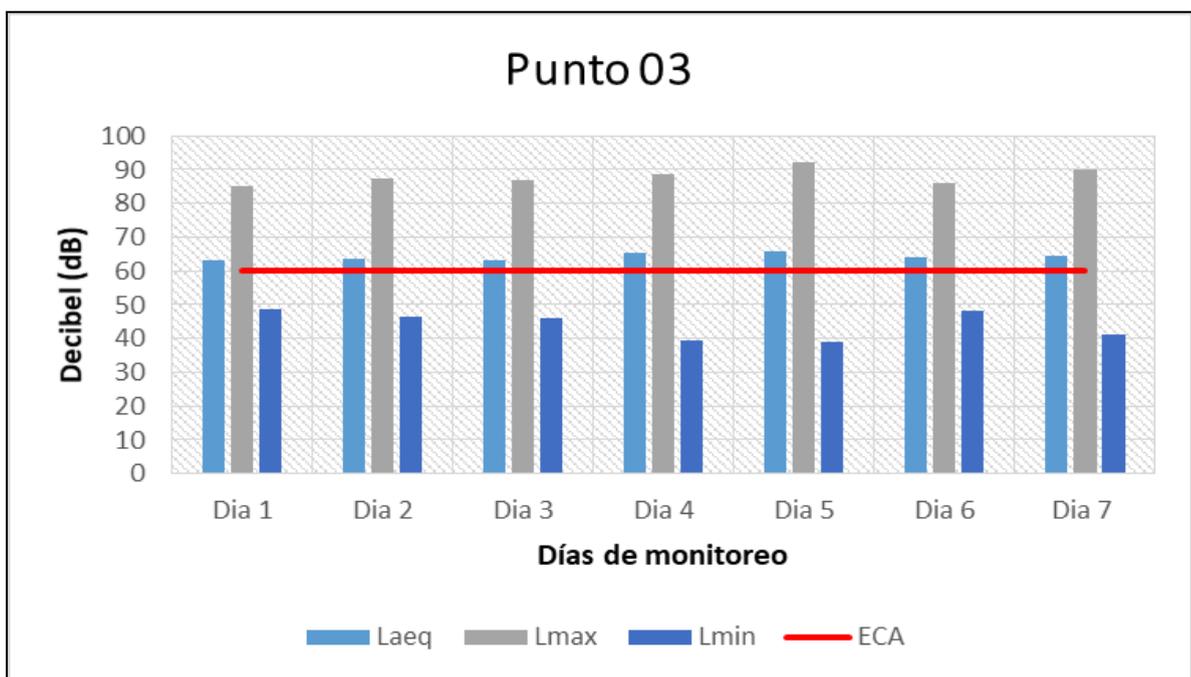


Figura 03: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 03.

Resultados del punto 03, ubicado (Jr. Puno / Jr. Loyola) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona residencial, en la figura 03 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 10, la medición del nivel de ruido LAeq de los 07 días

en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), se adquiere resultados para comparar con el DS N° 085-2003-PCM. Donde indica que el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) es 60 dB para la zona residencial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 05, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 39.03 dB y los promedios máximos identificados fue el día 05, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 92.40 dB, además resalta que los 07 días monitoreados sobrepasan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 60 dB).

Por consiguiente el resultado de monitoreo del valor máximo que se obtuvo es muy similar al que indica Limaylla (2021), en su investigación interpreta que los niveles de ruido ambiental en la zona residencial fueron 77.3 a 60.1dB, estos sobrepasan los ECA para ruido (60dB).

Asimismo Falcon, (2021) en su estudio realizado en la ciudad de Pucallpa, realizó 12 puntos de monitoreo de ruido ambiental, en donde las zonas residenciales exceden los estándares de calidad ambiental para ruido, donde los puntos 6 y 7 tienen valores más altos obtenidos son de 87.2dB y 85.8dB respectivamente.

Tabla 11: Resultados de monitoreo del punto 04, zona especial.

PUNTO 4							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Laeq	64.67	56.13	55.77	60.63	56.73	61.30	57.80
Lmax	85.77	85.63	86.93	86.90	95.87	93.33	88.43
Lmin	40.10	36.97	42.53	42.37	35.70	39.40	40.90
ECA	50	50	50	50	50	50	50

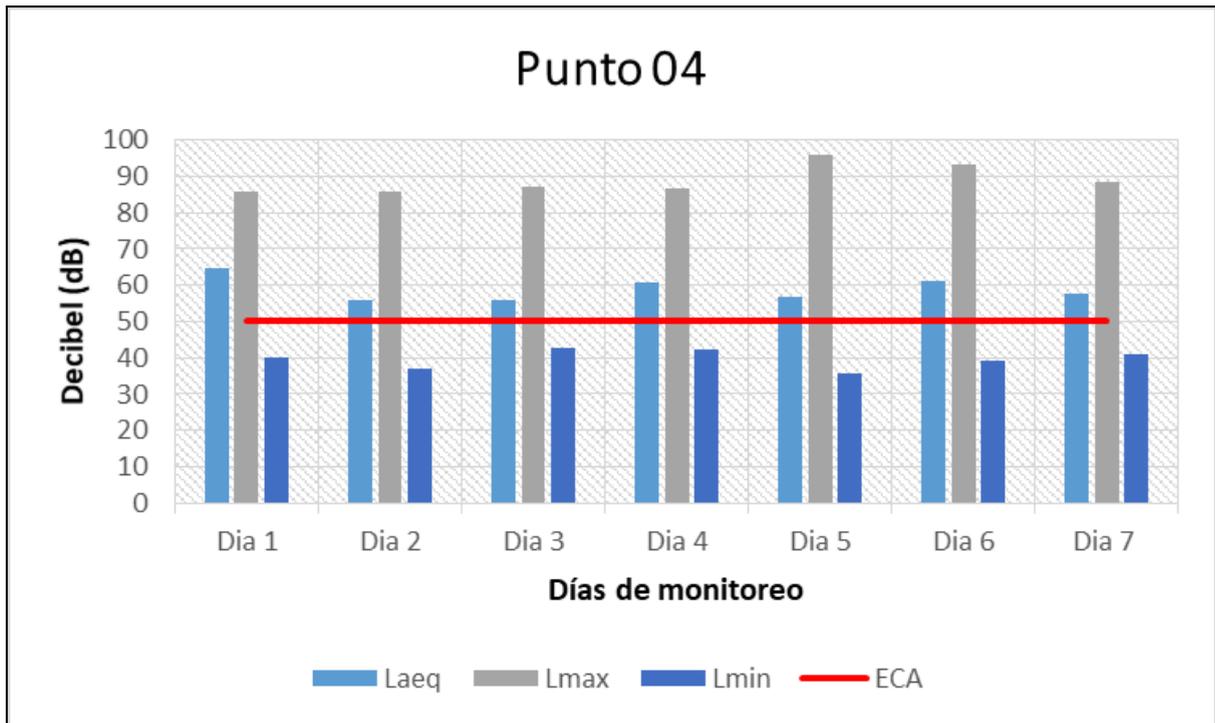


Figura 04: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 04.

Resultados del punto 04, ubicado (Jr. Asunción / Jr. Santa Barbara) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona especial, en la figura 04 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 11, la medición del nivel de ruido LAeq de los 07 días en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), se adquiere resultados para comparar con el DS N° 085-2003-PCM. Donde indica que el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) es 50 dB para la zona especial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 05, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 35.70 dB y los promedios máximos identificados fue el día 05, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 95.87 dB, además resalta que los 07 días monitoreados sobrepasan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 50 dB).

Tabla 12: Resultados de monitoreo del punto 05, zona comercial.

PUNTO 5							
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Laeq	62.33	63.97	65.77	64.53	63.77	65.27	62.73
Lmax	83.60	93.00	95.37	85.97	84.33	94.97	96.17
Lmin	41.63	43.03	38.67	43.97	34.07	44.07	32.67
ECA	70	70	70	70	70	70	70

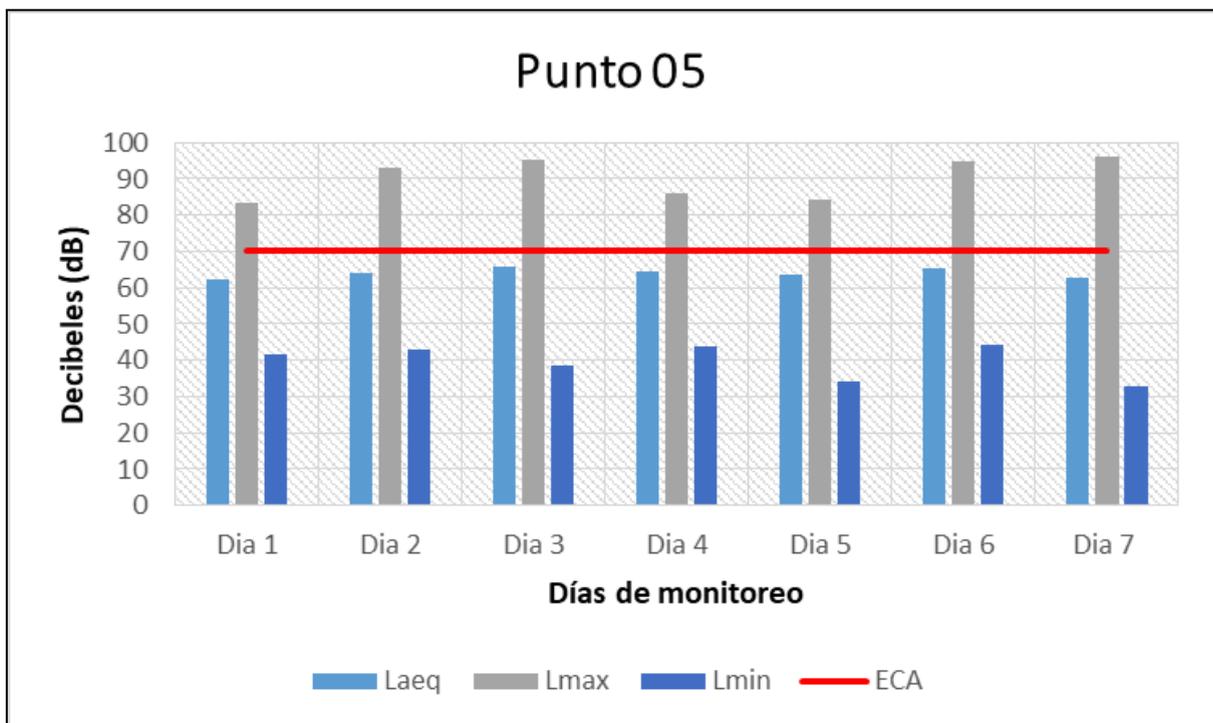


Figura 05: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 05.

Resultados del punto 05, ubicado (Av. Panamericana / Av. Manuel A. Quiroga) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona comercial, en la figura 05 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 12, la medición del nivel de ruido LAeq de los 07 días en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), se adquiere resultados para comparar con el DS N° 085-2003-PCM. Donde indica que el nivel sonoro

continuo equivalente (LAeq) es 70 dB para la zona comercial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 07, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 32.67 dB y los promedios máximos identificados fue el día 07, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 96.17 dB, además resalta que los 07 días monitoreados no superan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 70 dB).

Por otro lado Barrientos (2021) en su estudio realizó 48 mediciones nivel del ruido en San Juan de Lurigancho que generan los vehículos de transporte terrestre, 29 mediciones superaron los límites de los ECA, a través de estas mediciones en la Av. Prolongación Bolivia existe contaminación acústica. Debido a que el nivel más alto registrado durante los 4 días de monitoreo fue de 108.2 dB que fue registrado durante la mañana, lo cual no debe superar los 60 dB; por lo tanto este nivel ocasiona daños a la salud de los habitantes y de los estudiantes. Los resultados del presente estudio es similar en la ciudad de Juli, el valor más alto registrado es 96.17 dB en el punto 5(zona comercial) lo cual no debe superar los 70 dB, esto indicada que no se cumple los estándares de calidad para ruido ambiental.

Tabla 13: Resultados de monitoreo del punto 06, zona especial.

PUNTO 6							
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Laeq	64.53	64.33	61.87	64.47	64.27	62.43	55.30
Lmax	80.23	85.97	81.40	82.17	81.67	84.37	79.07
Lmin	44.00	41.30	48.30	45.50	45.43	48.40	43.70
ECA	50	50	50	50	50	50	50

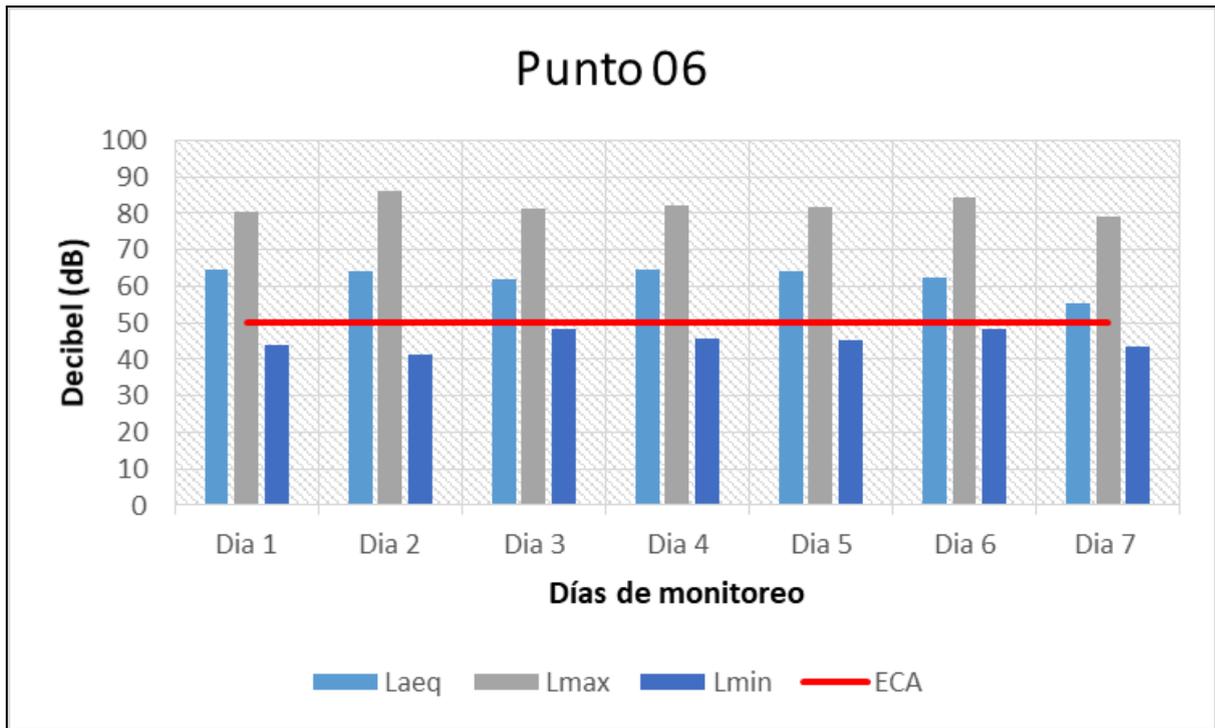


Figura 06: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 06.

Resultados del punto 06, ubicado (Av. San Juan / Jr. Santa Cruz) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona especial, en la figura 06 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 13, la medición del nivel de ruido LAeq de los 07 días en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), se adquiere resultados para comparar con el DS N° 085-2003-PCM. Donde indica que el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) es 50 dB para la zona especial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 02, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 41.30 dB y los promedios máximos identificados fue el día 02, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 85.97 dB, además resalta que los 07 días monitoreados sobrepasan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 50 dB).

Tabla 14. Resultados de monitoreo del punto 07, zona especial.

PUNTO 7							
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Laeq	59.63	62.40	63.10	64.40	62.50	62.70	61.60
Lmax	85.40	82.87	89.47	84.23	90.27	94.13	88.77
Lmin	40.07	40.50	40.40	40.93	36.67	41.87	38.83
ECA	50	50	50	50	50	50	50

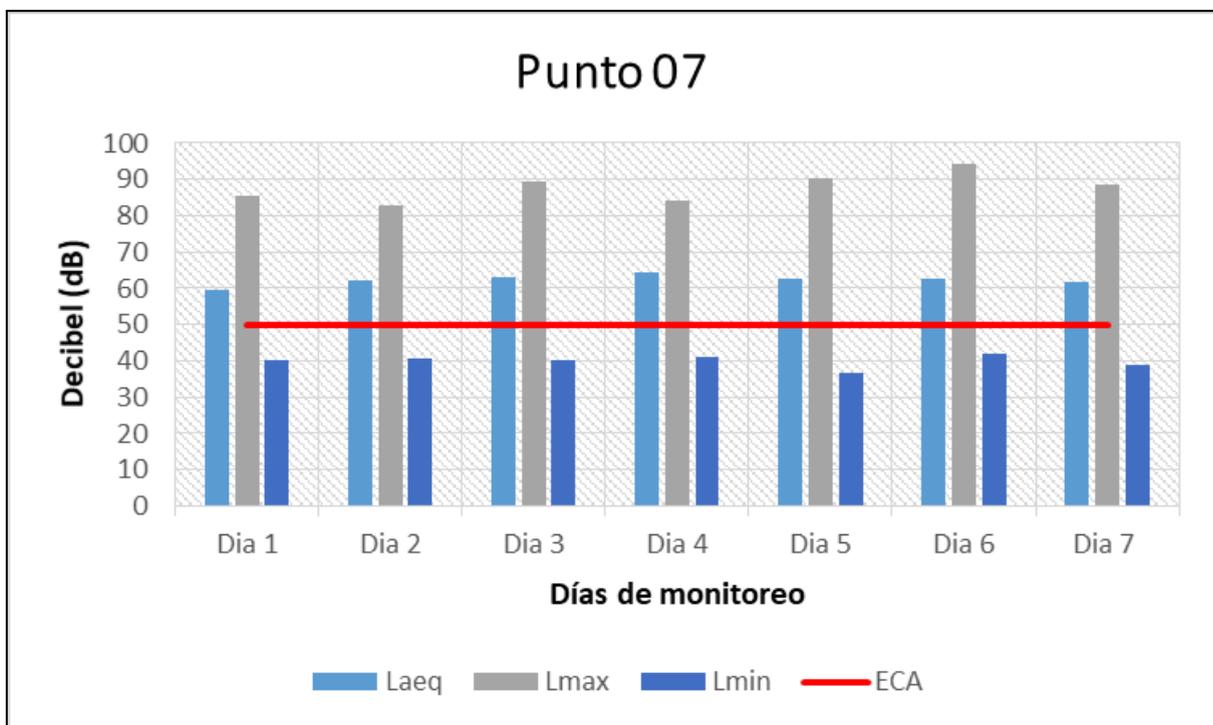


Figura 07: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 07.

Resultados del punto 07, ubicado (Av. El Puerto / Jr. Juli) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona especial, en la figura 07 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 14, la medición del nivel de ruido LAeq de los 07 días en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), se adquiere resultados para comparar con el DS N° 085-2003-PCM. Donde indica que el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) es

50 dB para la zona especial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 05, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 36.67 dB y los promedios máximos identificados fue el día 06, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 94.80 dB, además resalta que los 07 días monitoreados sobrepasan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 50 dB).

Por ende los resultados que obtuvo Limaylla, (2021) en su estudio de investigación en la ciudad de Huánuco, de los 10 puntos de monitoreo, el punto 2 (Zona especial) excede los estándares de calidad ambiental cuyo valor LAeq es de 66.23 dB. Estos resultados son similares con la presente investigación donde en el punto 7 (Zona especial), excede los estándares de calidad ambiental para ruido donde cuyo valor LAeq en el día 4 es de 64.40 dB .

Tabla 15: Resultados de monitoreo del punto 08, zona comercial.

