

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

**MENCIÓN: ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y GESTIÓN
DE RIESGOS DE DESASTRES**

TESIS:

**EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL POR CONTAMINACIÓN
SONORA DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE CELENDÍN,
PERÚ, 2017.**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

Bachiller: AZUCENA CHÁVEZ COLLANTES

Asesor:

Dr. JUAN ESTEBAN GONZALES GARCÍA

Cajamarca - Perú

2019

COPYRIGHT © 2019 by
AZUCENA CHÁVEZ COLLANTES
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

**MENCIÓN: ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y GESTIÓN
DE RIESGOS DE DESASTRES**

TESIS APROBADA:

**EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL POR CONTAMINACIÓN
SONORA DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE CELENDÍN,
PERÚ, 2017.**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

Bachiller: AZUCENA CHÁVEZ COLLANTES

JURADO EVALUADOR

Dr. Juan Esteban Gonzales García
Asesor

Dr. Valentín Víctor Paredes Oliva
Jurado Evaluador

Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza
Jurado Evaluador

M.Cs. Héctor Antonio Cabrera Hoyos
Jurado Evaluador

Cajamarca - Perú

2019



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las *17:30*... horas, del día 16 de abril de dos mil diecinueve, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. VALENTIN VICTOR PAREDES OLIVA, Dr. GLICERIO EDUARDO TORRES CARRANZA, M.Cs. HÉCTOR ANTONIO CABRERA HOYOS**, y en calidad de Asesor el **Dr. JUAN ESTEBAN GONZÁLES GARCÍA** Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL POR CONTAMINACIÓN SONORA DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE CELENDÍN, PERÚ, 2017”**, presentada por la **Bach. en Ciencias Ambientales AZUCENA CHÁVEZ COLLANTES**

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó *APROBAR*... con la calificación de *DIECISIETE (17) - EXCELENTE*... la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bach. en Ciencias Ambientales AZUCENA CHÁVEZ COLLANTES**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES**

Siendo las *18:30* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Juan Esteban González García
Asesor


.....
Dr. Valentin Victor Paredes Oliva
Jurado Evaluador


.....
Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza
Jurado Evaluador


.....
M.Cs. Héctor Antonio Cabrera Hoyos
Jurado Evaluador

A:

Mi querida familia, desde las raíces hasta las hojas; por su infinito amor y ejemplo de
unión

AGRADECIMIENTO

Uso estas líneas para expresar mi profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que con su apoyo han colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

A Dios por protegerme y guiarme durante el camino de mi desarrollo profesional.

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca y docentes por la formación académica.

A mi familia por su apoyo incondicional.

A Juan Esteban Gonzáles García Dr.; por el apoyo y orientación en la elaboración de la tesis.

A la Municipalidad provincial de Celendín, por el apoyo en la facilitación de equipos para la ejecución de monitoreos de ruido.

A Eisner Will Castillo Rojas Ing., por su colaboración y apoyo en la elaboración de la tesis.

La contaminación nunca debería ser el precio de la prosperidad

- **Al Gore**

CONTENIDO

	Pág.
Agradecimiento.....	vi
Lista de abreviaciones	xv
Resumen	xvii
Abstract	xviii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES	6
2.2 BASES TEÓRICAS	12
2.2.1 Acústica	12
2.2.2 Teorías físicas de la atenuación del sonido.....	16
2.2.3 Nivel de potencia sonora.....	18
2.2.4 Nivel de presión sonora	19
2.2.5 Niveles sonoros ponderados.....	19
2.2.6 El ruido	20
2.2.7 Evaluación del riesgo ambiental	27
2.2.8 Estándar de Calidad Ambiental para ruido (ECA-Ruido).....	30
2.2.9 Zonas de aplicación	30
2.2.10 Contaminación sonora	31
2.2.11 Efectos de la contaminación sonora en la salud.....	34
2.2.12 Efectos de la contaminación sonora en el ambiente	39
CAPÍTULO III.....	40
MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1 MATERIALES.....	40
3.2 MÉTODOS	41
3.2.1 Ubicación	41

3.2.2	Características del lugar	42
3.2.3	Datos generales del área de estudio	42
3.2.4	Metodología	44
CAPÍTULO IV		70
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		70
4.1	MONITOREO DE RUIDO.....	70
4.1.1.	Zona residencial	70
4.1.2.	Zona comercial.....	72
4.1.3.	Zona industrial.....	75
4.1.4.	Zona mixta	78
4.1.5.	Zona de protección especial.....	84
4.2	EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL.....	91
4.2.1	Evaluación del riesgo ambiental para la zona de aplicación residencial	92
4.2.2	Análisis del riesgo ambiental para la zona de aplicación comercial	96
4.2.3	Análisis del riesgo ambiental para la zona de aplicación industrial.....	101
4.2.4	Análisis del riesgo ambiental para la zona de aplicación mixta.....	106
4.2.5	Análisis del riesgo ambiental para la zona de aplicación protección especial..	111
4.3	Propuesta técnica para la mitigación y control de la contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín.....	116
4.4	Contrastación de las hipótesis	122
CAPÍTULO V		124
CONCLUSIONES		124
CAPÍTULO VI.....		125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		125
CAPÍTULO VII		133
APÉNDICES		133
ANEXOS.....		140

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Figura 1. Onda sinusoidal (Kogan, 2004)	14
Figura 2. Evaluación del riesgo ambiental (MINAM, 2010, p.31).....	27
Figura 3. Barrera acústica (Mestre, 2008).....	33
Figura 4. Mapa político del distrito de Celendín (Modificado de ArcGis 10.2) - 2018 .	41
Figura 5. Muestras distintas, misma población (modificado de Hernández, 2008)	45
Figura 6. Histograma de frecuencia de datos (modificado de QGis).....	53
Figura 7. Tendencia de datos (modificado de QGis)	54
Figura 8. Selección del método de interpolación (modificado de QGis)	55
Figura 9. Visualización de la tendencia de interpolación (modificado de QGis).....	56
Figura 10. Visualización del modelo semivariograma y covarianza (modificado de QGis)	58
Figura 11. Estimación de los valores estimados de predicción (modificado de QGis) ..	59
Figura 12. Visualización de la validación cruzada de datos (modificado de QGis).....	60
Figura 13. Cuadro resumen del modelo utilizado (modificado de QGis)	61
Figura 14. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM12ZR.....	70
Figura 15. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM8ZC.....	72
Figura 16. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM9ZC.....	73
Figura 17. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM3ZI	75
Figura 18. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM11ZI	76
Figura 19. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM4ZM.....	78
Figura 20. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM5ZM.....	80
Figura 21. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM10ZM.....	82

Figura 22. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM1ZE.....	84
Figura 23. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM2ZE.....	86
Figura 24. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM6ZE.....	88
Figura 25. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM7ZE.....	90
Figura 26. Mapa de puntos de monitoreo.....	138
Figura 27. Mapa de predicción de ruido	139
Figura 28. Certificado de calibración sonómetro Sper Scientific 850013	140
Figura 29. Monitoreo de nivel de presión sonora en el PM8ZC, intersección del Jr. Salaverry y Jr. José Gálvez – zona comercial	142
Figura 30. Monitoreo de nivel de presión sonora en el PM10ZM, Intersección del Jr. Cáceres y Av. Amazonas – zona mixta	142
Figura 31. Monitoreo de nivel de presión sonora en el PM7ZPE, intersección del Jr. Salaverry y Av. Túpac Amaru – zona de protección especial.....	143
Figura 32. Monitoreo de nivel de presión sonora en el PM4ZM, intersección del Jr. Ayacucho y Jr. Sucre – zona mixta	143
Tabla 1. Rangos de estimación probabilística	28
Tabla 2. Estimación de gravedad en el entorno humano	28
Tabla 3. Estimación de gravedad en el entorno natural	29
Tabla 4. Estimación de gravedad en el entorno socioeconómico	29
Tabla 5. Estimación del riesgo ambiental	29
Tabla 6. Valores permisibles por zonas de aplicación.....	30
Tabla 7. Planificación de monitoreo en puntos críticos seleccionados.....	48
Tabla 8. Ficha de monitoreo de ruido vehicular	50
Tabla 9. Datos registrados.....	51
Tabla 10. Agrupación de datos por zona de aplicación	52
Tabla 11. Comparación de datos obtenidos por puntos de muestreo con el ECA ruido. 52	
Tabla 12. Determinación de porcentajes de excedencia	62
Tabla 13. Rangos de la probabilidad de ocurrencia.....	63
Tabla 14. Rangos de los límites para el entorno humano	64

Tabla 15. Rangos de los límites para el entorno natural.	65
Tabla 16. Rangos de los límites para el entorno socioeconómico.	66
Tabla 17. Asignación de valores.....	67
Tabla 18. Fórmula para la estimación de la gravedad de las consecuencias.....	67
Tabla 19. Valoración de los escenarios identificados.....	68
Tabla 20. Estimador del riesgo ambiental.....	68
Tabla 21. Escala de evaluación de riesgo ambiental	69
Tabla 22. Porcentajes de excedencia en la zona de aplicación residencial	92
Tabla 23. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA.....	93
Tabla 24. Valores asignados para la ERA – entorno humano.....	93
Tabla 25. Valores asignados para la ERA – entorno natural.....	93
Tabla 26. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico	93
Tabla 27. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias	94
Tabla 28. Valoración de escenarios en los tres entornos	94
Tabla 29. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano	95
Tabla 30. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural.....	95
Tabla 31. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico	95
Tabla 32. Evaluación de riesgo ambiental	96
Tabla 33. Porcentajes de excedencia para la zona de aplicación comercial	96
Tabla 34. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA.....	98
Tabla 35. Valores asignados para la ERA – entorno humano.....	98
Tabla 36. Valores asignados para la ERA - entorno natural	98
Tabla 37. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico	98
Tabla 38. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias.....	98
Tabla 39. Valoración de escenarios en los tres entornos	99
Tabla 40. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano.....	99
Tabla 41. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural	100
Tabla 42. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico	100

Tabla 43. Evaluación de riesgo ambiental	100
Tabla 44. Porcentajes de excedencia para la zona de aplicación industrial	101
Tabla 45. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA.....	103
Tabla 46. Valores asignados para la ERA - entorno humano	103
Tabla 47. Valores asignados para la ERA – entorno natural.....	103
Tabla 48. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico	103
Tabla 49. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias	103
Tabla 50. Valoración de escenarios en los tres entornos	104
Tabla 51. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano.....	104
Tabla 52. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural	105
Tabla 53. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico	105
Tabla 54. Evaluación de riesgo ambiental	105
Tabla 55. Porcentajes de excedencia para la zona de aplicación mixta	106
Tabla 56. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA.....	108
Tabla 57. Valores asignados para la ERA – entorno humano	108
Tabla 58. Valores asignados para la ERA – entorno natural.....	108
Tabla 59. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico	108
Tabla 60. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias	108
Tabla 61. Valoración de escenarios en los tres entornos	109
Tabla 62. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano.....	109
Tabla 63. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural	110
Tabla 64. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico	110
Tabla 65. Evaluación de riesgo ambiental	110
Tabla 66. Porcentajes de excedencia para la zona de aplicación protección especial ..	111
Tabla 67. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA.....	112
Tabla 68. Valores asignados para la ERA - entorno humano	113
Tabla 69. Valores asignados para la ERA – entorno natural.....	113
Tabla 70. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico	113

Tabla 71. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias	113
Tabla 72. Valoración de escenarios en los tres entornos	114
Tabla 73. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano.....	114
Tabla 74. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural	114
Tabla 75. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico	115
Tabla 76. Evaluación de riesgo ambiental	115
Tabla 77. Resumen de cálculos	122
Tabla 78. Análisis de varianza.....	123
Tabla 79. Datos evaluados por punto de monitoreo de los niveles de ruido	133
Tabla 80. Resumen de los cálculos.	137

LISTA DE ABREVIACIONES

ACTH	Hormona adrenocorticotropa, corticotropina o corticotrofina
ANOVA	Análisis de la varianza
D.S.	Decreto Supremo
dB	Decibel
dB (A)	Decibel con ponderación A (Promedio)
DGCA	Dirección General de Calidad Ambiental
DIRESA	Dirección Regional de Salud
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
ERA	Evaluación de Riesgo Ambiental
ESSALUD	Seguro Social de Salud
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (en inglés, GPS; Global Positioning System)
HTA	Hipertensión arterial
HZ	Hercio o Hertz
IMD	Índice Medio Diario
INACAL	Instituto Nacional de Calibración
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
LAeq(A)	Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A
MAX	Máximo
MIN	Mínimo
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINSA	Ministerio de Salud
MOF	Manual de Operaciones y Funciones
MPC	Municipalidad Provincial de Celendín

NPS	Nivel de Presión Sonora
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OMS	Organismo Mundial de la Salud
PCM	Presidencia del Consejo de Ministros
PROM	Promedio
Q GIS	Quantum Geographic Information System; Sistema de información geográfica cuántica
ROF	Reglamento de Operaciones y Funciones
SPSS	Paquete estadístico para ciencias sociales
UGEL	Unidad de Gestión Educativa Local
ZPE	Zona de Protección Especial
ZC	Zona Comercial
ZM	Zona Mixta
ZI	Zona Industrial
ZR	Zona Residencial

RESUMEN

El objetivo de ésta investigación fue evaluar el nivel de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, en los meses de junio a setiembre de 2017; el trabajo consistió en la identificación de puntos críticos (existencia de mayor circulación vehicular y niveles de ruido); de 22 puntos evaluados, 12 calificaron para ser monitoreados; asignándoles un codinombre de identificación, cada punto fue clasificado por zonas de aplicación (Residencial, comercial, mixta, industrial y zona de protección especial), procediendo a monitorear 4 días por semana (Lunes, miércoles, viernes y domingo), obteniendo 48 días de monitoreo; dichos resultados fueron sistematizados y analizados en valores promedios, máximos, mínimos y equivalentes; a fin de elaborar el mapa de ruido y predecir el espacio de influencia del impacto sonoro. Los resultados obtenidos en el monitoreo de ruido, presentan valores promedios equivalentes a 71,6 dB en la zona residencial, 70,6 dB en la zona comercial, 81,9 dB en la zona industrial, 79,2 dB en la zona mixta y 64,1 dB en la zona de protección especial; los cuales superan los ECA establecidos en el D.S. N° 085-2003-PCM. Obtenidos éstos valores, se evaluó el riesgo ambiental, considerando la probabilidad de ocurrencia e identificando escenarios de excedencia, peligrosidad (efectos a la salud humana y el entorno ambiental), extensión y población afectada; concluyendo que existe un nivel de riesgo moderado en la ciudad de Celendín, por la presencia de ruido ambiental ocasionado principalmente por el parque automotor desordenado.

Palabras clave: monitoreo, ruido, riesgo ambiental, parque automotor.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the level of environmental risk due to noise pollution of the vehicle fleet in the city of Celendín, province of Celendín, department of Cajamarca, from June to September 2017; the work consisted in the identification of critical points (existence of greater vehicular circulation and noise levels); of 22 evaluated points, 12 qualified to be monitored; assigning them an identification code, each point was classified by application zones (residential, commercial, mixed, industrial and special protection zone), proceeding to monitor 4 days per week (Monday, Wednesday, Friday and Sunday), obtaining 48 days of monitoring; These results were systematized and analyzed in average, maximum, minimum and equivalent values; In order to prepare the noise map and predict the area of influence of the sound impact. The results obtained in the monitoring of noise, have average values equivalent to 71,6 dB in the residential area, 70,6 dB in the commercial zone, 81,9 dB in the industrial zone, 79,2 dB in the mixed zone and 64,1 dB in the special protection zone; which exceed the ECA established in the D.S. N° 085-2003-PCM. Obtained these values, the environmental risk was evaluated, considering the probability of occurrence and identifying scenarios of exceedance, danger (effects to human health and the environmental environment), extension and affected population; concluding that there is a moderate level of risk in the city of Celendín, due to the presence of environmental noise caused mainly by the disorderly car park.

Keywords: monitoring, noise, environmental risk, automotive park.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La primera declaración internacional que contempló las consecuencias del ruido sobre la salud humana se remonta a 1972, cuando la OMS decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación; siete años después, la Conferencia de Estocolmo clasificaba al ruido como un contaminante específico; aquellas disposiciones oficiales fueron ratificadas posteriormente por la entonces emergente Comunidad Económica Europea, que requirió a los países miembros un esfuerzo para regular legalmente la contaminación acústica; en los últimos años se ha desarrollado la conciencia sobre el peligro que la contaminación acústica representa para la salud humana, en el Perú ha representado la aprobación del Decreto Supremo N° 085-2003-PCM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido”; un importante principio legislativo, donde se ha reconocido el valor de la planificación territorial y la zonificación acústica; considerando el establecimiento de cuatro (04) zonas: protección especial, residencial, comercial e industrial, y para cada una de ellas, estándares ambientales claramente establecidos para horarios diurno (7:01 horas hasta 22:00 horas).

La contaminación sonora causada por el ruido vehicular es un problema actual que afecta a las zonas urbanas, donde no existe proceso de planificación territorial y aplicación legislativa que conduzca al ordenamiento de las actividades y tránsito vehicular.

Pacheco (2009) en su investigación denominada «Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá» tuvo como objetivo principal evaluar y dar a conocer la situación acústica existente en cuatro zonas de la ciudad, en donde se llevaron a cabo mediciones de presión sonora, obteniendo que los niveles de ruido ambiental superaron

en un 75% de los valores sugeridos en su normativa nacional de Colombia, además resalta que la fuente de contaminación sonora principal es el tránsito vehicular.

Según estudios realizados por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental en mayo del año 2015, desarrollados en la ciudad de Lima Metropolitana y la provincia Constitucional del Callao, ponen en evidencia que de 224 puntos evaluados en toda la ciudad de Lima Metropolitana, el 90,21% excedió los Estándares de Calidad Ambiental para ruido, se presencia que 10 puntos críticos presentan un nivel de presión sonora mayor a 84,9 dBA, siendo los más representativos a los distritos de Breña, El Agustino, Ate, San Juan de Lurigancho, Lurigancho Chosica, Comas, Carabayllo, San Martín de Porres, San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo; en el caso de la provincia Constitucional del Callao, de 26 puntos evaluados, 10 son mayores al nivel de presión sonora, evidenciándose un valor de 77,2 dBA en los distritos de Ventanilla y Bellavista; además concluye que las principales actividades generadoras de ruido ambiental son provocadas por vehículos de transporte, por el mal uso de bocinas, la falta de mantenimiento de las unidades, entre otras funciones (OEFA, 2015).

Según informe N°794-2013-OEFA-DE/SDCA, de fecha 27 de diciembre de 2013; el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, oficina desconcentrada Cajamarca, en cumplimiento a su Plan Operativo Institucional, realizó del 17 al 30 de setiembre del año 2011, el monitoreo de ruido ambiental en la ciudad de Cajamarca, donde se consideró 26 puntos de evaluación, determinados por personal de la municipalidad provincial de Cajamarca; los resultados obtenidos detallan que de los 26 puntos establecidos se encuentran entre un nivel mínimo de 64,9 dBA y un máximo de 78,2 dBA; encontrándose el punto de monitoreo con mayor nivel de ruido ambiental en la Av. Evitamiento Norte con el Jr. El Inca (con 78,2 dBA), además se indica que los resultados obtenidos durante el monitoreo ambiental en la ciudad de Cajamarca, responde al ruido generado por el

tránsito vehicular el cual se instituye como una de las principales fuentes de contaminación sonora, aunado al alto congestionamiento de las vías, ocasionado mayor generación de ruido por el incremento del uso de bocinas (Salazar, 2013).

OEFA (2012), éste organismo del Estado llevó a cabo la evaluación de ruido en la ciudad de Cusco, cuya metodología y procedimiento están plasmados en el Informe N° 568-2012-OEFA/DE, en donde se llegó a la siguiente conclusiones: los niveles de ruidos obtenidos durante el monitoreo de los 32 puntos de la ciudad de Cusco, se encuentran entre un mínimo de 66,6 dB(A) y un máximo de 77,2 dB(A); los resultados obtenidos responden principalmente a los emisores de sonidos molestos producto del tránsito de transporte público, vehículos taxis, particulares, camionetas, transporte interprovincial y el congestionamiento en las vías públicas en conjunto con el uso de bocinas. OEFA (2013), siguiendo la misma metodología y procedimiento plasmados en el Informe N° 682-2013-OEFA/DE-SDCA se describe la evaluación de ruido en el Distrito de Ancón y se concluye que en todos los puntos de monitoreo de ruido ambiental para zona residencial superaron los ECAs para ruido. OEFA (2014), del mismo modo, en el Informe N° 280-2014-OEFA-DE/SDCA se describe la evaluación de ruido en el Distrito de Santa Anita y se concluye que el monitoreo de ruido ambiental, superó los ECAs para ruido en zona residencial en horario diurno (D.S. N° 085-2003-PCM).

La ciudad de Celendín, no cuenta con estudios de investigación científica sobre la evaluación del nivel de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor, lo cual conllevó a plantearse la interrogante ¿Cuál es el nivel de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín, Perú, 2017?; a fin de articular las propuestas de investigación con las políticas locales de desarrollo territorial, en pro de lograr la sostenibilidad de la ciudad de Celendín; justificando su valor, en el reconocimiento de la importancia de la evaluación de los riesgos ambientales

por contaminación sonora del parque automotor; impulsando mediante estas evaluaciones de referencia, el desarrollo de estudios de más amplio período y connotación científica para ser utilizados no sólo por las municipalidades, sino por otros actores relacionados con el quehacer del estudio y control de la contaminación sonora, contribuir con información técnica que permita una adecuada toma de decisiones y el fortalecimiento de las autoridades municipales, locales y otras, para el adecuado ejercicio de sus funciones de control y fiscalización ambiental y finalmente, los resultados de estas evaluaciones se convierten en una herramienta de trabajo sustantiva para impulsar la formulación de normas de regulación claras para la gestión del ruido en las ciudades y su adecuado control y fiscalización ambiental.

Por lo tanto; el objetivo general fue evaluar el nivel de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín, Perú, 2017; formulándose los siguientes objetivos específicos: a) Identificar puntos críticos expuestos a la contaminación sonora del parque automotor de Celendín; b) Analizar el nivel de riesgo ambiental que genera el parque automotor en los puntos críticos identificados en la ciudad de Celendín y c) Elaborar una propuesta técnica para la mitigación y control de la contaminación sonora del parque automotor de la ciudad de Celendín. Refutando la hipótesis de existencia de un nivel alto de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín, Perú, 2017; debido a que se concluyó que existe un riesgo de nivel moderado.

El monitoreo y evaluación del nivel sonoro se realizó teniendo en consideración el protocolo nacional de monitoreo para ruido, delimitando la investigación, a evaluar en su totalidad el ruido, ocasionado por el parque automotor y no individualizando (Según capacidad de carga, eje o categoría vehicular); para la determinación de puntos críticos se inició con la determinación del índice medio diario (IMD) de vehículos que transitan en

zonas determinadas por espacios de tiempos pre definidos. Finalmente la estimación del nivel de riesgo ambiental, se realizó a través de la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias en tres entornos (humano, natural y socio económico). Siguiendo la metodología desarrollada en los siguientes capítulos:

Capítulo I. Contiene la introducción sintetizando la justificación del problema, objetivos e hipótesis.

Capítulo II. Aborda el marco teórico, antecedentes de investigación y marco conceptual.

Capítulo III. Describe materiales, ubicación, características del lugar y metodología.

Capítulo IV. Presenta resultados y discusiones.

Capítulo V. Contiene conclusiones de la investigación.

Capítulo VI. Contiene lista de referencias bibliográficas.

Capítulo VII. Contiene apéndices y anexos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

El concepto de riesgo ambiental tradicionalmente ha estado asociado a la ocurrencia de un hecho contaminador, actualmente se lo considera como un accidente con repercusiones sobre el entorno, algunos de estos riesgos se han materializado en impactos significativos que tuvieron consecuencias determinantes en la toma de conciencia sobre la relevancia de las cuestiones ambientales (DGCA, 2010).

Sánchez (2015) en su investigación “Evaluación y caracterización de la contaminación acústica en un núcleo urbano de tipo turístico costero El Portil, Huelva, España”, tuvo como objetivo central desarrollar una evaluación y caracterización del ruido existente en una ciudad turística costera del sur de España, en concreto el núcleo urbano de El Portil (Huelva) y su entorno; el período de estudio se ha extendido a lo largo de cuatro años, desde septiembre de 2010 hasta octubre de 2014; el valor máximo alcanzado es de 59.6 dB en el horario de 6:00 a 10:00 de la mañana y el valor mínimo de 10.9 dB en los puntos más alejados en el horario de 12:00 a 4:00 de la mañana; el autor concluye que la carretera A-5052 es la principal fuente de contaminación acústica en El Portil, debido al elevado tráfico de vehículos pesados y las altas velocidades a las que transitan.

En la investigación “Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt, Chile”; realizada por Lobos (2008); concluye que, el alto número de vehículos que componen el parque automotriz de la ciudad, es el principal agente contaminante de ruido en la zona evaluada, a esto sumamos los malos hábitos de conducción que demuestran los conductores, tales como, exceso de velocidad, silenciadores en mal estado o modificados,

el exceso de uso de bocinas, etc.; donde los valores diurnos se encuentran entre 65 dB(A) y los valores nocturnos entre 50 dB(A).

Flores y Ruilova (2014) en su investigación “Evaluación de la contaminación acústica derivada del parque automotor en el sector centro de la ciudad de Loja, Ecuador”, formularon los objetivos de caracterizar los sitios con mayor nivel de presión sonora y diseñar medidas de control y mitigación de la contaminación acústica derivada del parque automotor en el sector centro de la ciudad de Loja en el periodo 2013 – 2014; los resultados que obtuvieron sitúan en evidencia que los mayores niveles de ruido se encuentran en las principales avenidas (Manuel Agustín Aguirre y Universitaria), entre los horarios de 7:00 a 9:00, de 11:00 a 13:00 y 17: a 19:00, con valores de 63,5 a 76,5 dB; de 63,7 a 77,7 dB, y de 62,9 a 80,5 dB, respectivamente; asimismo indican que estos valores obtenidos se deben a la circulación de vehículos pesados, livianos, motocicletas y uso del claxon.

Dintrans (2008) en su investigación denominada “Propósito de planificación para la gestión del ruido de tráfico vehicular en Santiago de Chile”; concluye que la ciudad de Santiago de Chile, presenta valores de ruido entre 75 y 80 dB(A), en sus principales vías de circulación, debido a que no cuenta con un plan de gestión de la contaminación acústica.

En la investigación “Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia)”;

concluyen, que el 97,9% de los puntos monitoreados en el horario de la mañana, exceden los límites máximos permisibles de la norma ambiental para ruido en Colombia; evidenciándose valores entre 75 a 85 dB(A); además indica que en el horario de la tarde, se presencia que el 91,2 % exceden los límites máximos permisibles, evidenciándose valores de 77,7 a 85 dB(A), con lo que concluye que la

carencia de una planificación en el esquema vial ocasiona desordenes que se ven reflejados en los altos índices de valores de ruido que son perjudiciales para la salud de la personas y para el equilibrio y desarrollo económico de las ciudades (Ramírez y Domínguez, 2015).

Aleaga (2017) en su investigación “El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de productos plásticos de la empresa Holviplast S.A.”; planteó el objetivo de identificar el ruido, medirlo y evaluarlo, para verificar si el personal está expuesto o no al riesgo físico; concluyendo que la exposición por más de 2 horas continuas a niveles de ruido por encima de 50dB; generó un riesgo físico significativo.

Recio et al. (2016) en su investigación “Efectos del ruido urbano sobre la salud: estudios de análisis de series temporales realizados en Madrid, España” sobre 2000 personas sometidas a niveles de ruido superiores a 85 dB(A) mostró una serie de patologías que no se daban en otro grupo similar de personas no expuestos a esos niveles tan altos de ruido. Se detectó que los expuestos presentaban un 12% más de problemas cardiovasculares, un 37% más de problemas neurológicos y un 10% más de problemas digestivos.

Fernández, Butrón y Colina (2010) en su investigación “Efectos del ruido sobre la presión arterial en trabajadores de una empresa petrolera venezolana” aplicada en 50 trabajadores masculinos en edades de 39 a 44 años; de los cuales se investigó su historial clínico ocupacional y se les aplicó un estímulo de 85 dB (A) por períodos de tiempo mayores o iguales a 4 horas diarias; concluyeron que el ruido ocupacional se relaciona con efectos cardiovasculares, desarrollando hipertensión arterial (HTA) el 80% de los expuestos.

González y Fernández (2014) en su investigación “Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares”, desarrollado en la ciudad de La Habana, Cuba; evaluaron 25 salones de una universidad privada exponiéndoles a fuentes sonoras mayores a 35 dB; concluyendo que la exposición por encima de 70 dB puede aumentar el comportamiento agresivo y la exposición prolongada por más de 5 horas diarias, generó deterioro de la audición.

Henríquez et al. (2010), en su investigación denominada “Efectos de la aplicación de dos tipos de música en el desarrollo de plantas de maíz (*Zea mays* L)””; desarrollada en la Universidad Internacional de Florida, Miami, Estados Unidos; consistió en evaluar el efecto que dos tipos de música (Instrumental y rock) tienen sobre las propiedades agronómicas en un grupo de plantas de Maíz (*Zea mays* L) escogidas como unidad de análisis, para lo cual las plantas fueron evaluadas en tres dimensiones: vegetal, edáfica y musical; obteniendo como conclusiones que el estímulo de música instrumental de forma suave, repercute en el crecimiento longitudinal del tallo y hojas; por el contrario a las muestras donde se aplicó el estímulo de rock, presentaron un crecimiento menor que las plantas control.

Baca y Seminario (2012) en su tesis denominada “Evaluación de impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú”, realizaron un registro de los niveles de presión sonora y compararon con los niveles de ruido recomendados por la Organización Mundial de la Salud y los destacados en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (D.S. N° 085-2003-PCM); para ello delimitaron los sectores de medición y procedieron a asociar a cada uno de estos los valores reales medidos in situ; los resultado que obtuvieron fue, que la tendencia en la variación del nivel de presión sonora incrementa en horas de la tarde, en la Av. Riva Agüero, donde se llega a obtener rangos

de 60 a 65 dB, además de alcanzar rangos de 65 a 70 dB en el ingreso a la Universidad puesto que es un acceso vehicular.

Yagua (2016) en su investigación “Evaluación de la contaminación acústica en el centro histórico de Tacna mediante la elaboración de mapas de ruido – 2016”, desarrollada en la ciudad de Tacna, Perú; muestra en sus conclusiones que el centro histórico de Tacna presenta problemas de contaminación acústica, debido a que en la parte central se emplazan zonas comerciales en su mayoría; en el horario diurno existen puntos que superan los 70 a 75 dB y en horario nocturno superan los 60 dB; concluyendo que se debe a la presencia de tránsito vehicular.

Saavedra (2011), en su investigación “Resultados del estudio subjetivo del ruido y de las mediciones de los niveles de presión sonora en el distrito de Miraflores, Lima, Perú”, concluye que el tráfico vehicular, constituye la fuente de sonido principal que según los encuestados en donde viven genera ruido entre muy fuerte a fuerte, asimismo indica que las horas de mayor molestia de ruido por el tráfico vehicular se da entre los horarios de 8:00 a 13:00, de 14:00 a 18:00, de 19:00 a 23:00 y de 00:00 a 3:00, es decir existe presencia de ruido molesto las 24 horas del día.

Cárdenas (2013), en su investigación “Disminución del grado de contaminación ambiental producido por los ruidos mediante estrategias de actuación en los pobladores de la provincia de Huancayo, Perú”; menciona que el estudio consistió en el monitoreo de 38 puntos dentro del distrito metropolitano de El Tambo, Huancayo y Chilca, con el objetivo de desarrollar estrategias de actuación en los pobladores de la provincia de Huancayo, El Tambo y Chilca; todas las mediciones se llevaron a cabo en diferentes días de la semana entre los meses febrero y junio del 2013. De esta forma cada punto (estación) cuenta con 3 muestras (mañana, tarde y noche) por cada uno de los cinco meses que duró

el monitoreo; en dicho estudio concluye que existe alta contaminación de ruidos en los distritos metropolitanos de Huancayo, El Tambo y Chilca que sobrepasan los niveles máximos permitidos por la Organización Mundial de la Salud (55 decibeles), estos son atribuidos a los centros comerciales que no cuentan con zonas de parqueo y se emplazan en zonas de mayor circulación vial, ocasiona que los conductores hagan uso excesivo de claxon generando el incremento de ruido.

En la investigación denominada “Contaminación sonora vehicular y de establecimientos nocturnos en el casco urbano de la Villa de Tocahe”, en Tingo María, Perú; presentada por – Huaríngay Darwin (2016), en la Universidad Nacional Agraria de la Selva; Facultad de Recursos Naturales Renovables, Departamento Académico de Ciencias Ambientales, concluyó que de 30 puntos evaluados, 20 son considerados como críticos de contaminación sonora en vías de alto y moderado tránsito vehicular, encontrándose valores nocturnos de 70 – 85 dB(A), que sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental.

Cruzado y Soto (2017) en su investigación denominada “Evaluación de la contaminación sonora vehicular basado en el Decreto Supremo N°085-2003-PCM, Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido realizado en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, 2016”, tuvo como objetivo evaluar la contaminación sonora vehicular basado en el Decreto Supremo N° 085 – 2003-PCM, en las principales calles de la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, concluyó que los niveles de presión sonora (NPS), evaluados en 13 puntos en la ciudad de Jaén, por un periodo de 21 días, sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental establecidos (D.S. N° 085-2003-PCM) en ruido vehicular en la zona comercial en horario diurno, encontrándose valores que oscilan entre 78 dB(A) a 80 dB(A); siendo determinantes para la existencia de tráfico vehicular, generada por buses, camiones, volquetes, trailers, catarpilas.

Grau (2007), en su investigación “Niveles de ruido en la ciudad de Cajamarca – 2007”, realizada del 02 al 11 de abril del 2007, concluye que el nivel máximo promedio de ruido en la ciudad de Cajamarca fue de 82,9 dB(A); además indica, que en las instituciones educativas dentro del perímetro urbano, se presencia un nivel de ruido promedio que sobrepasó el nivel máximo permisible de 65 dB(A), establecido por la Organización Mundial de la Salud.

Gutiérrez (2017), en su investigación “Evaluación de ruido ambiental diurno en el casco urbano del distrito de Celendín, Cajamarca, Perú”; tuvo como objetivo evaluar los niveles de presión sonora en los meses de abril - agosto en el año 2015; realizado de 07: 00 am hasta las 22: 00 pm, en 05 puntos en el casco urbano del distrito de Celendín (P1 - plaza de armas, P2 - Hospital de apoyo, P3 - mercado modelo, P4 – Instituto Superior Pedagógico Público Arístides Merino Merino, P5 - óvalo Augusto Gil, elegidos a criterio personal del investigador, considerando el flujo vehicular y peatonal); concluyendo que el 58,7% de los puntos monitoreados superan los estándares de calidad ambiental establecidos en la normativa ambiental; registrándose como valor máximo de presión sonora de 114,4 dB en horario de 19:01 horas y un valor mínimo de 14,1 dB en horario de 13: 04 horas.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Acústica

Brett y Suárez (1999) definen a la acústica como la ciencia que estudia la producción, transmisión y percepción del sonido tanto en el intervalo de la audición humana, como en las frecuencias ultrasónicas e infrasónicas.

2.2.1.1 Naturaleza del sonido

Se entiende por sonido una variación de la presión ambiental que se propaga en forma de ondas, el sonido es un fenómeno vibratorio que se produce a partir de una perturbación inicial del medio elástico; bien sea gaseoso, líquido o sólido, se propaga, en ese medio, bajo la forma de una variación periódica de presión; una perturbación producida en un punto de un medio elástico no queda localizada en ese punto, sino que se transmite a los puntos próximos y así sucesivamente; existe sonido cuando la perturbación se propaga a través de un medio elástico, causando una alteración de la presión o desplazamiento de las partículas del medio que pueda reconocerse por una persona o instrumento (Mestre, 2008).

2.2.1.2 Propiedades del sonido

a. Velocidad del sonido

De acuerdo a Cyrill (1995), define la velocidad del sonido como la velocidad a la que se desplazan las ondas sonoras; el valor de la velocidad a la que se propaga el sonido en un medio elástico depende de las propiedades del medio y se puede calcular mediante fórmulas características.

b. Frecuencia

La frecuencia se define como el número de ciclos completos que se producen en un segundo, es el inverso del período y se mide en Hertzios (Hz) (ciclos por segundo), un ciclo es cuando la onda sube hasta un punto máximo de amplitud, baja hasta atravesar la línea central y llega hasta el punto de amplitud máximo negativo y vuelve a subir hasta alcanzar la línea central; la frecuencia es un fenómeno físico que puede medirse mediante instrumentos adecuados (Cyrill, 1995).

c. Longitud de onda

Estelles (2007), menciona que la longitud de onda de un sonido es la distancia perpendicular entre dos frentes de onda que tienen la misma fase, esta longitud es la misma distancia que la recorrida por la onda sonora en un ciclo completo de vibración; la longitud de onda, que se designa mediante la letra griega lambda, λ , está relacionada con la frecuencia f (en hercios) y la velocidad del sonido c (en metros o pies por segundo).

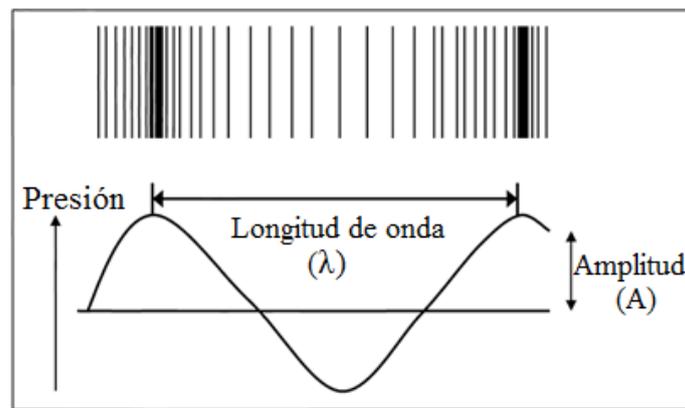


Figura 1. Onda sinusoidal (Kogan, 2004)

d. Intensidad

La intensidad del sonido percibido o propiedad que hace que éste se capte como fuerte o como débil, está relacionada con la intensidad de la onda sonora correspondiente, también llamada intensidad acústica; la intensidad acústica es una magnitud que da idea de la cantidad de energía que está fluyendo por el medio como consecuencia de la propagación de la onda; se define como la energía que atraviesa por segundo una superficie, unidad dispuesta perpendicularmente a la dirección de propagación, equivale a una potencia por unidad de superficie y se expresa en W/m^2 ; la magnitud de la sensación sonora depende de la intensidad acústica, pero también depende de la sensibilidad del oído, el intervalo de intensidades acústicas que va desde el umbral de

audibilidad, o valor mínimo perceptible, hasta el umbral del dolor; debido a la extensión de este intervalo de audibilidad, para expresar intensidades sonoras se emplea una escala cuyas divisiones son potencias de diez y cuya unidad de medida es el decibelio (dB), ello significa que una intensidad acústica de 10 decibelios corresponde a una energía diez veces mayor que una intensidad de cero decibelios; una intensidad de 20 dB representa una energía 100 veces mayor que la que corresponde a 0 decibelios y así sucesivamente (Cárdenas, 2013).

e. Amplitud

La primera propiedad que una onda de sonido ha de tener es la amplitud, subjetivamente, la intensidad de un sonido corresponde a nuestra percepción del mismo como más o menos fuerte, cuando elevamos el volumen de la cadena de música o del televisor, lo que hacemos es aumentar la intensidad del sonido, la amplitud es la distancia por encima y por debajo de la línea central de la onda de sonido, la línea central es la línea horizontal, llamada cero grados, la mayor distancia arriba y debajo de la línea central nos da el volumen del sonido (volumen es la palabra que se utiliza en los amplificadores de sonido); si trabajáramos con estaciones o editores de audio digital, lo llamaríamos amplitud (Cárdenas, 2013).

f. Período

El tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de oscilación medido en segundos, es decir el inverso de la frecuencia (Cárdenas, 2013).

2.2.1.3 Propagación de sonido

Kogan (2004) define a la propagación del sonido, como la velocidad con que se desplazan las ondas sonoras, tiene la dirección perpendicular a la superficie vibrante bajo forma de ondas, esta velocidad es independiente de la magnitud de la presión acústica; depende de

las condiciones ambientales (presión y temperatura) y, fundamentalmente, del medio donde se propaga, llamado «campo acústico».

Ramos (2001); explica en su publicación medidas de ruido, que en el proceso de propagación del ruido, se evidencia una atenuación del sonido en el exterior; señalando que “La amplitud de la onda se reduce a la mitad, es decir, el sonido al atravesar la atmósfera suele sufrir una disminución de su nivel al aumentar la distancia entre la fuente y el receptor”. Aplicando la siguiente expresión:

$$D = (20 \log_{10} d + 10.9) \text{ dB}$$

Dónde: “D” es la atenuación del sonido; “d” es la distancia entre la fuente puntual y el receptor. Según esta ecuación en nivel sonoro se reduce en 3 dB cuando se dobla la distancia para una fuente lineal y 20 dB cada vez que la distancia se multiplica por 10.

2.2.2 Teorías físicas de la atenuación del sonido

2.2.2.1 Difracción

La difracción es un fenómeno que afecta a la propagación del sonido, hablamos de difracción cuando el sonido en lugar de seguir en la dirección normal, se dispersa en una continua dirección.; la explicación la encontramos en el principio de Huygens que establece que cualquier punto de un frente de ondas susceptibles de convertirse en un nuevo foco emisor de ondas idénticas a la que originó; de acuerdo con este principio, cuando la onda incide sobre una abertura o un obstáculo que impide su propagación, todos los puntos de su plano se convierten en fuentes secundarias de ondas, emitiendo nuevas ondas, denominadas ondas difractadas.

La difracción se puede producir por los siguientes motivos diferentes:

- Porque una onda sonora encuentra a su paso un pequeño obstáculo y lo rodea. Las bajas frecuencias son más capaces de rodear los obstáculos que las altas. Esto es

posible porque las longitudes de onda en el espectro audible están entre 1.7 cm y 17 m, por lo que son lo suficientemente grandes para superar la mayor parte de los obstáculos que encuentran.

- Porque una onda sonora topa con un pequeño agujero y lo atraviesa.
- La cantidad de difracción estará dada en función del tamaño de la propia abertura y de la longitud de onda.
- Si una abertura es grande en comparación con la longitud de onda, el efecto de la difracción es pequeña. La onda se propaga en línea recta o rayos, como la luz.
- Cuando el tamaño de la abertura es menor en comparación con la longitud de onda, los efectos de la difracción son grandes y el sonido se comporta como si fuese una luz que procede de una fuente puntual localizada en la abertura.

2.2.2.2 Refracción

La refracción es un fenómeno que afecta a la propagación del sonido, y que consiste en la desviación que sufren las ondas en la dirección de su propagación, cuando el sonido pasa de un medio a otro diferente; a diferencia de los que ocurre en el fenómeno de la reflexión, en la refracción, el ángulo de refracción ya no es igual al de incidencia; la refracción se debe a que al cambiar de medio, cambia la velocidad de propagación del sonido.

2.2.2.3 Reflexión

El tamaño del obstáculo y la longitud de onda determinan si una onda rodea el obstáculo o se refleja en la dirección de la que provenía; si el obstáculo es pequeño en relación con la longitud de onda, el sonido lo rodea (difracción), en cambio, si sucede lo contrario, el sonido se refleja (reflexión); si la onda se refleja, el ángulo de la onda reflejada es igual al ángulo de la onda incidente, de modo que si una onda sonora incide perpendicularmente sobre la superficie reflejante, vuelve sobre sí misma.

- **Las ondas estacionarias.** Una onda estacionaria se produce por la suma de una onda y su onda reflejada sobre el mismo eje.
- **El eco.** La señal acústica original se ha extinguido, pero aun no es devuelto el sonido en forma de onda reflejada. El eco se explica porque la onda reflejada nos llega en un tiempo superior al de la persistencia acústica.

2.2.2.4 Absorción

La absorción es un fenómeno que afecta a la propagación del sonido, cuando una onda sonora alcanza una superficie, la mayor parte de su energía se refleja, pero un porcentaje de ésta es absorbida por el nuevo medio; todos los medios absorben un porcentaje de energía que propagan, ninguno es completamente opaco.

La capacidad de absorción del sonido de un material es la relación entre la energía absorbida por el material y la energía reflejada por el mismo, es el valor que varía entre 0 (toda la energía se refleja) y 1 (toda la energía es absorbida).

En relación con la absorción a tenerse en cuenta:

- El coeficiente de absorción que indica la cantidad de sonido que absorbe una superficie en relación con el incidente.
- La frecuencia crítica es la frecuencia a partir de la cual una pared rígida empieza a absorber parte de la energía de las ondas incidentes.

2.2.3 Nivel de potencia sonora

Es una medida de la potencia acústica irradiada por una fuente, la potencia sonora, L_w , de una fuente en decibelios, se obtiene mediante la expresión:

$$L_w = 10 \log_{10} \left(\frac{W}{W_0} \right) \text{ dB}$$

Dónde:

W: es la potencia de la fuente en vatios

W_o: es igual a la potencia de referencia en vatios (Cyrill, 1995)

2.2.4 Nivel de presión sonora

El nivel de presión sonora L_p (dB), es la medida de la presión sonora empleando la escala logarítmica del decibel, no discrimina las frecuencias presentes y se denomina "lineal" (Engulian, 2010).

Por definición, el nivel de presión sonora (L_p) de las ondas sonoras con una presión sonora igual a (p), es igual a:

$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{p}{20} \right) \text{ dB}$$

Dónde: la presión sonora p se expresa en micropascales; por ejemplo, la presión de un sonido de 20μPa corresponde a un nivel de presión sonora de 0 dB (Cyrill 1995).

2.2.5 Niveles sonoros ponderados

Los niveles sonoros ponderados son niveles que se obtienen a partir de las lecturas de un sonómetro, para obtener niveles que mantengan una relación más estrecha con los enjuiciamientos de sonoridad, la ponderación en frecuencias se incorporan en los sonómetros para alterar la sensibilidad del aparato a la frecuencia, de manera que sea menos sensible. Para tener en cuenta este cambio en la sensibilidad en función de la frecuencia, se han incorporado tres características de respuesta en frecuencia en los sonómetros, que se han identificado como ponderaciones (OEFA, 2015).

A. Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT)

Según el D.S. N° 085-2003-PCM, el nivel de presión sonora constante, es expresado en decibeles A (con ponderación), que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido (OEFA, 2015).

2.2.6 El ruido

El ruido puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable, es el contaminante más común, y así, lo que es la música para una persona, puede ser calificado como ruido para otra. En un sentido más amplio, es todo sonido percibido no deseado por el receptor, y se define al sonido como todo agente físico que estimula el sentido del oído. Los beneficios de reducir un ruido específico con frecuencia son difíciles de determinar, aunque el impacto de una fuente de ruido concreta se limita a un área específica, el ruido es tan penetrante que es casi imposible evitarlo, las fuentes habituales de ruido incluyen el tráfico, la industria y los vecinos, siendo generalmente estos últimos los más molestos, el ruido industrial es habitualmente el origen de la mayoría de las quejas acústicas (Viñolas, 1980). Por otro lado Ramírez y Domínguez (2011), definen al ruido como la propagación de energía sonora por un movimiento ondulatorio, por un medio elástico.

2.2.6.1 Características del ruido

Según la OMS (1999), el ruido presenta las siguientes características:

- Es el contaminante más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en sus efectos en el hombre.
- Tiene un radio de acción much
- o menor que los otros contaminantes, vale decir, es localizado.
- No se traslada a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado movido por el viento.

- Se percibe solo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto, esto no sucede con el agua, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.

2.2.6.2 Comportamiento del ruido

El ruido se comporta de forma logarítmica en cuanto a amplitud por eso cuando hablamos de niveles sonoros vamos a tomar en cuenta reglas básicas del comportamiento del sonido.

- La suma de dos fuentes iguales origina un incremento de 3 dB, sin embargo esto no implica que la sensación para el oído humano sea el doble del ruido, sino que necesitaría un incremento de 10 dB, es decir 10 veces de ruido, para que la sensación sea el doble.
- También hay que tener en cuenta que si se emiten simultáneamente dos niveles de ruido por dos fuentes sonoras, siendo una de ellas al menos 10 dB superior a la otra, el nivel sonoro resultante es igual al originado por la más grande.

Aparte de estas características de la sensibilidad del oído humano frente a las variaciones de nivel sonoro, hay que tener en cuenta que la sensación recibida por el oído no es igual a todas las frecuencias (Cárdenas, 2013).

2.2.6.3 Niveles de ruido

La OMS (1999) en su guía para ruido urbano en Londres considera los siguientes niveles:

- a. De 10 a 30 dB; es considerado como un nivel de ruido muy bajo dentro de estos niveles se puede encontrar al rumor de las hojas de los arboles entre sí, lo cual se sitúa en unos 20 dB y en las bibliotecas y museos se considera que un nivel adecuado de silencio es de 30 dB.

- b. De 30 a 50 dB; en las zonas residenciales encontramos unos 40 dB, igual que en cines y teatros; además una conversación normal se da aproximadamente a 50 dB y es considerada como tranquila.
- c. De 55 a 75 dB; es ya un nivel de ruido considerable; una aspiradora en funcionamiento genera unos 65 dB, una calle con mucho tráfico alcanza 70 dB, igual que el tránsito por una autopista se considera molesto.
- d. De 75 a 100 dB; es un nivel alto: el claxon, lavadora, fabrica producen 90 dB de ruido considerado como muy molesto y que puede ocasionar daños.
- e. De 100 a 120 dB; es un nivel muy alto: dentro de una discoteca estamos a unos 110 dB, los taladros y sierras industriales generan hasta 120 dB, al igual que el claxon vehicular producen algo de dolor.
- f. A partir de 140 dB; el oído humano entra en el umbral de dolor y hay ruptura del tímpano.

2.2.6.4 Tipos de ruido

Según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (2003), existen los siguientes tipos de ruido:

a. 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, se entenderá que un ruido es de tipo estable cuando la diferencia entre el NPS máx y el NPS min obtenidos durante una medición de un minuto, es menor o igual a 5 dB(A). Ejemplo: ruido producido por una industria o una discoteca sin variaciones.

b. Ruido fluctuante

El ruido fluctuante es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente y que presentan fluctuaciones por encima de 5 dB durante un minuto, se entenderá que un ruido es de tipo

fluctuante cuando la diferencia entre el NPS máx y el NPS min obtenidos durante una medición de un minuto, es mayor a 5 dB(A). Ejemplo: dentro del ruido estable de una discoteca se produce una elevación de los niveles del ruido por la presentación de un show.

c. 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.

d. 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; un ruido no perderá la característica de impulsivo si los impulsos o impactos se repiten, siempre y cuando la separación entre dos impactos consecutivos sea mayor a un segundo, teniendo siempre presente que los impactos deben ser generados por acciones propias de las tareas o del ambiente laboral, descartándose aquellos eventos accidentales no relacionados con la actividad que ahí se da.

Para Cyrill (1995), según su origen, establece los siguientes tipos de ruido:

a. Ruido de la fuente

Es aquel ruido producido por una fuente aislada y se lo mide en puntos bien definidos alrededor de la misma.

b. Ruido de la comunidad

Es aquel ruido que se mide para evaluar las molestias en ambientes comunitarios, como en casa, calle.

c. Ruido en el ambiente laboral

Es aquel ruido presente en el ambiente laboral y se mide para determinar el riesgo de pérdidas de la audición o las molestias que puede generar el ruido dentro de los estándares de la ergonomía.

d. Ruido ambiente

Es aquel ruido total en un ambiente dado; la Directiva del Parlamento Europeo define como ruido ambiental al sonido no deseado o nocivo generado por la actividad humana en el exterior, incluido el ruido emitido por medios de transporte, emplazamientos industriales o edificios industriales; el ruido urbano incluye todas las fuentes de ruido excepto el ruido al interior de los lugares industriales de trabajo, en general, el término ruido urbano hace referencia al ruido exterior en la vecindad de las áreas habitadas.

e. Ruido de fondo

Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente del objeto de evaluación.

2.2.6.5 Medición de ruido

INACAL (2017) describe a la evaluación del ruido o sonometría en la actualidad, como un proceso que es confiado a instrumentos que funcionan basados en la propiedad de convertir las variables de presión del aire en voltajes eléctricos proporcionales.

La medición del ruido se efectúa a través de una unidad física L_{eq} = nivel de decibeles, cuya energía en el tiempo considerado es igual a la energía producida por fuentes; es

decir, por la adecuación del sonido, debe ser correlativa a una correcta emisión por la fuente emisora; éste criterio se mantiene en diversas naciones y se miden las emisiones de ruido a través de estaciones ubicadas en diversos puntos de las ciudades (Miyara, 2012).

2.2.6.6 Fuentes de ruido

Según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (2003), existen las siguientes fuentes de ruido:

a. 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.

b. 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.

c. 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), aditamentos.

d. Móviles lineales

Una fuente lineal se refiere a una vía (avenida, calle, autopista, vía del tren, ruta aérea) 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.

MINSA (2009), considera como principales fuentes de contaminación acústica a las siguientes:

a. Fuente natural

La acción de la naturaleza es una de las principales fuentes de ruido, ejemplo: aluviones, terremotos, truenos, entre otros.

b. Fuente artificial

La actividad humana es fuente importante de producción de ruidos; entre ellas tenemos:

- La industria: La industria mecánica crea los más graves de todos los problemas causados por el ruido a gran escala, somete a una parte importante de la población activa a niveles de ruido muy peligroso.
- Tránsito de vehículos: El incremento del parque automovilístico ha llevado a considerar el ruido de tráfico como uno de los más nocivos para la salud pública, los mayores problemas surgen como consecuencia de un mantenimiento pobre especialmente en la combustión y en el escape de gases.
- El tránsito aéreo: El tráfico aéreo ha causado graves problemas de ruido en la comunidad, la producción de ruido se relaciona con la velocidad del aire.
- Construcción de edificios y obras públicas: Hay una serie de sonidos provocados por grúas, mezcladoras de cemento, de soldadura, martilleo, perforación y otros trabajos.

- Fuentes en el interior de los edificios: Este ruido proviene de diferentes fuentes por las diversas actividades de los habitantes (fiestas, reparación de infraestructura, uso de equipos de sonido, televisores a volúmenes excesivos, etc.).
- Comercio informal y formal: Los comerciantes con el fin de anunciar sus productos utilizan altoparlantes, megáfonos en volúmenes excesivos.
- Actividades de esparcimiento: Es una fuente importante de contaminación acústica, los niveles sonoros que prevalecen en actividades bailables son 100 dB(A) y que son muy perjudiciales para la salud.

2.2.7 Evaluación del riesgo ambiental

Es el proceso mediante el cual se determina si existe una amenaza potencial que comprometa la calidad del agua, aire o suelo, poniendo en peligro la salud del ser humano como consecuencia de la exposición a todos los productos tóxicos presentes en un sitio, incluyendo aquellos compuestos tóxicos presentes que son producto de actividades industriales ajenas al sitio o cualquier otra fuente de contaminación, y define un rango o magnitud para el riesgo (DGCA, 2010).

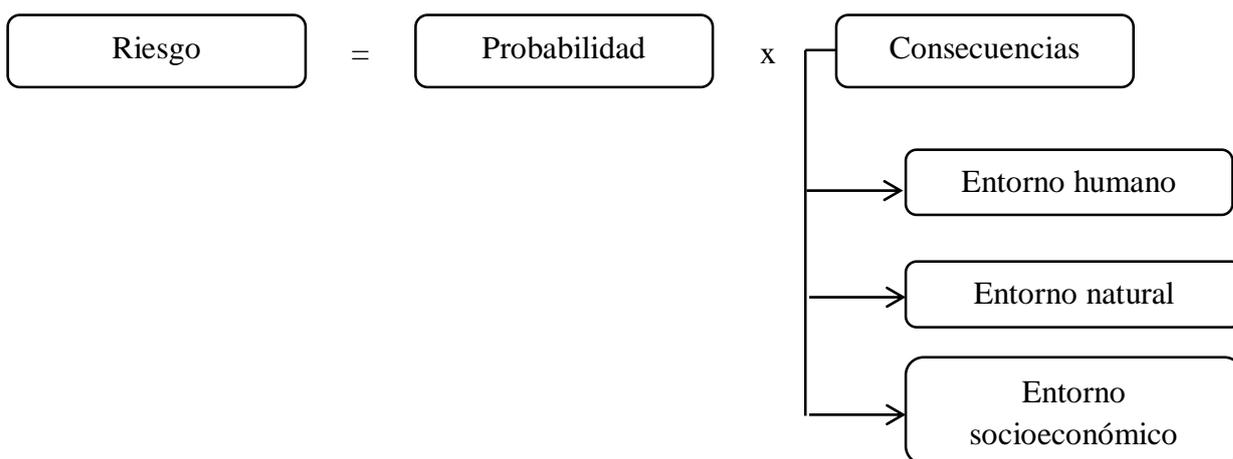


Figura 2. Evaluación del riesgo ambiental (MINAM, 2010, p.31)

A. Proceso matricial de la evaluación del riesgo ambiental

DGCA (2010), establece el procedimiento para la estimación del riesgo ambiental bajo los lineamientos de la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, donde se debe seguir los siguientes pasos:

a. Análisis del riesgo ambiental

- Estimación de la probabilidad

Tabla 1. Rangos de estimación probabilística

Valor	Probabilidad
5	Muy probable < una vez a la semana
4	Altamente probable > una vez a la semana y < una vez al mes
3	Probable > una vez al mes y < una vez al año
2	Posible > una vez al año y < una vez cada 05 años
1	Poco probable > una vez cada 05 años

Fuente: (MINAM, 2010, p.26)

b. Estimación de gravedad de consecuencias

Tabla 2. Estimación de gravedad en el entorno humano

Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso	Muy alto
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Alto
2	Poca	Poca peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Bajo
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual (Área afectada)	Muy bajo

Fuente: (MINAM, 2010, p.29)

Tabla 3. Estimación de gravedad en el entorno natural

Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso	Muy elevada
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Elevada
2	Poca	Poca peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Media
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual (Área afectada)	Baja

Fuente: (MINAM, 2010, p.29)

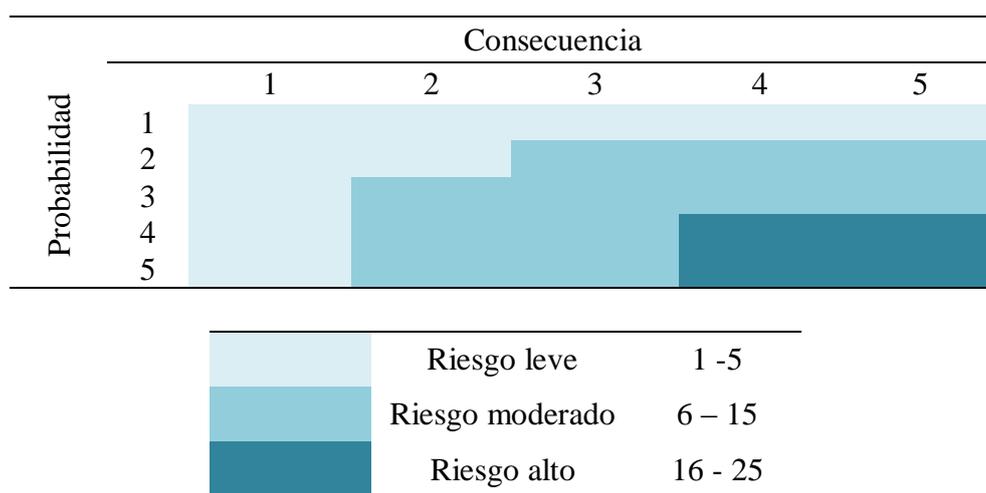
Tabla 4. Estimación de gravedad en el entorno socioeconómico

Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso	Muy alto
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Alto
2	Poca	Poca peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Bajo
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual (Área afectada)	Muy bajo

Fuente: (MINAM, 2010, p.30)

c. Estimación del riesgo ambiental

Tabla 5. Estimación del riesgo ambiental



Fuente: (MINAM, 2010, p.32)

2.2.8 Estándar de Calidad Ambiental para ruido (ECA-Ruido)

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; aprobado mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente, expresados en los siguientes valores y zonas de aplicación.

Tabla 6. Valores permisibles por zonas de aplicación

Zonas de aplicación	Valores expresados en L_{AeqT}	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de protección especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona industrial	80	70
Zona mixta	70	60

Fuente: D.S.N°085-2003-PCM

2.2.9 Zonas de aplicación

Según el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S.N°085-2003-PCM), describe las siguientes zonas de aplicación:

A. Zona residencial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales.

B. Zona comercial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.

C. Zona industrial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.

D. Zona Mixta

Áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más zonificaciones, es decir: residencial - comercial, residencial - industrial, comercial – industrial o residencial - comercial - industrial.

E. Zona de protección especial

Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos, asilos y orfanatos.

2.2.10 Contaminación sonora

La contaminación sonora es producto del conjunto de sonidos ambientales nocivos que recibe el oído; según Serra, Verzini y otros (2007), puede definirse como el incremento significativo de los niveles sonoros en el medio y es uno de los factores importantes del detrimento de la calidad del ambiente; Gómez (como citó en Azañero y Cabrera., 2017) enfatiza que es “el conjunto de estímulos sonoros que hacen impacto directa e indirectamente en el sentido de la audición y aún en otras áreas de nuestro cuerpo, y que por su cantidad o calidad resultan nocivos”; éste término está estrechamente relacionado con el ruido debido a que está se da cuando el ruido es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos fisiológicos y psicológicos para una persona o grupo de personas (Asociación Española para la Calidad s,f.).

A. Ruido del parque automotor

El ruido del tránsito está determinado por una serie de factores, entre ellos el ruido del parque automotor, los vehículos individuales, el flujo vehicular, la composición del tránsito, la pendiente de la vía y el tipo de perfil; para González et al. (2009), el flujo del tránsito o intensidad del tránsito; es decir, la cantidad de vehículos por hora, tiene una incidencia directa en el ruido; para flujos no saturados (es decir, donde los vehículos pueden circular en forma más o menos independiente entre sí) se cumple que por cada aumento al doble del flujo hay un incremento de 3 dB en el nivel de ruido; cuando se alcanza la saturación, las dificultades de maniobrabilidad hacen que la velocidad media disminuya, lo cual produce un incremento menor del nivel de ruido, otro aspecto importante del flujo es el tipo de régimen, tenemos el flujo continuo, característico de una ruta, el flujo pulsante continuo, típico de una calle urbana y el flujo interrumpido o pulsante desacelerado o acelerado, característico de calles semaforizadas (Miyara, 2012).

B. Mapas de ruido

Los mapas de ruido son registros georreferenciados de los niveles sonoros u otra información acústica pertinente obtenidos en un área geográfica determinada, pueden obtenerse por medición, por simulación, predicción o cálculo, o en forma mixta, midiendo algunos valores y calculando otros por extrapolación e interpolación a partir de modelos matemáticos o físicos (Miyara 2012); cuando se miden sirven como herramienta de diagnóstico para detectar problemas a corregir o zonas a proteger; cuando se calculan, los mapas de ruido permiten realizar estudios prospectivos de impacto acústico, lo cual es útil para la planificación urbana, los proyectos de urbanización y de infraestructura vial.

C. Barrera acústica

Se definen barreras acústicas como aquellas superficies naturales o artificiales con suficiente masa superficial (al menos 20 Kg/m²), que se interponen en la marcha de las ondas sonoras impidiendo su propagación y creando en su parte posterior una zona silenciosa llamada “sombra-acústica”.

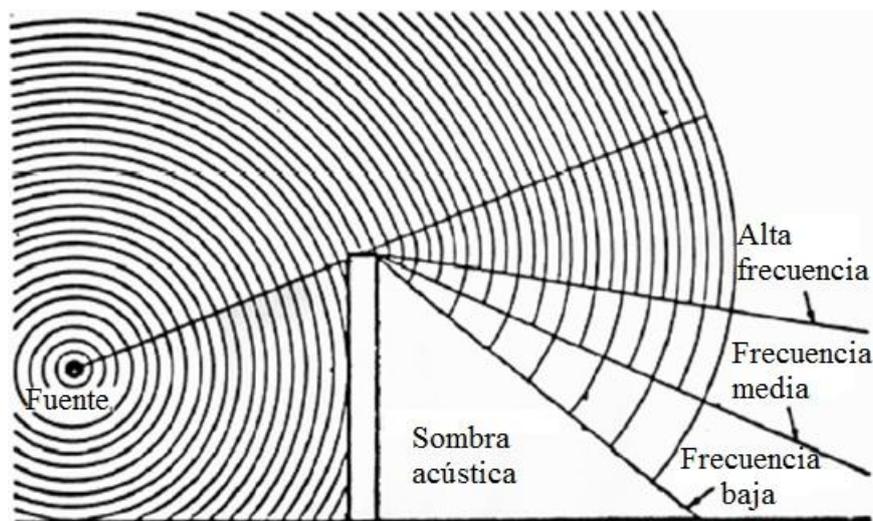


Figura 3. Barrera acústica (Mestre, 2008)

Esta atenuación es debida a la difracción que sufren las ondas sonoras al alcanzar los bordes de las barreras, la atenuación de la barrera depende no sólo de sus dimensiones físicas, sino también de las distancias relativas entre el observador y la fuente (Mestre, 2008).

D. Sonómetros integradores – promediadores

Estos sonómetros tienen la capacidad de poder calcular el nivel de presión sonora continuo equivalente Leq,t , algunos incorporan funciones para la transmisión de datos, cálculo de percentiles y algunos análisis en frecuencia; a su vez los sonómetros pueden dividirse en dos clases: de acuerdo con el estándar internacional IEC 651, reformado por la IEC 61672, en el 2003 con la actual norma IEC 61672 Parte 1 (especificaciones) y

Parte 2 (evaluación del modelo), después de lo cual se añadió la parte 3 (pruebas periódicas), en 2006. Esta norma sustituyó a la original de cuatro clases de sonómetros a tan sólo dos: Clase 1 y Clase 2, el primero más preciso y el otro menos preciso (INACAL, 2017).

2.2.11 Efectos de la contaminación sonora en la salud

OMS (1999), clasifica los efectos de la contaminación sonora en fisiológicos y psicológicos:

A. Efectos fisiológicos

La exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas de los trabajadores y personas que viven cerca de aeropuertos, industrias y calles ruidosas (movimiento vehicular); si la exposición al ruido es prolongada, los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía, asociada a la exposición de niveles altos de ruido (OMS, 1999).

Para personas sometidas a ruidos de niveles mayores que 60 dB, las reacciones más frecuentes son: aceleración de la respiración y del pulso, aumento de la presión arterial, gastritis o colitis, problemas neuromusculares que ocasionan dolor y falta de coordinación, disminución de la visión nocturna, aumento de la fatiga y dificultad para dormir (Anónimo, 2009, p.3)

- Pérdida auditiva inducida por el ruido

El oído, como cualquier otro sentido, se transforma en menos sensitivo a la respuesta después de una cierta duración de estímulo perturbador; puede decirse que el oído se adapta gradualmente a las condiciones normales anteriores a la causa que lo excitó (Mestre, 2008); la OMS (1999), indica que la exposición a niveles de ruido intenso durante un período de tiempo significativo, da lugar a pérdidas de audición, que en un

principio pueden ser recuperables, cuando el ruido cesa, con el tiempo puede ser irreversible, convirtiéndose en sordera; la exposición a niveles de ruido de mediana intensidad, con una prolongación mayor en el tiempo, ocasiona la pérdida auditiva, traduciéndose en desplazamientos temporales o permanentes del umbral de audición. Ganime et al. (2010) afirma que el ruido de 92 dB (A) puede causar sordera definitiva a lo largo del tiempo, si la exposición excede tres horas por día.

- **Alteraciones cardiovasculares**

La estimulación con ruido produce, tanto en animales como en humanos, elevaciones transitorias de la tensión arterial; con exposiciones continuas a ruidos, estas elevaciones se hacen permanentes, siendo un agente a tener en cuenta en la génesis de la presión arterial; es un factor importante en el riesgo cardiovascular, de hecho se calcula que una persona expuesta a ambientes ruidosos debe ser considerada como 10 años mayor de su edad cronológica a efectos de riesgo de enfermedad coronaria (Ripoll, 2010).

- **Alteraciones hormonales**

A partir de niveles de ruido de 60 dB (una conversación durante la comida) ya se observan alteraciones en los niveles de algunas hormonas; lo primero es un aumento de adrenalina y noradrenalina que está en relación directa con el nivel de ruido (estas dos sustancias son potentes vasoconstrictores y responsables en parte de la HTA secundaria al ruido); también se aprecian aumentos de otras hormonas producidas o estimuladas por la hipófisis como son la ACTH y el cortisol, que suelen elevarse como respuesta a situaciones de estrés. Especial mención merece el campo de la inmunomodulación y su interrelación con el sistema vegetativo; cada vez son mayores las evidencias de que el estrés condiciona una disminución de las defensas inmunológicas facilitando la aparición de procesos infecciosos, sobre todo víricos (Ripoll, 2010).

- **Efectos sobre la visión**

En personas expuestas a niveles sobre los 110 dB se observa un estrechamiento del campo visual y una modificación en la percepción del color, existiendo un déficit aproximado del 10% en la tonalidad roja; además se presentan problemas y molestias para la visión nocturna, afecta a los músculos ciliares disminuyendo la movilidad en ciertos ángulos (Ripoll, 2010). Amable et al. (2017) señala que una exposición por tiempos cortos (una hora mínimo) de ruido a más de 60 dB, pueden provocar dilatación de las pupilas y parpadeo acelerado.

- **Efectos sobre el feto y el recién nacido**

La exposición del feto y recién nacido al ruido ocurre durante el desarrollo y la maduración normales del sentido de la audición; al estar en el vientre materno el niño en desarrollo responde a sonidos en el ambiente de la madre, particularmente sonidos fuertes, por encima de los 70 dB, estimulan al feto directamente causando cambios en el ritmo cardíaco. Investigaciones relacionadas demuestran que durante los últimos meses de embarazo el feto puede responder al ruido con movimiento corporal como patadas (Ripoll, 2010).