PUNTO 8							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Laeq	65.93	67.13	65.37	66.40	64.40	63.60	61.43
Lmax	84.10	85.93	88.47	90.47	93.13	90.03	90.40
Lmin	43.07	44.70	46.53	45.70	44.70	44.07	38.90
ECA	70	70	70	70	70	70	70

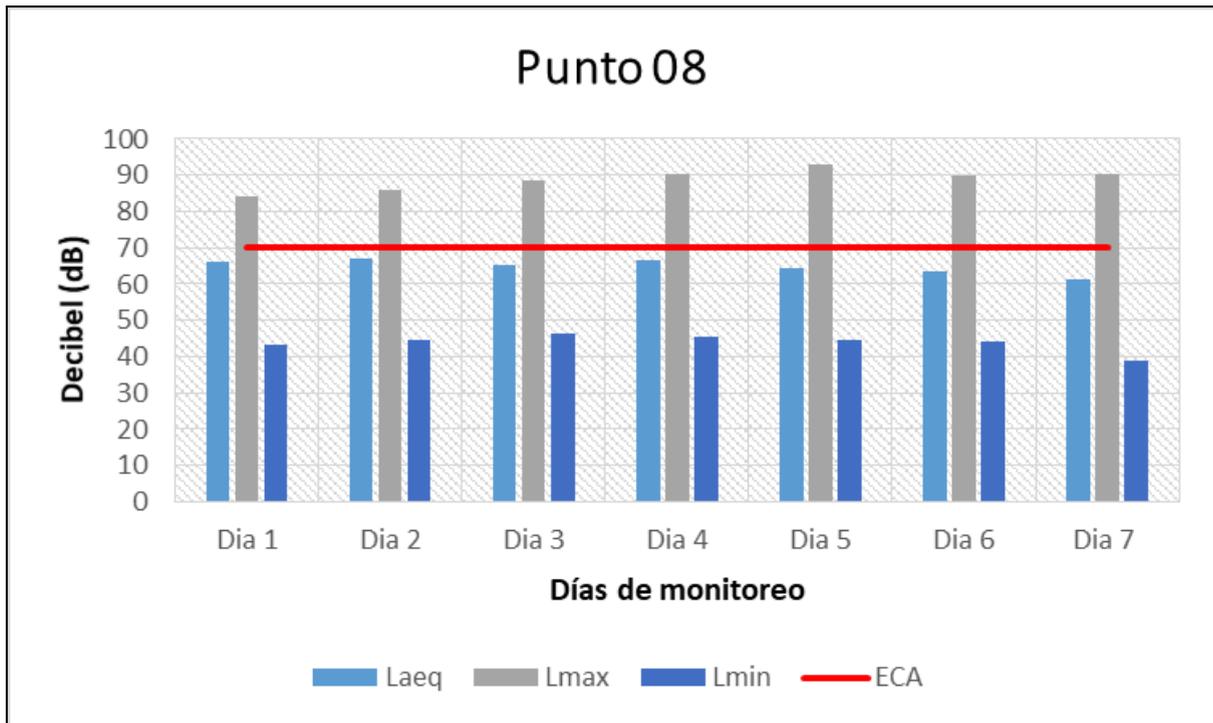


Figura 08: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 08.

Resultados del punto 08, ubicado (Av. Panamericana / Salida Caspa) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona comercial, en la figura 08 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 15, la medición del nivel de ruido LAeq de los 07 días en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), se adquiere resultados para comparar con el DS N° 085-2003-PCM. Donde indica que el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) es 70 dB para la zona comercial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 07, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 38.90 dB y los promedios máximos identificados fue el día 05, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 93.13 dB, además resalta que los 07 días monitoreados no superan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 70 dB).

Asimismo Limaylla, (2021), en su estudio realizado en el centro urbano de la ciudad de Huánuco, donde se realizó el monitoreo de ruido ambiental en 10 puntos estratégicos donde los resultados respecto a la zona comercial, donde el punto de monitoreo

7(mercado central) si cumple con los estándares de calidad ambiental debido a que el nivel de presión sonora equivalente en ese punto es 69.80dB. Asimismo en los resultados obtenidos en la presente investigación realizado en la ciudad de Juli en el punto de monitoreo número 8 si cumple con los estándares de calidad referente a lo que es zona comercial, debido a que los valores del nivel de presión sonora equivalente es de 65.50dB.

Tabla 16: Resultados de monitoreo del punto 09, zona comercial.

PUNTO 9							
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Laeq	68.50	66.60	64.43	63.47	65.10	64.47	62.50
Lmax	80.07	90.57	92.90	85.53	88.57	92.47	92.77
Lmin	44.80	46.77	48.30	44.83	45.47	45.13	40.83
ECA	70	70	70	70	70	70	70

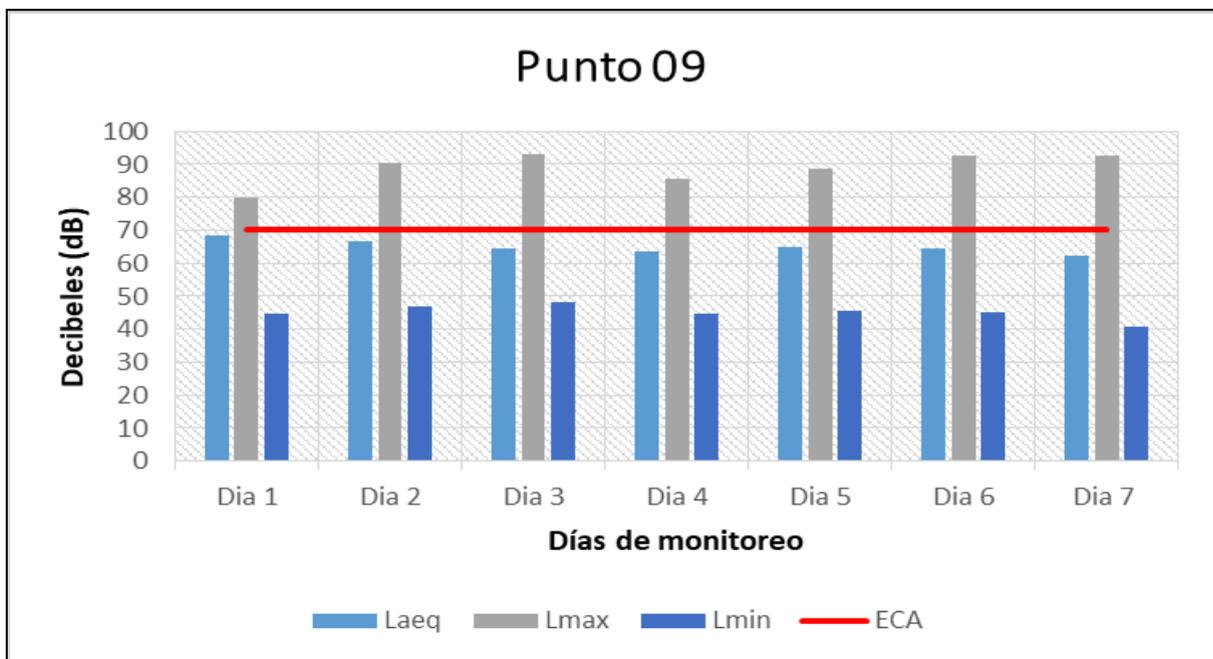


Figura 09: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 09.

Resultados del punto 09, ubicado (Av. Bolognesi / Av. Panamericana) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona comercial, en la figura 09 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 15, la medición del nivel de ruido LAeq de los 07 días en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), se adquiere resultados para comparar con el DS N° 085-2003-PCM. Donde indica que el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) es 70 dB para la zona comercial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 07, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 40.83 dB y los promedios máximos identificados fue el día 03, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 92.90 dB, además resalta que los 07 días monitoreados no superan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 70 dB).

Tabla 17: Resultados de monitoreo del punto 10, zona especial.

PUNTO 10							
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Laeq	56.27	57.27	62.50	58.27	56.80	60.73	59.40
Lmax	78.70	80.43	89.57	80.90	86.90	86.17	89.03
Lmin	38.30	38.80	41.77	39.93	42.00	40.53	36.77
ECA	50	50	50	50	50	50	50

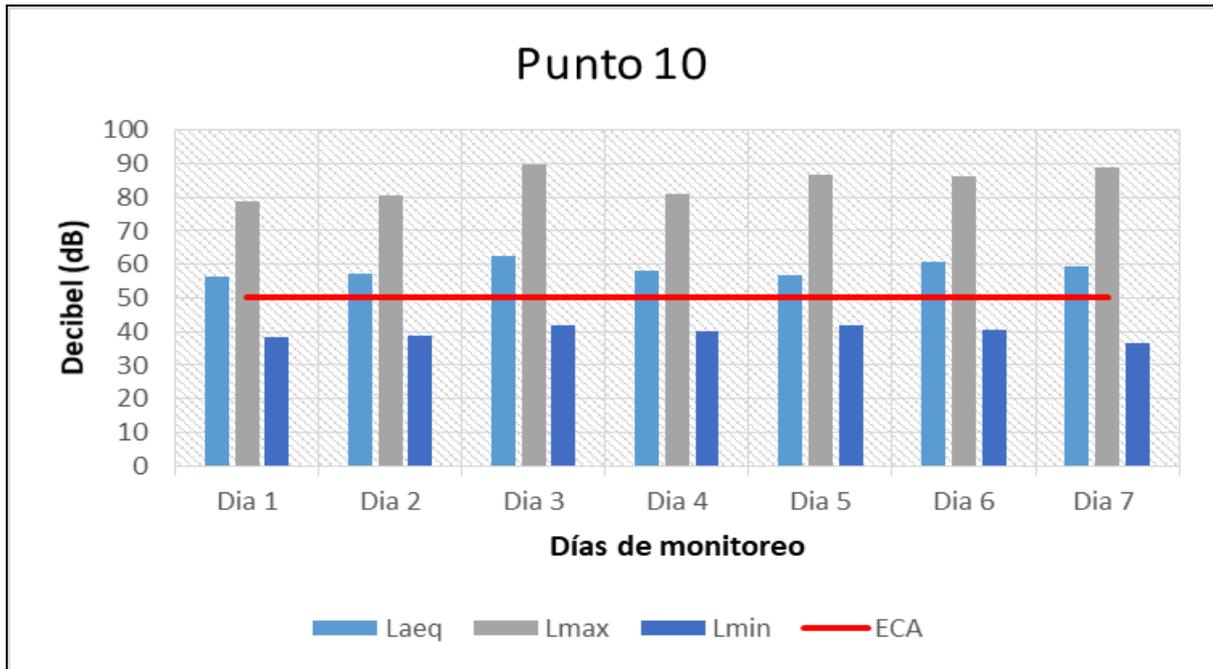


Figura 10: Corresponde al monitoreo de los niveles sonoros del punto 10.

Resultados del punto 10, ubicado (Jr. Juli / Jr. Alan Garcia) de acuerdo a la zonificación se identifica como zona especial, en la figura 10 se visualiza la representación gráfica de los decibeles detallados en la tabla 16, la medición del nivel de ruido LAeq de los 07 días en el horario diurno (mañana, mediodía y tarde), el DS N° 085-2003-PCM, indica que el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) es 50 dB para la zona especial, y se observa el comportamiento de los promedios mínimos que se detectó en el día 07, con un nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 36.77 dB y los promedios máximos identificados fue el día 03, alcanzando el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) de 89.57 dB, además resalta que los 07 días monitoreados sobrepasan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 50 dB).

Asimismo Flores (2021), en su estudio realizado en la zona urbana de la ciudad de Ilave manifiesta que en el horario diurno de monitoreo en la zona especial, por 14 días el promedio fue 68.6 dB, este resultado sobrepasa los ECA para ruido (50 dB). Asimismo en los resultados obtenidos en la presente investigación el promedio máximo (LAeq) es de 61

dB estos niveles sobrepasan los niveles establecidos en la normativa vigente (ECA es de 50 dB).

Tabla 18: Niveles Sonoros Continuo Equivalente (LAeq) comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (ECA) según el DS. N° 085-2003-PCM.

Punto	LAeq	Zonificación	ECA DS 085 2003-PCM	Cumplimiento Normativa	Dirección de puntos
P 01	61	Zona especial	50	NO cumple	Av. Alfonso Ugarte / IESTP juli
P 02	64	Zona especial	50	NO cumple	Jr. llave / Posta Médica Juli
P 03	64	Zona residencial	60	NO cumple	Jr. Puno / Jr.Loyola
P 04	59	Zona especial	50	NO cumple	Jr. Asunción / Jr. Santa Barbara
P 05	64	Zona comercial	70	SI cumple	Av. Panamericana / Av.Manuel a Quiroga
P 06	62	Zona especial	50	NO cumple	Jr. San Juan / Jr. Santa Cruz (Municipio)
P 07	62	Zona especial	50	NO cumple	Av. El Puerto / Jr.Juli
P 08	65	Zona comercial	70	SI cumple	Av. Panamericana / Salida Caspa
P 09	65	Zona comercial	70	SI cumple	Av. Bolognesi / Av. Panamericana
P 10	59	Zona especial	50	NO cumple	Jr. Juli / Jr. Alan Garcia

En la tabla 18, se aprecia que los resultados obtenidos de los puntos evaluados en la zona turística de la Ciudad de Juli, superan los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (ECA) establecido en la normativa DS. N° 085-2003-PCM. en el horario diurno de acuerdo a las zonas identificadas; zona especial, zona residencial y zona comercial, de las cuales los puntos P 05, P 08 y P 09 “si cumplen” con la normativa establecida ECA, excepto los puntos P 01, P 02, P 03, P 04, P 06, P 07 y P 10 “no cumplen” con la normativa de los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido por que sus valores exceden los decibeles (dB) establecidos según la zonificación, cabe mencionar que los registros de los resultados del nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) son causados por el desplazamiento de vehículos livianos y vehículos pesados en los procesos de aceleración - desaceleración.

Por lo tanto Vilca (2019), en su estudio realizado en la ciudad de Juliaca, evaluó los niveles de presión sonora en 61 puntos de monitoreo de los cuales 62.30 % (38 puntos de monitoreo) están por encima y exceden los estándares de calidad y solo 37.70 % (23 puntos de monitoreo) cumple con los estándares de calidad ambiental. Así mismo en el presente estudio realizado en la ciudad de Juli, los resultados se muestran en la tabla 18 donde: Los puntos de monitoreo(P 05, P 08, P 09), que sí cumplen con los ECA y los puntos (P 01, P 02, P 03, P 04 P 06, P 07, P 10) no cumplen los ECA para ruido. Es decir que tiene los resultados son similares debido a que el 70% (7 puntos de monitoreo) exceden los ECA y 30% (3 puntos de monitoreo) cumple con los estándares de calidad ambiental.

4.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (2)

Identificar las principales fuentes de contaminación acústica causado por el parque automotor en la zona turística de la ciudad de Juli.

Los procedimiento para determinar las fuentes móviles que causa la contaminación acústica se realizó con la identificación de las características de los vehículos, se clasificó según la normativa DIRECTIVA N° 002-2006-MTC clasificación de vehículos livianos ($a \leq$

3.5 toneladas, categoría L, M1 y M2) y vehículos pesados ($a \geq 3.5$ toneladas, categoría M3, N y O) “Tabla 03”, se realizó el conteo de vehículos que circulan en el preciso momento del monitoreo que fue de 15 minutos por cada punto durante los 7 días, en los horarios de la mañana, mediodía y tarde, en los 10 puntos establecidos.

Tabla 19: Resultados de monitoreo de la fuente móvil.

Puntos	Vehículos livianos (\leq a 3.5 toneladas)	Vehículos pesados (>3.5 toneladas)
P 01	69%	31%
P 02	75%	25%
P 03	74%	26%
P 04	63%	37%
P 05	79%	21%
P 06	74%	26%
P 07	68%	32%
P 08	79%	21%
P 09	82%	18%
P 10	60%	40%

La tabla 19, indica las principales fuentes móviles que causan la contaminación acústica en los 10 puntos de monitoreo de la ciudad de Juli y se aprecia en porcentajes el flujo vehicular livianos (Moto lineal ,Mototaxi, Moto carga, Autos sedan-hatchback-station wagon, pick-up, camioneta, combi, minibus tipo coaster) y vehículos pesados (Transporte urbano, buses, ómnibus, camión, tráiler, maquinaria pesada), los resultados se calcularon de acuerdo al conteo que se realizó en los 10 puntos de monitoreo de los horarios

mañana, mediodía y tarde. La tabla muestra que los vehículos livianos superan en porcentajes a los vehículos pesados en 10 puntos.

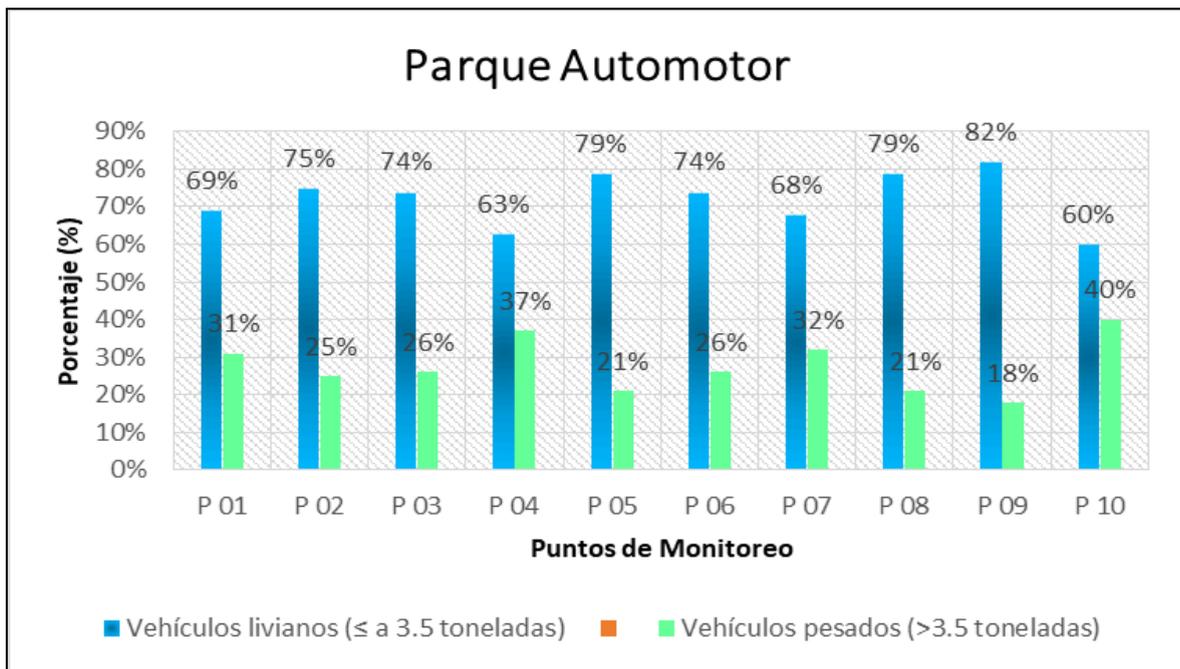


Figura 11: Porcentaje de fuentes móviles en los 10 puntos.

En la figura 11, se muestra la distribución porcentual del parque automotor en la zona turística de la ciudad de Juli, según los promedios se determina que el 72 % de vehículos livianos influyen en la generación de ruido, a comparación de los vehículos pesados promedio de 28 %, existe una gran diferencia en la cantidad de vehículos livianos y pesados que circulan en cada punto de monitoreo, el registro del conteo de vehículos de los 07 días se puede observar en el (anexo 07).

De manera que Soto (2019), En su investigación realizada en la ciudad de Juliaca realizó una comparación de los niveles de ruido en los horarios de la mañana, mediodía y tarde, donde concluye que la principal fuente de contaminación acústica es generado por el transporte urbano, y en la tarde el tráfico vehicular se incrementa, por lo que es mayor la intensidad de ruido. Así mismo, los resultados obtenidos en la investigación realizada en la ciudad de Juli, concuerdan parcialmente debido a que la fuente principal de contaminación acústica es el parque automotor de vehículos livianos (72%) y

pesados(28%) que circulan por las diferentes zonas identificadas: zona comercial, zona residencial y zona especial. Así mismo se observa que por la mañana y mediodía el flujo vehicular es alto, sin embargo cabe precisar que respecto al horario de la tarde el flujo vehicular es mucho más bajo, lo cual es totalmente diferente en relación al estudio realizado en la ciudad de Juliaca.

4.3. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO (3)

Elaborar Mapas Isofónicos para interpretar los niveles de contaminación acústica de los puntos expuestos a niveles altos de ruido ambiental en la zona turística de la ciudad de Juli.

Para la elaboración de las Mapas Isofónicos se empleó el software ArcGIS 10.5 el método espacial de interpolación IDW, utilizando los valores de los niveles de presión sonora continuo equivalente (LAeq), zonas determinadas de acuerdo a la zonificación, para conocer el estado actual de la contaminación acústica originado por el parque automotor en la zona turística de la ciudad de Juli, los cuales permiten efectuar representaciones continuas de los valores registrados por medio de capas y sus respectivos colores, se diseñó 01 mapa de ruidos donde indica el promedio de los (LAeq) en los 10 puntos y 03 mapas de ruido para los horarios de la mañana, mediodía y tarde, comparando los niveles de ruido admisible ante los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido, D.S N° 085 - 2003 – PCM.