B. Efectos psicológicos

Actualmente se define un buen estado de salud, no por la ausencia de enfermedades, sino un equilibrio de bienestar físico y psíquico, la exposición a niveles de ruido alto, presenta aspectos importantes para el desenvolvimiento humano (OMS, 1999).

Existen evidencias que una exposición a un nivel de ruido de 45 dB (A) produce un incremento en el período de latencia del sueño originando un estado de cansancio crónico, lo cual dificulta las actividades laborales, además de evidenciarse conductas como irritabilidad, labilidad emocional o ansiedad (Maqueda et al. 2010).

- **Malestar**

El malestar entendido como un “sentimiento de desagrado o rechazo experimentado por un individuo o un grupo como consecuencia de la acción de un agente externo no deseado”, es probablemente el efecto adverso más frecuentemente asociado a la exposición al ruido.

Las posibles reacciones ante el ruido incluyen: inquietud, inseguridad, impotencia, agresividad, desinterés, abulia o falta de iniciativa, siendo variables en su número e intensidad según el tipo de personalidad. Tampoco es raro que aparezcan problemas en las relaciones interpersonales e intrafamiliares. En este sentido se puede esperar que las personas modifiquen su conducta y sus hábitos para defenderse del ruido, en un intento de conseguir su bienestar físico y psíquico, esto es, evitando zonas especialmente ruidosas, poniendo ventanas o cristales dobles, cambio del dormitorio hacia el interior, cambio de domicilio, o recurriendo a fármacos hipnóticos y antidepresivos.

- **Alteraciones del aprendizaje**

El ruido posee propiedades estimulantes a la vez que trastorna los procesos cognitivos; los niños son la población de mayor riesgo para este efecto nocivo; la exposición a ruidos que sobrepasan los 65 dB se ven reflejados en la disminución del rendimiento, además la memoria a corto plazo y secuencial se ve disminuido en presencia de ruido. Esta disminución del rendimiento será tanto mayor cuanto más tiempo se haya tenido al sujeto expuesto al ruido. Además, se observa la prolongación de los malos resultados una vez suprimido el ruido (Ripoll, 2010).

- **Estrés**

Acosta, Aponte y otros (2008), manifiestan que la exposición al ruido ocasiona afectación al sistema nervioso, provocando tensiones que generan respuestas de irritabilidad,

nerviosismo, agresividad, fatiga, cefaleas, reacciones de sobresalto y de miedo; que son a su vez síntomas claros de padecimiento de estrés.

Estrada (2015) señala que una exposición a 85 dB por tiempos mayores a 8 horas diarias, genera malestar, dolor de cabeza y estrés.

C. Personas vulnerables

Se considera personas vulnerables, a aquellas que presentan cuadros de enfermedad o problemas médicos específicos, como la hipertensión; las personas hospitalizadas o convalecientes en casa; individuos que realizan tareas cognitivas complejas; ciegos, sordos, fetos, bebés, niños pequeños y ancianos en general; la gran mayoría de la población pertenece al grupo de personas vulnerables a la interferencia en la comunicación oral (Mestre, 2008).

Maqueda et al. (2010) afirma que en relación a la mayor accidentabilidad laboral, hay publicaciones desde los años 70 que afirman que los trabajadores expuestos a ruido ocupacional tienen un riesgo 3 veces mayor de sufrir accidentes de trabajo; estudios más recientes han verificado esta asociación con niveles de exposición alrededor de 82 dB(A).

D. Interferencia en la comunicación oral

El ruido de fondo, puede provocar la reducción de la claridad en los procesos orales de comunicación. El oído es únicamente transductor (no discrimina entre otras fuentes de ruido); la separación e identificación de las fuentes sonoras ocurre en el cerebro. La voz humana presenta rangos de 100 a 10000 Hz, pero toda información verbal está contenida en rangos aproximados de 200 a 6000 Hz, encontrándose a la frecuencia para la claridad de la palabra (entendimiento de palabra y frases) está contenida entre 500 y 2500 Hz.

OMS (1999), manifiesta que las interferencias en la conversación constituye una fuente importante de molestias.

2.2.12 Efectos de la contaminación sonora en el ambiente

Arboleda (2014) señala que el ruido causa muchos efectos adversos en los animales e incluso plantas; entre ellas las siguientes:

- Las aves que dependen de la escucha para ayudar a localizar a sus presas están seriamente perjudicadas por el ruido.
- El ruido perturba los patrones de alimentación y cría de algunos animales y se ha identificado como un factor que contribuye a la extinción de algunas especies.
- El ruido causa la disminución en la reproducción de una variedad de animales.
- En las vacas lecheras, el ruido excesivo reduce el consumo de alimento, la producción de leche y la velocidad de descarga de leche.
- El ruido provoca una mayor incidencia de abortos involuntarios.
- El ruido intenso puede afectar el crecimiento de los pollos y la producción de huevos.
- El ruido también tiene un efecto perjudicial sobre la reproducción de algunas plantas a través de interferir con la actividad polinizadora o la propagación de semillas.
- El ruido del tráfico podría estar obstaculizando el proceso de reproducción de las ranas en las áreas metropolitanas, debido a que ahoga las llamadas de apareamiento de los machos.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

Los equipos y materiales, utilizados en cada etapa del desarrollo de la investigación son los siguientes:

- Sonómetro, marca Sper Scientific, modelo: 850013 (para el monitoreo de ruido).
- Trípode, soporte del equipo de medición (Sonómetro).
- GPS, marca: GARMIN, modelo: GPSmap76CSx (para localización de puntos).
- Laptop, marca Toshiba, procesador Intel Core i5; para el ordenamiento, clasificación y procesamiento de información.
- Software libre – QGis 10.3.1; esri ® data.
- Software IBM SPSS ®
- Microsoft Word 2010.
- Microsoft Excel 2010.
- Cámara digital, marca Samsung, modelo WB850F, zoom lens 5X.
- Fichas de campo.
- Materiales de escritorio.
- Impresora multifuncional, marca Epson, modelo L365.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Ubicación

La investigación se desarrolló en la zona urbana y periurbana del distrito de Celendín, ubicada entre los 6°52'08" de latitud sur y los 78°08'34" de longitud Oeste; el distrito de Celendín, pertenece a la provincia de Celendín se ubica en la parte sureste del departamento de Cajamarca, en la sierra norte del Perú.

Presenta los siguientes límites territoriales:

- Norte: con el distrito de Chumuch.
- Oeste: con el distrito de Miguel Iglesias, distrito de La Libertad de Pallán y el distrito de Huasmín.
- Sur: con el distrito de José Gálvez y el distrito de Utco
- Este: con el distrito de Balsas y el distrito de Cocabamba (región Amazonas).

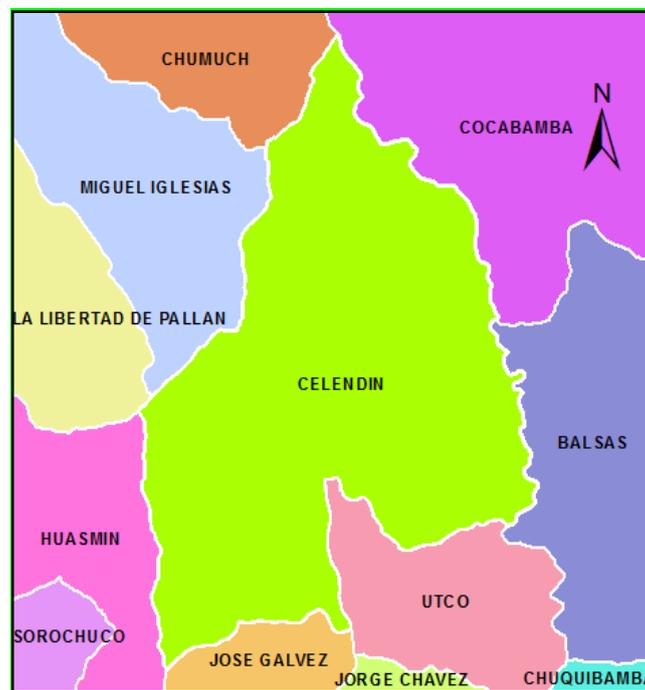


Figura 4. Mapa político del distrito de Celendín (Modificado de ArcGis 10.2) - 2018

3.2.2 Características del lugar

El distrito de Celendín tiene una superficie de 409 km², cuenta con 24 627 habitantes aproximadamente (INEI, 2007); el clima del distrito de Celendín es templado seco, la temperatura media es de 13.7 °C (entre 2200 y 2800 msnm) tiene poca variación a lo largo del año, la atmósfera es seca y las precipitaciones pluviales son escasas durante el verano (Mayo – Agosto) el período de precipitaciones se presenta entre los meses de septiembre a abril, la humedad relativa varía desde el 75% en septiembre hasta el 87% en marzo, las aguas superficiales que discurren en el distrito de Celendín pertenecen casi en su totalidad a la cuenca del río Marañón, una parte del territorio del distrito pertenece a la microcuenca del río Grande y otra a las subcuencas Tolón, La Llanga y Cantange, la ciudad de Celendín se ubica en una depresión de depósito aluvial, formados a consecuencia de fuertes avenidas de agua (aluviones), compuestos por fragmentos rocosos de diferentes tamaños, subredondeados y redondeados, englobados en una matriz areno-limo y arcillosa, la falla geológica más significativa es perpendicular a la falla norte a sur del río Marañón y corresponde al cañón fluvial de La Llanga, Celendín por ser un distrito de la sierra, presenta una geomorfología muy accidentada e irregular representada por cerros, valles, pampas, hondonadas, barrancos, quebradas, ríos entre otros (MPC, 2009).

3.2.3 Datos generales del área de estudio

La zona urbana y periurbana que conforma el distrito capital de la provincia de Celendín, cuenta con diferentes barrios, que son: San Cayetano, Central, El Carmen, Sevilla, La Alameda, El Cumbe, El Rosario, La Breña, San Isidro, Bello Horizonte, El Guayao, El Porvenir, Augusto Gil; dentro del cual existen pocos espacios públicos como: La Plaza de Armas, La Alameda, El Parque del Rosario y La Plaza de Sevilla, además de algunas campos deportivos privados.

Sus principales vías son: Av. Túpac Amaru, Jr. Cáceres, Jr. José Gálvez, Jr. Dos de Mayo, Jr. Ayacucho, Jr. Augusto Gil, Av. Amazonas, Jr. Marcelino Gonzales, Jr. Arequipa, Jr. Salaverry, Jr. Unión y Jr. Pardo.

Las actividades de comercio se agrupan principalmente en el centro de la ciudad, a lo largo de los jirones Cáceres, José Gálvez y Dos de Mayo; los cuales están cerca al mercado modelo y plaza de armas; donde se emplazan tiendas comerciales, restaurantes, cajas financieras, banco de la nación, discotecas, bares, y presencia de vendedores ambulantes; siendo una de las principales causas del incremento del tránsito vehicular y peatonal.

Las instituciones educativas se encuentran dispersas en la ciudad de Celendín, algunas en la parte céntrica como las de educación inicial, primaria y secundaria; en tanto la mayoría de instituciones de educación superior se ubican en la zona periurbana.

Los establecimientos médicos existentes son: ESSALUD, hospital de apoyo Celendín, Red III de Salud y clínicas privadas; se localizan en su mayoría en la avenida Túpac Amaru, la cual es la vía más transitada de la ciudad.

La planificación territorial en la ciudad de Celendín aún se encuentra incipiente, a la fecha no cuenta con una terminal terrestre, lo cual se traduce en informalidad de diferentes paraderos y terminales de las empresas que prestan servicios de transporte a distritos y centros poblados, los cuales ubican sus oficinas en pequeños garajes, en calles públicas cerca al mercado, plaza de armas y a las salidas a cada distrito, es ahí donde cargan y descargan sus pasajeros; las empresas de transportes que prestan servicios por la ruta de las ciudades de Cajamarca y Chachapoyas se ubican en su totalidad en el barrio Augusto Gil, siendo este el barrio con mayor incidencia vehicular las 24 horas del día (MPC, 2017).

Habiéndose considerado la evaluación del Índice Medio Diario (IMD) a fin de estimar el número de unidades vehiculares, realizándose un conteo en 22 puntos estratégicos en la ciudad e Celendín determinándose a través del reconocimiento del área y observación directa, de los cuales se realizó una evaluación e interpretación de los datos, estimándose 12 puntos críticos con mayor incidencia vehicular en la intersección del Jr. Ayacucho, Jr. Dos de Mayo y Psje. El Tecnológico, intersección del Jr. Dos de Mayo y Psje. El Obrero, intersección del Jr. Dos de Mayo y Jr. Arica, intersección del Jr. Ayacucho y Jr. Sucre, intersección del Jr. José Gálvez y Jr. Pardo, intersección del Jr. Ayacucho y Jr. Grau, intersección del Jr. Salaverry y Av. Túpac Amaru, intersección del Jr. Salaverry y Jr. José Gálvez, intersección del Jr. Dos de Mayo, Jr. Jorge Chávez y Av. Amazonas, intersección del Jr. Cáceres y Av. Amazonas (ovalo Augusto Gil), intersección de la Av. Amazonas y Av. Túpac Amaru e intersección del Jr. San Cayetano y Jr. Dos de Mayo. De ésta evaluación podemos deducir que existe mayor tránsito de moto taxis, autos y combis en la ciudad de Celendín.

3.2.4 Metodología

En la presente investigación la metodología utilizada fue el diseño experimental, longitudinal de tendencia Hernández (2008), se evaluó y analizó los cambios del nivel de presión sonora a través del tiempo, recolectándose datos en puntos y períodos específicos con el fin de evaluar el nivel de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín; en el desarrollo de la investigación no se involucró a humanos ni animales en forma directa.

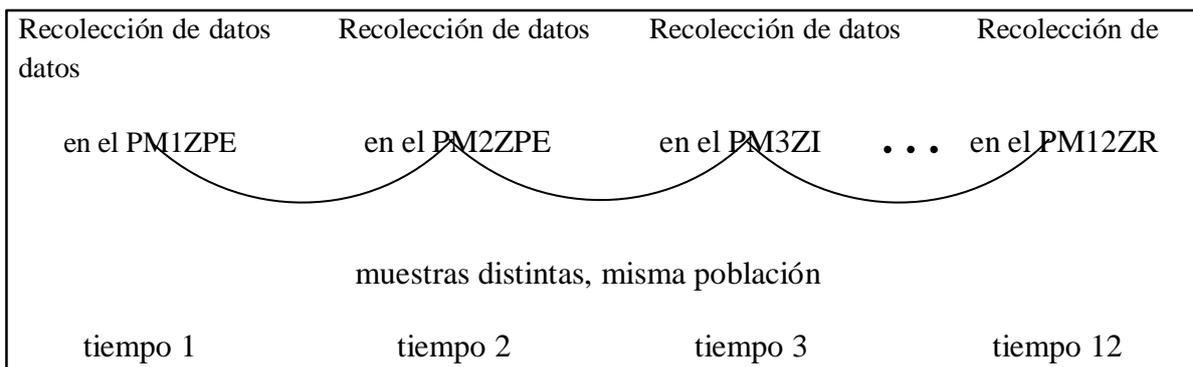


Figura 5. Muestras distintas, misma población (modificado de Hernández, 2008)

También se tuvo como antecedente para el desarrollo metodológico de la presente investigación, las etapas propuestas y aplicada por Gonzales (2018), identificadas en tres, la etapa de revisión inicial, la etapa de acopio y sistematización de la información de campo y la tercera, la etapa de análisis, que, para el presente estudio, se desarrolló en ocho pasos metodológicos, que se detallan a continuación:

Primero: Determinación del Índice Medio Diario (IMD)

Se realizó el conteo vehicular por un lapso de dos (02) semana en las calles consideras con mayor incidencia de tránsito vehicular y mayor índice de ruido vehicular; considerando el reconocimiento del área, observación directa y el estudio preliminar del Plan Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2017 de la municipalidad provincial de Celendín (Aprobado mediante resolución de alcaldía N° 020-2017-A-MPC, de fecha 27 enero 2017).

Para ello fue necesaria la contratación de diez (10) jóvenes que apoyaron en el conteo de vehículos por un lapso de cinco (05) horas en la mañana (A partir de las 7:00 am, hasta las 12:00 pm) y cinco (05) horas en la tarde (A partir de la 1:00 pm hasta las 6:00 pm).

Gracias a esta información recolectada, se sistematizó los datos y se identificó los puntos críticos a evaluar en los días con mayor incidencia de tránsito vehicular.

Las técnicas e instrumento de recolección para esta primera actividad fueron:

- Técnica: Conteo vehicular (Incidencia vehicular) y clasificación vehicular, realizado por dos (02) semanas.
- Instrumento: Ficha de registro de IMD o aforo vehicular (Validado y/o indicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Segundo: Georreferenciación de puntos críticos seleccionados

A la par del desarrollo de las actividades de identificación de puntos críticos, fue necesario realizar la georreferenciación de los puntos críticos considerados con mayor incidencia de tránsito vehicular, para elaborar el mapa de puntos críticos que sirvió como insumo para la siguiente etapa.

Las técnicas e instrumento de recolección para esta segunda actividad:

- Técnica: Posicionamiento espacial de los puntos críticos, según la localización geográfica definida en un sistema de coordenadas y datum específicos.
- Instrumento: Sistema de Posicionamiento Global – GPS marca Garmin, modelo GPSmap76CSx.

Tercero: Clasificación de puntos críticos según zona de aplicación

En cada punto establecido para el conteo vehicular, se tomó ciertas observaciones, como la existencia de locales comerciales, mercados, centros educativos, centros médicos, clínicas, restaurantes, espacios habitacionales, hospitales, bares, entre otras; con la finalidad de elaborar un mapa de clasificación que sirva como zonas de aplicación (Debido a que la municipalidad provincial de Celendín, pese a contar con un plano catastral de la zona urbana, no cuenta con un mapa catastral donde se clasifique las zonas de protección, comerciales, residenciales e industriales), ya que Celendín al igual que otras ciudades no cuenta con procesos de ordenamiento territorial.

Con fines prácticos de clasificación, se establecieron la zona de aplicación, bajo el criterio de los Estándar de Calidad Ambiental para ruido señalado en el D.S. N° 085-2003-PCM.; en tal sentido, se consideró la existencia de dos o más locales comerciales como zona comercial, del mismo modo para las demás clasificaciones (residencial, industrial y de protección especial); en el caso de la existencia de un local comercial, un centro educativo, viviendas y un puesto médico y/o clínico se ha considerado como una zona de aplicación mixta; en concordancia con el Art. 6., del D.S. N° 085-2003-PCM.

Posteriormente se elaboró un mapa de superposición que contiene los puntos críticos identificados y georreferenciados, con el mapa de zonas de aplicación. De ésta manera se eligió los puntos críticos a ser monitoreados, considerando que la muestra sea representativa y no recaiga en una misma zona de aplicación.

Las técnicas e instrumento de recolección para esta tercera actividad:

- Técnica: Superposición de mapas (Puntos críticos, clasificación de zonas de aplicación)
- Instrumento: Software libre – QGis, ECA ruido y Plano catastral de la ciudad de Celendín.

Cuarto: Evaluación del nivel de ruido

Una vez establecido los puntos críticos a ser evaluados, fue necesario desarrollar las siguientes tareas:

- Selección de equipos y materiales
- Se solicitó el equipo de medición de la presión sonora (sonómetro) a la municipalidad provincial de Celendín (en calidad de préstamo), verificando su certificado de calibración por INACAL.
- Planificación del monitoreo de ruido

Se estableció el horario de medición del nivel de ruido, considerando diurno al horario comprendido desde las 07:00 am hasta las 12:00 pm y 01:00 pm hasta las 6:00 pm, con un total de diez (10) horas diarias; teniendo en cuenta lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).

La medición se desarrolló por un periodo de 10 horas diarias en cada punto establecido, evaluando los índices de presión sonora en intervalos de 15 minutos (considerando a este lapso como frecuencia de monitoreo); logrando así que los 12 puntos establecidos sean medidos en los cuatro días de la semana con mayor incidencia de tránsito vehicular (lunes, miércoles, viernes y domingo), por un total de 48 días.

Una vez establecido el horario de medición, se desarrolló una estrategia para el monitoreo, en el cual se contemple distribución completa de los puntos monitoreados y no una concentración (aglomeración) en un espacio determinado, lo cual facilitó la distribución en la mayor representatividad de las muestras; para ello, fue necesario distribuir los monitoreos por punto diarios, con la finalidad de conseguir combinar los 12 puntos con los 4 días de monitoreo, conllevando a un total de 48 días de monitoreo, en un período de 12 semanas, obteniendo 160 datos por punto de monitoreo y un total de 1920 datos.

Tabla 7. Planificación de monitoreo en puntos críticos seleccionados

JULIO							AGOSTO							SETIEMBRE								
L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D		
					1	2			1	2	3	4	5	6						1	2	3
3	4	5	6	7	8	9	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0		
1	1	1	1	1	1	1	14	1	1	1	1	1	2	11	1	1	1	1	1	1		
0	1	2	3	4	5	6	5	6	7	8	9	0	2	3	4	5	6	7				
1	1	1	2	2	2	2	21	2	2	2	2	2	2	18	1	2	2	2	2	2		
7	8	9	0	1	2	3	2	3	4	5	6	7	9	0	1	2	3	4				
2	2	2	2	2	2	3	28	2	3	3	25	2	2	2	2	3						
4	5	6	7	8	9	0	9	0	1	6	7	8	9	0								
3																						
1																						

N°	Código	L	K	V	D
1	PM1-ZPE	3	5	7	9
2	PM2-ZPE	10	12	14	16
3	PM3-ZI	17	19	21	23
4	PM4-ZM	24	26	28	30
5	PM5-ZM	31	2	4	6
6	PM6-ZPE	7	9	11	13
7	PM7-ZPE	14	16	18	20
8	PM8-ZC	21	23	25	27
9	PM9-ZC	28	30	1	3
10	PM10-ZM	4	6	8	10
11	PM11-ZI	11	13	15	17
12	PM12-ZR	18	20	22	24

- Monitoreo de ruido

Se realizó el siguiente procedimiento:

- Solicitud de permiso a la municipalidad provincial de Celendín, para realizar el trabajo de investigación.
- Verificación del nivel de energía de las baterías.
- Configuración del sonómetro (Se seleccionó el filtro de ponderación frecuencial tipo “A” dado que registra sonidos en el rango de frecuencia de 20 Hz a 20 KHz similares a la respuesta del oído humano).
- Se programó el tiempo de medición de cada 15 minutos.
- Calibración del sonómetro antes y después de cada medición.
- El trípode se instaló a una altura de 1.5 m respecto al suelo, se niveló y colocó el sonómetro formando un ángulo de inclinación entre 30 a 60 grados con respecto al plano horizontal.
- Se consideró una distancia mínima, entre el sonómetro y el cuerpo del operador de 0.5 m, a fin de evitar alteraciones en la medición.
- El micrófono del sonómetro se orientó hacia las fuentes de generación de ruido ambiental (parque vehicular) y a favor del viento.

- Se planificó considerar no realizar monitoreos de ruido, bajo efectos de fenómenos meteorológicos tales como precipitación presencia de rayos, truenos, caída de granizo.
- Una vez configurado y ubicado el sonómetro, se procedió a iniciar la medición.
- Durante la medición se registró la ficha de campo (Descripción del punto de monitoreo, fecha y hora, nombre del anotador, codificación del punto, condiciones atmosféricas y nombre de la calle).
- Finalizado el período de medición, el sonómetro automáticamente detiene la medición y registra el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (El nivel de presión sonora máxima y el nivel de presión sonora mínima; los cuales son registrados en la ficha de campo).
- Al finalizar, se realizó el desmontaje de los equipos y el guardado respectivo.

Tabla 8. Ficha de monitoreo de ruido vehicular

Monitoreo de ruido vehicular						
Nombre de las Calles:						
Condiciones atmosféricas:						
Fecha de monitoreo:			Nombre del anotador:			
Código de punto:						
Número	Intervalo de monitoreo		NPS Máx.	NPS Min.	LAeqT	Observaciones
	Inicio	Fin				
1	07:00	07:15				
2	07:15	07:30				
3	07:30	07:45				
4	07:45	08:00				
⋮	⋮	⋮				
39	05:30	05:45				
40	05:45	06:00				

- Técnica: Método de inspección (noise survey) y retícula, que utiliza el equipo sonométrico.
- Instrumento: Sonómetro

Quinto: Sistematización y procesamiento de la información

- Recopilación de datos

Al culminar con el período de monitoreo, se exportaron los datos a una hoja de cálculo Excel, almacenados en el sonómetro; los datos sistematizados fueron 1 dato por cada 15 minutos (El sonómetro hace mediciones cada segundo, pero como se programó las tomas en intervalos de cada 15 minutos, el software de descarga del sonómetro facilita los valores de dB mínimos, máximos y equivalentes).

Tabla 9. Datos registrados

Puntos de Muestreo	Períodos de muestreo	Numero de datos
	15 minutos	01
Por cada punto	1 día (10 horas)	40
	4 días	160
12 puntos	48 días	1920

- Análisis y procesamiento de datos

Una vez compilada la información obtenida en los 48 días de monitoreo, se presentó los datos por punto de monitoreo, agrupados según su zona de aplicación, diferenciando el nivel de presión sonora máximo, nivel de presión sonora mínimo y el nivel de presión sonora equivalente (LAeqT) por intervalos de tiempo de 15 minutos, generándose 48 tablas las cuales se utilizaron como insumo para las tablas de valores promedios.

Se agrupó los puntos de monitoreo en función a las zonas de aplicación, calculándose los valores promedio, que fueron presentados en intervalos de 1 hora por cada día de monitoreo; posteriormente se determinó los valores promedio por cada punto de monitoreo de los 4 días de monitoreo agrupándolos en una sola tabla para posteriormente realizar la comparación de los resultados obtenidos en el monitoreo con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido, para realizar la comparación fue necesario agrupar los datos por zona de aplicación, puesto que cada zona cuenta con sus valores permisibles de ruido diferente.

Tabla 10. Agrupación de datos por zona de aplicación

N°	Zonas de aplicación	Punto de monitoreo
1	Zona de protección especial	PM1, PM2, PM6, PM7
2	Zona industrial	PM3, PM11
3	Zona mixta	PM4, PM5, PM10
4	Zona comercial	PM8, PM9
5	Zona residencial	PM12

Una vez agrupado los puntos de monitoreo por zonas de aplicación, se realizó la comparación de cada punto de monitoreo con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM), teniendo en cuenta la tabla anterior.

Tabla 11. Comparación de datos obtenidos por puntos de muestreo con el ECA ruido

Zona de aplicación:		
Código de punto:		
Intervalo de medición	LAeqT (dB)	ECA ruido (D.S. N° 085-2003-PCM)
7:00 - 8:00		
8:00 - 9:00		
9:00 - 10:00		
10:00 - 11:00		
11:00 - 12:00		
1:00 - 2:00		Valor según zona de aplicación
2:00 - 3:00		
3:00 - 4:00		
4:00 - 5:00		
5:00 - 6:00		

Posteriormente se elaboró las gráficas para cada punto de monitoreo y zonas de aplicación para facilitar la visualización e interpretación de los datos procesados.

- Técnica: Sistematización de información, comparación de los resultados obtenidos en el monitoreo.
- Instrumento: Software Excel – 2010, ECA ruido – D.S.N° 085-2003-PCM

Sexto: Elaboración del mapa de ruido

- Se elaboró el mapa de ruido; identificándose las zonas de afectación y horas picos de incidencias de ruido vehicular, para ello fue necesario, realizar un análisis exploratorio de datos con el cual se generó los mapas de predicción de ruido.
- El primer paso que se realizó, fue la generación del histograma de frecuencias.

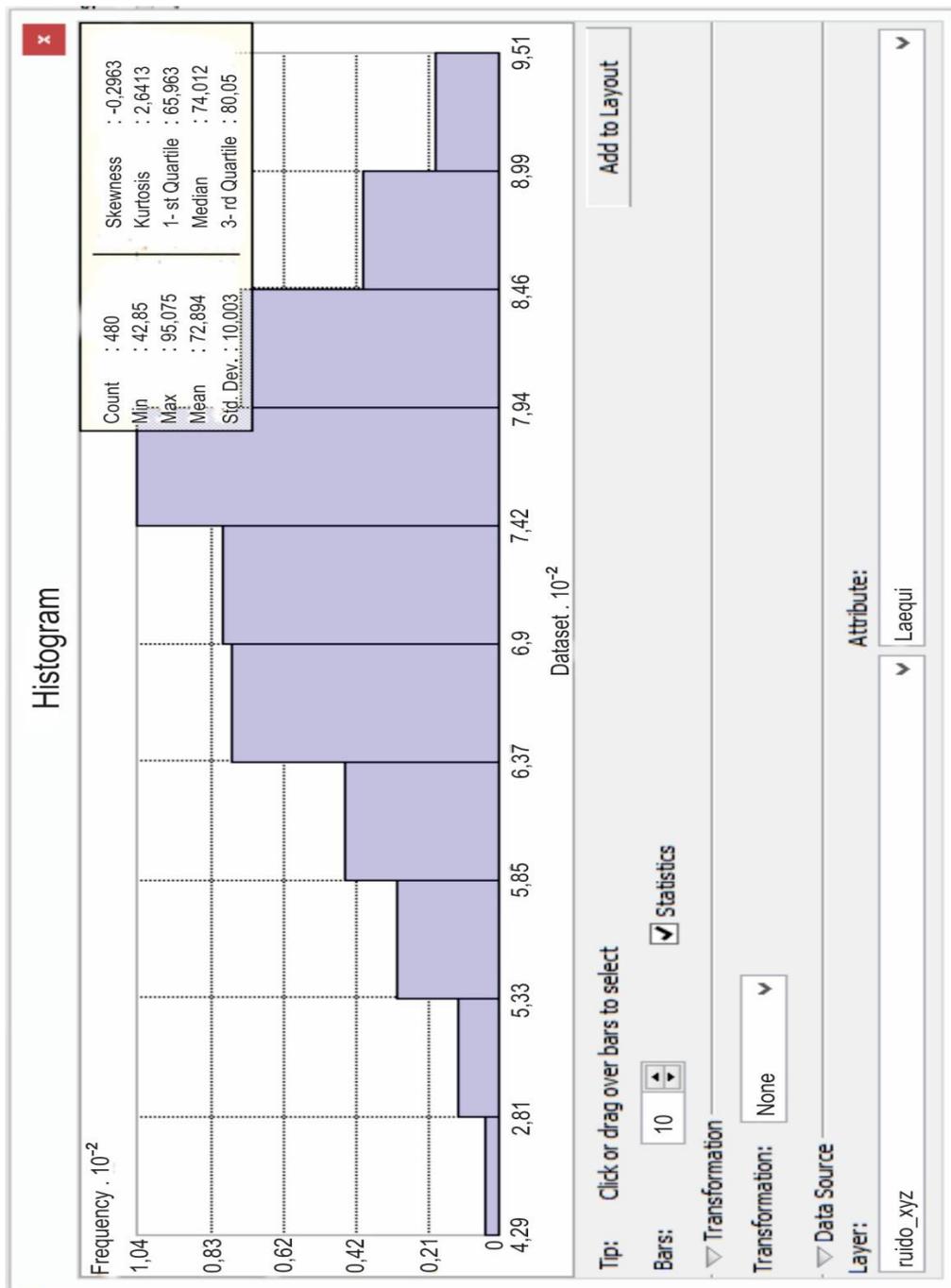


Figura 6. Histograma de frecuencia de datos (modificado de QGIS)

- Esto permitió analizar si los datos manifiestan tendencias direccionales que permitan establecer correlaciones en esas direcciones, y formular modelos de comportamiento, para el cual se presenta una gráfica tridimensional de la proyección de los datos ingresados (LAEqT).

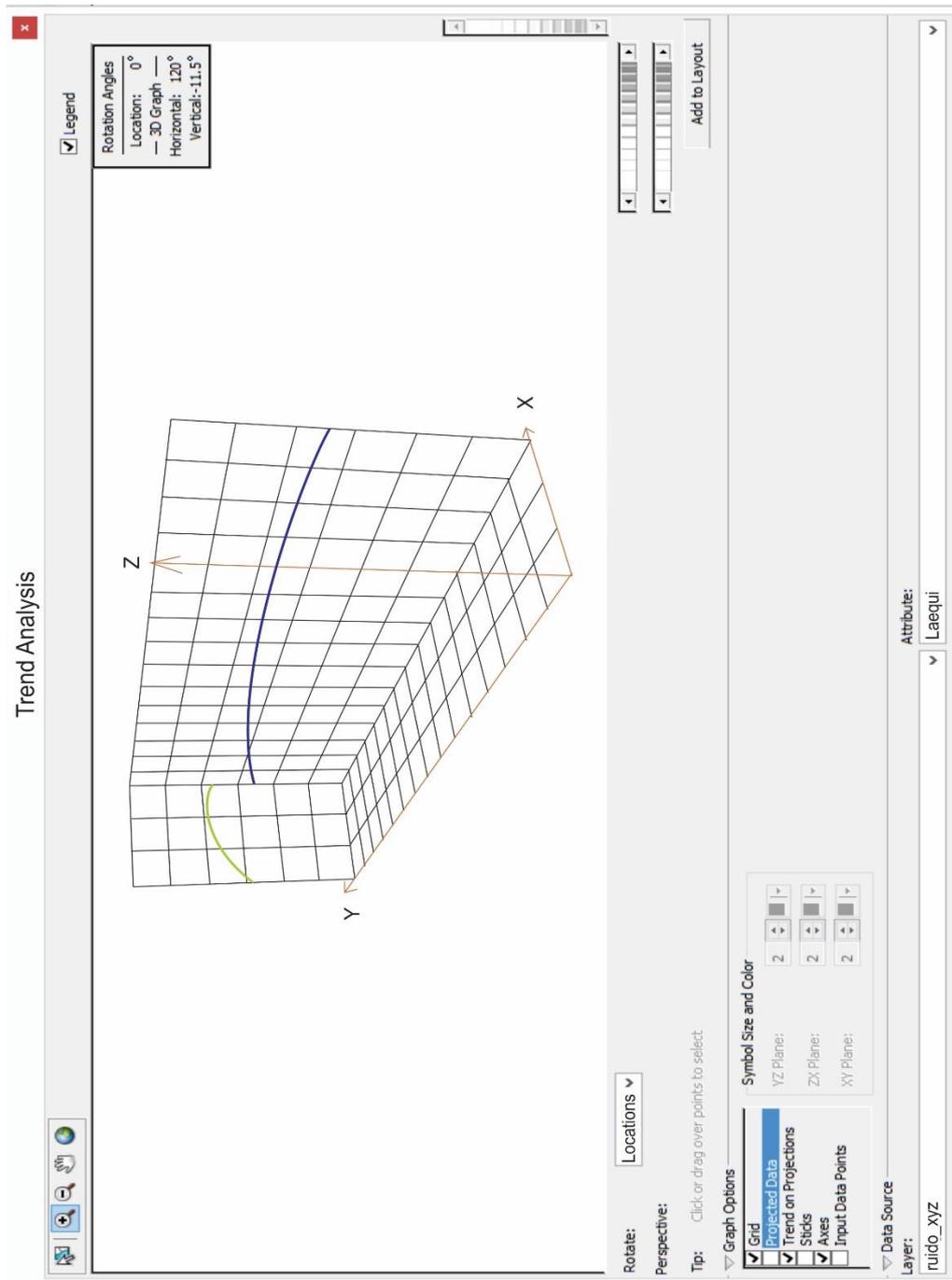


Figura 7. Tendencia de datos (modificado de QGis)

- Una vez exportado y elaborado la tendencia de los datos, se procedió a seleccionar el método de interpolación; en el cual se seleccionó el método Kriging, este método Kriging es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores Z (LaeqT).