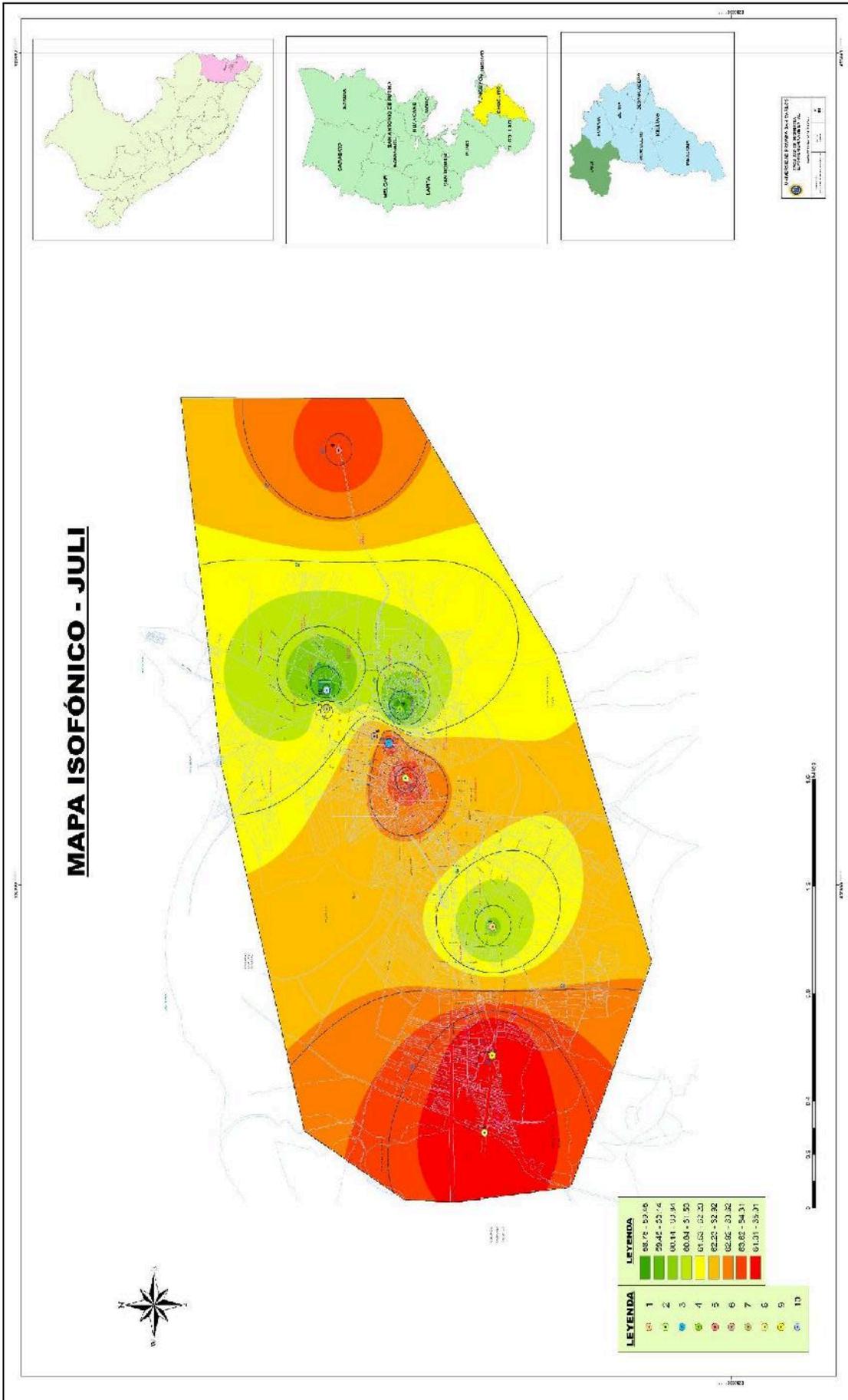


Figura 12: Mapa de ruidos de los 10 puntos de acuerdo a la zonificación.

En la figura 12, se visualiza el mapa de ruidos de los 10 puntos debidamente establecidos e identificados de acuerdo a la zonificación, con sus respectivos colores y (LAeq) de lo más alto (65 dB) al más bajo (58 dB), los puntos: P 02 (Zona especial), P 03 (zona residencial), P 05 (zona comercial), P 08 (zona comercial), P 09 (zona comercial) señalan los valores de presión sonora de “65 dB” de color rojo; P 06 (zona especial), indican valores de presión sonora de “62 dB” de color anaranjado; P 07 (zona especial), señalan los valores de presión sonora de “61 dB” de color amarillo; P01 (zona especial), P 04 (zona especial) y P 10 (zona especial) indican los valores de presión sonora de “60 dB” de color verde. Los puntos P 05, P 08 y P 09 “si cumplen” con la normativa establecida del ECA, excepto los puntos P 01, P 02, P 03, P 04, P 06, P 07 y P 10 “no cumplen” con los ECA de la normativa.

Asimismo en la investigación de Cahuata (2019) los resultados de la evaluación de los niveles de ruido en el Centro Histórico de la Ciudad de Arequipa, donde se realizó 88 puntos de monitoreo, de los cuales 87 puntos superan los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido. Así mismo se elaboraron mapas isofónicas de acuerdo a la escala cromática ISO 1996-2, Donde se registraron 4 rangos de presión sonora: rojo(carmín, 65 - 70 dB), lila(rojo lila, 70 - 75 dB), azul(azul, 75 - 80 dB) y naranja(naranja, 55-60 dB). Estos resultados coinciden parcialmente por que sobrepasan los ECA para ruido, con el presente estudio realizado en la Zona turística de la ciudad de Juli, del total de los puntos monitoreados los resultados son: P 02, P 03, P 05, P 08, y P 09 señalan los valores de presión sonora de “65 dB” de color rojo; P 06, indican valores de presión sonora de “62 dB” de color anaranjado; P 07, señalan los valores de presión sonora de “61 dB” de color amarillo; P01, P 04, y P 10 indican los valores de presión sonora de “60 dB” de color verde. Estos resultados se muestran en la Figura 12(Mapa de ruidos de los 10 puntos de acuerdo a la zonificación).

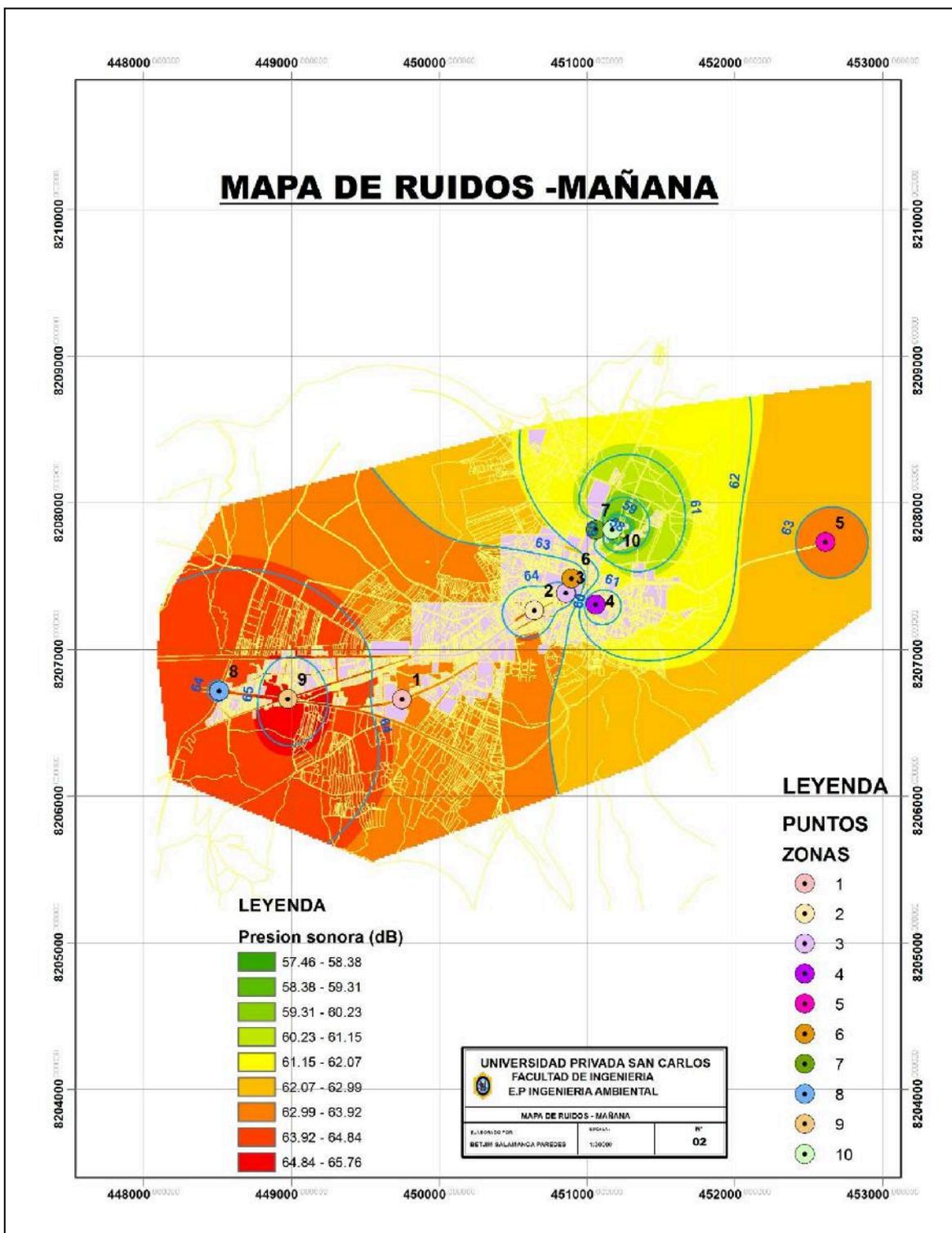


Figura 13: Mapa de ruidos del horario de la mañana.

El mapa de ruidos para el horario de la mañana (figura 13), se observa que la representación espacial del ruido es señalado en el mapa de la ciudad de Juli, con

diferentes capas de colores de los 10 puntos debidamente establecidos e identificados de acuerdo a la zonificación y (LAeq) empezando de los niveles más alto (65 dB) a los niveles más bajos (57 dB), los puntos P 08 (zona comercial) y P 09 (zona comercial), estos valores indican la presión sonora de “65 dB” de color rojo; P 01 (zona especial) y P 05 (zona comercial) estos valores indican la presión sonora de “63 dB” de color anaranjado; P 02 (zona especial), P 03 (zona residencial), P 04 (zona especial) y P 06 (zona especial) estos valores indican la presión sonora de “62 dB” de color amarillo; P 07 (zona especial) y P 10 (zona especial) estos valores indican la presión sonora de “58 dB” de color verde. Los puntos P 05, P 08 y P 09 “si cumplen” con la normativa establecida del ECA, excepto los puntos P 01, P 02, P 03, P 04, P 06, P 07 y P 10 “no cumplen” con los ECA de la normativa.

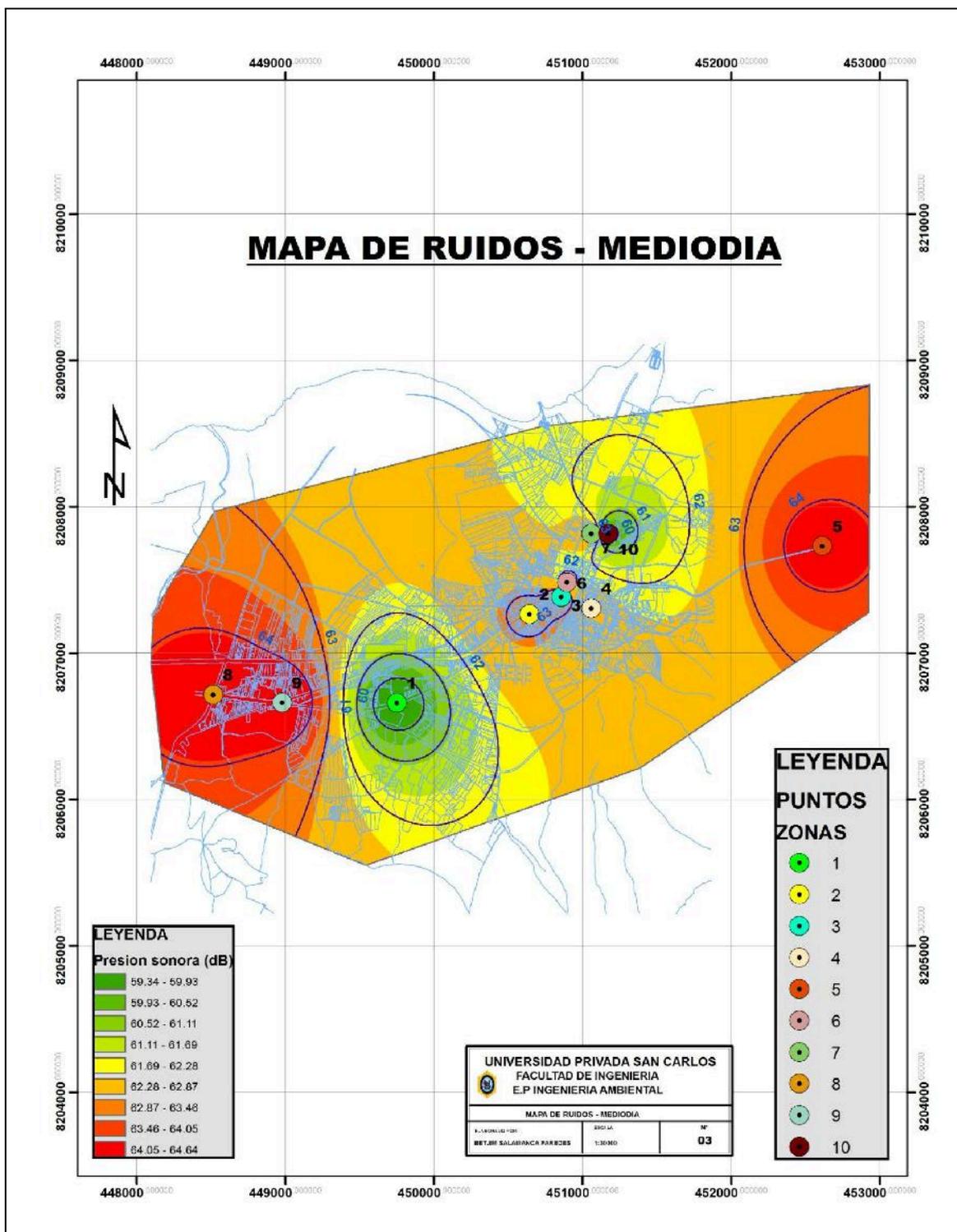


Figura 14: Mapa de ruidos del horario de mediodía.

El mapa de ruidos para el horario del mediodía (figura 14), se visualiza que la representación espacial del ruido, es señalado en el mapa de la ciudad de Juli, con diferentes capas de colores de los 10 puntos debidamente establecidos e identificados de

acuerdo a la zonificación y (LAeq) empezando de los niveles más alto (65 dB) a los niveles más bajos (59 dB), los puntos P 05 (zona comercial), P 08 (zona comercial) y P 09 (zona comercial) estos valores indican la presión sonora de “65 dB” de color rojo; P 01 (zona especial), P 02 (zona especial), P 03 (zona residencial), P 04 (zona especial), P 06 (zona especial), P 07 (zona especial) estos valores indican la presión sonora de “62 dB” de color anaranjado; P 01 (zona especial) y P 10 (zona especial) el valor que señala de la presión sonora es “60 dB” de color verde. Los puntos P 05, P 08 y P 09 “si cumplen” con la normativa establecida del ECA, excepto los puntos P 01, P 02, P 03, P 04, P 06, P 07 y P 10 “no cumplen” con los ECA de la normativa.

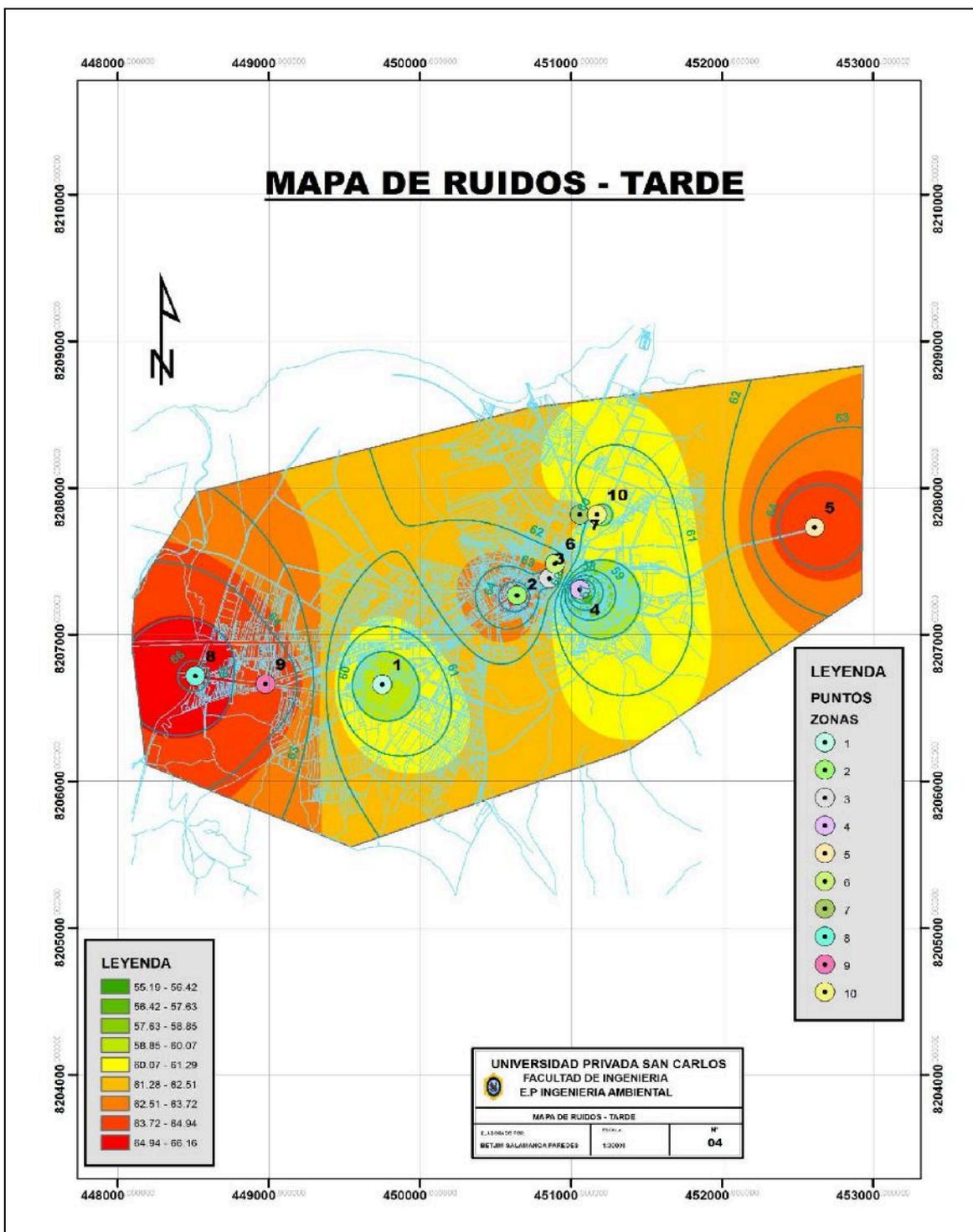


Figura 15: Mapa de ruidos del horario de la tarde.

El mapa de ruidos para el horario de la tarde (figura 15), se observa que la representación espacial del ruido se indica en el mapa de la ciudad de Juli, con diferentes capas de colores de los 10 puntos debidamente establecidos e identificados de acuerdo a la zonificación y (LAeq) empezando de los niveles más alto (66 dB) a los niveles más bajos

(55 dB) los puntos: P 05 (zona comercial), P 08 (zona comercial) y P 09 (zona comercial) estos valores indican la presión sonora de “64 dB” de color rojo; P 02 (zona especial), P 03 (zona residencial), estos valores indican la presión sonora de “62 dB” de color anaranjado; P 06 (zona especial), P 07 (zona especial), estos valores indican la presión sonora de “61 dB” de color ocre; P 10 (zona especial), estos valores indican la presión sonora de “60 dB” de color amarillo; P 01 (zona especial), estos valores indican la presión sonora de “58 dB” de color verde claro; P 04 (zona especial) estos valores indican la presión sonora de “57 dB” de color verde. Los puntos P 05, P 08 y P 09 “si cumplen” con la normativa establecida del ECA, excepto los puntos P 01, P 02, P 03, P 04, P 06, P 07 y P 10 “no cumplen” con los ECA de la normativa. Con los valores obtenidos de (LAeq) se plasma en los mapas isofónicos identificando que en los horarios de la mañana (63 dB) y mediodía (63 dB) se presenta más ruido que en el horario de la tarde (62 dB).

4.4. ANÁLISIS Y COMPORTAMIENTO DE LOS PROMEDIOS GENERALES

Se muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para un diseño en bloques completos al azar (DBCA), realizado a los datos obtenidos en las tres franjas horarias con un nivel de confianza del 95% ($Z=1.96$) donde se planteó como bloque a los horarios Mañana (I), Mediodía (II), Tarde (III) y tratamientos a los puntos (P 01, P 02, P 03, P 04, P 05, P 06, P 07, P 08, P 09, P 10).

Tabla 20: Análisis de la varianza LAeq (dB) vs. Tratamientos, bloques e información del factor.

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamientos	Fijo	10	P1, P10, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9
Bloques	Fijo	3	I, II, III

Tabla 21: Análisis de varianza del nivel sonoro continuo equivalente (dB).