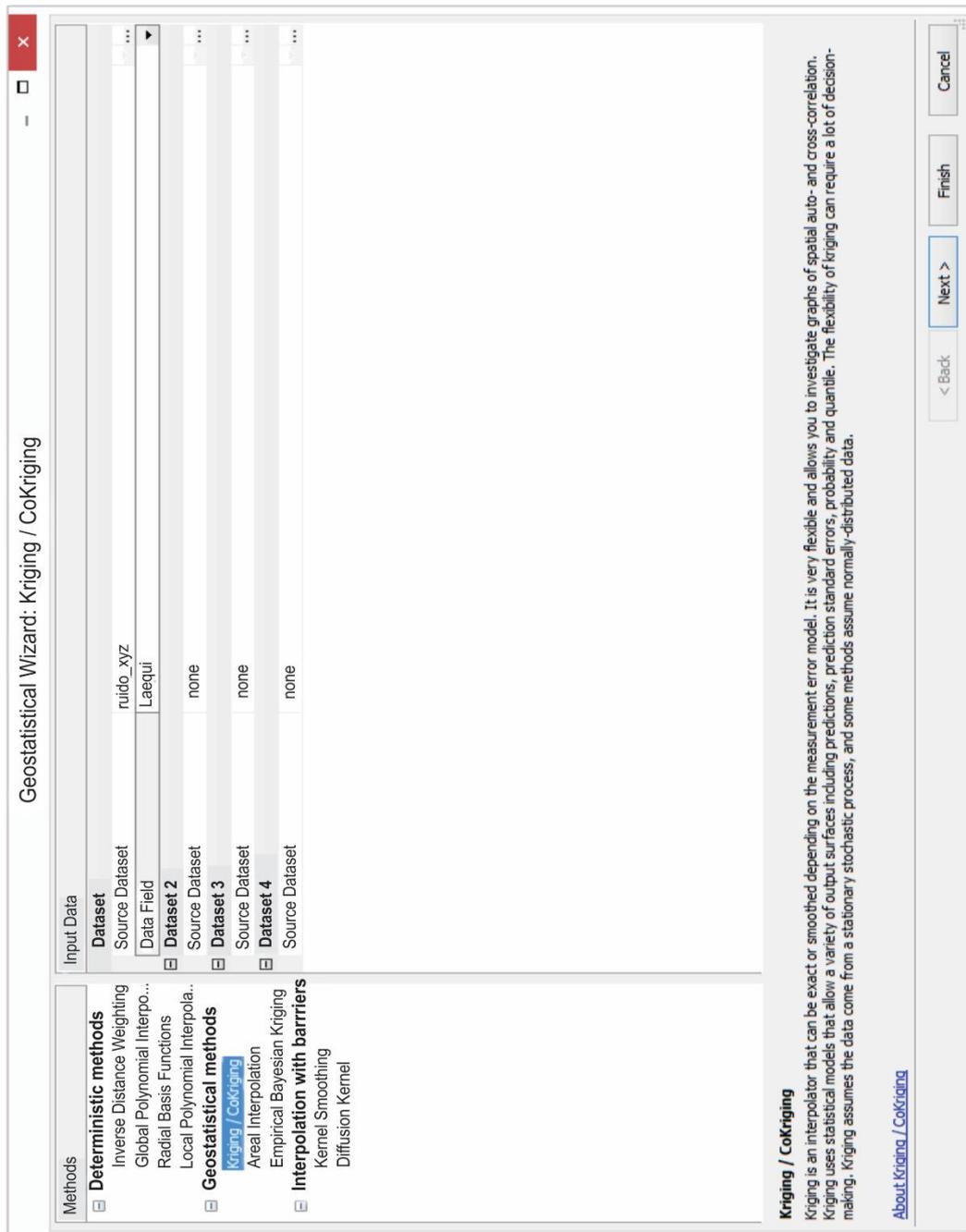


Figura 8. Selección del método de interpolación (modificado de QGIS)

Es necesario indicar que a diferencia de otros métodos de interpolación en el conjunto de herramientas de interpolación, utilizar la herramienta Kriging en forma efectiva implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores “Z” antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida.

- Como cuarto paso, tenemos la visualización de tendencias de los datos; éste paso permitió visualizar la superficie generada con los datos y también muestra la tendencia de los mismos.

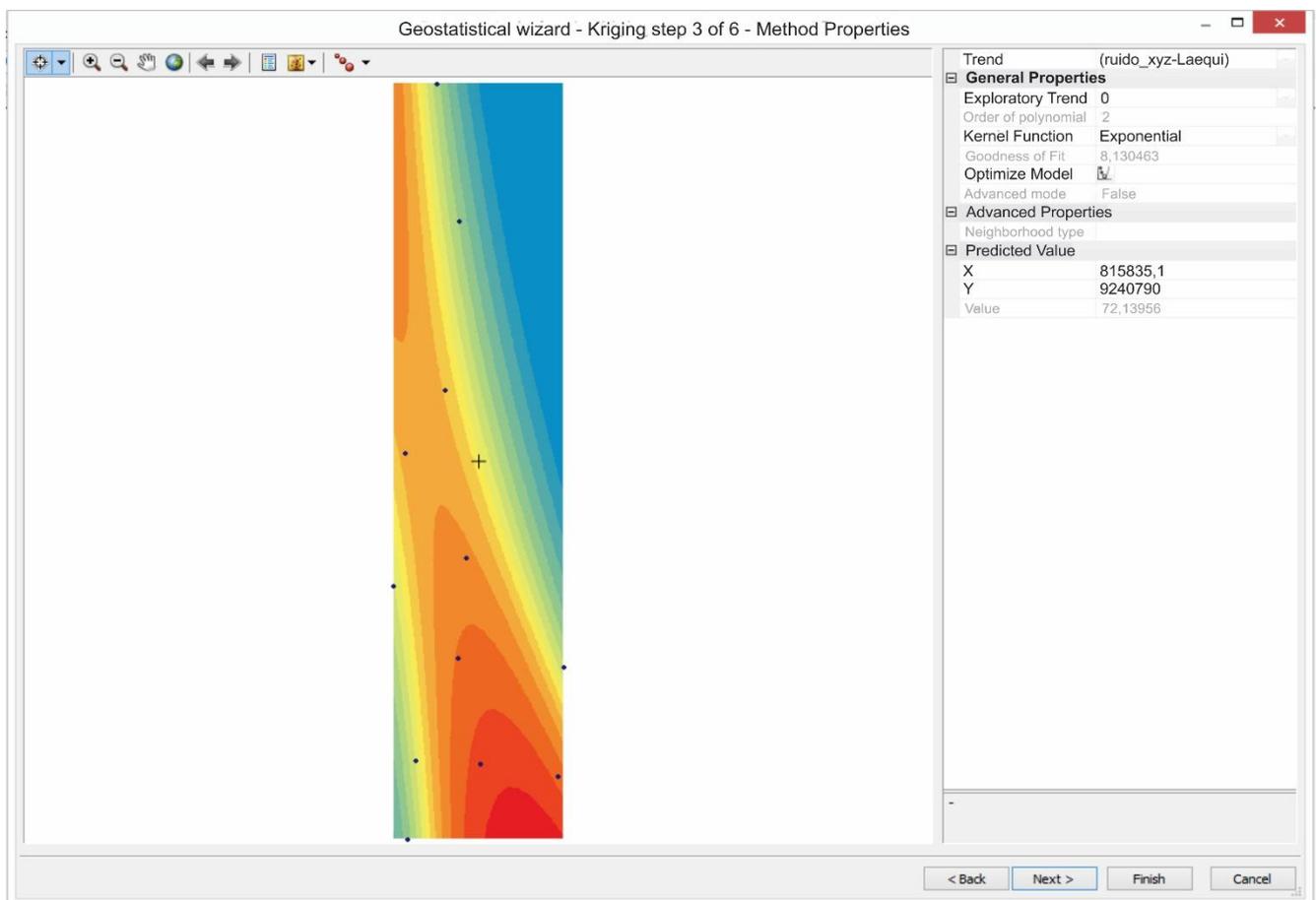


Figura 9. Visualización de la tendencia de interpolación (modificado de QGis)

- Concluida la visualización de tendencias interpoladas, se realizó la examinación de la realidad espacial entre los puntos medidos; esto permitió evaluar la relación espacial entre los distintos puntos medidos en el área de estudio, y se realizó a través de dos herramientas: el semivariograma y la covarianza.

El semivariograma representa la autocorrelación espacial (la relación estadística) de los puntos observados. El computador calculó la distancia y la varianza de cada par de puntos de la muestra, los agrupó, y luego graficó la distancia promedio y la varianza promedio de cada par de puntos de la muestra. La función es ajustada a través de los grupos de puntos trazados. También se incorporó el parámetro “Lag size”. Este valor representa el valor promedio de separación entre los puntos muestreados (lag), el cual operó de manera directa con el número de segmentos (number of lags) en el área de trabajo. La multiplicación del valor de distancia promedio (lag size) por el valor (number of lags), dio como resultado: la máxima distancia de búsqueda de un vecino para estimar el valor de presión sonora en una posición cualquiera X, Y.

El gráfico de covarianza es otra manera de visualizar la misma relación entre similitudes de pares de puntos y sus distancias. Puntos con alta variabilidad con respecto a la muestra.

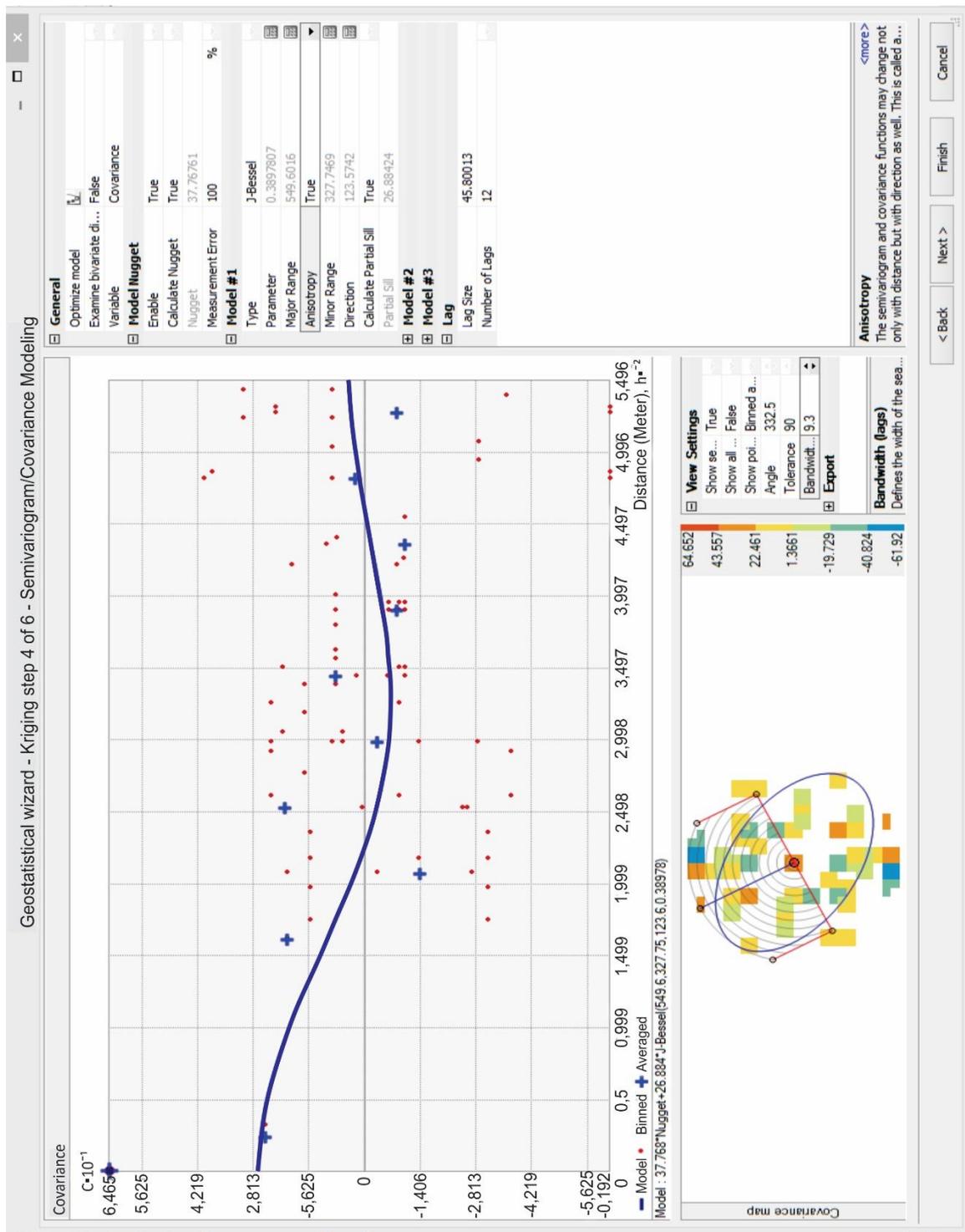


Figura 10. Visualización del modelo semivariograma y covarianza (modificado de QGIS)

Se realizó la interpolación o estimación espacial de los datos; en esta parte se predijo el valor de presión sonora en posiciones desconocidas a partir de los datos conocidos.

- Como sexto paso se realizó la visualización de los valores estimados; el cual permitió mostrar valores estimados para cualquier ubicación en el área de estudio, solamente con ubicar el cursor en cualquier coordenada.

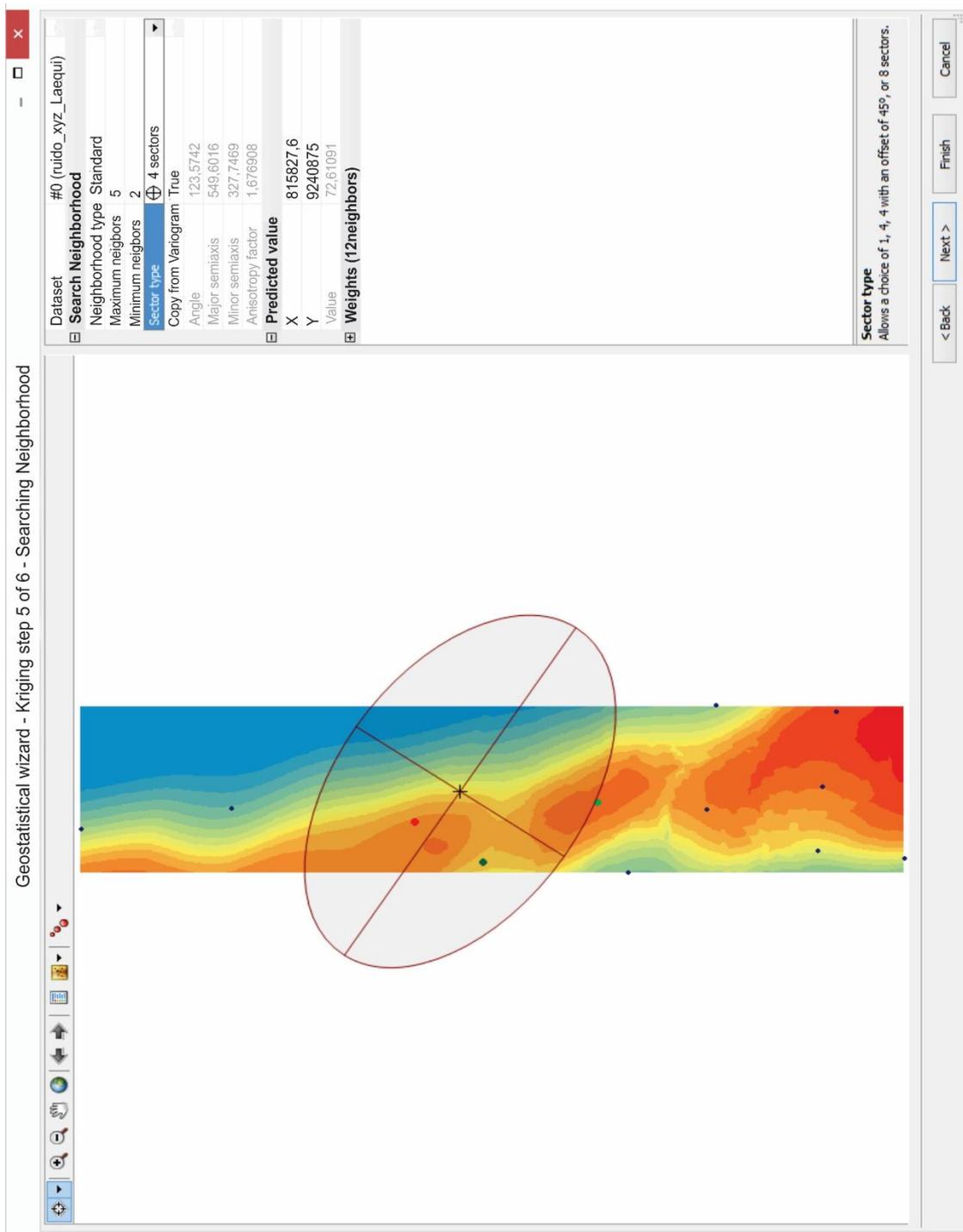


Figura 11. Estimación de los valores estimados de predicción (modificado de QGis)

- Como séptimo paso, se realizó la validación cruzada; este proceso dio una idea de la calidad de la estimación del modelo, internamente el algoritmo para la validación cruzada operó omitiendo un dato conocido, luego tomando los datos restantes estimó el dato descartado y comparó el valor del resultado estimado con el valor que inicialmente se tenía de él. Adicionalmente se obtuvo información sobre las estadísticas fundamentales, la ubicación de los datos, sus valores y la estimación.

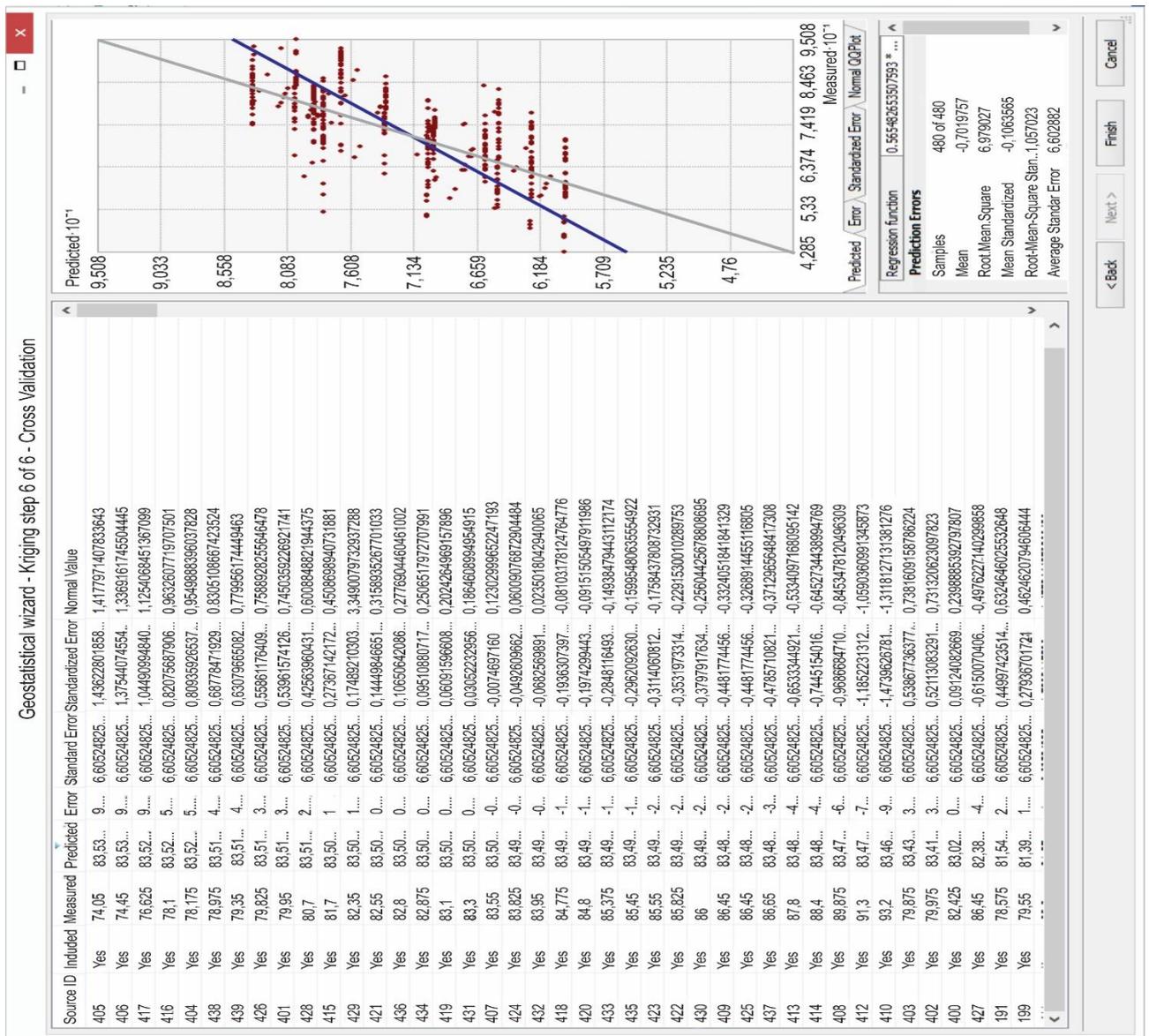


Figura 12. Visualización de la validación cruzada de datos (modificado de QGIS)

- El octavo paso consistió en una presentación de resumen de la predicción y mapa de predicción; como último paso para la presentación de los valores estimados, se aprobó los parámetros utilizados para este análisis.



Figura 13. Cuadro resumen del modelo utilizado (modificado de QGis)

- Técnica: Mapeo de zonas de influencia y afectación
- Instrumento: Software libre – QGis

Sétimo: Evaluación del riesgo ambiental

Se evaluó el riesgo ambiental según sus dimensiones (probabilidad de ocurrencia y consecuencias según entornos); siendo necesario indicar que el análisis del riesgo se realizó por zona de aplicación.

- El primer paso para la evaluación del riesgo ambiental; fue determinar la probabilidad de ocurrencia, esto se realizó con los datos promedio de los valores LAeqT que exceden el estándar de calidad ambiental establecido según las zonas de aplicación monitoreadas; contando con un total de 40 datos por punto de monitoreo (10 datos por día, teniendo en consideración que se monitoreo 4 días) que corresponde al 100%, se realizó el cálculo para determinar el porcentaje de valores que exceden el ECA, como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 12. Determinación de porcentajes de excedencia

Zonas de aplicación	Punto de monitoreo	ECA (Según D.S. N° 085-2003-PCM)	Número de datos que exceden el ECA	Porcentaje de excedencia (%)
---------------------	--------------------	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------

Una vez obtenidos los porcentajes de excedencias por puntos de monitoreo; se calculó el promedio de excedencia porcentual para cada zona de aplicación; a fin de estimar la probabilidad de ocurrencia, dándole un valor numérico en la escala de 1 a 5, en relación a la tabla siguiente:

Tabla 13. Rangos de la probabilidad de ocurrencia

Valor		Probabilidad
5	Muy probable	< una vez a la semana
4	Altamente probable	> una vez a la semana y < una vez al mes
3	Probable	> una vez al mes y < una vez al año
2	Posible	> una vez al año y < una vez cada 05 años
1	Poco probable	> una vez cada 05 años

Fuente: (MINAM, 2010, p.26)

- El segundo paso para la evaluación del riesgo ambiental; fue la estimación de la gravedad de las consecuencias por cada zona de aplicación; en base a los tres entornos (humano, natural y socioeconómico), identificando y valorando escenarios, tales como la cantidad, peligrosidad, extensión y población afectada - calidad del medio – patrimonio y calidad productiva; teniendo en consideración los siguientes criterios, denominados rangos de los límites por entornos:

Entorno humano

Tabla 14. Rangos de los límites para el entorno humano

Cantidad			Peligrosidad		
4	Muy alta	Mayores a 85,3 dB	4	Muy peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución permanente de la capacidad auditiva. - Hipoacusia profunda. - Estrés inmediato. - Efectos sobre la visión (Ripoll, 2010). - Pérdida del oído a largo plazo. - Hipoacusia severa.
3	Alta	70,6 – 85,3 dB	3	Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas cardiovasculares. - Ansiedad, dolor de cabeza - Comunicación verbal extremadamente difícil.
2	Poca	55,8 – 70,5 dB	2	Poco peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Hipoacusia marcada. - Falta de concentración. - Interrupción del sueño.
1	Muy poca	Menores a 55,8 dB	1	No peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Malestar diurno moderado. - Hipoacusia normal.
Extensión			Población afectada		
4	Muy extenso	Radio > a 500 m	4	Muy alto	Más de 100
3	Extenso	Radio > 275 y < 499	3	Alto	Entre 50 y 100
2	Poco extenso	Radio > 51 y < 274	2	Bajo	Entre 5 y 50
1	Puntual	Radio < a 50 m	1	Muy bajo	< 5 personas

Fuente: Modificado de (MINAM, 2010, p.29)

Entorno natural

Tabla 15. Rangos de los límites para el entorno natural.

Cantidad			Peligrosidad		
4	Muy alta	Mayores a 85,3 dB	4	Muy peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución permanente de la capacidad auditiva. - Hipoacusia profunda. - Estrés inmediato. - Efectos sobre la visión (Ripoll, 2010). - Pérdida del oído a largo plazo.
3	Alta	70,6 – 85,3 dB	3	Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Hipoacusia severa. - Problemas cardiovasculares. - Ansiedad, dolor de cabeza - Comunicación verbal extremadamente difícil.
2	Poca	55,8 – 70,5 dB	2	Poco peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Hipoacusia marcada. - Falta de concentración. - Interrupción del sueño.
1	Muy poca	Menores a 55,8 dB	1	No peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Malestar diurno moderado. - Hipoacusia normal.
Extensión			Calidad del medio		
4	Muy extenso	Radio > a 500 m	4	Muy alto	<p>Daños muy altos: Perturbaciones en la calidad ambiental de forma significativa, desertificación, cambio de actividades; generación de accidentes de tránsito.</p>
3	Extenso	Radio > 275 y < 499	3	Alto	<p>Daños altos: Perturbaciones en la calidad ambiental de forma moderada; Aglomeración de peatones y tránsito vehicular (Uso de bocinas, claxon, gritos).</p>
2	Poco extenso	Radio > 51 y < 274	2	Bajo	<p>Daños moderados: perturbaciones en la calidad del ambiente de forma leve; aglomeración de vehículos por tiempos de exposición cortos.</p>
1	Puntual	Radio <= a 50 m	1	Muy bajo	<p>Daños muy leves; no existe contaminación importante.</p>

Fuente: Modificado de (MINAM, 2010, p.29)

Entorno socioeconómico

Tabla 16. Rangos de los límites para el entorno socioeconómico.

Cantidad			Peligrosidad		
4	Muy alta	Mayores a 85,3 dB	4	Muy peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución permanente de la capacidad auditiva. - Hipoacusia profunda. - Estrés inmediato. - Efectos sobre la visión (Ripoll, 2010). - Pérdida del oído a largo plazo.
3	Alta	70,6 – 85,3 dB	3	Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Hipoacusia severa. - Problemas cardiovasculares. - Ansiedad, dolor de cabeza - Comunicación verbal extremadamente difícil.
2	Poca	55,8 – 70,5 dB	2	Poco peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Hipoacusia marcada. - Falta de concentración. - Interrupción del sueño.
1	Muy poca	Menores a 55,8 dB	1	No peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> - Malestar diurno moderado. - Hipoacusia normal.
Extensión			Patrimonio y capital productivo		
4	Muy extenso	Radio > a 500 m	4	Muy alto	<ul style="list-style-type: none"> - Migraciones. - Conflictos. - Recintos inhabitables. - Generación de gastos en aisladores acústicos. - Accidentes (Pérdida del patrimonio vehicular, viviendas, otros). - Poca concurrencia de personas a zonas cercanas. - Pérdidas económicas en recintos de descanso (hospedajes). - Interrupción de actividades escolares, hospitalarias, otras. - Cierre temporal de negocios y otros. - Exposición corta al ruido, disminución de actividad de intercambio económico. - Espacios donde el ruido no genera molestias, los valores son tolerables.
3	Extenso	Radio > 275 y < 499 m	3	Alto	
2	Poco extenso	Radio > 51 y < 274 m	2	Bajo	
1	Puntual	Radio <= a 50 m	1	Muy bajo	

Fuente: Modificado de (MINAM, 2010, p.30)

- Una vez determinados los criterios de evaluación; se realizó el tercer paso para la evaluación del riesgo ambiental; en el cual, se valoró los escenarios identificados por entorno; teniendo en consideración los valores promedios LAeqT de cada zona de aplicación, cantidad de población afectada, peligrosidad (según la propiedad intrínseca del ruido a causar daños) y la extensión (espacio de influencia de impacto en el entorno), éste último en consideración a la atenuación del ruido en el espacio; según la tabla siguiente:

Tabla 17. Asignación de valores

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
--------------------	----------	--------------	-----------	--------------------

Con los valores asignados por escenario identificado; se procedió a realizar el cálculo de la gravedad por entorno, desarrollando la siguiente expresión, según se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 18. Fórmula para la estimación de la gravedad de las consecuencias

Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad
Entorno natural		+ Calidad del medio
Entorno humano	= Cantidad + 2	+ Población afectada
Entorno socioeconómico	peligrosidad + extensión	+ Patrimonio y capital productivo

Fuente: (MINAM, 2010, p.27)

- Una vez obtenida la valoración numérica de la gravedad de consecuencias; se procedió a determinar los valores asignados, según la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 19. Valoración de los escenarios identificados

Valor	Valoración	Valor asignado
Critico	20 – 18	5
Grave	17 – 15	4
Moderado	14 – 11	3
Leve	10 – 8	2
No relevante	7 – 5	1

Fuente: (MINAM, 2010, p.31)

- Determinada la probabilidad de ocurrencia y la estimación de gravedad de las consecuencias; se procedió a estimar el riesgo ambiental por entorno (Humano, natural y socioeconómico); utilizando la tabla de doble entrada, denominada estimador del riesgo ambiental.

Tabla 20. Estimador del riesgo ambiental

		Consecuencias				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
			Riesgo leve		1 – 5	
			Riesgo moderado		6 – 15	
			Riesgo alto		16 – 25	

Fuente: (MINAM, 2010, p.33)

Finalmente se evaluó el riesgo ambiental, en base a los tres entornos humano, natural y socioeconómico, previamente se determinó el promedio de cada uno, expresado en porcentaje, además la sumatoria y media de los tres entornos, el cual fue el resultado final, el mismo que se enmarcó en uno de los tres niveles establecidos: Riesgo Alto, Moderado o Leve.

Tabla 21. Escala de evaluación de riesgo ambiental

	Nivel de riesgo	Valor matricial	Equivalencia porcentual (%)	Promedio (%)
	Riesgo leve	1 – 5	1 – 20	10,5
	Riesgo moderado	6 – 15	24 – 60	42
	Riesgo alto	16 – 25	64 – 100	82

Fuente: (MINAM, 2010, p.34)

- Técnica: Estimación del riesgo
- Instrumento: Matrices de estimación de riesgo – Guía de ERA, MINAM

Octavo: Elaboración de una propuesta técnica para la mitigación y control de la contaminación sonora del parque automotor de la ciudad de Celendín

- Propuesta que aborda medidas preventivas y correctivas para la disminución y mitigación del riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor, en la ciudad de Celendín.

- Técnica: Criterios técnicos para la gestión prospectiva territorial.
- Instrumento: Plan de Desarrollo Urbano, mapas catastrales, Software libre QGis y datos obtenidos en el desarrollo de la tesis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la mejor exposición e interpretación de los resultados, se presenta a continuación las tablas y figuras de los monitoreos de ruido, en valores máximos, mínimos y equivalentes por zonas de aplicación; además de las tablas e interpretaciones de la evaluación del riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor.

4.1 MONITOREO DE RUIDO

4.1.1. Zona residencial

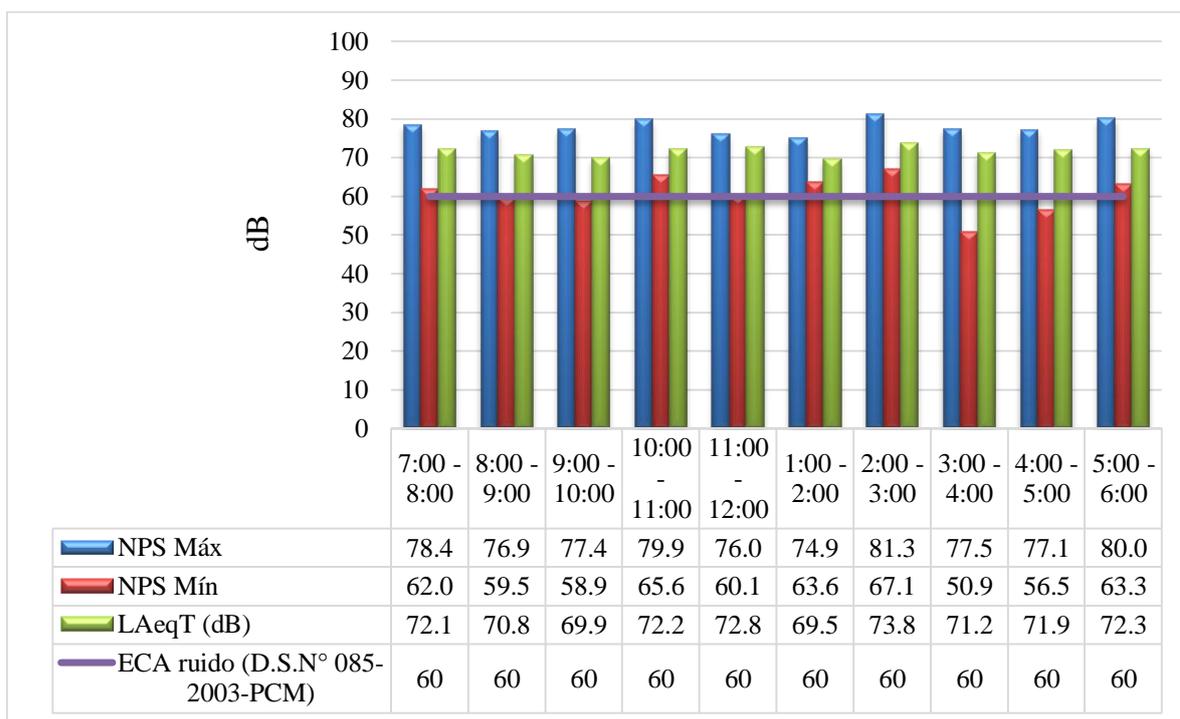


Figura 14. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM12ZR

En el PM12ZR que corresponde a la zona de aplicación residencial, ubicada en la intersección del Jr. San Cayetano y Jr. Dos de Mayo, se aprecia un valor promedio

máximo de 81,3 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 2:00 y 3:00 de la tarde y un valor promedio mínimo de 50,9 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 3:00 y 4:00 de la tarde, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 60 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa el ECA para ruido pero se encuentra muy próximo al valor referencial.

La presencia de valores que exceden el estándar de calidad ambiental, es atribuido al flujo vehicular intermitente ya que éste punto es el acceso principal para la circulación de vehículos que ofrecen el servicio de transporte interdistrital a Sucre, José Gálvez, Jorge Chávez y Huasmín, además de ser una ruta alterna de salida a la ciudad de Cajamarca; como menciona Flores y Ruilova (2014) la presencia de valores excedentes, se debe generalmente a la circulación de vehículos y al uso excesivo del claxon, además Saavedra (2011) afirma que los horarios críticos de tráfico vehicular se evidencia en horarios de 14:00 a 18:00 horas, lo cual se asemeja a los resultados obtenidos en ésta investigación; al superar ampliamente el Estándar de Calidad Ambiental es necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud (OMS, 1999).

Como menciona González y Fernández (2014) la exposición por encima de 70 dB puede aumentar el comportamiento agresivo y la exposición prolongada por más de 5 horas diarias, genera deterioro de la audición; teniendo en consideración la gran mayoría de la población pertenece al grupo de personas vulnerables (Mestre, 2008), provocando tensiones que generan respuestas de irritabilidad, nerviosismo, agresividad, fatiga, cefaleas, reacciones de sobresalto y de miedo; que son a su vez síntomas claros de padecimiento de estrés (Acosta, Aponte y otros 2008).

4.1.2. Zona comercial

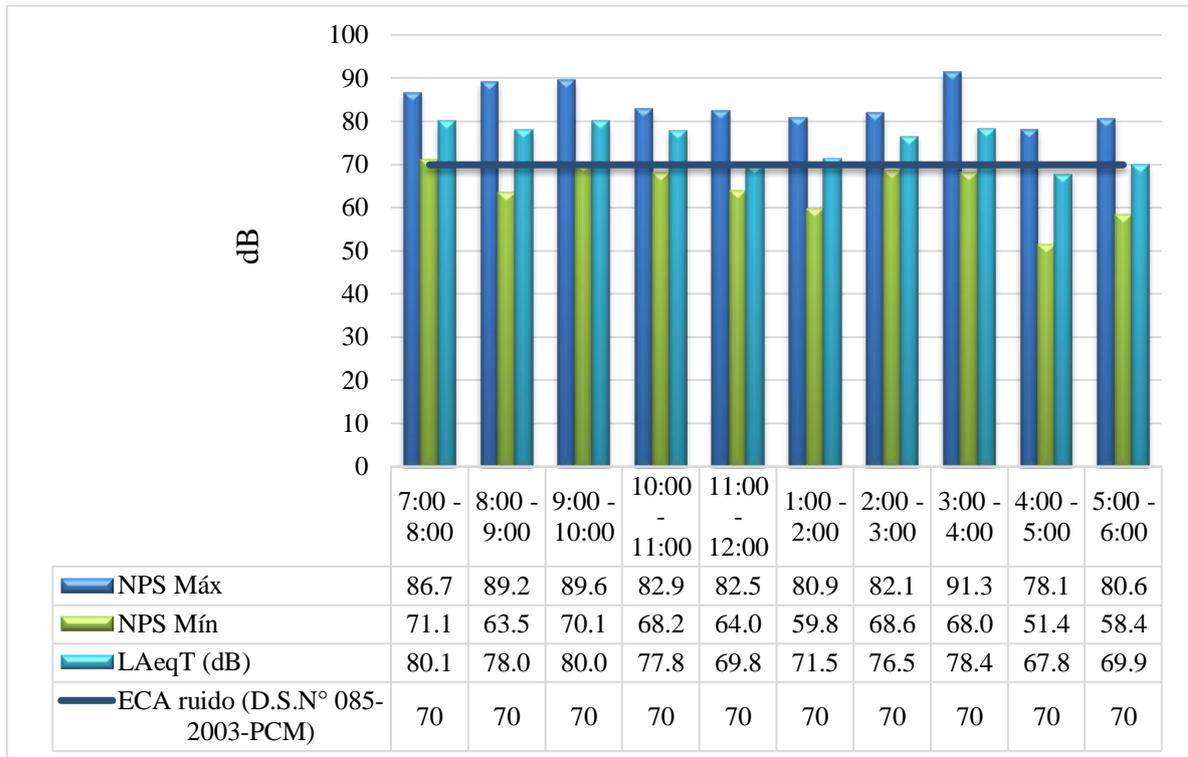


Figura 15. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM8ZC

En el PM8ZC que corresponde a la zona de aplicación comercial, ubicada en la intersección del Jr. Salaverry y Jr. José Gálvez, se aprecia un valor promedio máximo de 91,3 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 3:00 y 4:00 de la tarde y un valor promedio mínimo de 51,4 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 4:00 y 5:00 de la tarde, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 70 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa al valor referencial establecido en el ECA.

Estos elevados valores que se aprecian, son atribuidos al continuo flujo vehicular y peatonal, según Gonzáles et al. (2009), el flujo del tránsito o intensidad del tránsito; es

decir, la cantidad de vehículos por hora; tiene una incidencia directa en el ruido, lo mismo que se corrobora con el reconocimiento y observación directa en este punto de monitoreo, pues al encontrarse próximo al mercado Modelo de Celendín es un punto crítico por el elevado flujo vehicular, peatonal y sumado a esto la presencia de vendedores ambulantes que utilizan altoparlantes para la comercialización de sus productos; al superar ampliamente el ECA es necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999), en consideración a lo mencionado por Ganime et al. (2010) quien afirma que el ruido de 92 dB (A) puede causar sordera definitiva a lo largo del tiempo, si la exposición excede tres horas por día y por Estrada (2015) quien señala que una exposición a 85 dB por tiempos mayores a 8 horas diarias, genera malestar, dolor de cabeza y estrés.

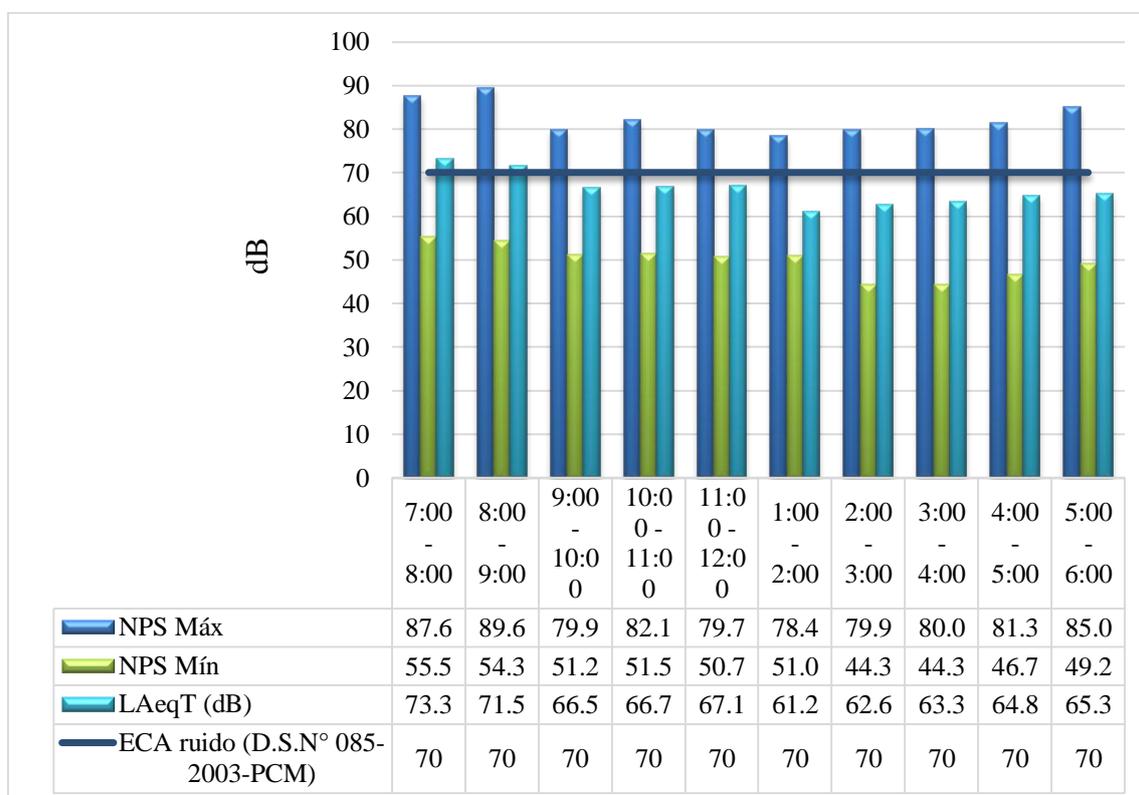


Figura 16. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM9ZC

En el PM9ZC que corresponde a la zona de aplicación comercial, se ubica en la intersección del Jr. Dos de Mayo, Jr. Jorge Chávez y Av. Amazonas, se aprecia un valor promedio máximo de 89,6 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 8:00 y 9:00 de la mañana y un valor promedio mínimo de 44,3 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 3:00 y 4:00 de la tarde, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 70 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa al valor referencial establecido en el estándar de calidad ambiental.

Este valor promedio máximo, es atribuido a la cercanía al grifo "BASASI" y su alta concurrencia de vehículos motorizados y considerando que el Jr. 2 de mayo es una de las vías más circuladas de la ciudad, sumado a esto la presencia de ferreterías y tiendas comerciales; como menciona Dintrans (2008), en las vías de circulación principal, existe presencia de congestionamiento vehicular, ocasionando el incremento del ruido por los motores encendidos, uso de freno y uso de claxon. Asimismo, como señala Lobos (2008) el alto número de vehículos que componen el parque automotriz en una ciudad, es el principal agente contaminante de ruido, a esto sumamos los malos hábitos de conducción que demuestran los conductores, tales como, exceso de velocidad, silenciadores en mal estado o modificados, el exceso de uso de bocinas.

La presencia de valores cercanos a los 90 dB, obligan a la implementación de medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud (OMS, 1999); debido a que existe investigaciones que afirman que la exposición a ruidos superiores a 85 dB (A) representan el 12% más de problemas cardiovasculares, un 37% más de problemas neurológicos y un 10% más de problemas digestivos (Recio et al. 2016).

4.1.3. Zona industrial

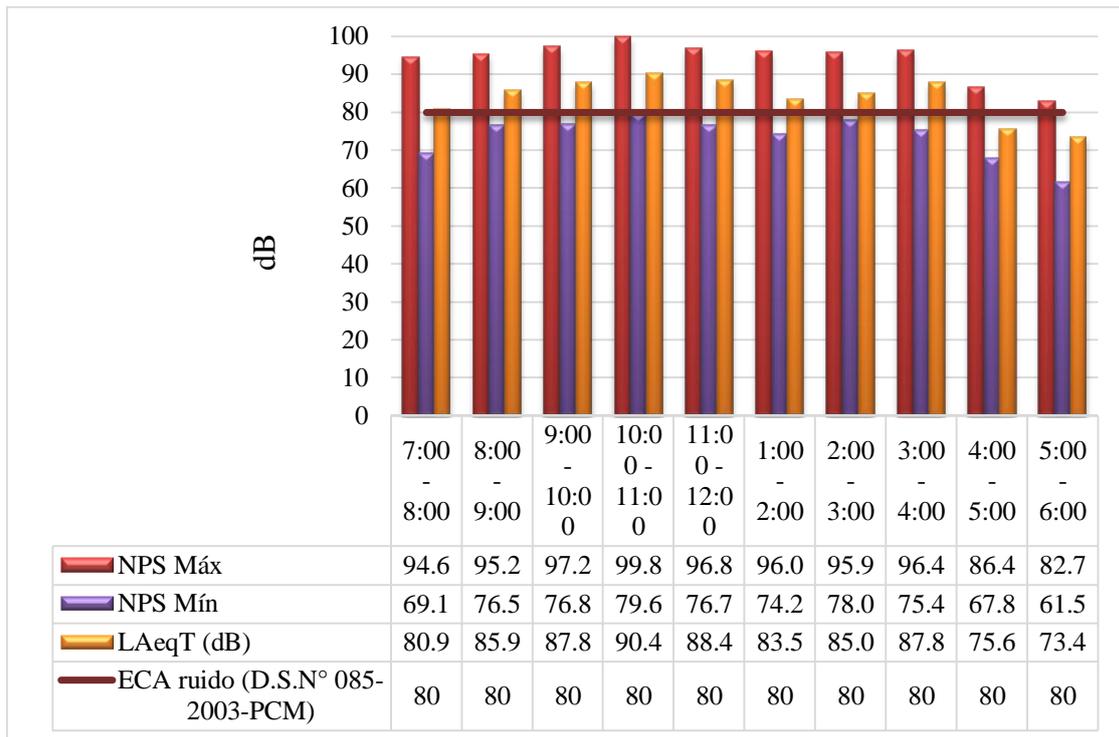


Figura 17. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM3ZI

En el PM3ZI que corresponde a la zona de aplicación industrial, ubicado en la intersección del Jr. Dos de Mayo y Jr. Arica, se aprecia un valor promedio máximo de 99,8 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 10:00 y 11:00 de la mañana y un valor promedio mínimo de 61,5 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 5:00 y 6:00 de la tarde, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 80 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa al valor referencial establecido en el ECA.

Estos valores, son atribuidos al tránsito de vehículos pesados, como afirma Flores y Ruilova (2014); además de la presencia de aserraderos y carpinterías, pues en estos establecimientos se hace uso de taladros y sierras industriales que según la OMS (1999) estos equipos generan hasta 120 dB.

Asimismo, la evidencia de valores cercanos a los 100 dB; se atribuye a la ubicación de talleres de mecánica de carros, camiones, motos y otros, lo que ocasiona la presencia de vehículos que se estacionan de forma desordenada para obtener atención vehicular; éste punto de monitoreo posee los valores más altos de presión sonora el mismo que es justificado por ser una zona industrial y presencia de establecimiento de procesamiento de madera; al superar ampliamente el ECA es necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999); puesto que, como menciona Ganime et al. (2010) la exposición al ruido de 92 dB (A) puede causar sordera definitiva a lo largo del tiempo, si la exposición excede tres horas por día; además de causar malestar, manifestándose con respuestas de irritabilidad, nerviosismo, agresividad, reacciones de sobresalto y medio (Acosta, Aponte y otros, 2008).

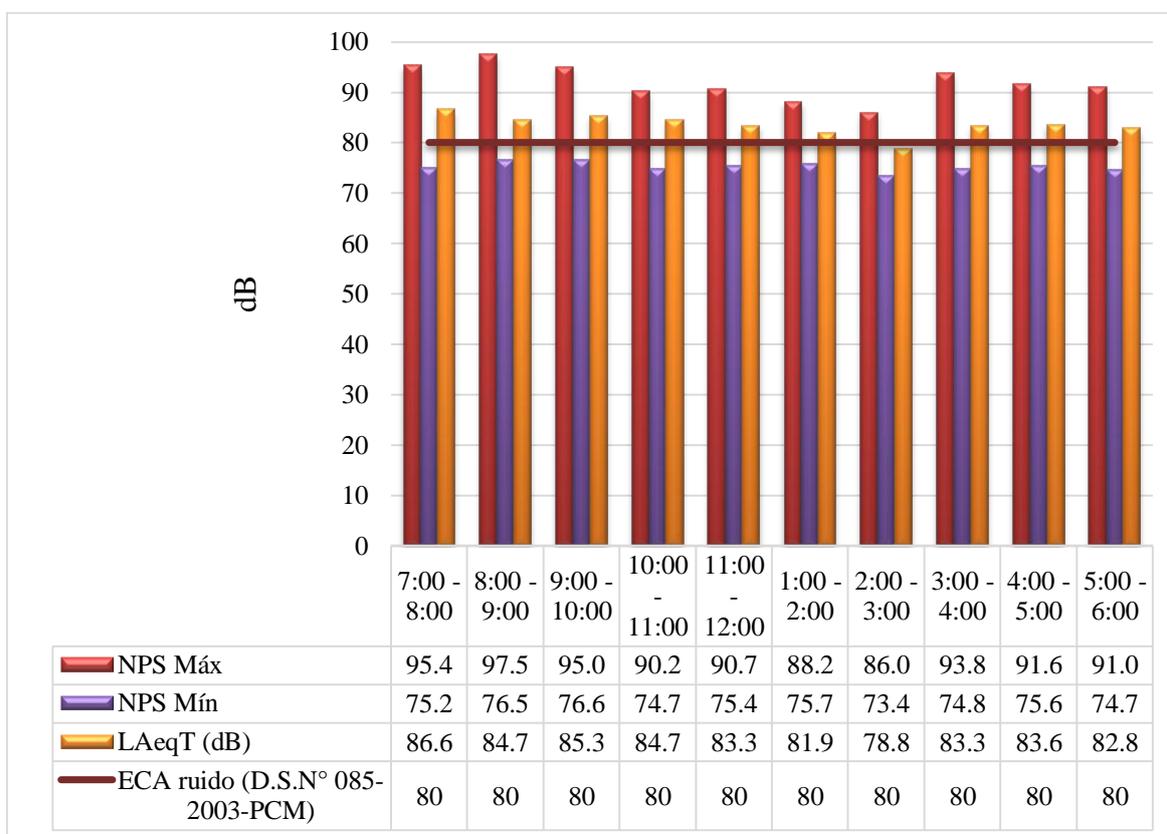


Figura 18. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM11ZI

En el PM11ZI que corresponde a la zona de aplicación industrial, se ubica entre la intersección del Jr. Amazonas y Jr. Túpac Amaru, se aprecia un valor promedio máximo de 97,5 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 8:00 y 9:00 de la mañana y un valor promedio mínimo de 73,4 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 2:00 y 3:00 de la tarde, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 80 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa pero es un valor próximo al valor referencial establecido en el estándar de calidad ambiental para ruido.

Estos valores son atribuidos principalmente al ruido vehicular, puesto que la Av. Túpac Amaru es una vía destinada al tránsito de vehículos pesados y también constituye una de las avenidas más transitadas de la ciudad, además hay presencia de talleres de metal-mecánica, carpinterías y talleres de vulcanizado, como afirma Cruzado y Soto (2017) la presencia de vehículos de carga (buses, camiones, volquetes, tráiler, catarpilas) ocasiona que incrementen los valores de presión sonora de forma significativa, por otro lado Huaranga y Darwin (2016) afirman que la presencia de contaminación sonora es evidente en vías de alto y moderado tránsito vehicular; ocasionando riesgos significativos en la salud de las personas; asimismo como señalan Maqueda et al. (2010), Las personas expuestas al ruido de 82 dB, tienen 3 veces mayor riesgo de sufrir accidentes en el trabajo; además de vivir bajo los patrones del estrés, según Estrada (2015) señala que una exposición a 85 dB por tiempos mayores a 8 horas diarias, genera malestar, dolor de cabeza y estrés; además de sufrir sordera, tal como lo afirma Ganime et al. (2010) que el ruido de 92 dB (A) puede causar sordera definitiva a lo largo del tiempo, si la exposición excede tres horas por día. Al superar ampliamente el estándar de calidad ambiental es

necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999).

4.1.4. Zona mixta

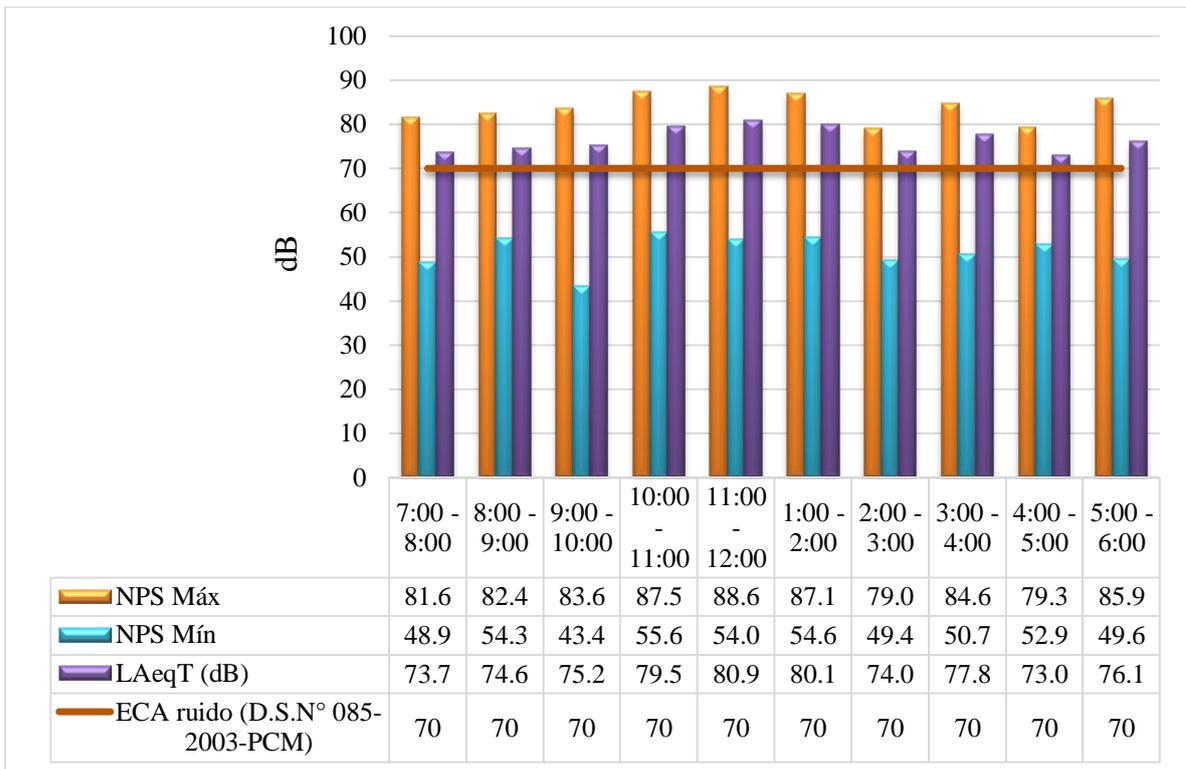


Figura 19. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM4ZM

En el PM4ZM que corresponde a la zona de aplicación mixta, ubicado en la intersección del Jr. Ayacucho y Jr. Sucre, se aprecia un valor promedio máximo de 88,6 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se registró entre las 11:00 y 12:00 de la mañana y un valor promedio mínimo de 43,4 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 9:00 y 10:00 de la mañana, para esta zona mixta se tomó en consideración el artículo 6 del D.S. N° 085-2003-PCM donde establece que en los lugares donde existan zonas mixtas se considerara el valor más bajo de la zona, para ello se asumió el valor referencial que corresponde a la zona comercial por ser predominante, al

ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 70 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa al valor referencial establecido en el estándar de calidad ambiental.

Los valores registrados en éste punto de monitoreo, son atribuidos a la presencia de establecimientos comerciales, minimarket, restaurants y cevicherías que son locales muy concurridos de la ciudad; en éste punto, durante el período de monitoreo se observó la presencia desordenada de vehículos automotores, uso de claxon excesivo, vehículos con tubo de escape ruidoso y una elevada afluencia peatonal, causas que son atribuidas al incremento del nivel de presión sonora, como menciona Sánchez (2015) la presencia de tránsito vehicular ocasiona el incremento del nivel de presión sonora, además Lobos (2008) afirma que los malos hábitos que muestran los conductores, el mal estado de los vehículos, uso excesivo de bocinas, son factores determinantes en la contaminación sonora. Cruzado y Soto (2017) afirman que la presencia de zonas comerciales son determinantes en la existencia de valores por encima a los 70 dB por la existencia de tráfico vehicular.

Al superar ampliamente el ECA es necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999).

Estrada (2015) señala que una exposición a 85 dB por tiempos mayores a 8 horas diarias, genera malestar, dolor de cabeza y estrés; lo cual representa un riesgo permanente para la población; es necesario, indicar que la presencia de nivel de ruido de 45 dB (A) produce un incremento en el período de latencia del sueño originando un estado de cansancio crónico, lo cual dificulta las actividades laborales, además de evidenciarse conductas como irritabilidad, labilidad emocional o ansiedad (Maqueda et al. 2010).

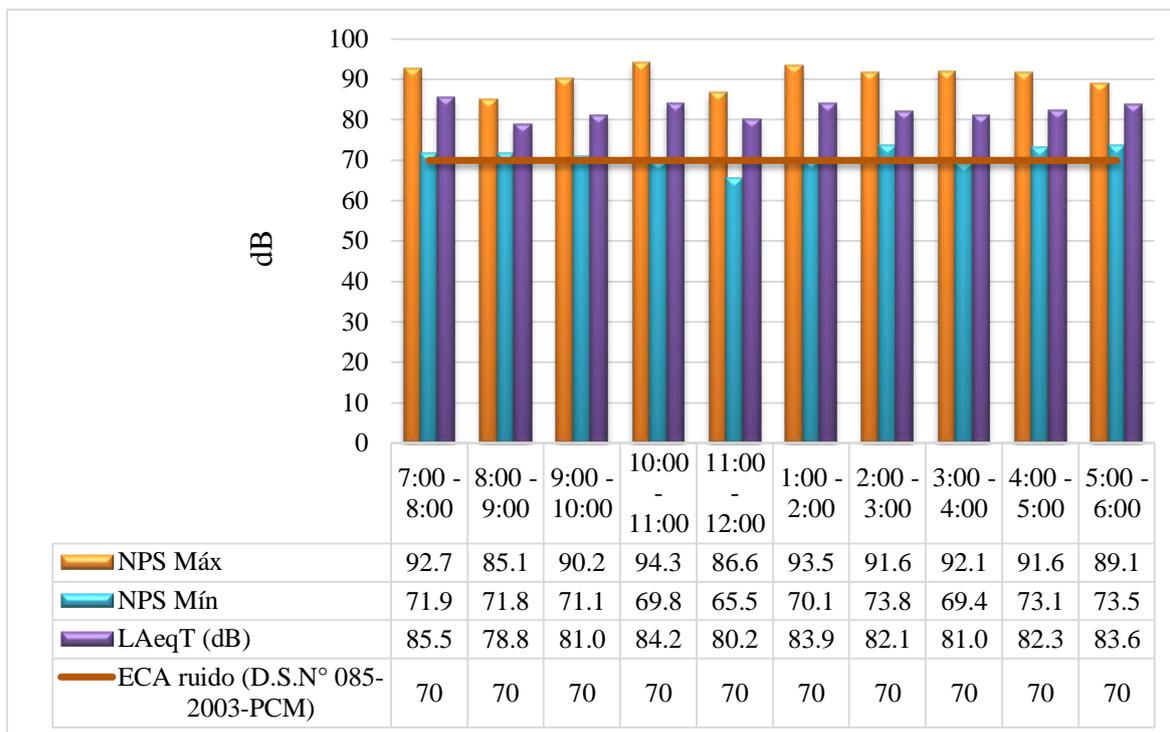


Figura 20. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM5ZM

En el PM5ZM que corresponde a la zona de aplicación mixta, ubicado en la intersección del Jr. José Gálvez y Jr. Pardo, se aprecia un valor promedio máximo de 94,3 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 10:00 y 11:00 de la mañana y un valor promedio mínimo de 65,5 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 11:00 y 12:00 de la mañana, para esta zona mixta se tomó en consideración el artículo 6 del D.S. N° 085-2003-PCM donde establece que en los lugares donde existan zonas mixtas se considerara el valor más bajo de la zona, para ello se asumió el valor referencial que corresponde a la zona comercial por ser predominante, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 70 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa pero es muy próximo al valor referencial establecido en el ECA.

La presencia de éstos valores son atribuidos principalmente al alto flujo vehicular, pues éste punto de monitoreo se encuentra ubicado en una de las esquinas de la plaza de armas de la ciudad de Celendín, al ser una zona restringida que no permite el parqueo de vehículos, la irresponsabilidad de algunos conductores que no respetan las señales de tránsito se estacionan en estas zonas no permitidas, los mismos que conllevan a generar un alto congestionamiento vehicular, agravando ésta situación los vehículos mal estacionados que reducen el espacio de circulación donde los conductores hacen un abuso del uso de claxon, además que durante el período de monitoreo se observó la circulación de vehículos con tubo de escape ruidoso, uso excesivo de claxon y en ésta zona también se encuentran locales comerciales, boticas, farmacias, institución educativa de nivel inicial, restaurantes, vendedores ambulantes de helados y caña; Cárdenas (2013), afirma que la presencia de centros comerciales que no cuentan con zonas de parqueo y se emplazan en zonas de mayor circulación vial, ocasiona que los conductores hagan uso excesivo de claxon generando el incremento de ruido; por otro lado, Ramírez y Domínguez (2015) mencionan que la carencia de una planificación en el esquema vial ocasiona desordenes que se ven reflejados en los altos índices de valores de ruido que son perjudiciales para la salud de la personas y para el equilibrio y desarrollo económico de las ciudades; todo ello hace que los niveles de presión sonora superen ampliamente el Estándar de Calidad Ambiental siendo necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999); las personas sometidas a niveles de ruido superiores a 85 dB (A), presentan problemas cardiovasculares, neurológicos y digestivos (Recio et al. 2016); además, Estrada (2015) señala que una exposición a 85 dB por tiempos mayores a 8 horas diarias, genera malestar, dolor de cabeza y estrés.

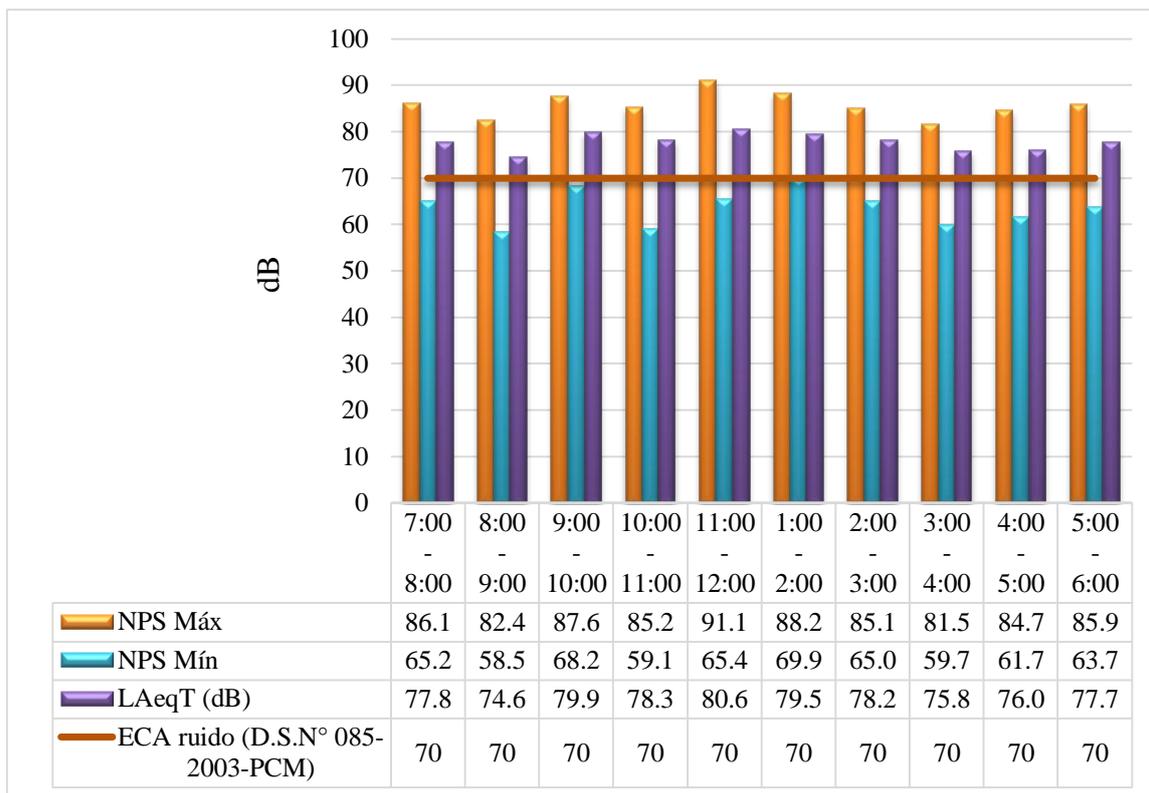


Figura 21. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM10ZM

En el PM10ZM que corresponde a la zona de aplicación mixta, se aprecia un valor promedio máximo de 91,1 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 11:00 y 12:00 de la mañana y un valor promedio mínimo de 58,5 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 8:00 y 9:00 de la mañana, para esta zona mixta se tomó en consideración el artículo 6 del D.S. N° 085-2003-PCM donde establece que en los lugares donde existan zonas mixtas se considerara el valor más bajo de la zona, para ello se asumió el valor referencial que corresponde a la zona comercial por ser predominante, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 70 dB lo contrario sucede con el NPS Mín que no sobrepasa al valor referencial establecido en el estándar de calidad ambiental.

Este punto de monitoreo se encuentra en la intersección del Jr. Cáceres y Av. Amazonas (ovalito Augusto Gil), en ella los valores registrados son atribuidos principalmente al flujo vehicular y a la utilización de éste espacio como zona de embarque y desembarque de pasajeros que hacen uso del servicio de colectivo hacia la ciudad de Cajamarca. Durante el periodo de monitoreo se observó una elevada afluencia peatonal y un desorden deliberado de los llenadores de carros quienes generan un ruido excesivo, sumado el desorden que provocan los vehículos, donde los conductores hacen uso excesivo de claxon; además en esta zona hay presencia de boticas, farmacias, restaurantes, tiendas comerciales que ocasionan que la población haga uso de estos establecimientos, cruzando la vía intempestivamente lo que provoca que los conductores hagan el uso recurrente del claxon; Lobos (2008), menciona que los principales agentes de contaminación por ruido, se debe a los malos hábitos de manejo que practican los conductores, tales como el exceso de velocidad, silenciadores en mal estado, exceso uso de bocinas, asimismo OEFA (2012) menciona que el incremento de los niveles de ruido responde a las emisiones de sonidos molestos, producto del tránsito del transporte público, taxis particulares, camionetas, transporte interprovincial y congestiónamiento de vías; asimismo, la falta de planificación en la gestión de la contaminación acústica, genera la presencia de valores entre 75 y 80 dB(A) (Dintrans, 2008); y la carencia de una planificación en el esquema vial ocasiona desordenes que se ven reflejados en los altos índices de valores de ruido que son perjudiciales para la salud de las personas y para el equilibrio y desarrollo económico de las ciudades (Ramírez y Domínguez, 2015).

Todo lo mencionado anteriormente hace que los niveles de presión sonora superen ampliamente el ECA siendo necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999); además de regular y establecer paraderos definidos para la prestación de los servicios de transporte.