Fuente de variaciones	GL (Grados de Libertad)	SC (Suma de Cuadrados)	MC (Media de Cuadrados)	Valor F	Valor P
Tratamientos	9	149.522	16.614	5.87	0.001
Bloques	2	2.768	1.384	0.49	0.621
Error	18	50.924	2.829		
Total	29	203.214			

ANOVA de un solo factor: LAeq (dB) vs. Puntos

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales.

Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales.

Nivel de significancia $\alpha=0,05$. se presupuso igualdad de varianza para el análisis.

De acuerdo a la tabla 20, en la tabla 21 indica los factores de tratamientos (puntos) y bloques (horarios), la tabla muestra los resultados donde indica el análisis de la F calculada de Fisher para conocer si hay alguna diferencia en las medias, así mismo se calcula la (F crítica) en Excel (probabilidad, grados de libertad) para realizar la comparación con la hipótesis nula y la hipótesis alterna, para tratamientos (puntos), dice que si la F calculada (5.87) es mayor o igual que la F crítica (0.65) entonces se rechaza la hipótesis nula. Para bloques (horarios) dice que sí la F calculada (0.49) es mayor que la F crítica (0.35) se aprueba la hipótesis alterna (no toda las medias son iguales), en este caso es importante conocer en donde se dieron la diferencia en los puntos aquí es donde se hace la prueba de tukey para conocer en dónde se dan las diferencias en las medias.

Medias

Tabla 22: Tratamientos para la diferencia de medias. *Desv.Est. agrupada = 1.63847*

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
P1	3	60.79	2.69	(58.81, 62.76)
P10	3	58.748	1.119	(56.774, 60.721)
P2	3	64.300	0.916	(62.327, 66.273)
P3	3	64.219	0.763	(62.246, 66.192)
P4	3	59.00	3.58	(57.03, 60.98)
P5	3	64.052	0.779	(62.079, 66.026)
P6	3	62.457	0.977	(60.484, 64.430)
P7	3	62.333	0.924	(60.360, 64.307)
P8	3	64.895	1.131	(62.922, 66.869)
P9	3	65.010	0.647	(63.036, 66.983)

Comparación empleando la prueba de rango de Tukey del valor LAeq

Tabla 23: Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TRATAMIENTOS	N	MEDIA	AGRUPACIÓN	
P9	3	65.010	A	
P8	3	64.895	A	
P2	3	64.300	A	
P3	3	64.219	A	
P5	3	64.052	A	
P6	3	62.457	A	B
P7	3	62.333	A	B
P1	3	60.79	A	B
P4	3	59.00		B
P10	3	58.748		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. En estos resultados, la tabla indica que el grupo "A" contiene puntos 9, 8, 2, 3, 5, 6, 7 y 1 el grupo "B" contiene puntos 6, 7, 1, 4 y 10. Los puntos 6, 7 y 1 están en ambos grupos. La diferencia entre las medias que comparten no son estadísticamente significativas. Los puntos 9, 8, 2, 3, 5, 4 y 10 no comparten una letra, lo que indica que el punto 9 posee una media significativamente mayor que el punto 10.

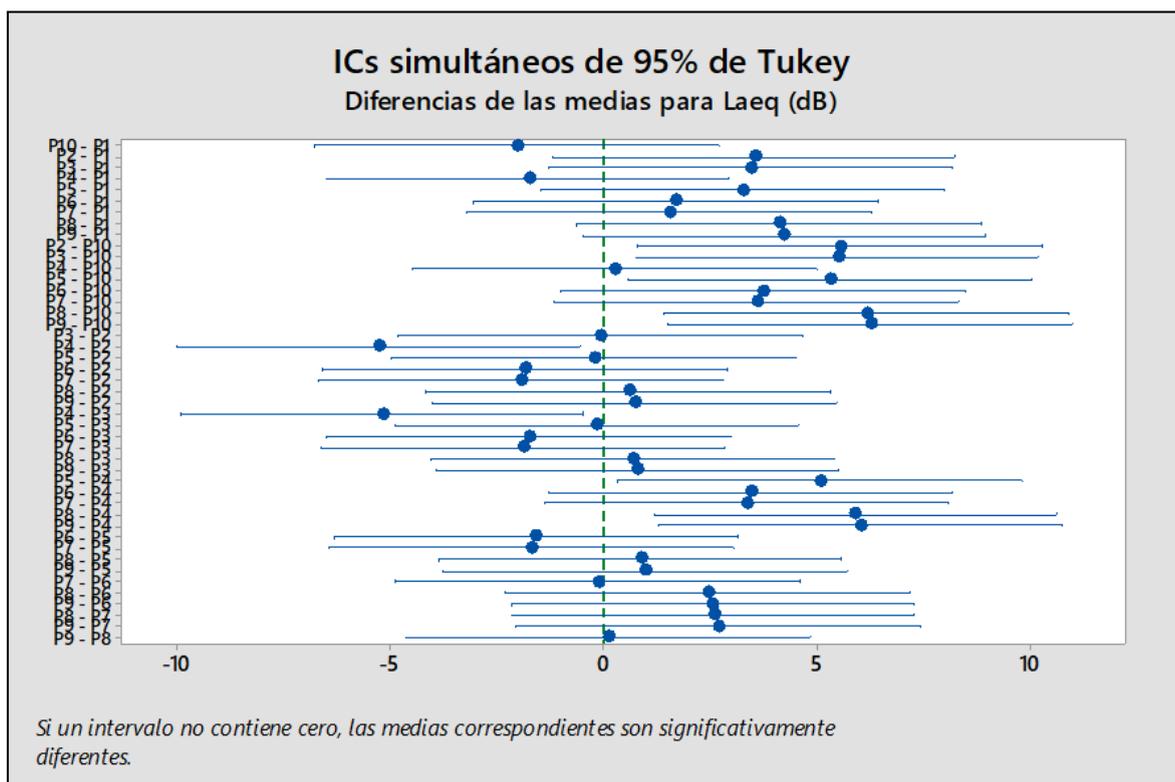


Figura 16: Resultados de IC simultáneos al 95%, nivel de confianza del valor LAeq.

En los resultados de Tukey, los intervalos de confianza en el gráfico y la salida de sesión indican que el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias del valor (LAeq) en los puntos 10 y 9 es de 56.774 a 66.983. Este rango no incluye el cero, lo que indica que la diferencia es estadísticamente significativa (Tabla 22).

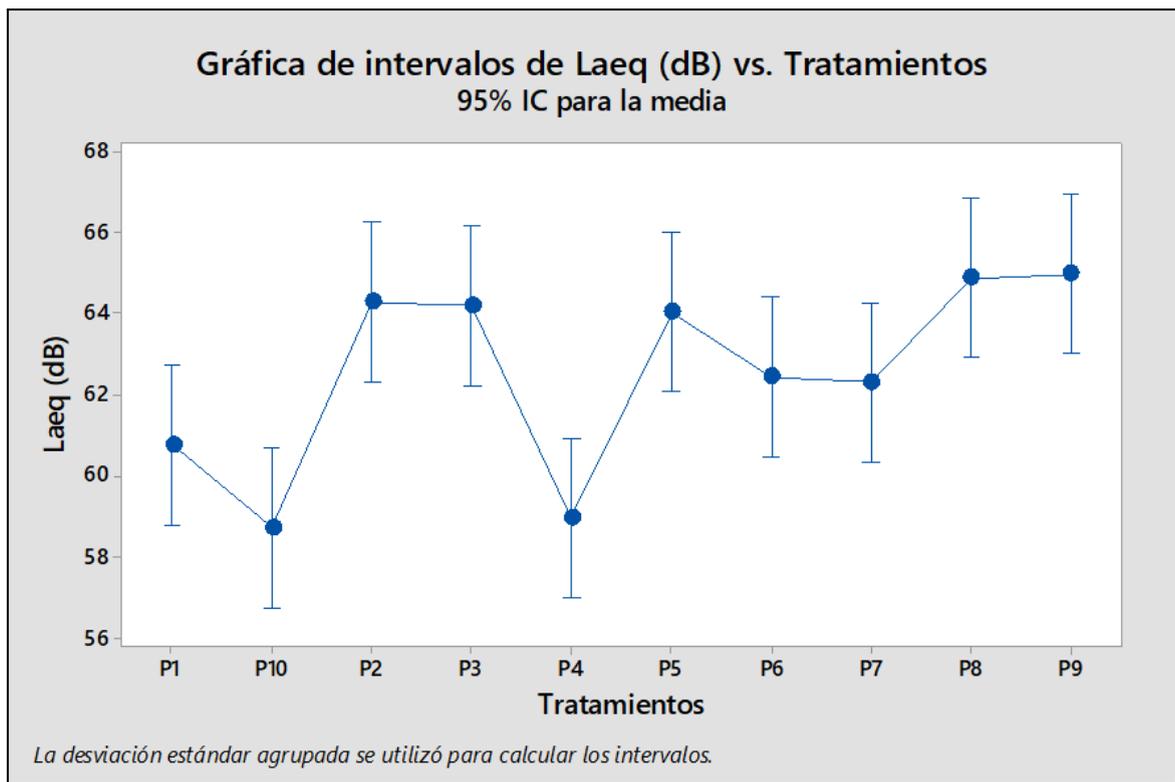


Figura 17. Intervalos de nivel sonoro continuo equivalente vs. puntos.

Para evaluar las diferencias que aparecen en este gráfico se realizó de acuerdo a la (tabla 22) información de agrupación, el gráfico de intervalo de (LAeq) en el punto 10 tiene la media más baja (58.748) y punto 9 tiene la media más alta (65.010).

CONCLUSIONES

PRIMERA. La evaluación de los niveles de contaminación de ruido ambiental de la zona turística de la ciudad de Juli causado por el parque automotor, se establece 10 puntos durante 15 minutos en cada punto en el horario diurno y de acuerdo a la zonificación, (zona especial, zona residencial, zona comercial), se extraen datos de acuerdo al protocolo de monitoreo para ruido ambiental RM. N° 227-2013-MINAM y la normativa de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido DS. N° 085-2003-PCM, para la comparación respectiva de los niveles de ruido en cada punto.

SEGUNDA. La medición de la Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeq) se desarrolló de acuerdo al Protocolo de Monitoreo para Ruido Ambiental RM. N° 227-2013 MINAM, y los estándares Nacionales de calidad ambiental para ruido D.S. N° 085-2003-PCM, en el horario diurno, en las zonas (especial, residencial y comercial), se observan los puntos P 05, P 08 y P 09 “si cumplen” con la normativa establecida ECA para Ruido, sin embargo los puntos P 01, P 02, P 03, P 04, P 06, P 07 y P 10 “no cumplen” con la normativa de los ECA para Ruido por que sus valores exceden los estándares establecidos establecidos según la zonificación a causa del parque automotor.

TERCERA. Se identificó las principales fuentes de contaminación acústica causado por el parque automotor, durante el monitoreo se realizó la clasificación de los vehículos livianos y pesados, donde se determina que el 72 % de vehículos son livianos y 28% son vehículos pesados. Sin embargo los vehículos livianos influyen en la generación de ruido debido a su alta cantidad, cabe resaltar que existe una gran diferencia en la cantidad de

vehículos livianos y pesados que circulan en cada punto de monitoreo. La generación de ruido es principalmente por el desplazamiento en los procesos de aceleración - desaceleración.

CUARTA. Para los niveles sonoros (LAeq) monitoreados, se elaboró los Mapas Isofónicos de los niveles de contaminación, empleando el software ArcGis 10.5, los cuales permitieron efectuar representaciones continuas de los valores registrados por medio de capas y sus diferentes colores de acuerdo a la ISO 1996-2, para diferenciar los niveles de cada punto. En los mapas isofónicos se indica los promedios de los valores de los 10 puntos con sus respectivos colores y (LAeq) del nivel más alto (65 dB) al nivel más bajo (58 dB) y 03 mapas de ruido para los horarios de la mañana, mediodía y tarde, comparando los niveles de ruido admisible ante los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido, D.S N° 085 - 2003 – PCM.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Al responsable del área de medio ambiente de la Municipalidad Provincial de Juli, tomar en consideración la implementación de ordenanzas municipales para la mitigación de ruidos y cumplir con lo que indica en la Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972. En el Título V, Capítulo 2: Las Competencias y Funciones Específicas, Artículo 80: Menciona que las Municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones: “Regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente”.

SEGUNDA: A la Municipalidad Provincial de Juli, usar los mapas isofónicos como herramienta de gestión ambiental, para prevenir y mitigar la contaminación sonora. De esta manera estar en el marco de los estándares de calidad ambiental.

TERCERA: Al responsable de salud ambiental del Hospital de Juli ejecutar los programas de vigilancia referente a la contaminación sonora y prestar mayor atención al problema del ruido ambiental originado por fuentes móviles (vehículos livianos y pesados) y otras fuentes que afectan a la salud de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Cahuata, J. (2019). Evaluación de la calidad de ruido ambiental en la zona del centro histórico de Arequipa [PhD Thesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. En Repositorio. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5142/ENCosic.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Condori, G. (2019). Caracterización espacial del ruido ambiental generado por tráfico vehicular en el cercado de la ciudad de Juliaca [PhD Thesis]. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Cutimbo, C. (2020). Niveles de contaminación sonora y aplicación del protocolo de ruido en la ciudad de Arequipa 2019 [PhD Thesis]. Universidad Privada San Carlos-Puno. http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/4399/Ronald_Baroni_CHEC_ALLA_CARBAJAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Delgadillo, M. (2017). Evaluación de contaminación sonora vehicular en el centro de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín 2015 [PhD Thesis, Universidad Peruana Unión]. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/505>
- Flores, E. (2021). Contaminación acústica por parque automotor en la zona urbana de la ciudad de Ilave—2019 [PhD Thesis]. Universidad Privada San Carlos-Puno. http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/4399/Ronald_Baroni_CHEC_ALLA_CARBAJAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, R. (2016). Evaluación de la contaminación acústica de la zona comercial e industrial de la Ciudad de Tacna 2016 [PhD Thesis]. En Repositorio. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- González, Q., & Rodrigo, J. (2012). Caracterización del ruido producido por el tráfico

- vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(36), 311-343.
- Guzmán, R., & Barceló, C. (2006). Estimación de la contaminación sonora del tránsito en Ciudad de la Habana, 2006. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 46(2), 1-13.
- INACAL. (2007). Norma Técnica Peruana ISO-1996-1-2007-RUIDO.
- INACAL. (2008). Norma Técnica Peruana -ISO-1996-2-2008-RUIDO.
- Limaylla, J. (2021). *evaluación de la contaminación acústica en el centro urbano de la ciudad de Huánuco que influye en la calidad de vida de la población—2019*.
- Lechuga, A. (2017). *Contaminación sonora en los distritos de Santiago y Wanchaq de la Provincia del Cusco [PhD Thesis]*. En Repositorio. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Barrientos, C. (2021). *Efectos de la contaminación acústica en la salud de los habitantes de la Av. Prolongación Bolivia de Lurigancho—Chosica*.
file:///E:/DOCUMENTOS%2001/bettjim/BETJIM/ANTECEDENTES/internacionales/DELGADO%20HERRERA%20JHAYRON%20ISRAEL.pdf
- Delgado, J. (2023). *Determinación del nivel de contaminación por el Tráfico Vehicular mediante monitoreo ambiental en la ciudadela «Vieja Kennedy» Guayaquil*.
- Falcon, R. (2021). *Contaminación sonora y efectos psicológicos expuestas de la ciudad de Pucallpa—2019*.
- Flores, E. (2021). *Contaminación acústica por parque automotor en la zona urbana de la ciudad de Ilave—2019*. En *Universidad Privada San Carlos-Puno*.
[http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/4399/Ronald_Baroni_CHEC
ALLA_CARBAJAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/4399/Ronald_Baroni_CHEC_ALLA_CARBAJAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Fuentes, S., & Zayas, F. (2023). *Determinación de la contaminación acústica en la sede central de la universidad de El Salvador y sus alrededores.*
- Iman, R., & Bailón, E. (2020). Evaluación de contaminación sonora vehicular en el centro poblado Santa María de Huachipa, Distrito de Lurigancho—Chosica, Lima (Perú). *repositorio*, 1-15.
- Limaylla, J. (2021). *evaluación de la contaminación acústica en el centro urbano de la ciudad de Huánuco que influye en la calidad de vida de la población—2019.*
- Peris, E. (2020). *Environmental noise in Europe—2020.* 1-104.
- MINAM. (2004). Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido. En el Decreto Supremo No 085-2003-PCM. <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/07/D.S.-N°-085-2003-PCM-Reglamento-de-Estándares-Nacionales-de-Calidad-Ambiental-para-Ruido.pdf>
- Morales, C. (2018). Estudio de nivel de ruido y su relación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del centro comercial feria del Altiplano [PhD Thesis]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Oblitas, J. (2018). Fuentes generadoras de contaminación acústica y niveles de ruido en la Ciudad de Cutervo, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca 2012 [PhD Thesis]. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Peris, E. (2020). *Environmental noise in Europe—2020.* 1-104.
- Quiroz, W. (2018). Caracterización de la contaminación acústica por vehículos motorizados en la ciudad de Huacho, 2008 [PhD Thesis]. Universidad de Lambayeque.
- Román, G. (2017). Evaluación de los niveles de ruido ambiental en el casco urbano de la

ciudad de Tarija, Bolivia. Acta Nova, 8(3), 421-432.

Rosales, J. (2017). Efectos de la contaminación sonora de los vehículos motorizados terrestres en los niveles de audición de los pobladores de la localidad de Santa Clara—Ate 2017 [PhD Thesis]. En Repositorio. Universidad César Vallejo.

Soto, H. (2019). Determinación de niveles de ruido en áreas cercanas a instituciones educativas generadas por actividades de transportes comerciales juliaca [PhD Thesis, Universidad Privada San Carlos]. En Repositorio. http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/4399/Ronald_Baroni_CHEC_ALLA_CARBAJAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vilca, J. (2019). Análisis y evaluación de la situación actual del ruido ambiental y la percepción de molestia de los habitantes de la ciudad de Juliaca [PhD Thesis, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. En Repositorio. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETU_NGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

Zamorano, B., Peña, F., Velázquez, Y., Vargas, J., & Parra, V. (2019). Contaminación por ruido y el tráfico vehicular en la frontera de México. Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento, 7(19), 27-35. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.19.67506>

ANEXOS

ANEXO 01: SONÓMETRO INTEGRADOR CLASE 2, MARCA CENTER 392



ANEXO 02: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



ZAMTSU SERVICIOS S.A.C.

Calibración Homologada de Certificado

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Página 1 de 2

N° ZS-FS-269-2021

EXPEDIENTE: REG-2239

FECHA DE CALIBRACIÓN: 03/05/2021

SOLICITANTE: FLORES MAQUERA ELMER TITO

DIRECCIÓN: AV. ENRIQUE GALLEGOS - 1091 - PUNO-EL
COLLAO-ILAVE

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: SONÓMETRO INTEGRADOR / CLASE 2

RESOLUCIÓN: +/- 1.4dB (ref. 94dB a 1KHz) / 30 - 130dB

ALCANCE DE INDICACIÓN: Leq, MaxL, MinL, SPL

MARCA: CENTER

MODELO: 392

PROCEDENCIA: TAIWAN

N° DE SERIE: 190205930

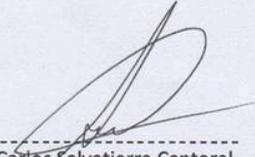
❖ **OBSERVACIONES:**

- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el equipo calibrado, y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones.
- La incertidumbre reportada en el presente certificado está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de 95%.

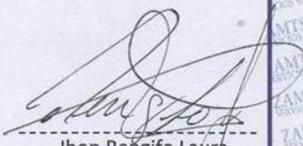
Fecha



03-05-2021



Carlos Salvatierra Cantoral
Jefe Dpto. de Calibración



Jhon Rengifo Laura
Técnico Metrólogo

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Jr. Enrique Barrón N° 1065 - Santa Beatriz - Lima01 www.zamtsuservicios.com
 metrologia@zamtsuservicios.com Telf.: 051 4177200 Anexo 217 Celular: 981383497
 ventas@zamtsuservicios.com Telf.: 051 4177200 Anexo 222 Celular: 952104538

ANEXO 03: PROTOCOLO DE MONITOREO PARA RUIDO AMBIENTAL RM N°

227-2013-MINAM



Decreto Supremo N° -2013-MINAM

APRUEBAN PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, referido al rol de Estado en materia ambiental, dispone que éste a través de sus entidades y órganos correspondientes diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha Ley;

Que, el artículo 31° de la Ley N° 28611, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas; así como referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, se aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, con el objetivo de establecer los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse, a fin de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible;

Que, de conformidad con el literal e) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, el MINAM tiene como función específica aprobar los lineamientos, las metodologías, los procesos y los planes para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) en los diversos niveles de gobierno;

Que, el Plan Nacional de Acción Ambiental – PLANAA-Perú 2011-2021, aprobado por Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM, contiene en su Meta 3: Aire, la Acción Estratégica 3.2, relacionada a Mejorar los Mecanismos de Prevención y Control del Ruido Urbano;



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Ministerio
de Energía y Energía

Dirección General
de Calidad Ambiental

PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Vice-Ministerio
de Ruido Ambiental

Oficina General
de Calidad Ambiental

Índice

1	Introducción	3
2	Objetivo	4
3	Base legal	4
4	Términos y definiciones	5
5	Monitoreo de ruido ambiental	7
5.1	<i>Diseño del plan de monitoreo</i>	7
5.2	<i>Metodología de monitoreo</i>	9
5.2.1	Paso 1: Calibración	9
5.2.2	Paso 2: Identificación de fuentes y tipos de ruido	10
5.2.2.1	Fuentes de ruido	10
5.2.2.2	Tipos de ruido	12
5.2.3	Paso 3: Ubicación del punto de monitoreo e instalación de sonómetro	12
5.2.4	Paso 4: Identificación de las unidades de ruido	15
5.2.5	Paso 5: Medición del ruido	16
5.2.6	Paso 6: Corrección de datos	18
6	Equipo de monitoreo de ruido ambiental	18
7	Gestión de datos	19

ANEXOS

Anexo N°1. Formato de ubicación de puntos de monitoreo

Anexo N°2. Hoja de campo

Anexo N°3. Mapas de Ruido



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita esta prohibida y limitada por la Ley.



PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

I.- Introducción

El Ministerio del Ambiente es el organismo rector del sector ambiental, forma parte del Poder Ejecutivo y tiene por función desarrollar, dirigir, supervisar y ejecutar la política nacional del ambiente, aplicable a todos los niveles de gobierno y en el marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Como parte de los lineamientos de la Política de Calidad del Aire comprendidos en el eje de Política N° 02 "Gestión integral de la calidad ambiental", la autoridad deberá impulsar mecanismos técnico-normativos para la vigilancia y control de la contaminación sonora.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 133° de la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, la importancia de manejar instrumentos de vigilancia y monitoreo eficientes radica en que la información ostendida puede orientar la adopción de medidas que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la política y normativa ambiental. Por tal razón, la autoridad ambiental nacional será la encargada de establecer los criterios para el desarrollo de las acciones de vigilancia y monitoreo.

Mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM se aprobaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, con el objetivo de establecer los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. El artículo 14° de la referida norma establece que la vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora en el ámbito local es una actividad a cargo de las municipalidades provinciales y distritales de acuerdo a sus competencias, sobre la base de los lineamientos que establezca el Ministerio de Salud.

No obstante lo anterior, a la fecha no existe ninguna **norma de observancia obligatoria** que determine cómo **realizar un monitoreo de calidad ambiental para ruido**. Actualmente se cuenta con dos (02) Normas Técnicas Peruanas (NTPs), en adelante **NTPs**, emitidas por el INDECOPI:

- a) NTP-ISO1996-1:2007, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación, y;
- b) NTP-ISO1996-2:2006, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental. Sin embargo, dichas normas sólo son de carácter voluntario y no establecen ninguna obligación de ser observadas por las entidades públicas y privadas al momento de realizar los monitoreos.

Por lo antes expuesto, el presente **Protocolo Nacional de Monitoreo del Ruido** pretende establecer **metodologías, técnicas y procedimientos para realizar las mediciones de niveles de ruido en el país**, los cuales serán de observancia obligatoria por los **Gobiernos Locales (principales responsables de ejecutar los monitoreos de ruido de conformidad con lo establecido en el D.S. N° 085-2003-PCM)**, así como por todas aquellas personas naturales y jurídicas que deseen evaluar los niveles de ruido en el ambiente. El presente Protocolo establece las directrices generales a ser aplicadas en todo el territorio nacional, independientemente de su ubicación geográfica, contexto social o situación económica específica.

Los **resultados obtenidos en los monitoreos**, siguiendo al presente protocolo, podrán ser comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido vigentes a efectos de verificar su cumplimiento. Dicha información estará uniformizada y permitirá que la autoridad oriente la adopción de medidas correctivas o preventivas que permitan asegurar el cumplimiento de los objetivos de la política y normativa ambiental en materia de ruido.

Para el desarrollo del Protocolo se toma como base los criterios técnicos descritos en las Normas Técnicas Peruanas aprobadas por el INDECOPI, en la propuesta de Protocolo de Monitoreo elaborada por el DEFA y en la información obtenida en las reuniones celebradas con autoridades en la materia. Este Protocolo incluye capítulos relativos al diseño del plan de monitoreo, frecuencia del monitoreo y periodos de muestreo, selección de métodos de medición y lugares de muestreo, entre otros.

El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita esta prohibida y limitada por la Ley.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Ministerio del Ambiente
y Sostenibilidad

Dirección General
de Calidad Ambiental

II.- Objetivo

El objetivo del Protocolo Nacional de Ruido es establecer las metodologías, técnicas y procedimientos (desde el diseño del plan de monitoreo) que se deben considerar para tener un monitoreo de ruido ambiental técnicamente adecuado.

El alcance del Protocolo es nacional, y debe ser usado por toda persona natural o jurídica pública o privada que desee realizar un monitoreo de ruido ambiental con fines de comparación con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental de Ruido, ya sea para la caracterización de línea base ambiental o para el seguimiento a un plan de gestión de ruido.

El Protocolo Nacional de Ruido se constituye en un documento importante para la gestión ambiental realizada por el Ministerio del Ambiente, ya que al uniformizar la información obtenida, podrá ser utilizada como base para orientar la adopción de medidas que cumplan con lo establecido en la normatividad vigente y en la política nacional en materia de ruido.

III.- Base legal

El presente informe se sustenta en las siguientes normas:

- 3.1.- La **Constitución Política del Perú**, en su artículo 2° inciso 22 se establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. Asimismo, el Artículo 67° señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.
- 3.2.- El **Decreto Legislativo N° 1013** que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, en su artículo 04° señala que el Ministerio del Ambiente es el organismo rector del sector ambiental, forma parte del Poder Ejecutivo y tiene por función desarrollar, dirigir, supervisar y ejecutar la política nacional del ambiente, aplicable a todos los niveles de gobierno y en el marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los lineamientos de política para calidad del aire comprendidos en el eje de Política N° 02 "Gestión integral de la calidad ambiental", considera como un lineamiento de Política de Calidad del aire el impulsar mecanismos técnico normativos para la vigilancia y control de la contaminación sonora.
- 3.3.- **Ley N° 28611**, Ley General del Ambiente, en su artículo 133° establece que la vigilancia y el monitoreo ambiental tienen como fin generar la información que permita orientar la adopción de medidas que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la política y normativa ambiental. La autoridad ambiental nacional establece los criterios para el desarrollo de las acciones de vigilancia y monitoreo.
- 3.4.- **Ley N° 28245**, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental cuyo objeto busca asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales a fin de garantizar que cumplan con sus funciones y de asegurar que se evite en el ejercicio de ellas superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos.
- 3.5.- **Decreto Supremo N° 008-2005-PCM**, Reglamento de la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- 3.6.- **Ley N° 27972**, Ley Orgánica de Municipalidades, en cuyo artículo 80° señala que las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud tienen como función Regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley.

4



PERÚ
Ministerio
del Ambiente



Dirección General
de Calidad Ambiental

- 3.7.- **Decreto Supremo N° 085-2003-PCM**, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, norma que establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.
- 3.8.- **La NTP 1996-1:2007**, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación.
- 3.9.- **La NTP 1996-2:2008**, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental. Dichas Normas Técnicas Peruanas no son de cumplimiento obligatorio, lo cual denota un vacío legal respecto de las metodologías generales de monitoreo del ruido en el país.

IV.- Términos y definiciones

- 4.1.- **Calibrador acústico:** Es el instrumento normalizado utilizado para verificar la exactitud de la respuesta acústica de los instrumentos de medición y que satisface las especificaciones declaradas por el fabricante.
- 4.2.- **Decibel (dB):** Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. Es la décima parte del Bel (B), y se refiere a la unidad en la que habitualmente se expresa el nivel de presión sonora.
- 4.3.- **Decibel "A" dB(A):** Es la unidad en la que se expresa el nivel de presión sonora tomando en consideración el comportamiento del oído humano en función de la frecuencia, utilizando para ello el filtro de ponderación "A".
- 4.4.- **Emisión de ruido:** Es la generación de ruido por parte de una fuente o conjunto de fuentes dentro de un área definida, en el cual se desarrolla una actividad determinada.
- 4.5.- **Estándares de Calidad Ambiental para Ruido:** Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.
- 4.6.- **Fuente Emisora de ruido:** Es cualquier elemento, asociado a una actividad determinada, que es capaz de generar ruido hacia el exterior de los límites de un predio.
- 4.7.- **Intervalo de medición:** Es el tiempo de medición durante el cual se registra el nivel de presión sonora mediante un sonómetro.
- 4.8.- **Línea Base:** Diagnóstico para determinar la situación ambiental y el nivel de contaminación del área en la que se llevará a cabo una actividad o proyecto, incluyendo la descripción de los recursos naturales existentes, aspectos geográficos, sociales, económicos y culturales de las poblaciones en el área de influencia del proyecto.
- 4.9.- **Monitoreo:** Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.
- 4.10.- **Nivel de presión sonora (NPS):** Es el valor calculado como veinte veces el logaritmo del cociente entre la presión sonora y una presión de referencia de 20 micropascales.
- 4.11.- **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT):** Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibelios A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley.

5



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Ministerio de
Energía y Petróleo

Dirección General
de Calidad Ambiental

- 4.12.- **Nivel de Presión sonora Máxima (L_{max} ó NPS MAX):** Es el máximo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un período de medición dado.
- 4.13.- **Nivel de presión sonora Mínima (L_{min} ó NPS MIN):** Es el mínimo nivel de presión sonora registrado utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un período de medición dado.
- 4.14.- **Receptor:** Para este caso es la persona o grupo de personas que están o se espera estén expuestas a un ruido específico.
- 4.15.- **Ruido:** Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas.
- 4.16.- **Ruido ambiental:** Todos aquellos sonidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora.
- 4.17.- **Ruido de fondo o residual:** Es el nivel de presión sonora producido por fuentes cercanas o lejanas que no están incluidas en el objeto de medición. El sonido residual definido por la NTP-ISO 1996-1, es el sonido total que permanece en una posición y situación dada, cuando los sonidos específicos bajo consideración son suprimibles.
- 4.18.- **Ruido Estable:** Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A), durante un período de observación de 1 minuto.
- 4.19.- **Ruido Fluctuante:** Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB(A), observado en un período de tiempo igual a un minuto.
- 4.20.- **Sonido:** Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.
- 4.21.- **Sonómetro:** Es un instrumento normalizado que se utiliza para medir los niveles de presión sonora.
- 4.22.- **Sonómetro Integrador:** Son sonómetros que tienen la capacidad de poder calcular el nivel continuo equivalente LAeqT, e incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, y algunos análisis en frecuencia.
- 4.23.- **Superficies reflectantes:** Superficie que no absorbe el sonido, sino que lo refleja y cambia su dirección en el espacio.



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley.

6

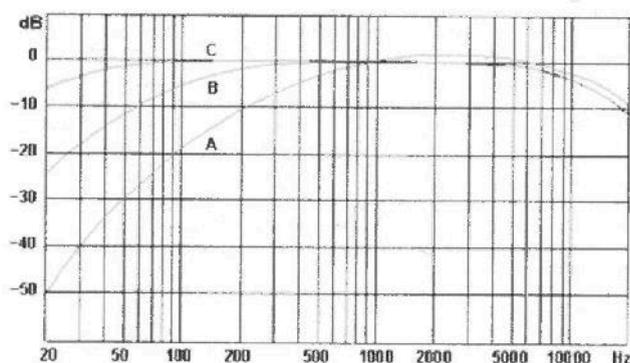


V.- Monitoreo de ruido ambiental

El monitoreo de ruido ambiental es la medición del nivel de presión sonora generada por las distintas fuentes hacia el exterior. En función al tiempo que se da pueden ser estables, fluctuantes, intermitentes e impulsivos en un área determinada.

Existen tres tipos de ponderación de frecuencia correspondientes a niveles de alrededor de 40 dB, 70 dB y 100 dB, llamadas A, B y C respectivamente. La ponderación A se aplicaría a los sonidos de bajo nivel, la B a los de nivel medio y la C a los de nivel elevado (ver figura). El resultado de una medición efectuada con la red de ponderación A se expresa en decibeles A, abreviados dBA o algunas veces dB(A), y análogamente para las otras. Ver figura N°1

Figura N° 01: Curvas de ponderación A, B y C



Para efectos de la aplicación del presente protocolo, el monitoreo del ruido ambiental deberá utilizar la ponderación A con la finalidad de comparar los resultados con el ECA Ruido vigente.

5.1.- Diseño del Plan de Monitoreo

Antes de realizar el monitoreo de ruido ambiental se debe diseñar un Plan de Monitoreo que permita la recolección de información adecuada y valedera. Para ello debemos considerar al menos lo siguiente:

Propósito del monitoreo

Definir el objetivo del monitoreo, incluyendo la fente, la actividad a monitorear y las características de la misma relacionadas al ruido, es decir, identificar aquellos procesos o actividades que generan mayor intensidad de ruido.

Ejemplo:

- *Objetivo del monitoreo: Identificar la intensidad de ruido producido por el tránsito vehicular.*
- *Características: Presencia de vehículos livianos (carros) y de carga pesada (camiones), así como el uso continuo del claxon.*



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley.



PERÚ

Ministerio
de Ambiente

Comisión
Nacional
de Evaluación Ambiental

Dirección General
de Calidad Ambiental

Periodo de monitoreo

El tiempo de medición debe cubrir las variaciones significativas de la fuente generadora. Este tiempo debe cubrir mínimo tres variaciones; en el caso que no se lleguen a cubrir lo señalado, los intervalos a elegir deben ser representativos considerando que en este intervalo se pueda medir un ciclo productivo representativo. Es decir, el período de medición debe coincidir con el período de generación del ruido representativo.

Ejemplo:

Monitoreo en una zona industrial: El intervalo de medición debe ser cuando la industria se encuentre en funcionamiento dentro de su horario de trabajo con una capacidad de producción promedio.

Monitoreo en una avenida principal donde se necesita monitorear ruido generado por el paso vehicular: El intervalo debe ser en el horario de mayor tráfico u hora punta.

Para el caso de monitoreos de áreas donde se ubicarán futuros proyectos (es decir en la etapa de Línea Base) la medición deberá hacerse dentro del horario en que se realizarán las labores de construcción y operación, y además tomando en cuenta el horario de mayor intensidad de ruido en el entorno.

Ubicación de los puntos de monitoreo

Para determinar la ubicación de los puntos de monitoreo del ruido, se deberá considerar la siguiente información, debiendo ser incluida en el formato establecido en el **Anexo 1**:

- Determinar la zona donde se encuentra la actividad a monitorear, según la zonificación dispuesta en el ECA Ruido.
- Para la determinación de los puntos de monitoreo, se deberá considerar la dirección del viento debido a que, a través de éste, la propagación del ruido puede variar.
- Dentro de cada zona, seleccionar áreas representativas de acuerdo a la ubicación de la fuente generadora de ruido y en donde dicha fuente genere mayor incidencia en el ambiente exterior.
- Seleccionar los puntos de medición indicando coordenadas para cada área representativa. Dichos puntos de medición deberán estar localizados considerando la fuente emisora y la ubicación del receptor, conforme se detalla en el ítem 5.2.3 (paso 4 del presente Protocolo).
- Describir el área a monitorear en una hoja de campo (ver Anexo 2), señalando si existen superficies reflectantes y condiciones climáticas a corregir.

Descripción del entorno

Se debe realizar un reconocimiento inicial del lugar, con la finalidad de:

- Conocer y describir las características de las fuentes generadoras de ruido.
- Evaluar los potenciales efectos del ruido en las áreas colindantes y circundantes.
- Construir un plano orientativo del lugar, que señale los posibles puntos representativos en la zona.

Ejemplo:

Zona industrial, con la presencia de industrias manufactureras, las cuales se encuentran en producción y la presencia de una vía principal donde se observa el alto tráfico de vehículos pesados, con potencial afectación a una zona residencial con presencia de centros educativos.

Equipos a utilizar

Los sonómetros a utilizar deben tener las características descritas en las NTPs y estar calibrados por instituciones acreditadas ante INDECOP. El ítem VI define los tipos de equipos de monitoreo de ruido ambiental. A continuación se presenta una imagen de un sonómetro analógico: Ver figura N°2



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley.

8



Figura N° 02: Sonómetro Análogo



Asimismo, a continuación se presenta la imagen de un sonómetro digital. Ver figura N°3

Figura N° 03: Sonómetro Digital



El técnico operador de monitoreo debe tener experiencia en el manejo de sonómetros.

5.2.- Metodología de Monitoreo

Para realizar el monitoreo de ruido ambiental, se deberán seguir las siguientes directrices generales:

- El sonómetro debe alejarse al máximo tanto de la fuente de generación de ruido, como de superficies reflectantes (paredes, suelo, techo, objetos, etc.).
- El técnico operador deberá alejarse lo máximo posible del equipo de medida para evitar apantallar el mismo. Esto se realizará siempre que las características del equipo no requieran tener al operador cerca. En caso lo requiera, deberá mantener una distancia razonable que le permita tomar la medida, sin apantallar el sonómetro. El uso del trípode será indispensable.
- Desistir de la medición si hay fenómenos climatológicos adversos que generen ruido: lluvia, granizo, tormentas, etc.
- Tomar nota de cualquier episodio inesperado que genere ruido.
- Determinar o medir el ruido de fondo, de acuerdo con lo mencionado en el ítem 5.2.6
- Adecuar el procedimiento de medición y las capacidades del equipo al tipo de ruido que desea medir.

Los pasos a seguir para un adecuado monitoreo son:



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita esta prohibida y limitada por la Ley.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Viceministerio
de Gestión Ambiental

Dirección General
de Calidad Ambiental

5.2.1.- Paso 1: Calibración

Existen dos tipos de calibración:

- Calibración de campo: Es aquella que se realiza durante el monitoreo de ruido, antes y después de cada medición.
Antes e inmediatamente después de cada serie de mediciones, se debe verificar la calibración del sistema completo empleando un calibrador acústico clase 1 o clase 2, acorde a IEC 60942:2003. En todos los casos se puede utilizar un calibrador clase 1 para cualquier clase de sonómetros; en cambio, un calibrador clase 2 únicamente se puede utilizar en sonómetros clase 2.
En caso que los sonómetros sean usados por más de 12 horas o son transportados a diferentes niveles de presión atmosférica, acorde con nuestra geografía peruana, deberán ser calibrados en campo al menos 1 ó 2 veces en el día. Esta calibración no suprime a calibración de laboratorio.
Se debe verificar que los calibradores cumplan con los requisitos establecidos en IEC 60942, y deberá ser verificado por un laboratorio acreditado cada año.
- Calibración de laboratorio: Es aquella que se realiza en un laboratorio especializado y la que cumple con la norma internacional IEC 60942 (1988).

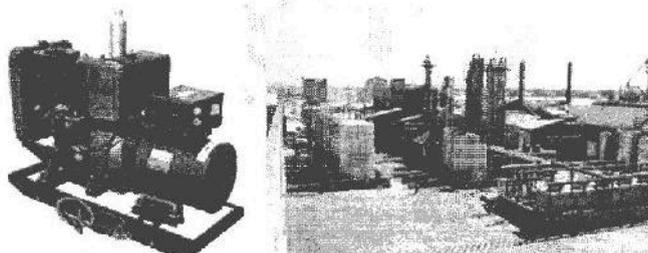
5.2.2.- Paso 2: Identificación de fuentes y tipos de ruido

5.2.2.1.- Fuentes de ruido

➤ Fijas Puntuales

Las fuentes sonoras puntuales son aquellas en donde toda la potencia de emisión sonora está concentrada en un punto. Se suele considerar como fuente puntual una máquina estática que realiza una actividad determinada, como se presenta a continuación: Ver figura N°4

Figura N° 04: Fuentes Fijas Puntuales



La propagación del sonido de una fuente puntual en el aire se puede comparar a las ondas de un estanque. Las ondas se extienden uniformemente en todas direcciones, disminuyendo en amplitud según se alejan de la fuente. En el caso ideal de que no existan objetos reflectantes u obstáculos en su camino, el sonido proveniente de una fuente puntual se propagará en el aire en forma de ondas esféricas.

➤ Fijas Zonales o de Área

Las fuentes sonoras zonales o de área, son fuentes puntuales que por su proximidad pueden agruparse y considerarse como una única fuente. Se puede considerar como fuente zonal aquellas actividades generadoras de ruido que se ubican en una zona relativamente restringida del territorio, por ejemplo: zona de discotecas, parque industrial o zona industrial en una localidad.

En caso la localidad cuente con un Plan de Ordenamiento Territorial, el operador podrá consultarlo con la finalidad de identificar las zonas donde se ubiquen las fuentes fijas zonales o de área. A continuación se presenta un ejemplo de fuentes fijas zonales o de área: Ver figura N°5

El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita esta prohibida y imitada por la Ley.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Viceministerio
de Gestión Ambiental

Figura N° 05: Fuentes Fijas Zonales o de Área



Esta agrupación de fuentes puntuales (fuentes zonales o de área) nos permite una mejor gestión, pueden regularse y establecer medidas precisas para todas en conjunto.