4.1.5. Zona de protección especial

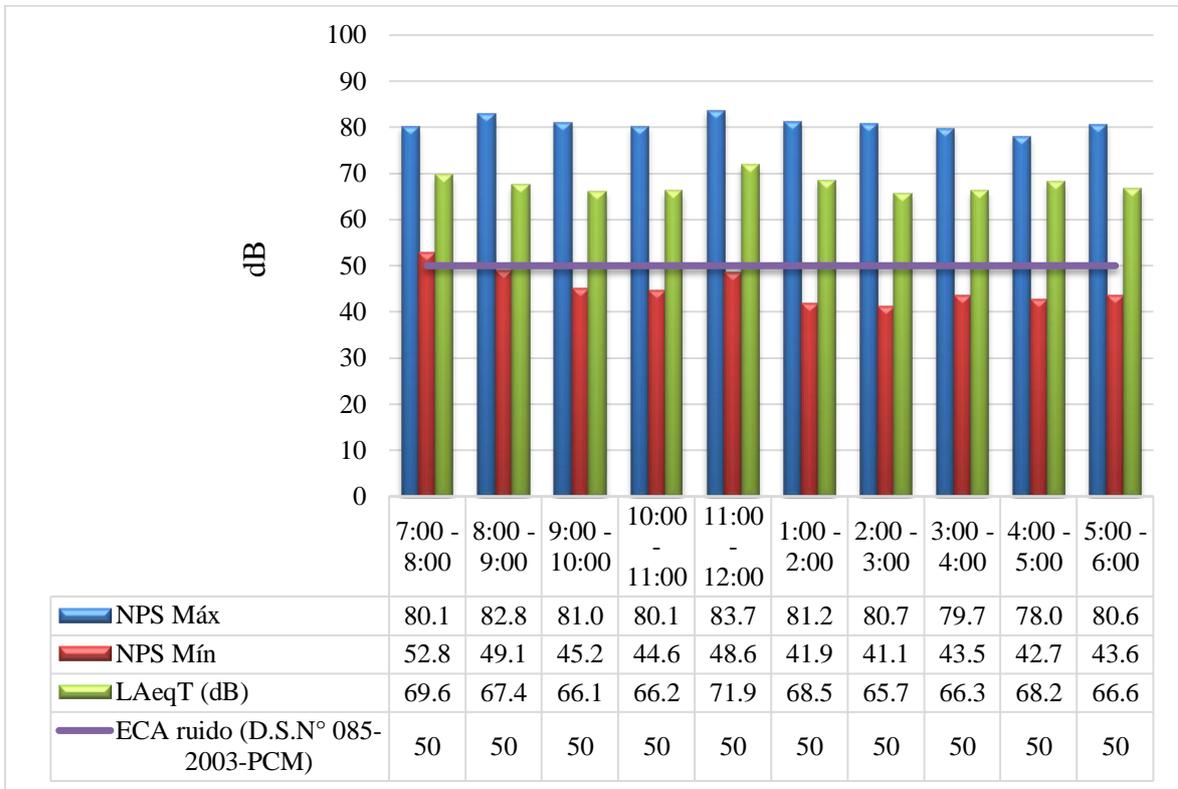


Figura 22. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM1ZE

En el PM1ZPE que corresponde a la zona de protección especial, ubicado en la intersección del Jr. Dos de Mayo y Psje. El Tecnológico, se aprecia un valor promedio máximo de 83,7 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 11:00 y 12:00 de la mañana y un valor promedio mínimo de 41,1 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 2:00 y 3:00 de la tarde, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 50 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa al valor referencial establecido en el ECA.

Estos valores registrados, son atribuidos al flujo vehicular, por ser una vía de salida hacia las localidades de la parte norte de la provincia de Celendín y al centro turístico Llanguat el que es muy concurrido, al estar próximo a una institución de educación inicial y al instituto superior tecnológico hay una afluencia vehicular principalmente de vehículos automotores menores, como menciona Baca y Seminario (2012), la presencia de un espacio utilizado como ingreso a instituciones educativas, genera una tendencia en la variación de niveles de presión sonora incrementando considerablemente el ruido debiéndose al tránsito vehicular y peatonal, todo ello hace que los niveles de presión sonora superen ampliamente el ECA siendo necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos en la salud OMS (1999) por ser considerado una zona de protección especial.

Debido a lo mencionado por González y Fernández (2014) quienes afirman que la exposición por encima de 70 dB puede aumentar el comportamiento agresivo y la exposición prolongada por más de 5 horas diarias, genera deterioro de la audición. Además Estrada (2015) señala que una exposición a 85 dB por tiempos mayores a 8 horas diarias, genera malestar, dolor de cabeza y estrés, lo cual representa un riesgo en el desarrollo de las actividades de la población de Celendín.

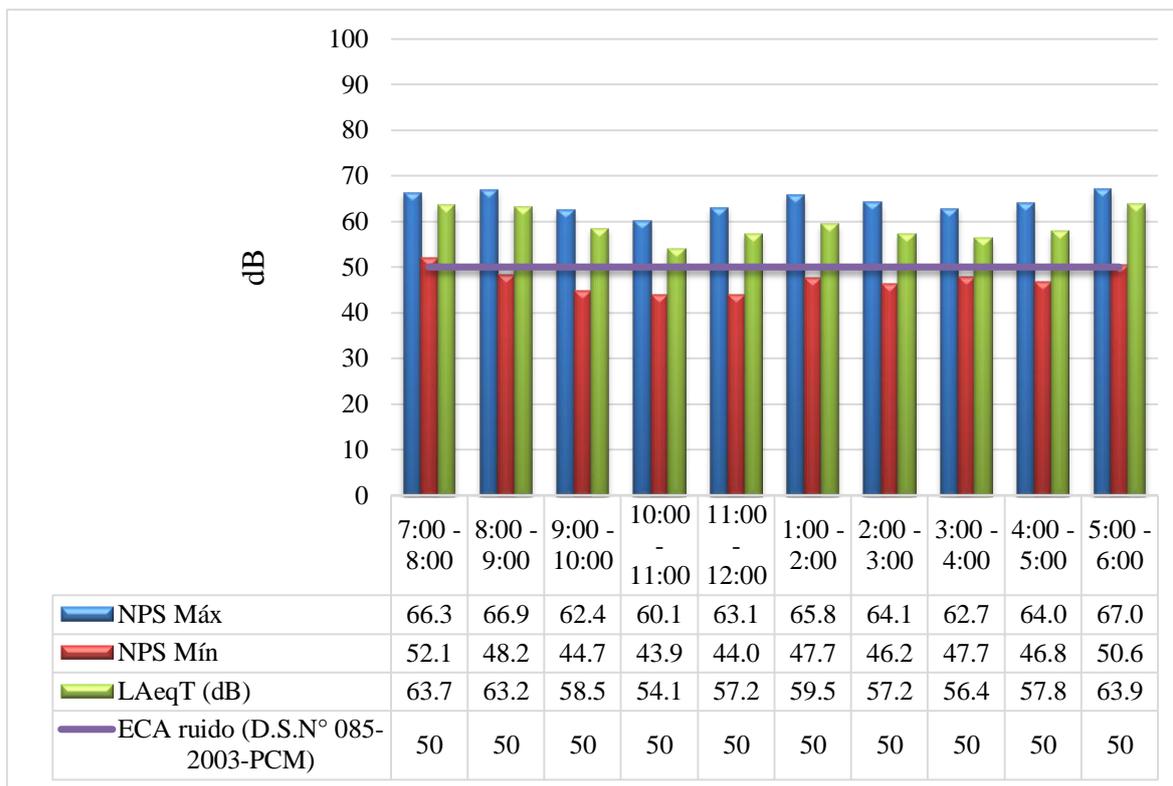


Figura 23. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM2ZE

En el PM2ZPE que corresponde a la zona de protección especial, ubicado en la intersección del Jr. Dos de Mayo y el Psje El Obrero, se aprecia un valor promedio máximo de 67,0 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 5:00 y 6:00 de la tarde y un valor promedio mínimo de 43,9 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 10:00 y 11:00 de la mañana, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 50 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa al valor referencial establecido en el ECA.

Estos valores son atribuidos al flujo vehicular principalmente de vehículos automotores menores por encontrarse el instituto superior pedagógico público AMM, institución educativa de nivel inicial aplicación AMM, institución educativa de nivel primario

aplicación AMM y el colegio secundario Coronel Cortegana, por lo que se requiere de servicios de transporte local incrementando el flujo vehicular, como menciona Baca y Seminario (2012), la presencia de un espacio utilizado como ingreso instituciones educativas, genera una tendencia en la variación de niveles de presión sonora incrementando considerablemente el ruido debiéndose al tránsito vehicular y peatonal, todo ello hace que los niveles de presión sonora superen ampliamente el ECA siendo necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999) por ser considerado una zona de protección especial.

En éste punto de monitoreo se evidencia los valores más bajos respecto a los puntos monitoreados; pero es necesario indicar que el valor promedio máximo de 67,0 dB (A), excede el Estándar de Calidad Ambiental para ruido; existe evidencias en estudios anteriores que una exposición a un nivel de ruido de 45 dB (A) produce un incremento en el período de latencia del sueño originando un estado de cansancio crónico, lo cual dificulta las actividades laborales, además de evidenciarse conductas como irritabilidad, labilidad emocional o ansiedad (Maqueda et al. 2010); además, personas sometidas a ruidos de niveles mayores que 60 dB, las reacciones más frecuentes son: aceleración de la respiración y del pulso, aumento de la presión arterial, gastritis o colitis, problemas neuromusculares que ocasionan dolor y falta de coordinación, disminución de la visión nocturna, aumento de la fatiga y dificultad para dormir (Anónimo, 2009).

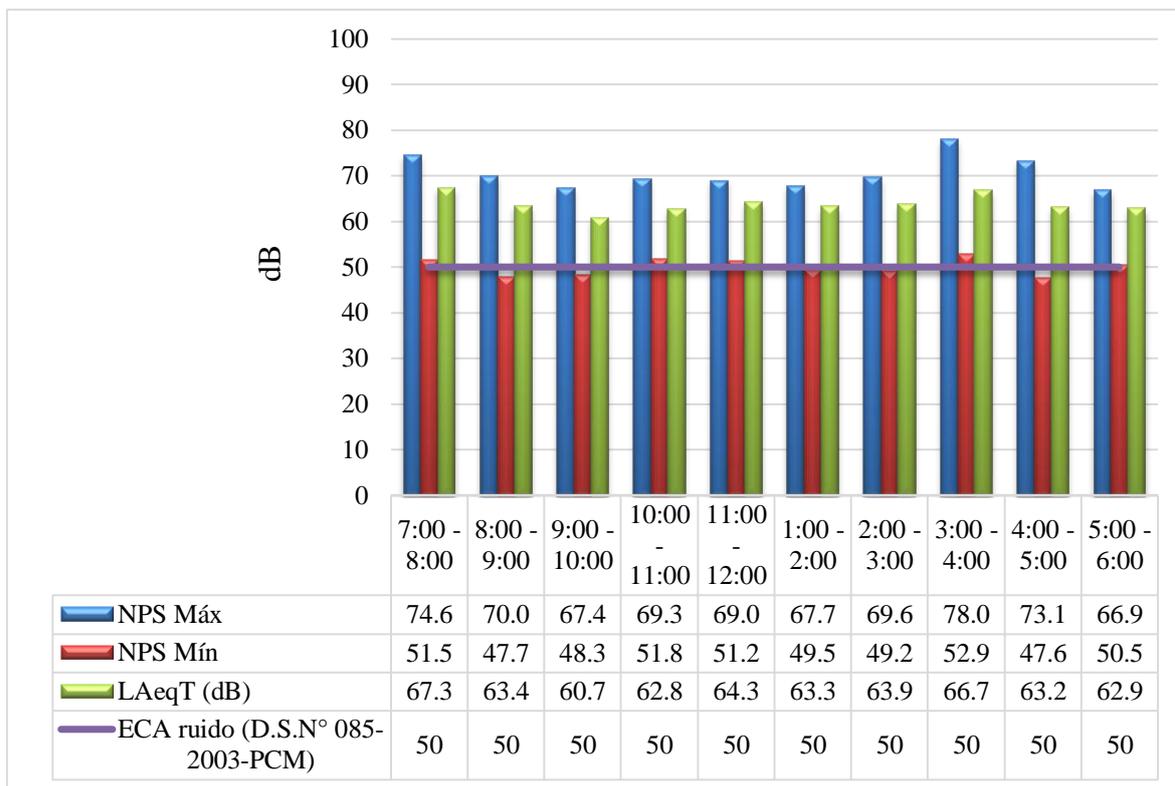


Figura 24. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM6ZE

En el PM6ZPE que corresponde a la zona de protección especial, ubicado en la intersección del Jr. Ayacucho y el Jr. Grau, se aprecia un valor promedio máximo de 78,0 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 3:00 y 4:00 de la tarde y un valor promedio mínimo de 47,6 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 4:00 y 5:00 de la tarde, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 50 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa pero se encuentra muy próximo al valor referencial establecido en el ECA.

Este valor promedio máximo, es atribuido principalmente al flujo vehicular de unidades motorizadas menores, próximos a éste punto se encuentra la institución educativa Nuestra Señora de Fátima, cooperativa de ahorro y crédito Celendín y consultorios médicos

privados, sumado a ello un flujo peatonal considerable, Cárdenas (2013), afirma que la presencia de centros comerciales que no cuentan con zonas de parqueo y se emplazan en zonas de mayor circulación vial, ocasiona que los conductores hagan uso excesivo de claxon generando el incremento de ruido.

Al encontrarse cerca a éste punto de monitoreo, la Institución Educativa Nuestra señora de Fátima; se encuentra en constante riesgo por la presencia de valores que exceden los estándares de calidad ambiental para ruido; González y Fernández (2014) afirman que la exposición prolongada de ruido por encima de 70 dB, por más de 5 horas diarias, genera deterioro de la audición y puede aumentar el comportamiento agresivo; además, como afirma (Ripoll, 2010) el ruido posee propiedades estimulantes a la vez que trastorna los procesos cognitivos; los niños son la población de mayor riesgo para éste efecto nocivo; la exposición a ruidos que sobrepasan los 65 dB se ven reflejados en la disminución del rendimiento, además la memoria a corto plazo y secuencial se ve disminuido en presencia de ruido. Todo ello hace que los niveles de presión sonora superen ampliamente el ECA siendo necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999) por ser considerado una zona de protección especial.

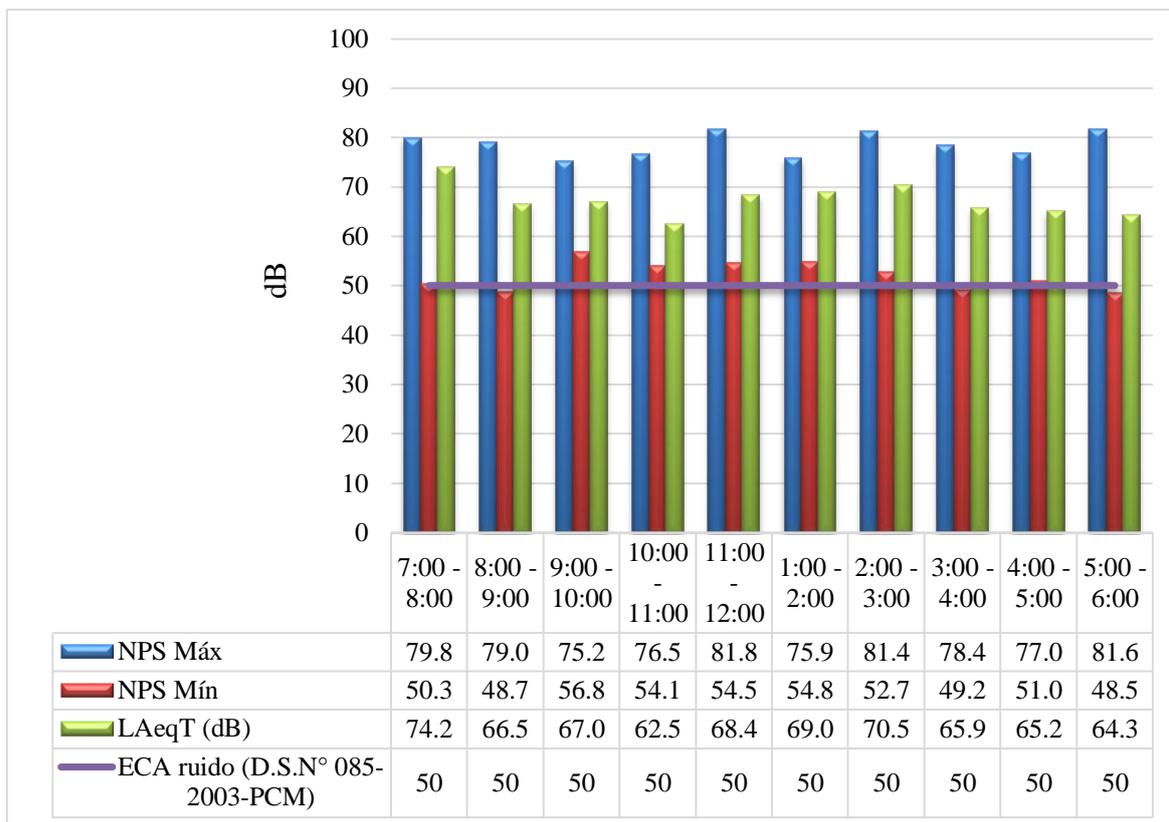


Figura 25. Valores promedios de nivel de ruido máximos, mínimos, equivalentes en el PM7ZE

En el PM7ZPE que corresponde a la zona de protección especial, ubicado en la intersección del Jr. Salaverry y Av. Túpac Amaru, se aprecia un valor promedio máximo de 81,8 dB que corresponde al NPS Max el mismo que se encuentra entre las 11:00 y 12:00 de la mañana y un valor promedio mínimo de 48,5 dB que corresponde al NPS Min el mismo que se encuentra entre las 5:00 y 6:00 de la tarde, al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) el valor promedio del NPS Max sobrepasa significativamente el valor referencial de 50 dB lo contrario sucede con el NPS Min que no sobrepasa, pero se encuentra muy próximo al valor referencial establecido en el ECA.

Estos valores son atribuidos principalmente al flujo vehicular, éste punto de monitoreo se encuentra en la avenida Túpac Amaru, por lo que en el período de monitoreo se observó

un considerable flujo vehicular; próximo a éste punto de monitoreo se encuentra las instalaciones de ESSALUD, hospital de apoyo Celendín, Red III de Salud, clínicas privadas, consultorios médicos privados, sumado a ello un flujo peatonal considerable, como menciona Huaranga y Darwin (2016) el registro considerable de nivel de presión sonora alta, corresponde a la presencia de vías con alto y moderado tráfico vehicular, asimismo Cruzado y Soto (2017) afirma que la presencia de comercio ocasiona la presencia de tráfico vehicular generado por buses, camiones, volquetes, tráiler y catarpilas.

Es necesario indicar, que éste punto alberga la mayor cantidad de personas vulnerables, tal como lo señala Mestre (2008) “Se considera personas vulnerables, a aquellas que presentan cuadros de enfermedad o problemas médicos específicos, como la hipertensión; las personas hospitalizadas o convalecientes en casa; individuos que realizan tareas cognitivas complejas; ciegos, sordos, fetos, bebés, niños pequeños y ancianos en general”. Todo ello hace que los niveles de presión sonora superen ampliamente el ECA siendo necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999) por ser considerado una zona de protección especial.

4.2 EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL

La evaluación del riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín; se trabajó con la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del Ministerio del Ambiente, adecuando criterios según la revisión teórica y de antecedentes en el marco de la contaminación sonora; para ello, en la identificación de escenarios, estimación de consecuencias y evaluación del riesgo se trabajó por zonas de aplicación y finalmente se evaluó el riesgo de forma total en la ciudad de Celendín.

4.2.1 Evaluación del riesgo ambiental para la zona de aplicación residencial

4.2.1.1 Estimación de la probabilidad de ocurrencia

Tabla 22. Porcentajes de excedencia en la zona de aplicación residencial

Zona de aplicación	Punto de monitoreo	ECA (Según D.S. N° 085-2003-PCM)	Número de datos que exceden el ECA	Porcentaje de excedencia (%)
Zona residencial	PM12ZR	60 dB	40	100

Los valores promedio evaluados en el PM12ZR, se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental en un 100%, determinándose altamente probable de ocurrir, asignándole un valor de 4; en relación a la tabla N° 13; en la cual se presentan los criterios de estimación.

Al existir valores por encima a los 60 dB establecido como valor permisible en el estándar de calidad ambiental (D.S. N° 085-2003-PCM), su probabilidad de ocurrencia es alta, teniendo en consideración lo observado en el monitoreo de ruido, la sistematización de los datos y los rangos de probabilidad (> a una vez por semana y < a una vez por mes); debido a la circulación vial desordenado, uso de claxon, entre otros.

Como lo menciona Lobos (2008) el alto número de vehículos que componen el parque automotor de la ciudad, es el principal agente contaminante de ruido; además como afirma Flores y Ruilova (2014) la presencia de valores excedentes, se debe generalmente a la circulación de vehículos y al uso excesivo del claxon.

Asimismo teniendo en consideración los antecedentes citados por Gutiérrez (2017), quien señala que en la ciudad de Celendín existe el 58,7% de valores que exceden el ECA, lo cual determina la probabilidad de ocurrencia asumida en ésta investigación. Es necesario citar que según González et al. (2009), el flujo del tránsito o intensidad del tránsito; es decir, la cantidad de vehículos por hora; tiene una incidencia directa en el ruido.

4.2.1.2 Estimación de consecuencias

- Entorno humano

Los valores y criterios que a continuación se presentan, obedecen a la asignación numérica de la identificación de escenarios según rangos de los límites para el entorno humano.

Tabla 23. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA

Zona de aplicación	dB promedios	Población afectada	Extensión
Zona residencial	71,6	Más de 100 personas	Radio >51 y < 274

Tabla 24. Valores asignados para la ERA – entorno humano

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona residencial	3	3	2	4

- Entorno natural

Tabla 25. Valores asignados para la ERA – entorno natural

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio
Zona residencial	3	3	2	3

- Entorno socioeconómico

Tabla 26. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona residencial	3	3	2	3

Una vez obtenidos los valores asignados, aplicamos la fórmula de valoración de consecuencias, según los escenarios identificados, en relación a la tabla 18 de estimación de gravedad de consecuencias.

Tabla 27. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias

Zona de aplicación	Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad	Valor
Zona residencial	Entorno humano	3 + 2 (3) + 2	+ 4	15
	Entorno natural	3 + 2 (3) + 2	+ 3	14
	Entorno socioeconómico	3 + 2 (3) + 2	+ 3	14

Calculados los valores; asignamos un valor de ponderación; como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 28. Valoración de escenarios en los tres entornos

Zona de aplicación	Entorno	Valoración	Valor asignado
Zona residencial	Humano	15	4
	Natural	14	3
	Socioeconómico	14	3

Obtenidos los valores asignados en la probabilidad de ocurrencia y estimación de consecuencias en los tres entornos (humano, natural y socioeconómico); se procedió a ubicar los resultados en las tablas de doble entrada, denominándolos escenarios.

4.2.1.3 Estimación de riesgo ambiental

Tabla 29. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano

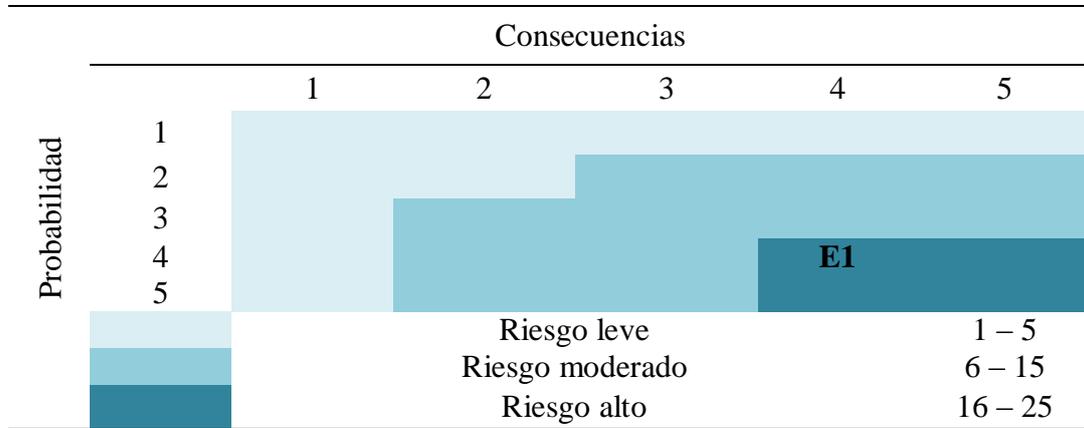


Tabla 30. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural

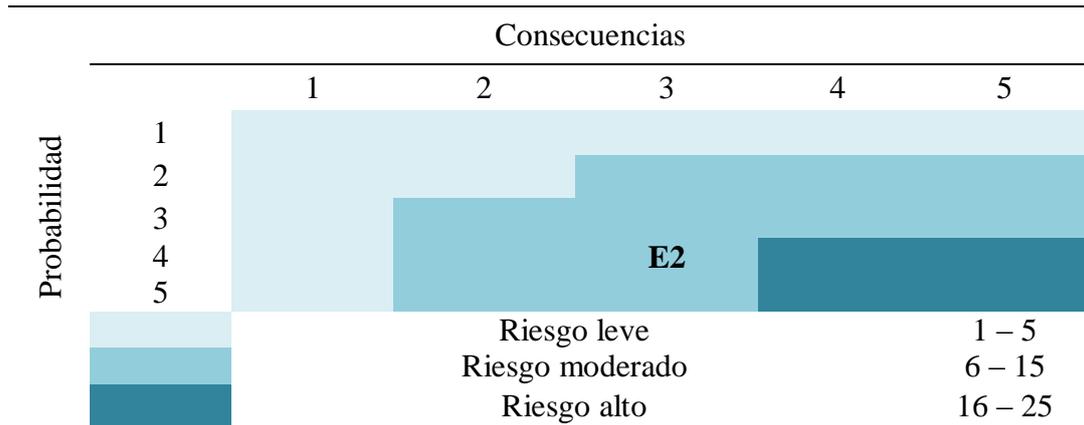
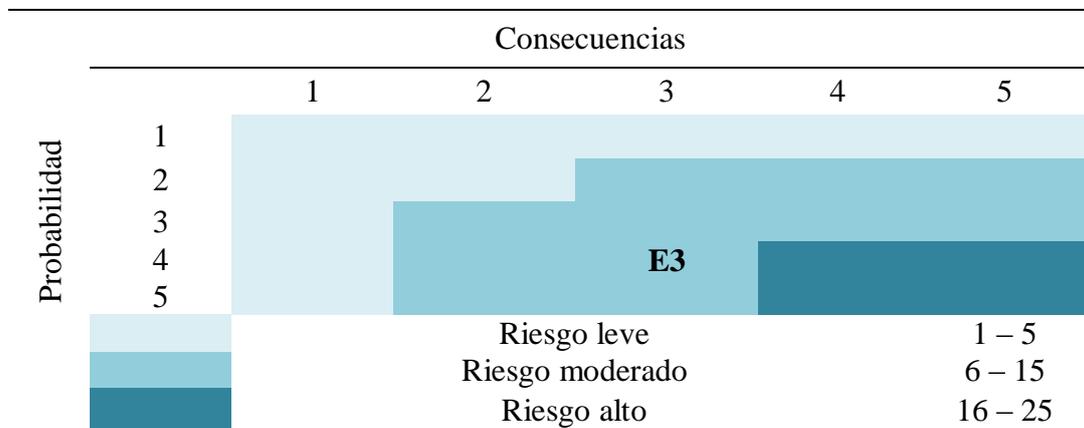


Tabla 31. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico



Una vez estimado el riesgo ambiental en la zona de aplicación residencial para cada entorno; se evaluó el riesgo, expresado en su equivalencia porcentual, realizando una sumatoria simple de las medias de los tres entornos; en concordancia con la tabla N° 21.

Tabla 32. Evaluación de riesgo ambiental

Zonas de aplicación	Sumatoria del valor matricial	Equivalencia porcentual (%)	Promedio (%)	Nivel de riesgo
Residencial	40	24 - 60	42	Riesgo Moderado

La zona residencial presenta un RIESGO MODERADO; lo cual indica la necesidad de adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999), además de ser necesario la implementación de medidas que regulen y controlen el nivel de presión sonora, ocasionado principalmente por el flujo vehicular intermitente y las actividades cotidianas propias de esta zona residencial.

Como menciona el OMS (1999), la exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas en las personas que viven en calles muy ruidosas. Asimismo, como mencionan Acosta, Aponte y otros (2008), la exposición al ruido ocasiona afectación al sistema nervioso, ocasionando tensiones que generan respuestas de irritabilidad y nerviosismo, síntomas claros de estrés.

4.2.2 Análisis del riesgo ambiental para la zona de aplicación comercial

4.2.2.1 Estimación de la probabilidad de ocurrencia

Tabla 33. Porcentajes de excedencia para la zona de aplicación comercial

Zona de aplicación	Punto de monitoreo	ECA (Según D.S. N° 085-2003-PCM)	Número de datos que exceden el ECA	Porcentaje de excedencia (%)
Zona comercial	PM8ZC	70 dB	33	82,5
	PM9ZC		12	30

Los valores promedio evaluados en el PM8ZC Y PM9ZC, se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental en un 82,5 y 30% respectivamente, determinándose altamente probable de ocurrir, asignándole un valor de 4; en relación a la tabla N° 13; en la cual se presentan los criterios de estimación.

Al existir valores por encima a los 70 dB establecido como valor permisible en el estándar de calidad ambiental (D.S. N° 085-2003-PCM), su probabilidad de ocurrencia es alta, teniendo en consideración lo observado en el monitoreo de ruido, la sistematización de los datos y los rangos de probabilidad (> a una vez por semana y < a una vez por mes); debido a la circulación vial desordenado, uso de claxon, entre otros.

Como lo menciona Lobos (2008) el alto número de vehículos que componen el parque automotor de la ciudad, es el principal agente contaminante de ruido.

La probabilidad de ocurrencia asumida en ésta investigación; corresponde a los antecedentes citados por Gutiérrez (2017), quien señala que en la ciudad de Celendín existe el 58,7% de valores que exceden el ECA; Dintrans (2008), en las vías de circulación principal, existe presencia de congestión vehicular, ocasionando el incremento del ruido por los motores encendidos, uso de freno y uso de claxon y como afirma Lobos (2008) el alto número de vehículos que componen el parque automotriz en una ciudad, es el principal agente contaminante de ruido, a esto sumamos los malos hábitos de conducción que demuestran los conductores, tales como, exceso de velocidad, silenciadores en mal estado o modificados, el exceso de uso de bocinas.

4.2.2.2 Estimación de consecuencias

Entorno humano

Los valores y criterios que a continuación se presentan, obedecen a la asignación numérica de la identificación de escenarios según rangos de los límites para el entorno humano.

Tabla 34. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA

Zona de aplicación	dB promedios	Población afectada	Extensión
Zona comercial	70,6	Más de 100 personas	Radio >51 y < 274

Tabla 35. Valores asignados para la ERA – entorno humano

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona comercial	3	3	2	4

Entorno natural

Tabla 36. Valores asignados para la ERA - entorno natural

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio
Zona comercial	3	3	2	3

Entorno socioeconómico

Tabla 37. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona comercial	3	3	2	3

Una vez obtenidos los valores asignados, aplicamos la fórmula de valoración de consecuencias, según los escenarios identificados, en relación a la tabla 18 de estimación de gravedad de consecuencias.

Tabla 38. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias

Zona de aplicación	Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad	Valor
Zona comercial	Entorno humano	3 + 2 (3) + 2	+ 4	15
	Entorno natural	3 + 2 (3) + 2	+ 3	14
	Entorno socioeconómico	3 + 2 (3) + 2	+ 3	14

Calculados los valores; asignamos un valor de ponderación; como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 39. Valoración de escenarios en los tres entornos

Zona de aplicación	Entorno	Valoración	Valor asignado
Zona comercial	Humano	15	4
	Natural	14	3
	Socioeconómico	14	3

Obtenidos los valores asignados en la probabilidad de ocurrencia y estimación de consecuencias en los tres entornos (humano, natural y socioeconómico); se procedió a ubicar los resultados en las tablas de doble entrada, denominándolos escenarios.

4.2.2.3 Estimación de riesgo ambiental

Tabla 40. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano

		Consecuencias				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
		Riesgo leve			1 – 5	
		Riesgo moderado			6 – 15	
		Riesgo alto			16 – 25	

Tabla 41. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural

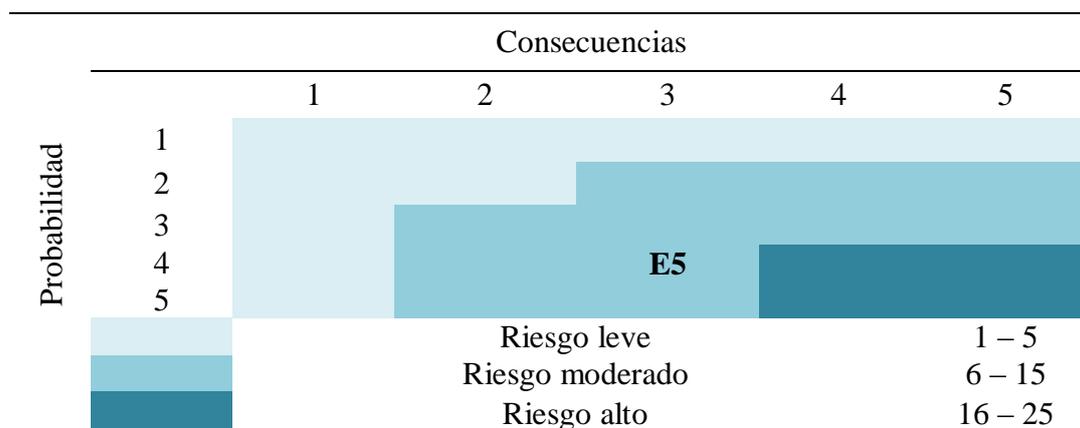
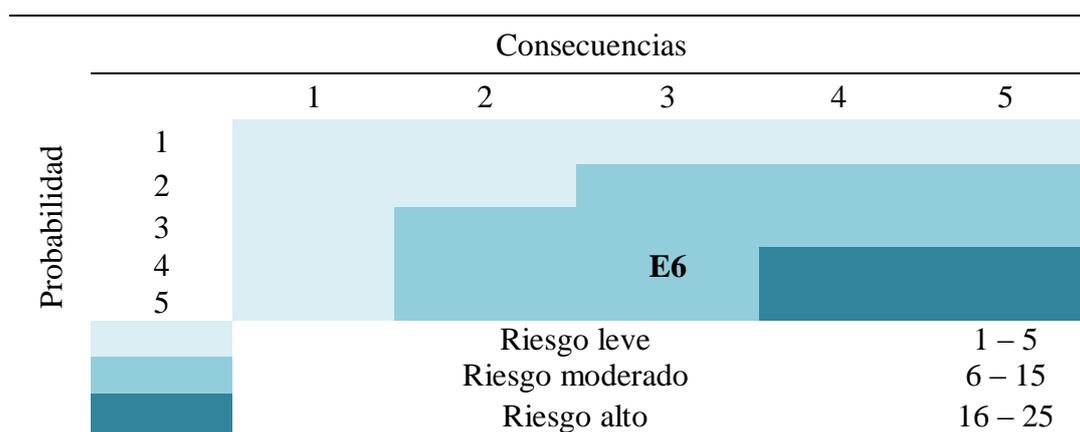


Tabla 42. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico



Una vez estimado el riesgo ambiental en la zona de aplicación comercial para cada entorno; se evaluó el riesgo, expresado en su equivalencia porcentual, realizando una sumatoria simple de las medias de los tres entornos; en concordancia con la tabla N° 21.

Tabla 43. Evaluación de riesgo ambiental

Zonas de aplicación	Sumatoria del valor matricial	Equivalencia porcentual (%)	Promedio (%)	Nivel de riesgo
Zona comercial	40	24 - 60	42	Riesgo Moderado

Al determinarse al nivel de ruido en la zona comercial como un RIESGO MODERADO es necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999), además de ser necesario la implementación de medidas que regulen y controlen el nivel de presión sonora, ocasionado principalmente por el flujo vehicular intermitente y las actividades cotidianas propias de esta zona comercial.

Como menciona el OMS (1999), la exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas en las personas que viven en calles muy ruidosas. Asimismo, como mencionan Acosta, Aponte y otros (2008), la exposición al ruido ocasiona afectación al sistema nervioso, ocasionando tensiones que generan respuestas de irritabilidad y nerviosismo, síntomas claros de estrés; por otro lado, como afirma Aleaga (2017) la exposición por más de dos horas continuas a niveles de ruido por encima de los 50 dB, genera un riesgo físico significativo; además de evidenciarse alteraciones en los niveles de algunas hormonas como aumento de adrenalina y noradrenalina (Ripoll, 2010).

4.2.3 Análisis del riesgo ambiental para la zona de aplicación industrial

4.2.3.1 Estimación de la probabilidad de ocurrencia

Tabla 44. Porcentajes de excedencia para la zona de aplicación industrial

Zona de aplicación	Punto de monitoreo	ECA (Según D.S. N° 085-2003-PCM)	Número de datos que exceden el ECA	Porcentaje de excedencia (%)
Zona industrial	PM3ZI	80 dB	31	77,5
	PM11ZI		29	72,5

Los valores promedio evaluados en el PM3ZI y PM11ZI, se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental en un 77,5 y 75,5%, determinándose altamente probable de ocurrir, asignándole un valor de 4; en relación a la tabla N° 13; en la cual se presentan los criterios de estimación.

Al existir valores por encima a los 80 dB establecido como valor permisible en el estándar de calidad ambiental (D.S. N° 085-2003-PCM), su probabilidad de ocurrencia es alta, teniendo en consideración lo observado en el monitoreo de ruido, la sistematización de los datos y los rangos de probabilidad (> a una vez por semana y < a una vez por mes); debido a la circulación vial desordenado, uso de claxon, entre otros.

Como lo menciona Lobos (2008) el alto número de vehículos que componen el parque automotor de la ciudad, es el principal agente contaminante de ruido; además como señala Cruzado y Soto (2017) la presencia de vehículos de carga (buses, camiones, volquetes, tráiler, catarpilas) ocasiona que incrementen los valores de presión sonora de forma significativa, por otro lado Huaranga y Darwin (2016) afirman que la presencia de contaminación sonora es evidente en vías de alto y moderado tránsito vehicular; asumiendo como probabilidad de ocurrencia de ruido alto a éste punto de monitoreo, teniendo en consideración los antecedentes citados anteriormente y los afirmados por Gutiérrez (2017), quien señala que en la ciudad de Celendín existe el 58,7% de valores que exceden el ECA.

4.2.3.2 Estimación de consecuencias

Entorno humano

Los valores y criterios que a continuación se presentan, obedecen a la asignación numérica de la identificación de escenarios según rangos de los límites para el entorno humano.

Tabla 45. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA

Zona de aplicación	dB promedios	Población afectada	Extensión
Zona industrial	81.9	Más de 100 personas	Radio >51 y < 274

Tabla 46. Valores asignados para la ERA - entorno humano

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona industrial	3	3	2	4

Entorno natural

Tabla 47. Valores asignados para la ERA – entorno natural

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio
Zona industrial	3	3	2	3

Entorno socioeconómico

Tabla 48. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona industrial	3	3	2	3

Una vez obtenidos los valores asignados, aplicamos la fórmula de valoración de consecuencias, según los escenarios identificados, en relación a la tabla 18 de estimación de gravedad de consecuencias.

Tabla 49. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias

Zona de aplicación	Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad	Valor
Zona industrial	Entorno humano	3 + 2 (3) + 2	+ 4	15
	Entorno natural	3 + 2 (3) + 2	+ 3	14
	Entorno socioeconómico	3 + 2 (3) + 2	+ 3	14

Calculados los valores; asignamos un valor de ponderación; como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 50. Valoración de escenarios en los tres entornos

Zona de aplicación	Entorno	Valoración	Valor asignado
Zona industrial	Humano	15	4
	Natural	14	3
	Socioeconómico	14	3

Obtenidos los valores asignados en la probabilidad de ocurrencia y estimación de consecuencias en los tres entornos (humano, natural y socioeconómico); se procedió a ubicar los resultados en las tablas de doble entrada, denominándolos escenarios.

4.2.3.3 Estimación de riesgo ambiental

Tabla 51. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano

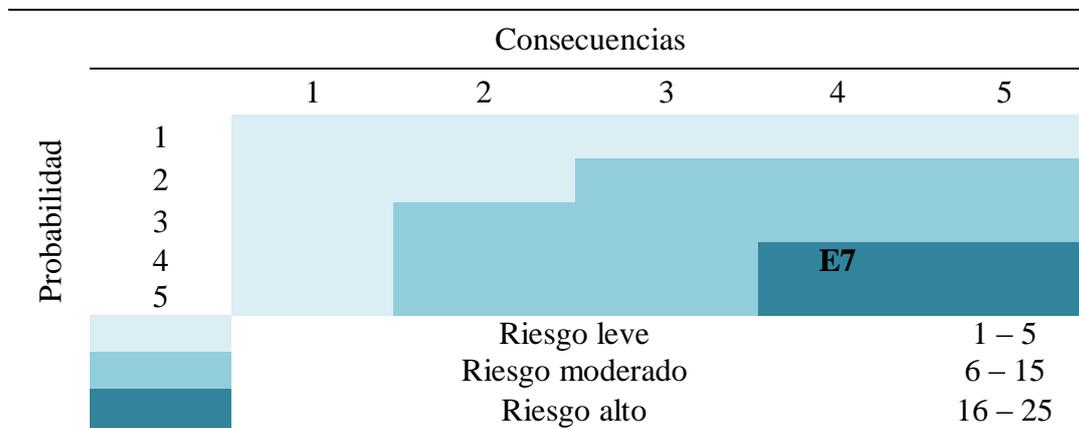


Tabla 52. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural

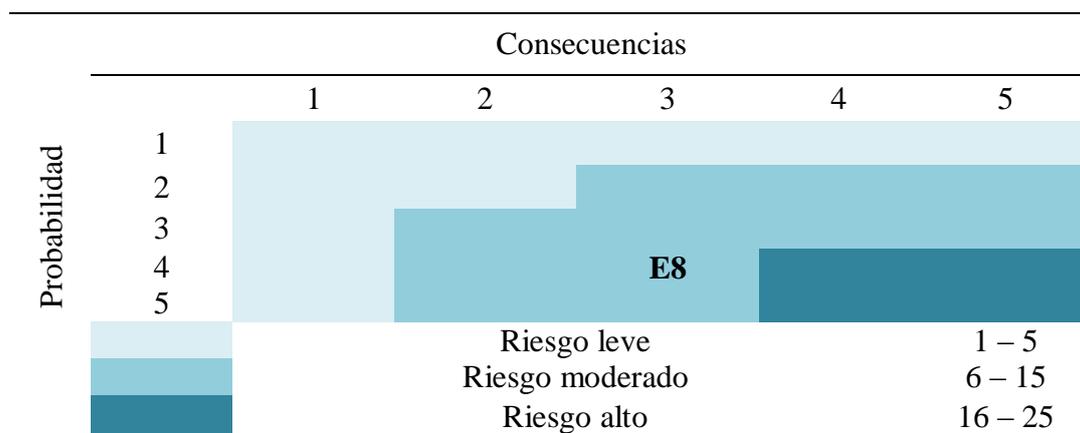
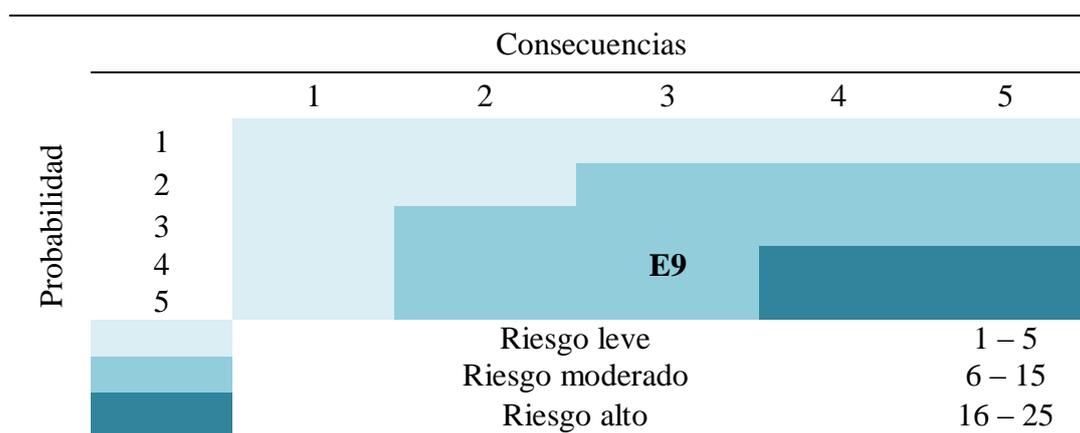


Tabla 53. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico



Una vez estimado el riesgo ambiental en la zona de aplicación industrial para cada entorno; se evaluó el riesgo, expresado en su equivalencia porcentual, realizando una sumatoria simple de las medias de los tres entornos; en concordancia con la tabla N° 21.

Tabla 54. Evaluación de riesgo ambiental

Zonas de aplicación	Sumatoria del valor matricial	Equivalencia porcentual (%)	Promedio (%)	Nivel de riesgo
Zona industrial	40	24 - 60	42	Riesgo Moderado

Al obtenerse el nivel de ruido en la zona industrial como un RIESGO MODERADO es necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999), además de ser necesario la implementación de medidas que regulen y controlen el nivel de presión sonora, ocasionado principalmente por el flujo vehicular intermitente y las actividades cotidianas propias de esta zona industrial; ocasionando riesgos significativos en la salud de las personas, como señalan Maqueda et al. (2010), Las personas expuestas al ruido de 82 dB, tienen 3 veces mayor riesgo de sufrir accidentes en el trabajo; además de vivir bajo los patrones del estrés, según Estrada (2015) señala que una exposición a 85 dB por tiempos mayores a 8 horas diarias, genera malestar, dolor de cabeza y estrés; además de sufrir sordera, tal como lo afirma Ganime et al. (2010) que el ruido de 92 dB (A) puede causar sordera definitiva a lo largo del tiempo, si la exposición excede tres horas por día.

Como menciona el OMS (1999), la exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas en las personas que viven en calles muy ruidosas. Asimismo, como mencionan Acosta, Aponte y otros (2008), la exposición al ruido ocasiona afectación al sistema nervioso, ocasionando tensiones que generan respuestas de irritabilidad y nerviosismo, síntomas claros de estrés.

4.2.4 Análisis del riesgo ambiental para la zona de aplicación mixta

4.2.4.1 Estimación de la probabilidad de ocurrencia

Tabla 55. Porcentajes de excedencia para la zona de aplicación mixta

Zona de aplicación	Punto de monitoreo	ECA (Según D.S. N° 085-2003-PCM)	Número de datos que exceden el ECA	Porcentaje de excedencia (%)
	PM4ZM		35	87,5
Zona mixta	PM5ZM	70 dB	39	97,5
	PM10ZM		38	95

Los valores promedio evaluados en el PM4ZM, PM5ZM y PM10ZM, se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental en un 87,5; 97,5 y 95,0% respectivamente, determinándose altamente probable de ocurrir, asignándole un valor de 4; en relación a la tabla N° 13; en la cual se presentan los criterios de estimación.

Al existir valores por encima a los 70 dB establecido como valor permisible en el estándar de calidad ambiental (D.S. N° 085-2003-PCM), su probabilidad de ocurrencia es alta, teniendo en consideración lo observado en el monitoreo de ruido, la sistematización de los datos y los rangos de probabilidad (> a una vez por semana y < a una vez por mes); debido a la circulación vial desordenado, uso de claxon, entre otros.

Asimismo teniendo en consideración los antecedentes citados por Gutiérrez (2017), quien señala que en la ciudad de Celendín existe el 58,7% de valores que exceden el ECA determinan la probabilidad de ocurrencia asumida en ésta investigación; como menciona Sánchez (2015) la presencia de tránsito vehicular ocasiona el incremento del nivel de presión sonora, además Lobos (2008) afirma que los malos hábitos que muestran los conductores, el mal estado de los vehículos, uso excesivo de bocinas, son factores determinantes en la contaminación sonora. Cruzado y Soto (2017) afirman que la presencia de zonas comerciales son determinantes en la existencia de valores por encima a los 70 dB por la existencia de tráfico vehicular.

4.2.4.2 Estimación de consecuencias

Entorno humano

Los valores y criterios que a continuación se presentan, obedecen a la asignación numérica de la identificación de escenarios según rangos de los límites para el entorno humano.

Tabla 56. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA

Zona de aplicación	dB promedios	Población afectada	Extensión
Zona mixta	79.2	Más de 100 personas	Radio >51 y < 274

Tabla 57. Valores asignados para la ERA – entorno humano

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona mixta	3	3	2	4

Entorno natural

Tabla 58. Valores asignados para la ERA – entorno natural

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio
Zona mixta	3	3	2	3

Entorno socioeconómico

Tabla 59. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona mixta	3	3	2	3

Una vez obtenidos los valores asignados, aplicamos la fórmula de valoración de consecuencias, según los escenarios identificados, en relación a la tabla 18 de estimación de gravedad de consecuencias.

Tabla 60. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias

Zona de aplicación	Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad	Valor
Zona mixta	Entorno humano	3 + 2 (3) + 2	+ 4	15
	Entorno natural	3 + 2 (3) + 2	+ 3	14
	Entorno socioeconómico	3 + 2 (3) + 2	+ 3	14

Calculados los valores; asignamos un valor de ponderación; como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 61. Valoración de escenarios en los tres entornos

Zona de aplicación	Entorno	Valoración	Valor asignado
	Humano	15	4
Zona mixta	Natural	14	3
	Socioeconómico	14	3

Obtenidos los valores asignados en la probabilidad de ocurrencia y estimación de consecuencias en los tres entornos (humano, natural y socioeconómico); se procedió a ubicar los resultados en las tablas de doble entrada, denominándolos escenarios.

4.2.4.3 Estimación de riesgo ambiental

Tabla 62. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano

		Consecuencias				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
		Riesgo leve			1 – 5	
		Riesgo moderado			6 – 15	
		Riesgo alto			16 – 25	

Tabla 63. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural

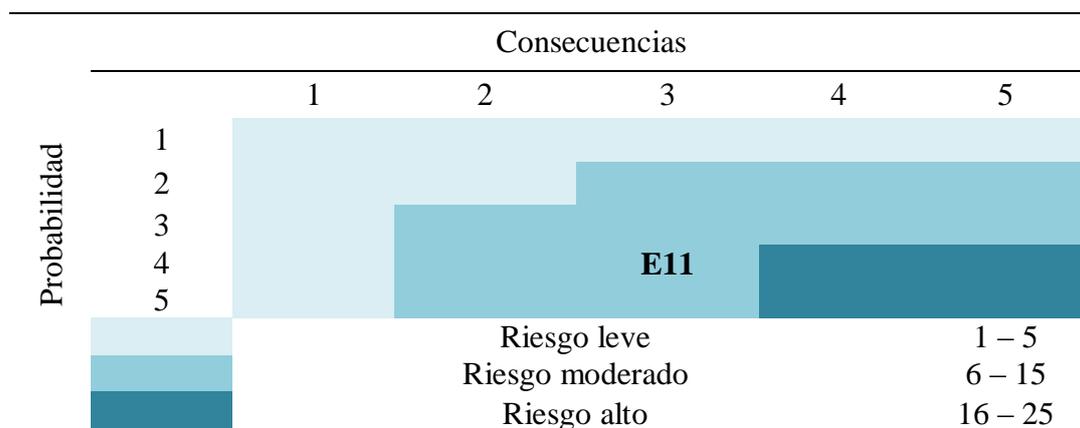
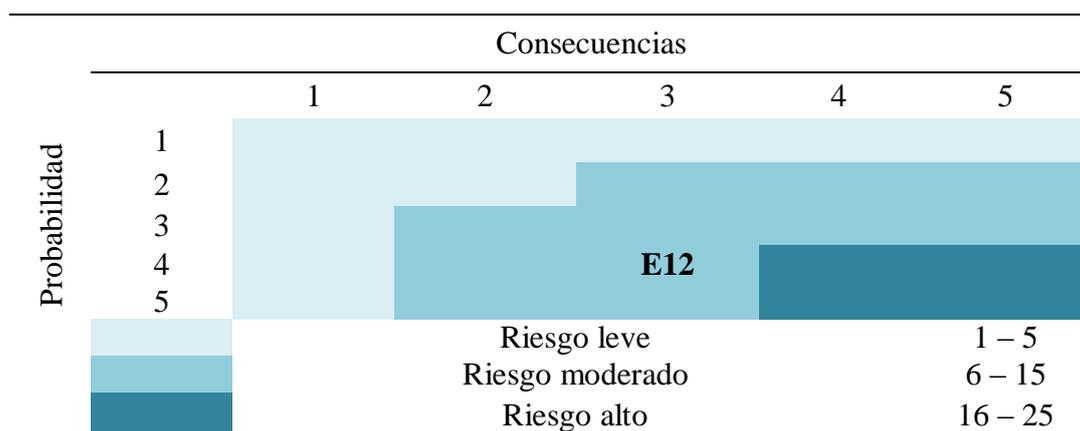


Tabla 64. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico



Una vez estimado el riesgo ambiental en la zona de aplicación residencial para cada entorno; se evaluó el riesgo, expresado en su equivalencia porcentual, realizando una sumatoria simple de las medias de los tres entornos; en concordancia con la tabla N° 21.

Tabla 65. Evaluación de riesgo ambiental

Zonas de aplicación	Sumatoria del valor matricial	Equivalencia porcentual (%)	Promedio (%)	Nivel de riesgo
Zona mixta	40	24 - 60	42	Riesgo Moderado

Al determinarse al nivel de ruido en la zona mixta como un RIESGO MODERADO es necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999), además de ser necesario la implementación de medidas que regulen y controlen el nivel de presión sonora, ocasionado principalmente por el flujo vehicular intermitente y las actividades cotidianas propias de esta zona mixta. Como menciona el OMS (1999), la exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas en las personas que viven en calles muy ruidosas. Estrada (2015) señala que una exposición a 85 dB por tiempos mayores a 8 horas diarias, genera malestar, dolor de cabeza y estrés; lo cual representa un riesgo permanente para la población; es necesario, indicar que la presencia de nivel de ruido de 45 dB (A) produce un incremento en el período de latencia del sueño originando un estado de cansancio crónico, lo cual dificulta las actividades laborales, además de evidenciarse conductas como irritabilidad, labilidad emocional o ansiedad (Maqueda et al. 2010).

4.2.5 Análisis del riesgo ambiental para la zona de aplicación protección especial

4.2.5.1 Estimación de la probabilidad de ocurrencia

Tabla 66. Porcentajes de excedencia para la zona de aplicación protección especial

Zona de aplicación	Punto de monitoreo	ECA (Según D.S. N° 085-2003-PCM)	Número de datos que exceden el ECA	Porcentaje de excedencia (%)
Zona de protección especial	PM1ZPE	50 dB	40	100
	PM2ZPE		36	90
	PM6ZPE		38	95
	PM7ZPE		40	100

Los valores promedio evaluados en el PM1ZPE, PM2ZPE, PM6ZPE y PM7ZPE, se encuentran por encima del estándar de calidad ambiental en un 100; 90; 95 y 100%

respectivamente, determinándose altamente probable de ocurrir, asignándole un valor de 4; en relación a la tabla N° 13; en la cual se presentan los criterios de estimación.

Al existir valores por encima a los 50 dB establecido como valor permisible en el estándar de calidad ambiental (D.S. N° 085-2003-PCM), su probabilidad de ocurrencia es alta, teniendo en consideración lo observado en el monitoreo de ruido, la sistematización de los datos y los rangos de probabilidad (> a una vez por semana y < a una vez por mes); debido a la circulación vial desordenado, uso de claxon, entre otros.

Como lo menciona Lobos (2008) el alto número de vehículos que componen el parque automotor de la ciudad, es el principal agente contaminante de ruido, además según lo afirmado por Cárdenas (2013), indica que la presencia de centros comerciales que no cuentan con zonas de parqueo y se emplazan en zonas de mayor circulación vial, ocasiona que los conductores hagan uso excesivo de claxon generando el incremento de ruido. Asimismo teniendo en consideración los antecedentes citados por Gutiérrez (2017), quien señala que en la ciudad de Celendín existe el 58,7% de valores que exceden el ECA determinada la probabilidad de ocurrencia asumida en ésta investigación.

4.2.5.2 Estimación de consecuencias

Entorno humano

Los valores y criterios que a continuación se presentan, obedecen a la asignación numérica de la identificación de escenarios según rangos de los límites para el entorno humano.

Tabla 67. Datos utilizados para la asignación de valores para la ERA

Zona de aplicación	dB promedios	Población afectada	Extensión
Zona de protección especial	64.1	Más de 100 personas	Radio >51 y < 274

Tabla 68. Valores asignados para la ERA - entorno humano

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona de protección especial	2	2	1	4

Entorno natural

Tabla 69. Valores asignados para la ERA – entorno natural

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio
Zona de protección especial	2	2	1	2

Entorno socioeconómico

Tabla 70. Valores asignados para la ERA – entorno socioeconómico

Zona de aplicación	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
Zona de protección especial	2	2	1	2

Una vez obtenidos los valores asignados, aplicamos la fórmula de valoración de consecuencias, según los escenarios identificados, en relación a la tabla 18 de estimación de gravedad de consecuencias.

Tabla 71. Valorización de la estimación de la gravedad de las consecuencias

Zona de aplicación	Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad	Valor
	Entorno humano	3 + 2 (2) + 1	+ 4	12
Zona de protección especial	Entorno natural	3 + 2 (2) + 1	+ 2	10
	Entorno socioeconómico	2 + 2 (2) + 1	+ 2	9

Calculados los valores; asignamos un valor de ponderación; como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 72. Valoración de escenarios en los tres entornos

Zona de aplicación	Entorno	Valoración	Valor asignado
Zona de protección especial	Humano	12	3
	Natural	10	2
	Socioeconómico	9	2

Obtenidos los valores asignados en la probabilidad de ocurrencia y estimación de consecuencias en los tres entornos (humano, natural y socioeconómico); se procedió a ubicar los resultados en las tablas de doble entrada, denominándolos escenarios.

4.2.5.3 Estimación de riesgo ambiental

Tabla 73. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno humano

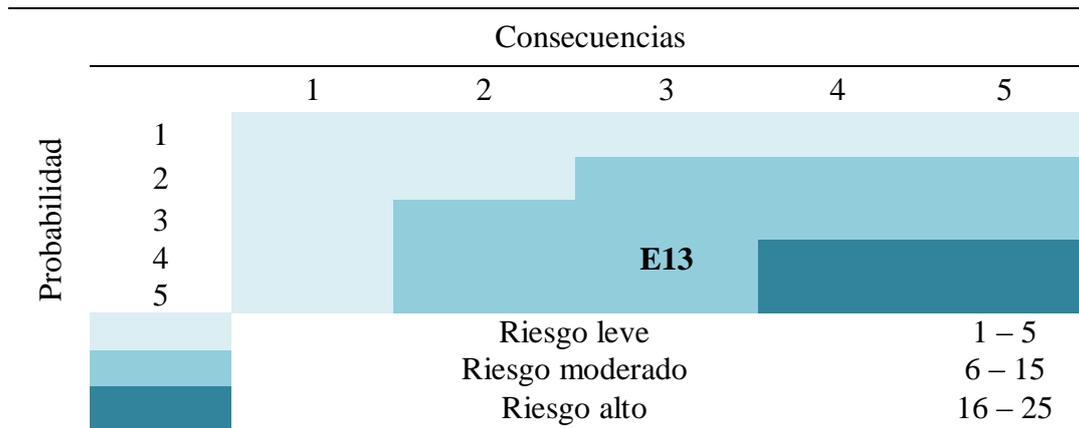


Tabla 74. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno natural

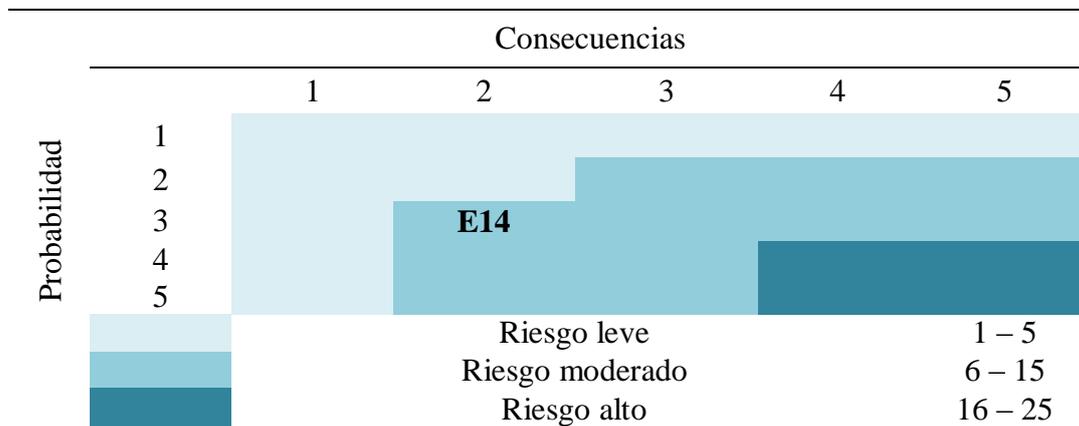
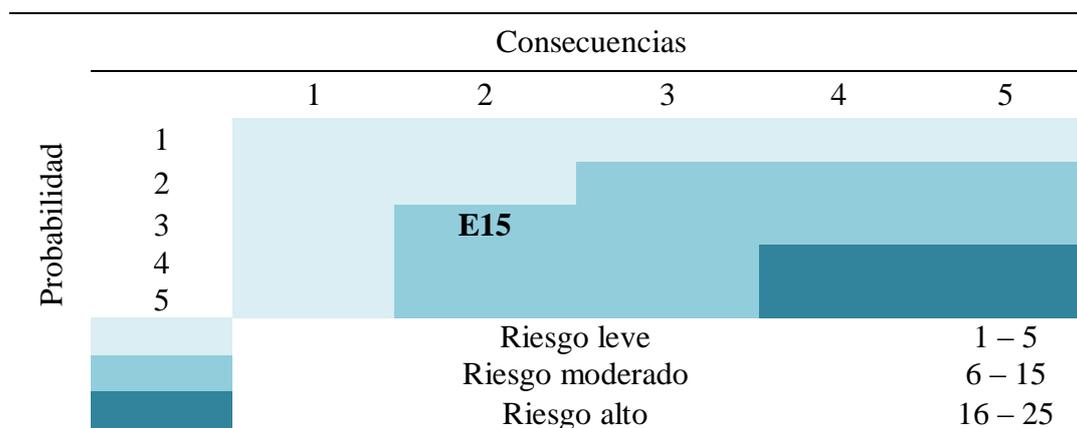


Tabla 75. Ubicación de escenario en el estimador de riesgo ambiental para el entorno socioeconómico



Una vez estimado el riesgo ambiental en la zona de protección especial para cada entorno; se evaluó el riesgo, expresado en su equivalencia porcentual, realizando una sumatoria simple de las medias de los tres entornos; en concordancia con la tabla N° 21.

Tabla 76. Evaluación de riesgo ambiental

Zona de aplicación	Sumatoria del valor matricial	Equivalencia porcentual (%)	Promedio (%)	Nivel de riesgo
De protección especial	24	24 - 60	42	Riesgo Moderado

La zona de protección especial, presenta un RIESGO MODERADO; siendo necesario adoptar medidas de control y mitigación de los efectos fisiológicos y psicológicos sobre la salud OMS (1999), además de ser necesario la implementación de medidas que regulen y controlen el nivel de presión sonora, ocasionado principalmente por el flujo vehicular intermitente y las actividades cotidianas propias de esta zona de protección especial.

Como menciona el OMS (1999), la exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas en las personas que viven en calles muy ruidosas. Asimismo, como mencionan Acosta, Aponte y otros (2008), la exposición al ruido ocasiona afectación al sistema nervioso, ocasionando tensiones que generan

respuestas de irritabilidad y nerviosismo, síntomas claros de estrés; personas sometidas a ruidos de niveles mayores que 60 dB, las reacciones más frecuentes son: aceleración de la respiración y del pulso, aumento de la presión arterial, gastritis o colitis, problemas neuromusculares que ocasionan dolor y falta de coordinación, disminución de la visión nocturna, aumento de la fatiga y dificultad para dormir (Anónimo, 2009).

4.3 Propuesta técnica para la mitigación y control de la contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín

Orozco y González (2012), en su artículo «La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades», mencionan que la importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades, radica en sus connotaciones como determinante de la calidad de vida de sus habitantes, dado los efectos que tiene para la salud y el bienestar de las personas. Avanzar en la regulación normativa, formular proyectos de investigación para conocer a mayor detalle los efectos por exposición a altos niveles de ruido y divulgar los resultados para crear conciencia del valor de construir ciudades acústicamente más saludables, es un reto que se debe asumir por parte de las autoridades y los actores sociales involucrados.

Es en este sentido; habiéndose desarrollado la investigación «Evaluación del riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín, Perú, 2017»; el cual concluye que existe un riesgo moderado de contaminación, debido a los valores que exceden los estándares de calidad ambiental para ruido; encontrándose valores que oscilan entre 64,1 dB en la zona de protección especial y 81,9 dB en la zona industrial; estos valores representan la presencia del tránsito desordenado, uso excesivo de claxon, altoparlantes de publicidad, entre otros.

Es necesaria la implementación de medidas de mitigación y control de la contaminación sonora; entendiendo que la contaminación sonora en Celendín, no sólo es causada por la presencia del ruido ocasionado por el parque automotor, sino por agentes como discotecas, pasacalles, actividades religiosas, aserraderos, centros procesadores de madera, talleres de metalmecánica, otros; que deberán ser reguladas bajo normativas aplicables y acciones de sensibilización en las instituciones, organizaciones y población en general. Bajo los lineamientos y criterios normativos:

- **Ley N° 28611, Ley general del ambiente**

Señala que, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente.

- **Política Nacional del Ambiente**

Título III, Integración de la legislación ambiental, Capítulo 3, Calidad ambiental, Art. 115°; las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar los ruidos y las vibraciones de las actividades que se encuentran bajo su regulación, de acuerdo a lo dispuesto en sus respectivas leyes de organización y funciones y Art. 115.2; los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los ECA.

- **Ley N° 26842. Ley General de Salud**

En el Art. 105° de la Ley General de Salud, establece que le corresponde a la Autoridad de Salud, 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.

- **Ley N° 27972. Ley Orgánica de Municipalidades**

De las competencias y funciones específicas de los gobiernos locales, Art. 80°.- Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, se encargan de regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

- **Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

Establece los ECA 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.

- **Título III, Del proceso de aplicación de los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido**

Capítulo 1, de la Gestión Ambiental de Ruido, Art. 12°, de los Planes de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora; las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales, elaborarán planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora con el objeto de establecer las políticas, estrategias y medidas necesarias para no exceder los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido.

- **Título II, De los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

Capítulo 1, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Art. 4°.- De los Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido; establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos ECAs consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios.

4.3.1. Formulación de propuestas

A. Causas de la generación de ruido

Las principales causas identificadas con respecto a la generación de los ruidos son:

- Tránsito desordenado, por la carencia de un esquema vial.
- Uso excesivo del claxon y circulación de unidades vehiculares y motorizadas, sin regulación de bocinas.
- El empleo de equipos de sonido a alto volumen por vendedores ambulantes y en las mototaxis.
- Estacionamiento, embarque y desembarque de pasajeros en la vía pública.
- Ingreso a la ciudad de vehículos de transporte de carga, mudanzas y abastecimiento.
- La priorización del empleo de vehículos motorizados en lugar de caminar, o el empleo de la bicicleta.
- El empleo de sonidos muy fuertes para la identificación del carro recolector de residuos sólidos.
- Ubicación de talleres mecánicos en zonas donde existe instituciones educativas y hospitales.

Medidas para la gestión integral de la contaminación sonora

A. Propuesta de implementación de zonas de protección especial

En base a las evaluaciones de ruido realizadas, se propone la implementación de las siguientes zonas de protección especial.

- Plaza de Armas
- Hospital Regional de Celendín – EsSalud.
- I.E. Coronel Cortegana – I.S.P.P. Arístides Merino, I.E. Nuestra Señora de Fátima.

Es necesario que antes de la implementación de las Zonas de protección especial, se tenga en cuenta la ejecución de las siguientes actividades y estudios con la finalidad de estimar los impactos en su implementación.

- Estudios de tránsito (secciones viales, conteo de unidades, número de paradas, la señalización horizontal vertical y la categorización del nivel tránsito), de forma más exhaustiva.
- Consultas vecinales; teniendo en consideración a los actores involucrados y debidamente identificados.
- Ensayos de desvío de tránsito.
- Realización de evaluaciones de ruido ambiental pre y post tratamiento.
- Realización de mapas de ruido pre y post tratamiento.

B. Acciones para el fortalecimiento de la gestión de la contaminación sonora

- Implementar y fortalecer las áreas técnicas para la adecuada gestión ambiental en la municipalidad provincial de Celendín.
- Implementar ordenanzas en materia de ruido para la ciudad de Celendín, en el marco del Decreto Supremo N° 085-2003-PCM).
- Fortalecer el sistema de control, fiscalización y sanción de la emisión de ruidos, a través del diseño y elaboración de un protocolo y/o procedimiento para el control, seguimiento y fiscalización de denuncias ambientales.
- Racionalización del transporte.
 - Supervisar y certificar a los vehículos de transporte, realizando una revisión técnica en forma periódica a los posibles emisores de ruido.
 - Rediseñar los recorridos y paraderos de las líneas de transporte interdistrital, en base a un equilibrio de demanda y armonía con el ambiente.

- Desarrollar programas de mantenimiento de infraestructura vial para zonas de protección especial y zonas críticas de contaminación sonora.
- Diseñar estrategias y mecanismos alternativos como la implementación de reductores de ruido, con materiales y/o elementos seleccionados, con el fin de aislar los altos niveles de ruido, guardando armonía con el ambiente urbano.

C. Recomendaciones específicas para el ordenamiento vehicular y racionalización del tránsito

- Ordenamiento del tránsito en base a un plan de desarrollo vial concertado.
- Habilitación de semáforos en calles de gran congestión vehicular.
- Reordenamiento del comercio ambulatorio para permitir la fluidez del tráfico.
- Implementación de obras de infraestructura vial.
- Prohibir el estacionamiento de vehículos particulares en las principales calles.
- Promoción de estacionamientos y/o parqueos públicos y seguros.