➤ **Móviles Detenidas**

Un vehículo es una fuente de ruido que por su naturaleza es móvil, y genera ruido por el funcionamiento del motor, elementos de seguridad (claxon, alarmas), editamentos, etc. Este tipo de fuente debe considerarse cuando el vehículo sea del tipo que fuere (*terrestre, marítimo o aéreo*) se encuentre detenido temporalmente en un área determinada y continúa generando ruidos en el ambiente. Tal es el caso de los camiones en áreas de construcción (*como los camiones de cemento, que por su propia actividad generan ruido*), o vehículos particulares que están estacionados y que generan ruido con sus alarmas de seguridad. A continuación se presenta un ejemplo de fuentes móviles detenidas: Ver figura N°6

Figura N° 06: Fuentes Móviles Detenidas



➤ **Móviles Lineales**

Una fuente lineal se refiere a una vía (avenida, calle, autopista, vía del tren, ruta aérea, etc.) en donde transitan vehículos. Cuando el sonido proviene de una fuente lineal, éste se propagará en forma de ondas cilíndricas, obteniéndose una diferente relación de variación de la energía en función de la distancia. Una infraestructura de transporte (carretera o vía ferroviaria), considerada desde el punto de vista acústico, puede asimilarse a una fuente lineal. A continuación se presenta un ejemplo de fuentes móviles lineales: Ver figura N°7



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita esta prohibida y limitada por la Ley.



PERU Ministerio del Ambiente

Viceministerio de Gestión Ambiental

Figura N° 07: Fuentes Móviles Lineales



5.2.2.2.- Tipos de ruido

De acuerdo a la NTP ISO 1996-1 existen varios tipos de sonidos, que para efectos del presente protocolo lo denominaremos como ruido. Por otro lado, para efectos del presente protocolo, se considerarán los siguientes:

A. En función al tiempo:

- **Ruido Estable:** El ruido estable es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente de manera que no presente fluctuaciones considerables (más de 5 dB) durante más de un minuto. Ejemplo: ruido producido por una industria o una discoteca sin variaciones.
- **Ruido Fluctuante:** El ruido fluctuante es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente y que presentan fluctuaciones por encima de 5dB durante un minuto. Ejemplo: dentro del ruido estable de una discoteca, se produce una elevación de los niveles del ruido por la presentación de un show.
- **Ruido Intermitente:** El ruido intermitente es aquel que está presente sólo durante ciertos periodos de tiempo y que son tales que la duración de cada una de estas ocurrencias es más que 5 segundos. Ejemplo: ruido producido por un compresor de aire, o de una avenida con poco flujo vehicular.
- **Ruido Impulsivo:** Es el ruido caracterizado por pulsos individuales de corta duración de presión sonora. La duración del ruido impulsivo suele ser menor a 1 segundo, aunque pueden ser más prolongados. Por ejemplo, el ruido producido por un disparo, una explosión en minería, vuelos de aeronaves rasantes militares, campanas de iglesia, entre otras.

B. En función al tipo de actividad generadora de ruido:

- Ruido generado por el tráfico automotor.
- Ruido generado por el tráfico ferroviario.
- Ruido generado por el tráfico de aeronaves.
- Ruido generado por plantas industriales, edificaciones y otras actividades productivas, servicios y recreativas.

5.2.3.- Paso 3: Ubicación del punto de monitoreo e instalación de sonómetro

A. Ubicación del punto de monitoreo

Una vez definidas las fuentes de generación, se deberá seleccionar el o las áreas afectadas, a las cuales denominaremos como áreas representativas. Estas áreas deben ser aquellas donde la fuente genere mayor incidencia en el ambiente exterior.

Los puntos de monitoreo deberán ubicarse en áreas representativas siempre al exterior, que se identificarán de la siguiente manera:

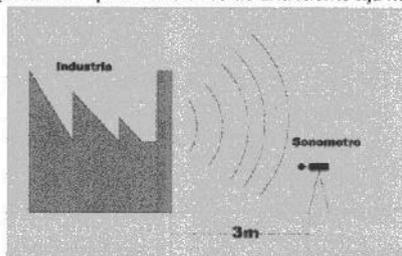
El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita esta prohibida y limitada por la Ley.





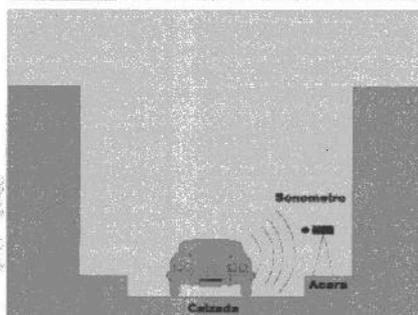
- Cuando se trate de mediciones de ruido producto de la emisión de una fuente hacia el exterior (sin necesidad que exista un agente directamente afectado), el punto se ubicará en el exterior del recinto donde se sitúe(n) la(s) fuente(s), a mínimo 3 metros del lindero que la contenga, siempre que no existan superficies reflectantes en dicha distancia. En caso existan superficies reflectantes dentro de esa distancia, se aplicará lo establecido en la Figura N° 11. El siguiente gráfico muestra lo antes expuesto:

Figura N° 08: Medición para emisiones de una fuente fija hacia el exterior



Para el caso de fuentes vehiculares, el punto se ubicará en el límite de la calzada.¹ El siguiente cuadro muestra la ubicación del sonómetro en estos casos:

Figura N° 09: Medición para fuentes vehiculares



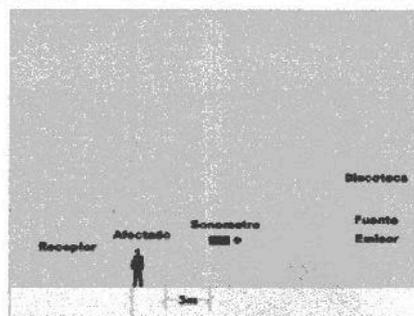
- Cuando se trate de mediciones de ruido donde exista un agente directamente afectado, el punto de monitoreo se ubicará a máximo 3 metros del lindero del predio del receptor afectado. El siguiente cuadro muestra la ubicación del sonómetro en estos casos:



¹ Para otras fuentes debe considerarse lo descrito en el ítem 5.2.5. El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita esta prohibida y limitada por la Ley.



Figura N° 10: Medición con agente directamente afectado

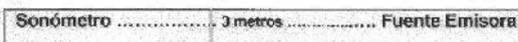


B. Instalación del sonómetro

Posición y dirección del sonómetro:

- Colocar el sonómetro en el trípode de sujeción a 1,5 m sobre el piso². El técnico operador deberá alejarse lo máximo posible del equipo, considerando las características del mismo, para evitar apantallar lo.
- Antes y después de cada medición, registrar la calibración in situ. Se anotarán las desviaciones en la Hoja de Campo.
- Dirigir el micrófono hacia la fuente emisora y registrar las mediciones durante el tiempo determinado según lo especificado en el ítem 5.2.5. Al término de éste se desplaza al siguiente punto elegido repitiéndose la operación anterior. Es importante señalar que la distancia entre puntos no debe ser menor de dos veces la distancia entre el punto y la fuente emisora.
- El uso de pantallas antiviento será necesario en aquellos sonómetros que lo requieran, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- No se realizarán mediciones en condiciones meteorológicas extremas que puedan afectar la medición (*lluvia, granizo, tormentas, etc.*)
- Antes de iniciar la medición, se verificará que el sonómetro esté en ponderación A y modo Slow. Para el caso de tránsito automotor, se utilizará el modo Fast.

Cuando no existan superficies reflectantes que puedan apantallar el ruido, el micrófono se ubicará a 3 metros del lindero donde se ubica la fuente emisora.



En caso que se presenten superficies reflectantes dentro de los 3 metros antes indicados, el sonómetro se ubicará a una distancia de dos veces la distancia entre la fuente emisora y la superficie reflectante, conforme a lo dispuesto en el Anexo B de la NTP ISO 1996-2. El siguiente cuadro muestra la ubicación del sonómetro en estos casos:

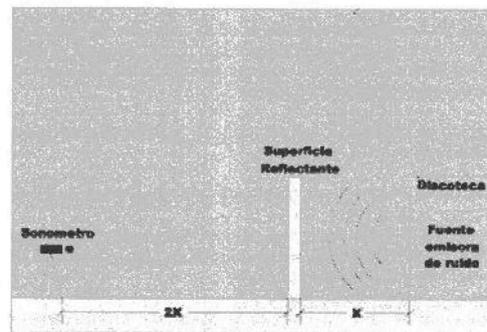


² Para el caso de mediciones en zonas residenciales de varios pisos la ubicación del micrófono del sonómetro debe encontrarse a una altura de 4,0 ± 0,5 m.

El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley.



Figura N° 11: Medición en casos de superficies reflectantes



5.2.4.- Paso 4: Identificación de parámetros de ruido ambiental

Los parámetros de ruido ambiental son aquellos que describen el ruido en cantidades físicas, entre las cuales tenemos:

- **Nivel de presión sonora continuo equivalente (Leq):** Nivel de un ruido continuo que contiene la misma energía que el ruido medido, y consecuentemente también posee la misma capacidad de dañar el sistema auditivo. Una de las utilidades de este parámetro es poder comparar el riesgo de daño auditivo ante la exposición a diferentes tipos de ruido. El Leq ponderado A es el parámetro que debe ser aplicado para comparación con la norma ambiental (ECA Ruido). El LAeq permite estimar, a partir de un cálculo realizado sobre un número limitado de muestras tomadas al azar, en el transcurso de un intervalo de tiempo T, el valor probable del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A de un ambiente sonoro para ese intervalo de tiempo, así como el intervalo de confianza alrededor de ese valor. El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A del intervalo de tiempo T (LAeqT), es posible determinarlo directamente con aquellos sonómetros clase 1 ó 2 que sean del tipo integradores. Si no lo fueran, se aplicará la siguiente ecuación:

$$L_{AeqT} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i} \right] \quad (1)$$

Donde:

L = Nivel de presión sonora ponderado A instantáneo o en un tiempo T de la muestra i, medido en función "Slow".

N = Cantidad de mediciones en la muestra.

La incertidumbre de los niveles de presión sonora medidos dependerá de la fuente de sonido, del intervalo de tiempo de medición, las condiciones del clima, la distancia de la fuente y de la instrumentación. El cálculo de la incertidumbre se deberá realizar de acuerdo al capítulo 4 de la NTP ISO 1996-2 (Tabla 1).

- **Nivel de presión sonora máxima (Lmax):** Es el máximo Nivel de Presión Sonora (NPS) registrado durante un período de medición dado.
- **Nivel de presión sonora mínima (Lmin):** Es el mínimo Nivel de Presión Sonora (NPS) registrado durante un período de medición dado.

Es importante señalar que en caso se requiera un análisis espectral del ruido debe medirse el nivel de presión sonora usando filtros de octava considerando lo especificado para tal fin en la NTP ISO 1996-2, ítem 8.4.11.



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita esta prohibida y limitada por la Ley.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Comandante
en Jefe Ambiental

Dirección General
de Calidad Ambiental

5.2.3.- Paso 5: Medición del ruido

Se debe tener en cuenta que cualquiera que sea el ruido a evaluar, el operador debe estar atento en todo momento a lo que marca la pantalla del instrumento o registrador, pudiendo dar una idea del comportamiento temporal de éste, y ello servirá al momento de decidir sobre el tipo de ruido que se medirá (estable, fluctuante, intermitente o impulsivo).

Se debe seguir el siguiente procedimiento para realizar las mediciones, utilizando para ello la Hoja de Campo contenida en el **Anexo 2**.

- Se debe usar para la medición de ruido ambiental con fines de comparación con el FCA Ruido, sonómetros clase 1 o 2.
- Los sonómetros pueden ser digitales o analógicos, integradores o no integradores.
- El uso de pantallas antiviento será necesario en aquellos sonómetros que lo requieran, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- Para **sonómetros integradores clase 1 o 2**:
 - Realizar como mínimo 10 mediciones de un (01) minuto cada una por cada punto de monitoreo, considerando el periodo de monitoreo definido en el Diseño del Plan de Monitoreo, conforme al ítem 5.1 del presente Protocolo.
 - Recordar que para cada medición se deberá anotar el L_{max} ; el L_{min} y el L_{AeqT} asociado a cada tiempo de medición.
- Para **sonómetros no integradores (digitales o analógicos)**:
 - Realizar como mínimo 10 mediciones de un (01) minuto cada una por cada punto de monitoreo, considerando el periodo de monitoreo definido en el Diseño del Plan de Monitoreo, conforme al ítem 5.1 del presente Protocolo.
 - Se deberá anotar uno a uno en la Hoja de Campo, los valores instantáneos que el operador observe en la pantalla del sonómetro durante dicho minuto.
 - Una vez obtenidos los resultados, en la Hoja de Campo se identificará los valores para el L_{max} y el L_{min} y se calculará en base a la ecuación 1 del presente documento, el L_{AeqT} (siendo $T=1$ minuto).
- Se recomienda anotar en la Hoja de Campo los eventos ruidosos que ocurren durante el período en que se está midiendo y que hacen que el ruido pueda ser tomado como de carácter estable, fluctuante, intermitente o impulsivo.
- Si las mediciones realizadas en cada minuto en modo L_{Aeq} , presentan variaciones menores o iguales a 5 dB(A), se considerará dicho ruido como estable. En dichos casos, se efectuarán nuevas mediciones de L_{Aeq} de 5 minutos cada una por cada punto de medición del área representativa, a efectos de determinar la estabilidad de dicho ruido.
- Si al menos una de las mediciones anteriores, realizadas en cada minuto, en modo L_{Aeq} , presenta variaciones mayores a 5 dB(A) observados durante ese período, entonces se considerará dicho ruido como fluctuante. En dichos casos, se efectuarán nuevas mediciones en cada zona representativa de 10 minutos cada una por cada punto de medición del área representativa.

Existen procedimientos de monitoreo específicos para las siguientes actividades:

a) **Mediciones de ruido generado por el tránsito automotor**

- La medición se realiza en L_{Aeq} , y ponderada en F (o rápida, en inglés denominado Fast).
- El tiempo a medir debe ser tal que capture el ruido producido por el paso vehicular de los distintos tipos de vehículos que transitan y a una velocidad promedio para el tipo de vía.
- Se debe contar el número de vehículos que pasan en el intervalo de medición, distinguiendo los tipos (por ejemplo: pesados y livianos).
- Se debe identificar el tipo o características de la vía donde se desplazan los vehículos.
- Cuando se presenta un tránsito no fluido se debe medir el ruido producido por el paso de 30 vehículos como mínimo por categoría identificada (pesado y liviano). En el caso que no se pueda obtener las mediciones del número indicado de vehículos se deberá reportar en la hoja de campo los motivos.
- Se debe registrar la presión sonora máxima $L_{máx}$, la cual debe ser registrada por cada una de las categorías de vehículos registrados y considerando un mínimo de 30 vehículos por categoría.



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley

16



b) Mediciones de ruido generado por el tráfico de trenes

- Para el caso de paso de trenes el intervalo de tiempo a medir debe capturar el ruido representativo del paso de todos los vagones del tren. Se debe registrar LAeq y Lmax. Esta disposición aplica tanto para trenes urbanos que transitan en el exterior (por ejemplo: Metro de Lima) como para tránsito de trenes de la Red Ferroviaria Nacional, ya sea para transporte de carga o de pasajeros (por ejemplo: tren de Cuzco-Aguascalientes, Ferrocarril Central, entre otros).

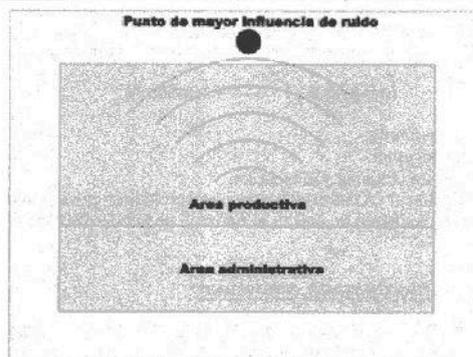
c) Mediciones de ruido generado por el tráfico de aeronaves

- La medición se realiza en LAeq.
- Esta medición debe ser representativa al paso de 5 o más aeronaves con similares características, tomando en cuenta las actividades de despegue y aterrizaje.
- La medición del L_{máx} generado por el tráfico de aeronaves en zonas residenciales debe darse en el momento de sobrevuelo más cercano.
- La medición del L_{máx} debe ser representativa de al menos 5 y preferentemente 20 o más eventos relevantes, en el caso que no se pueda obtener estas mediciones del número indicado de aeronaves se deberá reportar en la hoja de campo los motivos.

d) Mediciones de ruido generado por plantas industriales y otras actividades productivas

- La medición se realiza en LAeq.
- El intervalo de tiempo a medir será entre 5 a 10 minutos, periodo en el cual las actividades operativas deben estar presentes en forma habitual.
- Las mediciones se deben realizar a una distancia donde se pueda percibir la influencia del ruido de todas las fuentes principales (distancia no menor a 3 metros). Esta distancia no debe ser tan alejada para minimizar los efectos meteorológicos. El siguiente gráfico muestra la ubicación del punto en dichos casos:

Figura N° 12: Determinación del punto de mayor influencia de ruido



- Si las actividades de generación de ruido son cíclicas el tiempo de medición podrá ampliarse de modo que abarque dichas actividades.
- La medición del L_{máx} deberá cumplir con los criterios de medición del LAeq en cuanto a tiempo y distancia.
- El L_{máx} debe medirse considerando un mínimo de 5 eventos de generación de ruido más altos. (Ejemplo: cuando están operativas todas las etapas productivas, o se puede dar el caso cuando está a una máxima capacidad).



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Comisión
Nacional
de Ambiente

Dirección General
de Calidad Ambiental

5.2.6.- Paso 6: Corrección de datos

➤ Ruido o Sonido Residual

En el monitoreo de ruido ambiental por lo general se presenta un ruido o sonido residual el mismo que está definido como todo ruido que no sea el sonido específico bajo investigación. Uno de los ejemplos comunes en los ruidos residuales es el tráfico vehicular generado en una zona industrial. Otro ejemplo de ruidos residuales generados por el viento que llega a chocar con el micrófono u otros medios como árboles, edificios, entre otros.

Existen correcciones para los sonidos residuales que a continuación se detallan:

- La corrección se realiza cuando la diferencia del nivel de presión sonora residual y el medido se encuentre entre el rango de 3dB a 10dB, entonces se aplica la corrección basada en la siguiente ecuación:

$$L_{cor} = 10 \log (10^{L_{medido}} - 10^{L_{residual}}) \text{ dB}$$

Donde:

- L_{cor} : es el nivel de presión sonora corregida
- L_{medido} : es el nivel de presión sonora medido
- L_{resid} : es el nivel de presión sonora residual

➤ Condiciones Climáticas:

En los monitoreos de ruido ambiental existen condiciones climáticas que favorecen a la propagación de ruido o al amortiguamiento de éste (*velocidad y dirección de viento, humedad relativa, etc.*). El viento es el mayor factor de propagación y este puede generar diversas condiciones desfavorables a la hora de la medición de ruido, provocando incertidumbre. En las actividades de monitoreo se deben identificar las condiciones climáticas de propagación y ser descritas en la hoja de campo (**Anexo 2**), con la finalidad de corregir el valor. Esta incertidumbre debe ser corregida de acuerdo al Anexo A de la NTP-ISO 1996-2:2008, la cual debe ser aplicada cuando no cumple la condición de la siguiente ecuación:

$$(hs+hr)/r \geq 0,1 \text{ ----- (Ecuación A)}$$

Donde:

- hs : es la altura de la fuente.
- hr : es la altura del receptor
- r : es la distancia entre la fuente y el receptor.

Cuando no se cumpla la ecuación A, las condiciones meteorológicas pueden afectar los resultados de medición, para estos casos se deben de aplicar el Anexo A de la NTP-ISO 1996-2:2008.

VI.- Equipo de monitoreo de ruido ambiental

El Sonómetro es un instrumento que mide la intensidad de ruido en dB (decibales) de forma directa. Está diseñado para responder al sonido en aproximadamente la misma manera que lo hace el oído humano y dar mediciones objetivas y reproducibles del nivel de presión sonora.

Es capaz de medir el nivel de ruido, de una zona en cuestión, analizando la presión sonora a la entrada de su micrófono convirtiendo la señal sonora a una señal eléctrica equivalente. Generalmente además de recoger las señales es capaz de ponderarla, en función de la sensibilidad real del oído humano a las distintas frecuencias, y de ofrecer un valor único en dBA (decibales A) del nivel de ruido del lugar a analizar.

Existen tres clases de sonómetros dependiendo de su precisión en la medida del sonido. Estas clases son 0, 1 y 2, la clase 0 es la más precisa y la clase 2 la menos precisa. Para efectos de la medición de ruido con fines de comparación con el ECA Ruido debe usarse la Clase 1 o Clase 2, y deben cumplir con lo especificado en la IEC 61672-1:2002, donde se especifica que los instrumentos de clase 1 están determinados para temperaturas de aire desde -10°C hasta +50°C, y los instrumentos



El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentra suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita está prohibida y limitada por la Ley.

18



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Dirección General
de Calidad Ambiental

clase 2 desde 0°C hasta +40°C, dichas especificaciones deben ser consideradas al momento de realizar el monitoreo.

En la siguiente tabla se muestran a modo de ejemplo (ya que dependen de la frecuencia) las tolerancias permitidas para los distintos tipos de sonómetros según la IEC 60651.

Tabla N° 01: Tolerancias permitidas por tipo de sonómetro

Tolerancias permitidas para los distintos tipos o clases definidas por la IEC 60651	
Todas las tolerancias se expresan en decibelios (dB)	
Clase	Tolerancias
0	+/- 0.4
1	+/- 0.7
2	+/- 1.0

VII.- Gestión de datos

Como parte del procedimiento de medición, el técnico encargado deberá llenar el formato establecido en el **Anexo 2** por cada punto de monitoreo realizado. En dicho formato se deberá incluir como mínimo la siguiente información:

- Ubicación exacta del punto de monitoreo.
- Zonificación de dicho punto de acuerdo al ECA.
- Tipo de fuente generadora del ruido y descripción de la misma.
- Croquis de ubicación de la fuente y del punto de monitoreo; deberá señalarse las distancias entre los puntos de medición y entre éstos y otras superficies.
- Identificación de otras fuentes emisoras de ruido que influyan en la medición. Deberá especificarse su origen y características.
- Valores de ruido obtenidos. (LAeqT, Lmax, Lmin)
- Hora y fecha de la medición.
- Identificación del sonómetro utilizado y su calibración (en laboratorio y en campo).
- Descripción del entorno ambiental.

Una vez obtenida esta información, los operadores podrán analizar los resultados mediante métodos estadísticos o geográficos, de manera que se identifiquen la problemática del ruido en la zona de estudio y, a partir de éstas, se adopten medidas para mitigar los impactos. Posteriormente, estos indicadores facilitarán la verificación y control de las medidas establecidas.

La presentación estadística de los datos de monitoreo de ruido pueden incluir indicadores como los siguientes:

- Porcentaje de población de una zona determinada expuesta a niveles de ruido que exceden los valores del ECA.
- Tipo de vehículo que emite mayores emisiones de ruido.
- Niveles de ruido por horas del día.
- Niveles de ruido por días de la semana
- Otros que se definan de acuerdo a los objetivos del monitoreo.

La presentación geográfica de los resultados del monitoreo pueden realizarse a través de mapas de isoniveles (o mapas de ruido) en los que, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica - SIG, se representan las zonas de mayor afectación por los niveles de ruido que sirvan para establecer estrategias de gestión ambiental. Se presenta un Anexo informativo sobre la elaboración de mapas de ruido (**Anexo N° 3**).

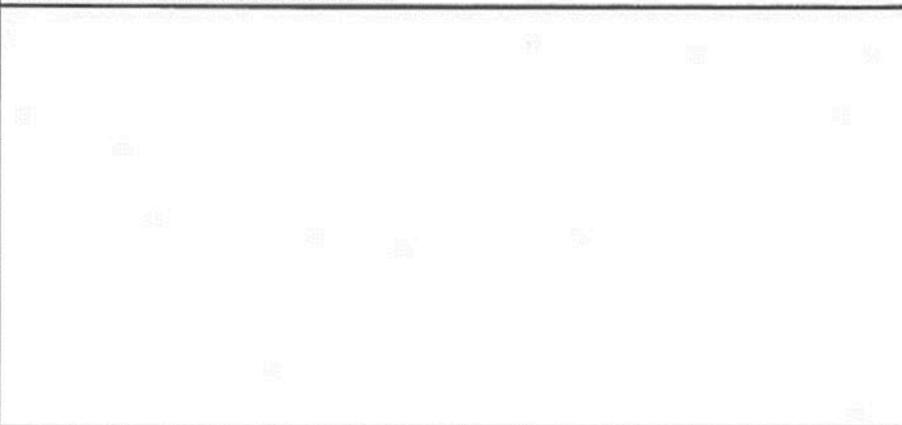


El presente Documento de Trabajo no constituye la posición u opinión del Ministerio del Ambiente en tanto no se encuentre suscrito por autoridad competente. Su reproducción, difusión o cita esta prohibida y limitada por la Ley.

19

ANEXO 05: FORMATO DE HOJA DE CAMPO.(ANEXO 02 del Protocolo de Monitoreo)

Anexo N° 2: HOJA DE CAMPO																									
Ubicación del punto: _____		Provincia: _____		Distrito: _____																					
Código del punto: _____			Zonificación de acuerdo al ECA: _____																						
Fuente generadora de ruido																									
[Marcar con una X]																									
Fija: _____		Móvil: _____																							
Descripción de la fuente: _____																									

Croquis de ubicación de la fuente y del punto de monitoreo:																									
																									
Mediciones:																									
Nro de medición	Lmin	Lmax	LAeqT	Hora	Observaciones/ Incidencias																				
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Descripción del sonómetro:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Marca:</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Modelo:</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Clase:</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Nro de Serie:</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Calibración en laboratorio:</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Fecha:</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Calibración en campo:</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Antes de la medición*:</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Después de la medición*:</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>						Descripción del sonómetro:		Marca:	_____	Modelo:	_____	Clase:	_____	Nro de Serie:	_____	Calibración en laboratorio:	_____	Fecha:	_____	Calibración en campo:	_____	Antes de la medición*:	_____	Después de la medición*:	_____
Descripción del sonómetro:																									
Marca:	_____																								
Modelo:	_____																								
Clase:	_____																								
Nro de Serie:	_____																								
Calibración en laboratorio:	_____																								
Fecha:	_____																								
Calibración en campo:	_____																								
Antes de la medición*:	_____																								
Después de la medición*:	_____																								
* Valores expresados en dB																									
Descripción del entorno ambiental:																									



ANEXO 06: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ELABORAR MAPA DE RUIDO (ANEXO 03 del Protocolo de Monitoreo)

Anexo N° 03

Mapas de ruido

Un mapa de ruido es la representación cartográfica de los niveles de presión sonora existentes en una zona concreta y en un período determinado. La utilidad del mapa de ruido es determinar la exposición de la población al ruido ambiental, para así adoptar los planes o programas necesarios para prevenir y reducir el ruido ambiental y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana.

El término general de mapas de ruido se suele utilizar para referirse a mapas horizontales de líneas isofónicas a cierta altura del suelo. El nivel al que se refieren las líneas isofónicas suele ser un nivel sonoro continuo equivalente.

Los mapas de ruido pueden ser además generales o específicos sobre una o varias fuentes determinadas. Los mapas urbanos serían del primer tipo, mientras que es frecuente realizar mapas específicos del entorno de las carreteras, de los ferrocarriles, de los aeropuertos, de carteras, zonas recreativas, zonas de obra, zonas industriales.

Para la elaboración de un mapa de ruido es necesario determinar en primer lugar las características del mapa que se desea obtener, las cuales se pueden resumir en las siguientes:

- General o específico para una fuente
- Ámbito del mapa y altura sobre el suelo
- Escala de trabajo y precisión de los datos
- Índices acústicos e información reflejados en el mapa

Una vez determinados estos aspectos, se deberá elegir la forma de abordar la elaboración de un mapa de ruido, las cuales pueden ser las siguientes:

1.1.1 Por muestreo

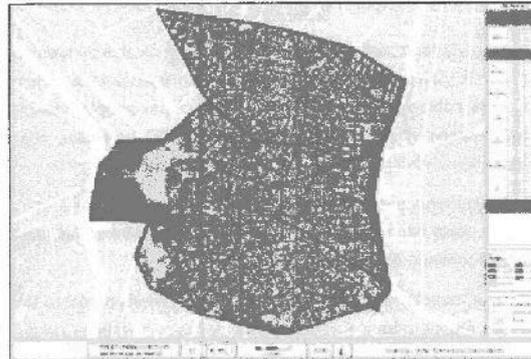
Es la técnica que se ha venido utilizando habitualmente a la hora de estudiar la contaminación por ruido en grandes áreas o núcleos urbanos. La metodología se basa en la realización de una serie de mediciones directas del ruido en un período largo de tiempo, utilizando retículas de determinados tamaños mediante un procedimiento de muestreo.

Para la elaboración de mapas con esta técnica, se consideran las siguientes metodologías:

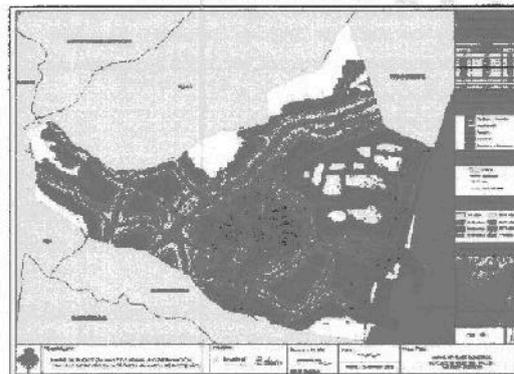
- La metodología de cuadrícula o rejilla, que consiste en dividir la zona bajo estudio mediante una rejilla de distancia fija y realizar la medida en las intersecciones de la rejilla. Las distancias habitualmente utilizadas mediante este método pueden oscilar entre los 50 y los 300 metros, en función a la dimensión del área bajo estudio.
- La metodología de vías o tráfico, que consiste en realizar una categorización de las vías y monitorear distintos puntos de ella, asumiendo que vías de la misma categoría emiten similares niveles de ruido.
- La metodología del muestreo de zonas específicas, que sirve cuando el muestreo por cuadrículas o rejillas es insuficiente porque no evalúa un ruido específico, como el ruido de entretenimiento nocturno.
- La metodología del muestreo en función a los usos del suelo, que considera las categorías de planificación territorial existentes: uso comercial, uso residencial, etc.
- La metodología de zonas aleatorias, cuando no es posible establecer cuadrículas o rejillas, zonas viales o de tráfico, o cuando no hay zonas específicas donde se concrete el ruido.



A continuación, se presentan gráficos a manera de ejemplo:



Método de Rejilla o Reticula



Método de vías o tráfico



Método por usos del suelo



Una vez analizado todo lo anterior, del conjunto de las fuentes y las zonas representativas, se deberán establecer aquellas más importantes dentro de sus categorías. Las medidas se efectúan para cada área representativa, seleccionando los puntos de medida necesarios para conocer con la mayor precisión posible los niveles de ruido. Los resultados obtenidos para cada área representativa se extrapolan para todas las zonas de la categoría, pudiendo establecerse correcciones en casos específicos.

El tiempo de medida recomendado debería ser de 24 horas. Para disminuir el tiempo de medida en cada punto pueden aplicarse tratamientos estadísticos sobre datos ya conocidos o también el análisis de la evolución temporal de las fuentes de ruido principales. No es conveniente que existan reglas fijas, ya que en cada caso el tiempo de medida necesario depende del comportamiento de las fuentes de ruido. En cualquier caso, para poder obtener un mapa de ruido confiable, no se recomiendan medidas inferiores a 15 minutos.

El inconveniente de esta técnica radica en que la medida directa de niveles sonoros resulta muy cara y requiere periodos de tiempo excesivamente largos para realizar los mapas. Sin embargo, los resultados reflejan dentro de los límites de precisión y de tiempo de las medidas, valores reales del ruido en situaciones existentes.

1.1.2 Por simulación

Actualmente se utilizan técnicas de simulación basadas en el cálculo, que acortan la duración del proceso de obtención de datos y abaratan su costo. Además, introducen como ventaja fundamental la posibilidad de valorar qué parte del sonido captado procede directamente de la fuente y qué parte procede de las diferentes reflexiones acústicas del entorno. Estas nuevas técnicas de simulación son posibles gracias al aumento de la capacidad de ciertos sistemas tecnológicos, a la comprensión y estandarización internacional de las diferentes formas que una fuente puede generar un sonido, al entendimiento de los efectos de la propagación del sonido por los diferentes medios y materiales y a la estandarización de los modelos de cálculo. A través del uso de estos simuladores, podemos llegar a predecir los niveles de ruido que se dan en un cualquier escenario acústico imaginable presente o futuro.

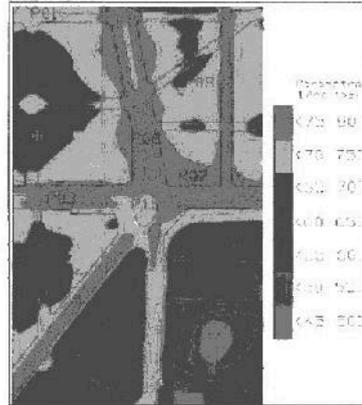
Los mapas de carácter general, como es el caso de los mapas de aglomeraciones, son más difíciles de elaborar mediante modelos de previsión, ya que no siempre es posible determinar el comportamiento de las fuentes de ruido y disponer de métodos de cálculo fiables. El uso de modelos de previsión para los mapas de carreteras, ferrocarriles y aeropuertos presenta numerosas ventajas prácticas, y con las precauciones adecuadas se están consiguiendo una muy buena fiabilidad de los resultados.

Para este tipo de técnica, en la actualidad existen diversos métodos informáticos para realizarla. Por ejemplo, para la elaboración de mapas específicos de carreteras, ferrocarriles y aeropuertos, existen modelos informáticos de alto nivel de eficacia probada, que permiten realizar mapas de ruido con relativa rapidez.

A continuación se presenta una representación gráfica de un mapa de ruido elaborado para la Municipalidad de Miraflores:



Figura N° 1: Representación gráfica de un mapa de ruido



**ANEXO 07: ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO DS. N°
085-2003-PCM.**

**APRUEBAN EL REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD
AMBIENTAL PARA RUIDO**

**DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM
(Publicado el 30-10-2003)**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2° inciso 22) de la Constitución Política del Perú establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; constituyendo un derecho humano fundamental y exigible de conformidad con los compromisos internacionales suscritos por el Estado;

Que, el Artículo 67° de la Constitución Política del Perú señala que el Estado determina la política nacional del ambiente;

Que, el Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Artículo I del Título Preliminar, establece que es obligación de todos la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad;

Que, el Artículo 105° de la Ley General de Salud, Ley N° 26842, establece que corresponde a la Autoridad de Salud competente dictar las medidas para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia;

Que, los estándares de calidad ambiental del ruido son un Instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible;

Que, de conformidad con el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se aprobó el Programa Anual 1999, para estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles, conformándose el Grupo de Estudio Técnico Ambiental "Estándares de Calidad del Ruido" - GESTA RUIDO, con la participación de 18 instituciones públicas y privadas que han cumplido con proponer los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido bajo la coordinación de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud;

Que, con fecha 31 de enero de 2003 fue publicado en el Diario Oficial El Peruano el proyecto conteniendo la propuesta del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, acompañada de la justificación correspondiente, habiéndose recibido observaciones y sugerencias las que se han incorporado en el proyecto definitivo, el que ha sido remitido a la Presidencia de Consejo de Ministros;

ISO 1996- 2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

Segunda.- La DIGESA del Ministerio de Salud podrá dictar mediante resoluciones directorales disposiciones destinadas a facilitar la implementación de los procedimientos de medición y monitoreo previstos en la presente norma, incluyendo las disposiciones para la utilización de los equipos necesarios para tal fin.

Anexo N° 1
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

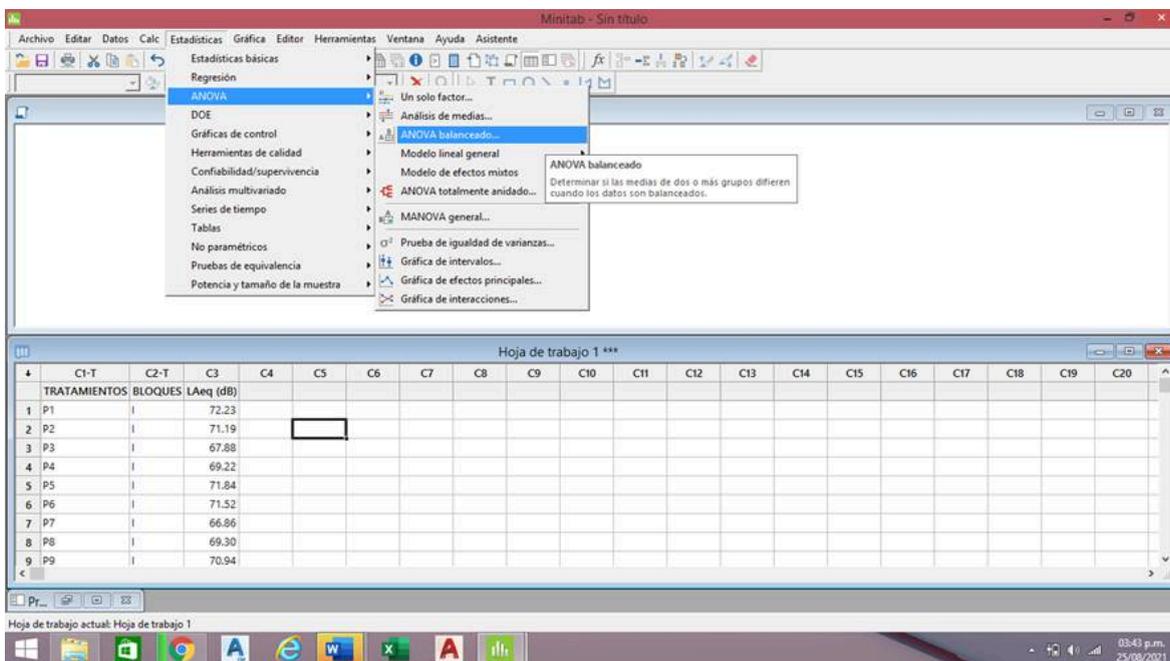
EN LaeqT	VALORES EXPRESADOS	
	ZONAS DE APLICACIÓN	HORARIO DIURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

ANEXO 08: DATOS DE MONITOREO DE LOS 07 DÍAS (27 de noviembre hasta 03 de octubre)

DIA 1 - LUNES				DIA 2 - MARTES				DIA 3 - MIERCOLES				DIA 4 - JUEVES							
MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin				
punto 1	62.5	85.1	54.1	20	43	86	48.5	15	36	65.5	92.9	45.4	19	39	65.2	88.4	44.1	12	38
punto 2	66.6	85.3	47.8	18	48	90.2	35.6	16	56	64.8	93.3	34.7	22	61	63.7	87.2	39.2	19	41
punto 3	64.1	82.4	47.4	11	28	85.4	46	14	22	62	88.8	45.8	10	27	68.4	86.2	43.9	16	37
punto 4	69.6	84.3	41.4	13	20	82.7	35	10	14	54.7	85.9	39	9	13	61.1	89.0	45.7	11	23
punto 5	61.7	81.7	37.6	12	39	95.6	42.4	14	54	65.5	104.1	40.2	10	52	62.9	85.7	39.9	10	37
punto 6	66.6	79.4	47	10	38	87.9	37.9	16	35	62.3	75.4	48.6	11	32	64.2	82.3	41.2	12	41
punto 7	59.6	83.2	35.5	9	15	83.9	37.5	11	16	64.8	91.9	38.6	10	18	59.8	84.3	42.7	13	17
punto 8	71.7	81.2	41	18	62	83.6	44.6	19	64	63.8	89.1	45.8	16	58	62.2	86.1	46.5	16	91
punto 9	71.9	76.7	44.4	21	88	94.5	46.8	24	91	65.3	104.2	48.2	21	86	64.9	82.2	43.9	21	107
punto 10	54.4	79.7	34.7	11	16	80.1	37.9	9	11	58.6	89	39.9	7	10	57.4	79.7	40.3	12	23
MEDIODIA	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	MEDIODIA	LAeq	Lmax	Lmin	MEDIODIA	LAeq	Lmax	Lmin	MEDIODIA	LAeq	Lmax	Lmin
punto 1	59.7	92.4	48.2	13	18	90.2	45	11	23	60	86.7	40.5	17	17	57.9	92.4	48.5	10	19
punto 2	60.5	91.6	42.5	16	49	88.2	41.6	17	58	66.1	92.1	40.0	19	55	62.3	87.5	38.7	17	45
punto 3	63.5	80.9	49.8	10	39	81.7	50.8	12	39	64.8	73.1	52	11	41	64.7	88.6	35.6	14	41
punto 4	66.4	85.9	40.5	14	19	89.3	36.5	11	13	64.2	83.7	53	8	12	61.9	89.1	39.9	13	43
punto 5	60.8	80.9	39.8	12	41	94.5	41.5	11	38	66.6	93.3	43	11	53	65.2	85.3	37.8	10	38
punto 6	65.1	78.6	46.7	11	36	86.5	38.4	17	38	62.4	88.6	50.7	10	42	64.9	79.9	47.9	11	47
punto 7	60.9	84.7	44.6	10	13	84.2	40.2	9	24	62.7	88.9	44.7	9	33	66.7	86.7	39.9	13	31
punto 8	62.2	85.4	43.5	9	42	82.9	43.8	11	48	64.1	87.4	45.2	11	35	68.1	95.4	44.7	25	42
punto 9	68.5	79.9	47.2	18	94	92.1	48.7	13	98	63.9	85.1	47.7	10	70	62.9	89.6	42.8	17	93
punto 10	59.5	78.1	39.5	10	15	81.6	39.2	9	12	60.3	74.9	36.6	9	12	60.1	84.7	40.1	11	15
TARDE	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	TARDE	LAeq	Lmax	Lmin	TARDE	LAeq	Lmax	Lmin	TARDE	LAeq	Lmax	Lmin
punto 1	58.5	88.2	40.9	12	30	87.5	45.8	13	35	58.2	89.6	40.5	11	23	60.3	89.3	40.7	10	16
punto 2	64.5	86.4	42.5	20	54	93.4	39.0	16	49	68	79.6	48.8	19	52	64.5	87.5	48.9	15	61
punto 3	61.5	92.6	48.5	11	41	94.8	42.2	12	38	63	98.9	40.1	12	37	63.1	90.7	38.2	12	43
punto 4	58.0	87.1	38.4	10	17	84.9	39.4	11	12	48.4	91.2	35.6	10	19	58.9	82.6	41.5	11	21
punto 5	64.5	88.2	47.5	15	42	88.9	45.2	12	38	65.2	88.7	32.8	14	40	65.5	86.9	54.2	12	59
punto 6	61.9	82.7	38.3	13	17	83.8	47.6	10	17	60.9	80.2	45.6	11	34	64.3	84.3	47.4	14	18
punto 7	58.4	88.3	40.1	10	13	80.5	43.8	12	13	61.8	87.6	37.9	8	13	66.7	81.7	40.2	10	14
punto 8	63.9	85.7	44.7	13	66	91.3	45.7	15	79	68.2	88.9	48.6	17	57	68.9	89.9	45.9	13	76
punto 9	65.1	83.6	42.8	19	94	84.2	44.8	10	86	64.1	89.4	49	15	81	62.6	84.8	47.8	13	97
punto 10	54.9	78.3	40.7	11	23	79.6	39.3	11	23	68.6	104.8	48.8	9	18	57.3	78.3	39.4	9	21

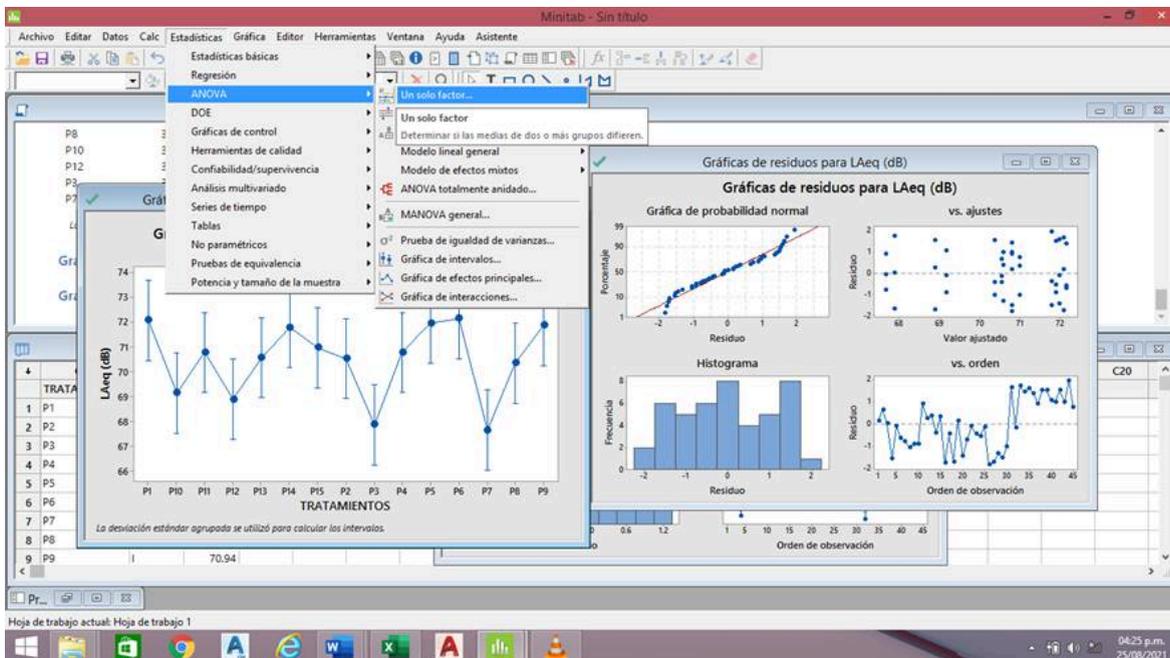
DIA 5 - VIERNES				DIA 6 - SABADO				DIA 7 - DOMINGO							
MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin
punto 1	66.3	89.5	43.2	11	37	91.2	43.1	21	42	60.3	88.6	38.7	11	23	
punto 2	65.1	91.9	35.5	12	53	88.7	40.1	19	70	67.3	89.1	42.4	22	41	
punto 3	69.2	87.2	45.7	17	38	87.8	45.7	11	22	64.4	80.4	42.7	10	37	
punto 4	60.8	104.9	35.0	10	19	89.1	39.0	10	12	60.4	98.9	35.4	11	13	
punto 5	62.3	82.1	29.3	13	39	93.1	40.5	9	48	61.9	88.9	33.2	14	36	
punto 6	64.4	87.7	37.1	15	32	79.7	48.2	10	46	60.5	81.5	42.6	17	34	
punto 7	60.9	91.4	36.6	11	19	93.2	38.7	13	30	62.4	89.6	42.9	13	32	
punto 8	62.8	84.9	44.9	17	87	85.2	41.2	19	61	92.3	36.5	29	32	87	
punto 9	64.4	88.7	48.5	19	92	101.4	44.9	27	92	63.9	94.6	40.1	32	98	
punto 10	58.1	90.7	40.5	12	21	89.0	40.3	10	11	59.6	85.6	34.6	10	14	
MEDIODIA	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	MEDIODIA	LAeq	Lmax	Lmin	MEDIODIA	LAeq	Lmax	Lmin
punto 1	58.8	93.3	48.5	11	19	87.1	39.0	9	26	60.3	93.0	34.4	9	17	
punto 2	63.9	88.7	35.9	15	49	93.2	41.3	18	57	62.7	99.3	34.4	14	43	
punto 3	65.7	91.2	37.2	11	33	78.9	48.9	11	42	60.3	104.6	36.0	13	42	
punto 4	62.3	90.2	37.2	10	17	88.8	40.5	9	11	59.0	81.4	48.4	12	38	
punto 5	65.2	83.3	36.4	11	41	93.5	44.1	11	54	63.1	101.1	30.1	10	49	
punto 6	67.9	77.6	54.6	10	38	88.5	50.3	10	42	64.7	84.7	42.7	7	11	
punto 7	67.4	88.0	39.8	12	21	88.4	43.2	8	30	61.9	87.8	35.8	11	38	
punto 8	67.1	104.8	44.0	13	47	86.2	41.1	10	33	61.9	86.5	37.9	23	71	
punto 9	63.8	88.5	43.7	23	67	91.3	44.7	11	72	59.6	89.8	37.3	19	74	
punto 10	58.9	83.5	45.8	10	12	89.2	42.3	12	14	56.2	91.0	36.2	10	15	
TARDE	LAeq	Lmax	Lmin	MAÑANA	LAeq	Lmax	Lmin	TARDE	LAeq	Lmax	Lmin	TARDE	LAeq	Lmax	Lmin
punto 1	56.5	88.5	40.1	11	22	84.7	50.1	13	29	58.0	104.9	41.2	12	21	
punto 2	65.5	92.3	33.9	13	38	88.7	44.3	17	54	64.4	84.4	38.4	13	54	
punto 3	62.0	98.8	39.2	11	39	92.0	49.7	22	48	69.2	85.1	45.1	14	37	
punto 4	47.1	92.5	34.9	10	19	102.1	38.7	10	13	54.0	98.5	38.9	11	14	
punto 5	63.8	87.6	36.5	10	54	98.3	47.6	17	64	63.2	98.5	34.7	13	57	
punto 6	60.5	79.7	44.6	22	39	84.9	46.7	13	52	60.7	71.0	45.8	10	53	
punto 7	59.2	91.4	33.6	11	20	100.3	43.7	10	29	60.5	88.9	37.8	12	41	
punto 8	63.3	83.3	45.2	12	44	98.7	49.9	18	64	62.3	92.4	42.3	33	97	
punto 9	67.1	88.5	44.2	21	73	84.7	45.8	24	98	64.0	93.9	45.1	27	81	
punto 10	53.4	86.5	39.7	10	13	80.3	39.0	10	14	62.4	90.5	39.5	14	17	

ANEXO 09: PROGRAMACIÓN DE DATOS EN SOFTWARE MINITAB 18.1, PARA ANOVA



	C1-T	C2-T	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
	TRATAMIENTOS	BLOQUES	L_Aeq (dB)																	
1	P1		72.23																	
2	P2		71.19																	
3	P3		67.88																	
4	P4		69.22																	
5	P5		71.84																	
6	P6		71.52																	
7	P7		66.86																	
8	P8		69.30																	
9	P9		70.94																	

ANEXO 10: COMPARACIÓN EMPLEANDO LA PRUEBA DE RANGO DE TUKEY.



Gráficas de residuos para LAeq (dB)

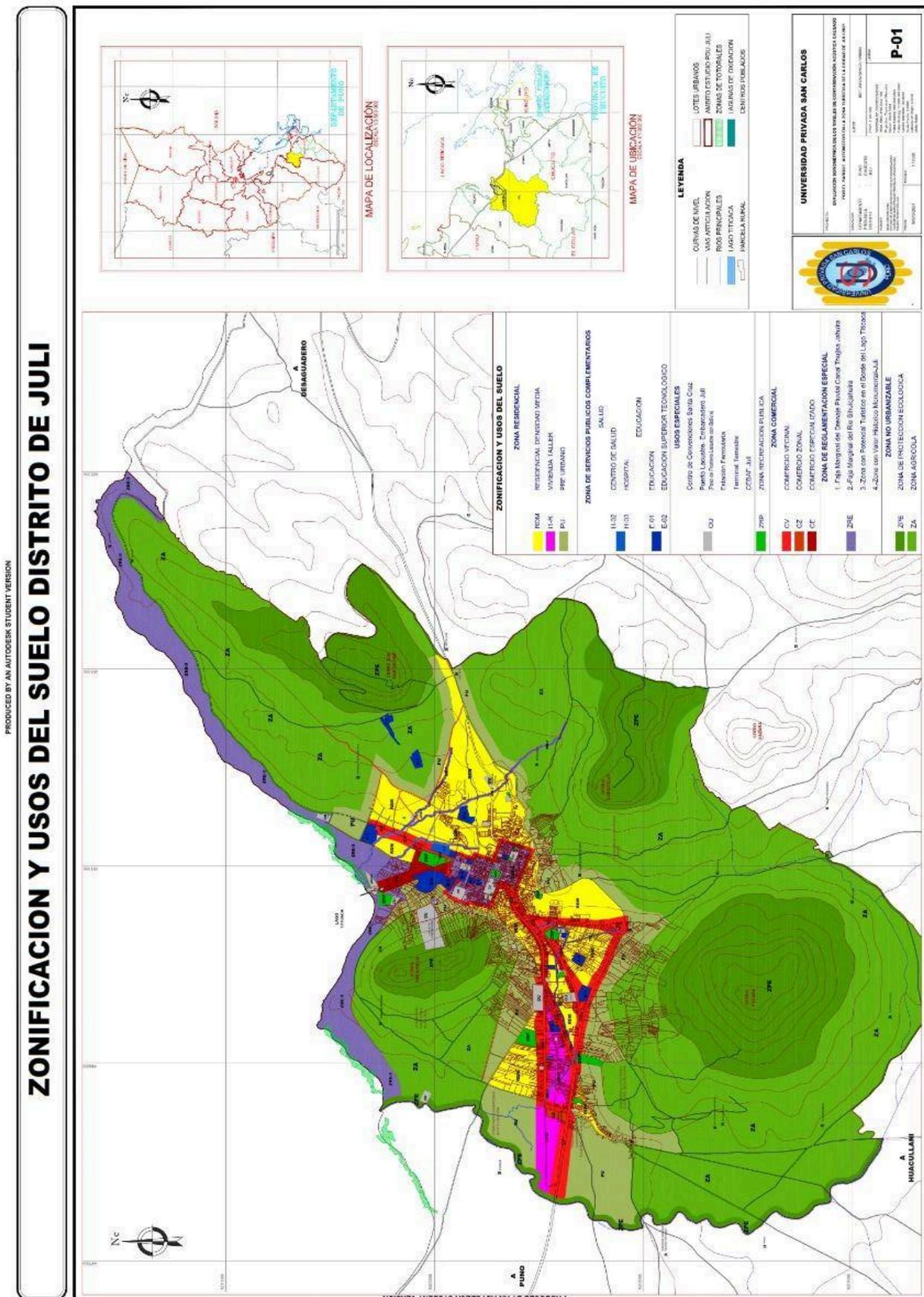
Gráfica de probabilidad normal vs. ajustes

Histograma

Residuo vs. orden

Residuo vs. Valor ajustado

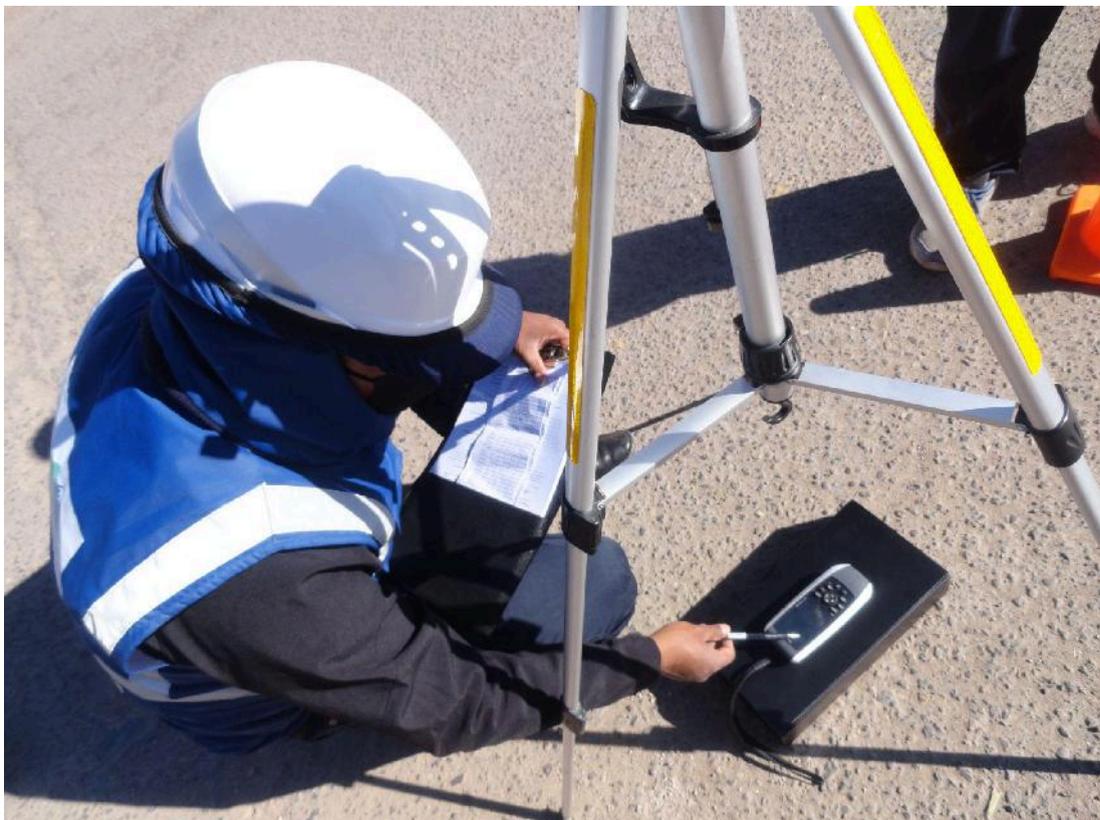
ANEXO 11: PLANO DE ZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE JULI



ANEXO 12: EQUIPOS DE MONITOREO UTILIZADOS IN SITU



ANEXO 13: MANIPULACIÓN DE GPS PARA LAS COORDENADAS DE LOS PUNTOS



**ANEXO 14: USO DEL PROTOCOLO DE MONITOREO PARA RUIDO
R.M.227-2013-MINAM**



ANEXO 15: UBICACIÓN DEL TRÍPODE DE SUJECCIÓN A 1.5 M. SOBRE EL PISO



ANEXO 16: SUJECIÓN DEL SONÓMETRO EN EL TRÍPODE



ANEXO 17: SONÓMETRO EN ÁNGULO DE 45° SOBRE EL PLANO INCLINADO PARALELO AL SUELO



ANEXO 18: INSTALACIÓN DEL CORTAVIENTO DE PANTALLA EN EL MICRÓFONO



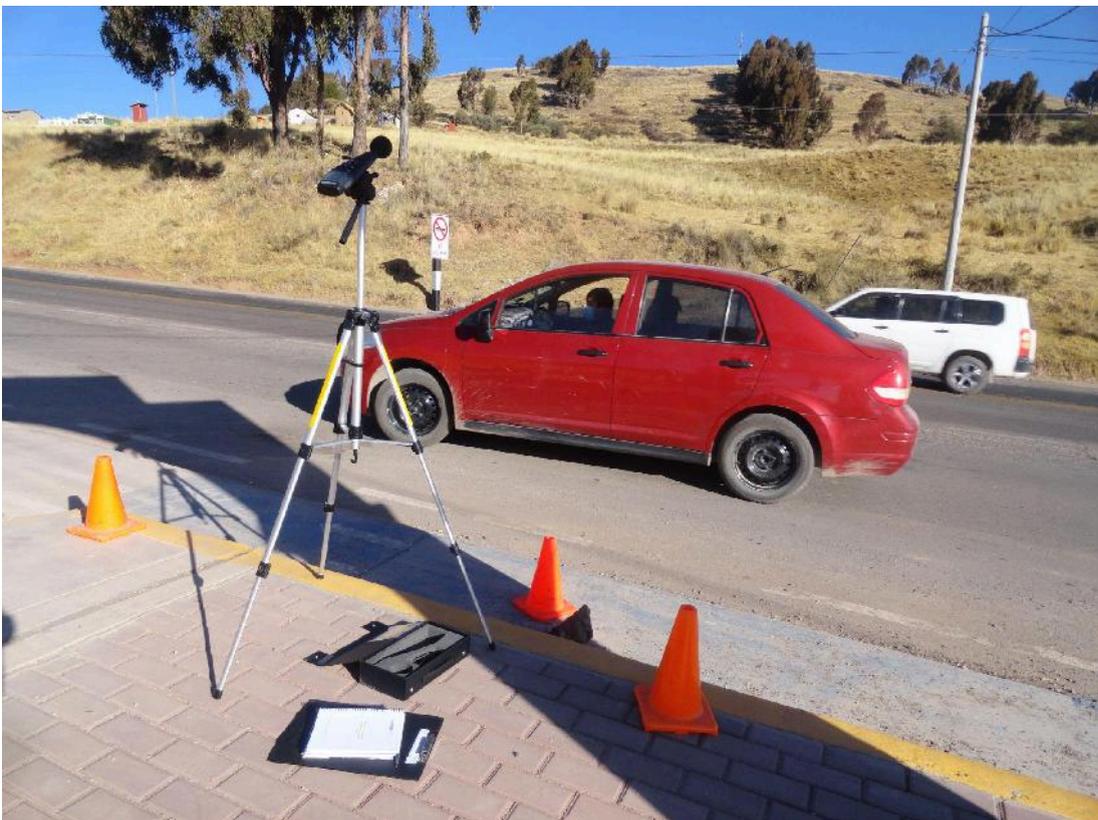
ANEXO 19: POSICIÓN Y DIRECCIÓN DEL MICRÓFONO HACIA LA FUENTE MÓVIL



ANEXO 20: CONTEO DE VEHÍCULOS LIVIANOS Y PESADOS



ANEXO 21: MONITOREO DE LOS PUNTOS POR EL PERIODO DE 15 MINUTOS



ANEXO 22: REGISTRO DE DATOS DEL SONÓMETRO EN LOS FORMATOS DE MONITOREO



ANEXO 23: MONITOREO EN ZONA ESPECIAL PUNTO 06 (JR. ILAVE / POSTA MÉDICA JULI)



ANEXO 24: MONITOREO EN ZONA RESIDENCIAL PUNTO 03 (JR. PUNO / JR. LOYOLA)



ANEXO 25: MONITOREO EN ZONA COMERCIAL PUNTO 08 (AV. PANAMERICANA / SALIDA CASPA)