Programas y actividades para la prevención y control de la contaminación sonora

- Programa de coordinación institucional.
- Revisión del MOF y ROF de la MPC, con el objetivo de fortalecer el sistema existente y promover el financiamiento de las actividades a partir de las multas impuestas por contaminación sonora.
- Elaboración de un protocolo de gestión y resolución de denuncias relacionadas con la contaminación sonora que involucre el seguimiento, tratamiento y resolución de la misma.
- Programa para la promoción del ordenamiento del uso del territorio.
- Reubicar a los talleres de metal mecánicos y talleres de carpintería a la periferia de la ciudad. Asimismo reubicar al comercio ambulatorio en espacios adecuados, sin afectar la fluidez del tránsito.

- Promover la habilitación de zonas de esparcimiento alejadas a zonas residenciales o zonas aledañas a zonas de protección especial.
- Prohibir el uso de equipos musicales auxiliares como parlantes de música en los vehículos particulares y de transporte público.
- Programa de prevención de la salud de la población
- Establecer convenios con la DIRESA para el registro de atenciones relacionadas a la exposición al ruido.
- Difusión de los efectos de la contaminación sonora en centros de educación pública y privada (escuelas, colegios, institutos y universidades).

4.4 Contrastación de las hipótesis

Hipótesis Nula (H0): Existe un nivel alto de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín.

Hipótesis Alternativa (H1): Existe un nivel moderado de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín.

Tabla 77. Resumen de cálculos

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
PM1	160	10795,6	67,47	42,82
PM2	160	9463	59,14	103,39
PM3	160	13413,2	83,83	95,06
PM4	160	12247,5	76,55	79,06
PM5	160	13162,6	82,27	63,29
PM6	160	10213,9	63,84	158,66
PM7	160	10774,4	67,34	173,84
PM8	160	11995	74,97	115,43
PM9	160	10593,8	66,21	156,83
PM10	160	12453,7	77,84	46,90
PM11	160	13382,6	83,64	30,11
PM12	160	11459,2	71,62	26,55

Tabla 78. Análisis de varianza

ANOVA					
Niveles de ruido					
	Suma de cuadrados	Grados de libertad (gl)	Media cuadrática	Fisher (F)	Significancia (Sig.)
Entre grupos	118829,39	11	10802,67	118,72	0,000
Dentro de grupos	173615,01	1908	90,99		
Total	292444,40	1919			

Interpretación: Haciendo uso del programa estadístico SPSS, se infiere que el p -valor, representado por (Sig.) resultó menor que 0,05 en su grado de significancia; por concepción de la ANOVA, se rechaza la hipótesis nula. Por tanto la hipótesis aceptada es: Existe un nivel moderado de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Existe doce puntos críticos expuestos a la contaminación sonora del parque automotor, en la ciudad de Celendín, Perú, 2017; con presencia de valores de ruido equivalentes que oscilan entre 50,95 dB (A) y 93,5 dB (A); los cuales sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental.

Se evidencia una alta probabilidad de ocurrencia y alta posibilidad de generar consecuencias en la salud humana; debido al nivel de riesgo ambiental que genera el parque automotor en los puntos críticos identificados de la ciudad de Celendín, Perú, 2017;

Existe un nivel moderado de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín, Perú, 2017; por tanto, se rechaza la hipótesis de existencia de un nivel alto de riesgo ambiental por contaminación sonora del parque automotor en la ciudad de Celendín.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, S., Aponte, E., Araujo, E., Balza, A., y Betancourt, J. (2008), La contaminación sónica sobre los habitantes del sector El Campito. Mérida. Venezuela. Universidad de los Andes.
- Aleaga, D. (2017). «El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de productos plásticos de la empresa Holviplast S.A.». Universidad técnica de Ambato. Facultad de ingeniería sistema, electrónica e industrial. Ambato. Ecuador. Recuperado de: <https://docplayer.es/93096650-Universidad-tecnica-de-ambato.html>
- Amable, A., Méndez, M., Delgado, P., Acebo, F., De Armas, M., y Rivero, L. (2017). Contaminación ambiental por ruido. Centro provincial de información de ciencias médicas. Matanzas, Cuba. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024.
- Anónimo (2009). Efectos a la salud por ruido. Gobierno del Estado de México. Recuperado de http://salud.edomex.gob.mx/cevece/documentos/documentostec/documentos/Efectos_ruido.pdf
- Arboleda, S (2014). Cómo afecta el ruido al medioambiente. Vida+verde. Recuperado de: <http://vidamasverde.com/2013/como-afecta-el-ruido-al-medioambiente/>.

Asociación Española para la Calidad. (s.f). Contaminación acústica. Recuperado de <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/contaminacion-acustica>.

Azañero, O., y Cabrera, F. (2017). Evaluación de los niveles de ruido ambiental en las principales zonas comerciales de la ciudad de Trujillo durante el período Noviembre 2016 – Febrero 2017. Universidad Nacional de Trujillo. Escuela de Ingeniería Ambiental. Recuperado de <https://docplayer.es/86952479-Universidad-nacional-de-trujillo-facultad-de-ingenieria-quimica-escuela-de-ingenieria-ambiental.html>.

Bech, J. (2013). Estadísticas II. Cuaderno de trabajo. Editorial D.R. ISBN 978-607-8285-62-4. México.

Cárdenas, J. (2013). Disminución del grado de contaminación ambiental producido por los ruidos mediante estrategias de actuación en los pobladores de la provincia de Huancayo. (Tes. Maestría). Universidad Nacional del Centro del Perú. Escuela de postgrado. Huancayo, Perú.

Cyrill, H. (1995). Manual de medidas acústica y control de ruido. Madrid, España. Mc Graw Hill

Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. (2003). Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el ruido. Lima. Perú.

Dintrans, S. A. (2008). Proposición de planificación para la gestión del ruido de tráfico vehicular en Santiago, Chile. Recuperado de <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Dintrans%20Alejandro.pdf>.

- Lobos, V. H. (2008). Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt. Puerto Montt, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil Acústica. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfci1779e/sources/bmfci1779e.pdf>.
- Dirección General de Calidad Ambiental. (2010). Dirección General de Calidad Ambiental. Viceministerio de Gestión Ambiental. Ministerio del Ambiente. Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales. Recuperado de http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4d80cbb8f232b_Guia_riesgos_ambientales.pdf.
- Engulian, G. (2010). Ruido y vibraciones. Carrera de especialización en seguridad e higiene en la construcción. Escuela de posgrado facultad de arquitectura. Diseño y urbanismo universidad de Buenos Aires. Recuperado de http://www.posgradofadu.com.ar/archivos/biblio_doc/ruido_26_05_10.pdf.
- Estelles, D. R. (2007). Acondicionamiento acústico temas teóricos. Acústica física. Universidad de la Republica. Recuperado de <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-acustico/wp-content/blogs.dir/27/files/2012/02/01-ACUSTICA-FISICA-1.pdf>.
- Fernández, D., Butrón, J y Colina, C. (2010). Efectos del ruido sobre la presión arterial en trabajadores de una empresa petrolera venezolana. Instituto de Medicina del Trabajo e Higiene Industrial. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ve/pdf/ic/v51n3/art02.pdf>.
- Flores, D., y Ruilova, K., (2014). Evaluación de la contaminación acústica derivada del parque automotor en el sector centro de la ciudad de Loja. Loja, Ecuador.

Universidad Nacional de Loja. Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10656/1/TESIS%20DIEGO%20FLORES%20Y%20KATTY%20RUILOVA.pdf>.

Ganime, J., Almeida, DS., Robazzi, ML., Valenzuela, S., y Faleiro, S (2010). El ruido como riesgo laboral: una revisión de la literatura. Universidad de Murcia, España. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3658/365834755020.pdf>.

Gómez, M., (2007). Educación psico-social ambiental. El sonido de la ignorancia". Espacio, Buenos Aires, Argentina.

Gonzales, J. (2018). Evaluación del riesgo ambiental que genera la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca debido al manejo de los lixiviados. Tesis de postgrado. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Postgrado. Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2238>

González, R., Domínguez, C., y Borrero, M. (2009). El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000200003.

González, S y Fernández, D (2014) Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología Ciudad de La Habana, Cuba. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2232/223240764012.pdf>.

Henríquez, G., Ramos, M., Da Silva, A., Siu, E., Elcoro, S., y Acosta, G. (2010). Efectos de la aplicación de dos tipos de música en el desarrollo de plantas de maíz (Zea

mays L). Universidad del Zulia. Punto Fijo, Venezuela. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/pdf/904/90430360006.pdf>.

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. 2008. Metodología de la investigación. 4 ed.
México. Editorial McGraw-Hill. 850 pág.

Huaringa, A., y Darwin, E. (2016). Contaminación sonora vehicular y de establecimientos nocturnos en el casco urbano de la villa de tocahe. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Departamento Académico de Ciencias Ambientales – Huaringa Anaya. Recuperado de https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/HUARINGA%20ANAYA%20Darwin%20E.pdf.

Instituto Peruano de Calidad (INACAL 2017). Organismo Peruano de Acreditación. Medición y Calibración de instrumentos sonoros. Recuperado de <https://www.inacal.gob.pe/metrologia>.

Kogan, P. (2004). Análisis de la eficiencia de la ponderación “A” para evaluar efectos del Ruido en el ser humano. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Escuela de Ingeniería Acústica. Valdivia Chile. Recuperado de <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/kogan.pdf>. Consultado 23/04/2014.

Maqueda, B., Ordaz, C., Cortés, B., Gamo, G., Bermejo, G., Silva, M., y Asunsolo, DB. (2010). Efectos extra-auditivos del ruido salud, calidad de vida y rendimiento en el trabajo; actuación en vigilancia de la salud. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. Recuperado de: http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-publicaciones-isciii/fd-documentos/Efectos_extra_auditivos_del_ruido.pdf.

Medina, H. (2009). Física 2: Movimiento ondulatorio de las ondas. Lima – Perú

- Mestre, S. (2008). Módulo I: Contaminación Ambiental. Contaminación por ruido. Recuperado de <https://www.eoi.es/es/file/18609/download?token=mNmUGNpP>.
- Ministerio de Salud (MINSA 2009). Fuentes de ruido. Recuperado de <http://www.minsa.gob.pe/?op=51¬a=20888>.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA 2015). La contaminación sonora en Lima y Callao. Cartilla de contaminación sonora en Lima y Callao, 52. Recuperado de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087.
- Organismo Mundial de la Salud (OMS 1999). Guías para el ruido urbano. Recuperado de http://www.juristas-ruídos.org/Documentacion/guia_oms_ruido_1.pdf.
- Orozco, M., y González, A. (2012). Redalyc. La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/467/46750925006/>.
- P-6 Estrada, S (2015). El ruido: definición, tipos y efectos por la exposición en ambiente laboral -alteración auditiva. Recuperado de: <http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/651/1/ruido.pdf>
- Pacheco, J. (2009). Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá. Estudio piloto. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n30/n30a10.pdf>.
- Ramírez, A., y Domínguez, E. (2011). El ruido vehicular urbano: problemática agobiantes de los países en vías de desarrollo. Rev. Acad. Colombia. Ciene. 35(137):509-530.2011. Recuperado de http://accefyn.org.co/revista/Vol_35/137/509-530.pdf.

- Ramírez, G., y Domínguez, C. (2015). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/65505/1/45331-251238-1-PB.pdf>.
- Ramos, R. (2001). Medidas de Ruido. Recuperado de https://www.ugr.es/~ramosr/CAMINOS/conceptos_ruido.pdf.
- Recio, M., Carmona, A., Linares, G., Ortiz, B., Ramón, B., y Díaz, J (2016). Efectos del ruido urbano sobre la salud: estudios de análisis de series temporales realizados en Madrid. Instituto de Salud Carlos III, Escuela Nacional de Sanidad: Madrid, 2016. Recuperado de: <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=18/10/2016-72b28c0577>
- Ripoll, S. (2010). Evaluación de la contaminación acústica provocada por el tráfico de la N-332 en Altea. Gandia: Universidad Politécnica de Valencia - Escuela Politécnica Superior de Gandia. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/9097/Projecte.pdf>.
- Salazar, M. (2013). INFORME N°749-2013-OEFA-DE/SDCA. LIMA, SAN ISIDRO: OEFA. Recuperado de http://visorsig.oefa.gob.pe/datos_DE/PM0203/PM020302/03/IF/IF_764-2013-OEFA-DE.pdf
- Sánchez, R. (2015). Evaluación y caracterización de la contaminación acústica en un núcleo urbano de tipo turístico costero (El Portil, Huelva). Departamento de Física Aplicada Universidad de Huelva. Recuperado de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/11387>.

- Serra, R., Verzini, A., Ortiz, A., Maza, D., y Periri, Y. (2007). Investigación interdisciplinaria sobre la Contaminación Sonora en la Ciudad de Córdoba. PID UTN Resolución Rectoral N° 374/07. Disposición SCYT N° 51. Recuperado de <http://www.sea-acustica.es/fileadmin/BuenosAires08/a-224.pdf>.
- Viñolas, J. (1980). Contaminación por ruido: Formulación del problema y de las medidas adoptar para reducir sus efectos. Edit. EUNSA, Unión europea. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/230847009_EL_RUIDO_VEHICULAR_URBANO_PROBLEMATICA_AGOBIANTE_DE_LOS_PAISES_EN_VIAS_DE_DESARROLLO.
- Yagua, A. (2016). Evaluación de la contaminación acústica en el centro histórico de Tacna mediante la elaboración de mapas de ruido - 2016. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos – Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:hgcrm9XMPsJ:revistas.unjbg.edu.pe/index.php/CYD/article/download/287/243+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>.

CAPÍTULO VII

APÉNDICES

Tabla 79. Datos evaluados por punto de monitoreo de los niveles de ruido

PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12
74,90	72,10	82,10	85,30	87,40	83,40	78,40	90,20	73,20	78,40	82,30	72,60
76,40	60,90	80,00	81,20	82,10	70,20	69,70	77,90	56,70	71,40	81,30	76,80
75,60	71,20	78,20	78,30	98,10	76,40	82,60	82,60	78,40	86,40	86,40	73,60
70,20	69,30	76,50	78,40	78,90	43,20	86,70	75,80	88,80	78,90	79,70	77,30
68,90	51,40	92,60	70,30	81,20	72,10	86,70	73,20	88,70	74,20	80,10	79,50
72,30	60,30	81,20	78,90	78,30	43,10	78,60	72,30	74,90	87,20	79,80	76,70
73,10	59,10	78,40	76,40	87,30	53,40	71,80	87,60	75,10	86,90	79,80	72,60
76,10	62,40	71,40	78,50	87,20	45,30	70,90	83,60	95,70	76,20	80,10	55,60
61,50	75,30	95,20	76,20	63,80	70,20	72,30	71,40	48,70	71,10	79,80	70,60
64,90	56,70	76,30	82,30	67,80	54,20	91,00	75,60	69,10	87,20	80,20	54,70
72,30	71,20	86,50	78,50	68,90	53,10	82,30	73,80	67,50	78,90	79,80	73,40
67,50	60,10	87,30	76,30	65,40	76,50	85,60	83,40	55,90	88,70	80,10	68,90
75,70	60,50	95,60	75,60	91,20	65,30	84,90	74,90	73,40	68,90	79,90	77,50
75,80	56,10	91,30	78,90	87,30	50,90	75,60	73,40	64,10	68,70	79,70	80,30
77,20	60,10	86,70	67,80	98,30	65,40	83,60	75,90	57,30	82,30	79,80	64,40
62,60	72,30	92,30	85,60	103,50	50,40	73,10	83,20	65,40	81,40	80,10	57,60
82,60	67,30	89,60	91,20	78,30	77,50	76,40	78,60	46,30	76,30	80,20	83,60
70,40	60,70	82,60	75,40	87,30	78,50	71,20	91,20	73,40	86,70	80,10	71,80
76,20	54,60	78,60	70,40	98,70	76,50	86,70	77,10	65,40	87,20	75,60	73,60
76,50	52,10	78,90	89,10	78,90	63,20	82,10	76,30	72,90	64,30	76,80	82,10
71,10	60,30	101,30	83,20	102,30	57,80	82,60	68,10	76,40	78,40	72,10	52,60
71,30	75,30	88,60	76,30	98,20	70,60	81,60	82,30	64,00	83,20	73,50	67,50
68,80	64,30	89,20	82,30	78,20	59,30	76,60	68,70	81,10	79,60	78,50	58,60
59,60	62,30	68,30	87,10	87,60	70,50	79,30	72,60	71,90	81,20	72,10	72,10
60,20	52,10	92,30	87,10	78,30	74,30	82,30	76,30	65,50	76,90	72,60	73,20
64,10	72,30	82,10	82,30	98,20	73,20	78,60	79,70	51,70	65,30	82,10	75,20
64,10	73,40	83,90	78,40	92,40	67,80	70,00	72,30	45,40	78,90	72,90	71,40
75,60	65,30	70,50	76,80	78,50	54,30	81,60	76,70	45,30	75,60	70,20	76,30
60,60	62,80	93,50	84,50	78,20	71,30	82,30	83,90	59,10	87,30	71,60	78,60
71,20	72,10	86,50	83,20	89,40	50,10	79,40	82,30	48,80	56,80	86,60	72,10
64,40	62,30	76,50	76,40	78,80	78,20	71,30	79,20	56,40	78,70	86,40	70,10
PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12
65,50	71,60	85,60	67,40	102,40	78,40	64,30	83,40	56,70	69,40	89,60	73,10
63,10	64,20	70,30	81,20	87,30	43,10	72,30	56,70	65,70	83,20	85,60	75,60
61,20	76,20	67,90	78,30	97,20	65,80	78,60	62,20	71,10	85,60	93,10	75,10
72,10	69,40	68,40	76,40	81,20	43,10	48,10	54,60	89,10	75,50	91,20	69,80

60,70	63,20	64,30	78,40	76,20	65,70	82,30	54,40	70,90	81,30	89,60	76,50
69,10	72,30	82,10	76,50	79,20	50,30	52,80	80,50	68,20	73,50	86,30	63,70
58,80	73,60	76,50	83,10	82,10	45,30	41,30	76,50	83,70	59,50	84,50	76,30
71,10	63,40	73,80	84,20	84,30	79,70	70,60	46,00	50,50	76,80	89,40	72,30
56,90	65,20	73,20	54,30	92,10	75,30	77,60	76,80	39,40	89,30	85,60	64,50
74,80	77,20	84,40	74,30	83,40	65,60	72,60	78,90	76,40	76,50	95,80	71,60
70,70	62,40	78,90	53,20	87,90	59,90	62,50	72,80	76,50	72,30	98,40	81,30
71,30	70,50	75,30	87,50	78,50	73,90	78,60	78,60	73,80	83,20	89,90	72,70
60,70	70,10	84,50	73,10	91,20	80,10	78,90	75,90	46,00	79,80	88,70	67,50
75,90	78,30	91,20	86,00	76,80	75,10	78,50	86,20	45,50	74,50	98,80	69,90
68,80	73,50	89,70	50,50	75,40	50,80	58,60	76,20	45,30	73,40	92,10	71,20
71,50	64,60	92,30	71,60	78,10	64,20	64,00	76,50	71,20	71,20	90,40	68,40
70,30	65,70	98,20	79,40	82,30	60,40	47,00	76,40	73,20	72,20	89,90	65,60
62,10	65,20	84,50	46,60	98,20	52,80	72,10	92,80	76,40	76,10	92,10	67,10
73,20	65,70	78,60	72,30	82,30	70,10	48,20	82,50	68,00	81,30	94,60	68,70
65,70	45,60	89,70	70,20	89,40	72,40	44,70	78,30	57,40	85,70	86,40	73,60
71,70	49,20	87,60	85,60	98,80	56,90	59,20	76,80	71,70	78,90	92,10	67,00
58,90	37,80	90,60	93,20	89,70	80,10	50,60	72,60	37,50	81,30	89,50	72,60
60,90	50,50	98,60	77,80	78,90	59,90	44,00	74,70	57,10	79,40	89,60	73,20
76,30	40,20	82,60	86,40	76,90	62,40	62,80	70,50	56,80	72,80	89,50	73,50
75,50	72,50	92,60	74,30	76,50	60,90	78,20	76,40	76,20	90,40	82,60	75,10
76,90	55,60	82,60	76,50	76,80	75,30	75,60	66,70	76,10	89,30	86,30	74,40
71,10	50,30	92,60	69,50	89,20	60,10	58,90	86,00	64,10	71,50	92,10	68,10
67,80	79,40	98,50	85,60	79,80	45,30	78,90	72,60	72,10	74,20	89,80	75,60
74,10	78,40	82,60	82,30	81,20	58,00	68,90	71,60	45,20	78,90	85,40	73,20
75,30	78,40	84,10	75,40	98,30	50,10	78,60	78,50	49,30	82,50	86,40	72,80
71,80	70,40	76,20	71,50	97,80	69,30	62,60	81,60	52,30	74,50	79,80	74,60
61,10	63,40	58,50	68,90	89,70	57,70	48,70	66,20	56,70	76,70	72,50	70,00
57,20	54,50	78,50	75,30	82,20	73,10	82,60	67,80	76,10	78,60	88,10	68,10
56,90	67,80	85,60	56,30	83,40	42,80	66,10	70,60	64,10	71,70	82,50	74,30
70,10	45,30	91,20	58,80	87,10	59,90	58,00	82,50	56,30	78,90	78,10	72,60
57,40	40,20	73,20	63,20	78,90	71,30	69,60	82,30	61,20	78,60	75,60	67,20
76,20	50,30	92,80	70,20	87,40	64,50	71,30	78,60	76,40	84,10	76,20	73,90
62,30	38,20	86,90	78,40	87,60	69,80	58,10	72,30	59,60	71,20	82,10	73,30
75,50	39,80	98,50	83,50	89,20	82,30	73,70	81,60	64,20	76,20	83,30	68,30
67,20	45,60	82,30	73,90	82,10	79,80	48,30	75,80	74,30	61,70	80,00	82,30
PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12
60,60	47,80	86,50	87,60	76,20	66,10	49,50	82,30	75,70	71,20	85,20	72,40
69,30	45,30	85,60	73,20	78,90	59,70	76,90	56,70	71,70	78,70	92,10	72,50
63,20	35,40	88,90	45,60	79,40	80,90	75,60	63,30	65,30	62,10	85,60	76,60
76,40	60,50	98,50	78,90	89,90	51,30	71,00	78,60	45,80	69,30	86,10	73,40
76,80	58,90	91,20	60,40	91,30	68,80	74,60	61,70	79,90	68,40	75,30	76,90
58,10	70,50	76,90	79,20	98,20	47,60	69,30	78,90	80,20	76,90	86,50	75,70
60,10	56,80	73,20	82,30	89,20	69,70	75,50	51,90	54,10	73,60	80,60	74,80

71,40	52,30	68,20	60,30	87,80	46,90	77,40	67,80	67,90	73,30	84,10	74,50
75,80	68,90	58,10	76,80	93,20	80,10	84,10	84,50	76,50	87,30	81,20	72,90
69,50	65,40	83,60	52,20	85,40	32,40	78,60	85,00	69,60	83,70	85,60	74,90
75,70	67,30	91,20	81,10	83,20	76,30	48,50	78,40	83,10	76,90	82,10	68,00
59,10	50,10	79,80	78,60	92,30	76,30	82,10	76,80	84,90	71,20	86,30	69,40
71,90	54,60	82,60	54,20	87,20	78,30	89,10	91,40	81,70	75,00	85,20	68,00
64,90	56,70	80,30	72,30	75,40	65,70	46,40	74,00	74,40	47,90	82,40	73,40
65,50	64,30	93,50	81,30	78,50	78,40	72,50	74,40	67,50	69,40	79,80	71,00
63,60	65,70	71,20	72,30	73,90	76,30	66,00	94,30	51,50	66,50	81,60	71,40
67,70	40,90	92,60	82,10	71,40	78,40	68,90	96,20	81,60	75,10	86,40	70,90
72,10	54,30	90,40	74,30	97,40	56,70	59,70	60,00	48,00	89,90	87,40	71,30
65,60	59,40	85,60	70,60	87,30	45,20	82,60	86,90	69,20	71,40	82,10	82,30
57,30	40,10	91,30	67,30	79,20	43,10	49,50	84,30	65,50	83,20	87,60	76,40
58,30	52,40	82,60	83,40	83,50	49,50	69,40	90,10	54,40	89,20	86,20	72,30
59,10	65,40	92,60	78,30	87,60	45,70	81,20	78,00	80,50	67,80	87,20	73,40
58,80	45,30	92,10	79,30	87,90	60,50	59,50	86,00	49,90	78,40	85,30	73,60
65,10	43,20	85,20	73,20	78,60	78,40	35,10	85,70	61,00	78,40	87,40	77,10
61,30	34,50	90,60	65,10	78,40	60,60	52,60	92,40	67,20	72,30	82,30	65,70
70,70	43,30	86,10	84,30	82,10	48,90	51,20	49,00	85,20	77,90	79,80	73,70
65,60	47,80	91,30	82,10	71,50	50,20	66,10	45,70	43,50	83,20	83,20	72,60
71,50	44,70	98,50	81,40	71,30	56,30	82,60	45,70	61,40	83,20	91,10	83,20
63,60	50,00	85,60	76,40	74,20	46,40	63,20	70,40	78,00	87,90	81,20	71,40
61,30	46,40	86,50	83,40	74,20	57,40	78,60	57,80	68,60	82,10	84,60	75,10
67,70	54,10	85,60	86,50	64,30	61,30	75,10	56,70	55,60	76,70	84,60	74,60
67,40	46,20	95,60	75,60	69,10	79,30	70,80	72,90	58,30	83,90	89,10	81,60
65,70	39,80	91,20	72,10	84,30	56,30	65,10	85,40	62,00	74,30	87,50	72,20
61,50	58,50	91,60	74,30	70,10	67,70	59,80	66,20	53,10	73,60	86,30	72,80
59,90	54,90	90,30	76,40	79,40	42,10	76,90	92,40	68,70	77,80	79,80	70,90
76,30	47,10	95,20	73,10	77,80	40,40	62,10	72,00	56,20	78,60	70,80	69,50
71,70	42,90	85,60	79,10	75,60	78,40	43,60	67,30	76,50	76,80	82,40	82,60
59,40	54,60	82,60	83,20	74,50	56,70	62,00	74,10	61,90	84,60	86,50	69,40
68,20	65,70	92,10	68,00	77,30	45,60	45,00	57,80	65,30	78,90	84,50	69,10
76,10	56,30	86,50	79,70	77,70	46,70	92,80	82,60	56,40	83,20	86,90	68,30
PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12
72,60	51,80	98,10	76,50	72,50	49,00	75,60	89,90	54,30	79,80	87,90	74,60
75,60	50,70	75,40	63,20	74,50	45,60	53,70	76,60	46,30	79,90	85,90	66,30
57,40	55,30	78,60	63,40	84,50	61,20	66,40	79,10	46,70	73,40	85,20	67,00
58,10	51,50	67,80	58,60	79,30	67,80	52,30	97,20	61,60	76,50	75,60	69,60
73,70	69,50	76,50	78,60	74,50	50,60	60,80	61,40	53,80	78,90	76,10	65,30
58,70	76,10	89,60	79,70	80,10	65,70	57,20	39,00	72,10	89,90	76,40	75,10
76,70	60,40	91,20	81,30	78,50	67,80	61,50	77,30	66,30	78,70	84,50	70,20
64,20	56,30	83,50	70,40	75,10	50,30	50,70	55,40	76,50	79,80	86,40	70,10
74,10	67,80	82,40	75,60	79,90	43,60	45,70	66,70	82,70	79,30	82,10	75,90
60,50	63,20	76,80	79,30	82,50	39,10	79,80	81,50	68,90	87,60	87,80	65,40

68,30	45,30	73,70	69,30	81,30	75,40	76,50	74,20	63,70	73,10	85,40	69,70
76,10	58,40	78,90	78,40	76,40	68,90	45,60	83,20	78,80	79,20	86,20	73,90
58,60	60,60	82,60	74,30	92,10	76,80	76,50	78,60	71,60	71,20	84,60	70,70
56,70	56,70	92,30	78,30	77,00	53,00	36,10	59,00	84,00	79,10	83,20	78,60
57,40	76,40	87,60	68,50	80,40	85,00	76,40	81,10	87,00	78,90	80,00	67,50
57,40	67,50	82,30	79,40	83,50	63,10	61,50	64,20	77,50	81,20	83,60	68,00
68,80	68,20	79,50	67,80	73,40	50,40	79,40	73,00	51,30	79,20	86,40	71,80
71,10	56,30	87,90	76,50	74,30	73,10	55,60	82,60	86,80	73,20	86,70	68,40
70,20	60,20	92,30	87,40	78,20	89,10	68,10	86,40	76,40	67,90	81,30	71,50
56,20	64,50	98,80	76,40	83,20	72,10	64,00	78,60	73,10	76,40	83,60	64,30
67,50	59,40	89,70	79,20	78,90	35,50	67,50	76,30	76,40	78,90	84,20	67,80
58,40	56,10	82,50	83,20	75,40	78,40	38,60	83,80	70,50	79,30	91,20	72,60
59,70	65,10	88,60	78,20	80,20	67,90	65,10	75,80	84,20	85,30	79,60	73,90
61,80	60,30	89,50	87,90	82,00	67,70	60,60	62,60	76,30	78,20	81,60	76,40
72,10	45,60	95,30	87,70	75,10	50,50	53,90	78,90	89,30	87,10	89,10	68,70
73,20	58,90	80,10	95,50	80,10	72,30	41,50	45,80	82,80	79,10	80,60	66,20
76,60	65,40	92,40	76,50	74,50	65,20	57,80	87,60	78,00	79,10	81,30	65,70
76,30	57,80	98,50	86,70	79,60	76,30	75,60	76,50	63,60	92,10	86,40	65,00
57,10	48,30	96,40	70,90	79,10	78,30	57,80	75,60	65,00	79,10	83,20	65,30
70,40	56,40	82,30	87,60	76,10	52,10	56,90	80,90	56,40	87,60	82,10	70,60
59,90	53,20	78,50	83,20	86,60	61,30	38,10	72,30	43,20	79,30	84,60	65,30
73,40	62,30	82,30	89,70	75,90	57,80	57,20	55,60	42,10	76,40	89,50	64,20
69,10	64,30	89,10	83,20	78,20	78,50	69,90	76,10	64,50	76,80	85,60	71,60
56,70	67,40	82,50	76,80	78,10	73,40	76,80	65,50	60,30	78,30	79,50	73,60
69,50	53,20	86,40	76,50	89,20	65,20	78,60	83,10	67,50	87,60	85,30	74,60
61,10	60,10	76,50	78,90	76,00	74,30	74,30	82,10	78,30	89,60	85,10	76,30
64,70	65,10	79,80	75,60	83,20	72,10	78,90	76,40	75,00	79,30	81,30	72,30
58,50	56,30	95,60	75,40	78,10	76,30	61,30	83,20	65,70	73,60	82,60	64,70
72,80	65,20	82,10	72,30	74,40	73,20	56,70	76,80	76,90	81,50	86,40	70,70
60,50	54,10	82,60	86,70	78,90	77,10	82,60	81,60	67,90	82,60	89,40	64,80
PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12
65,30	58,40	89,40	78,60	78,80	67,30	50,90	67,80	69,30	76,30	88,20	66,90
68,20	64,30	89,10	76,50	87,90	78,10	39,80	76,70	56,50	72,10	80,60	65,70
70,10	53,40	43,20	84,50	76,90	75,30	69,70	67,60	60,30	76,50	81,50	75,20
72,10	54,30	75,40	87,30	80,20	78,30	55,60	63,40	72,70	78,80	85,40	70,90
73,90	53,20	68,40	83,20	78,10	76,30	65,70	73,80	78,70	76,40	68,40	73,70
67,70	54,20	70,40	68,90	84,30	60,70	62,50	82,60	79,20	72,20	72,30	72,60
75,80	64,30	67,50	89,90	76,10	76,80	67,50	83,20	45,30	75,10	85,20	73,60
66,90	56,40	50,40	78,90	76,80	67,30	69,90	76,90	47,20	76,40	80,40	70,10
60,70	63,10	56,80	76,30	81,00	78,50	65,10	73,90	54,70	81,20	79,50	75,0

Tabla 80. Resumen de los cálculos.

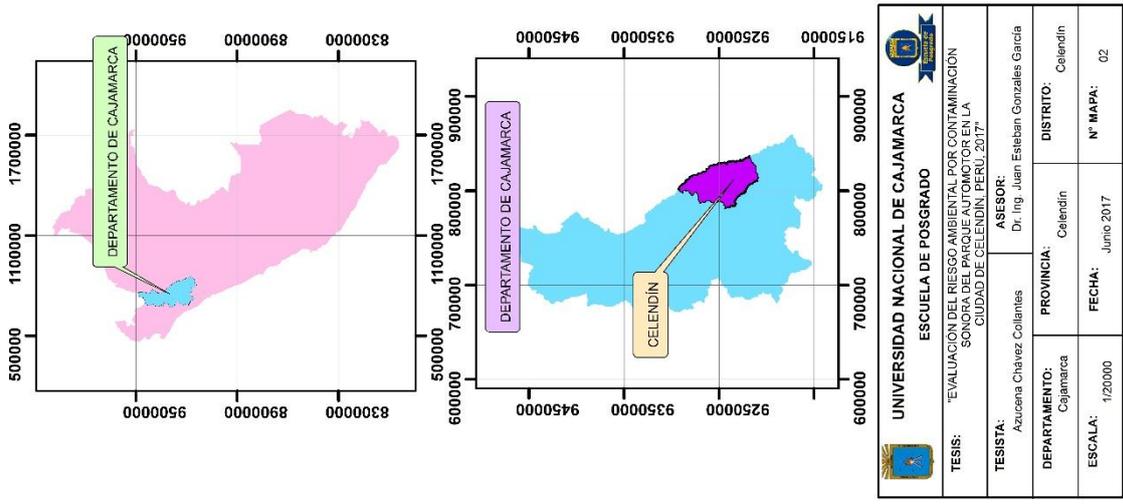
RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
PM1	160	10795,6	67,47	42,82
PM2	160	9463	59,14	103,39
PM3	160	13413,2	83,83	95,06
PM4	160	12247,5	76,55	79,06
PM5	160	13162,6	82,27	63,29
PM6	160	10213,9	63,84	158,66
PM7	160	10774,4	67,34	173,84
PM8	160	11995	74,97	115,43
PM9	160	10593,8	66,21	156,83
PM10	160	12453,7	77,84	46,90
PM11	160	13382,6	83,64	30,11
PM12	160	11459,2	71,62	26,55

El ANOVA es el análisis de la varianza, esta permite la contrastación de las hipótesis nula y alternativa de ciertas medias poblacionales mayores a 2; frecuentemente si las medias son iguales representan la hipótesis nula, de donde el p -valor de la significancia al ser menor que 0.05 en el caso de los estudios sociales, se rechaza la hipótesis nula, dando por hecho la aceptación de la hipótesis alternativa. Aunque este método es muy usual en los estudios experimentales, son muy útiles en cualquier estudio en lo que interesa comparar o evaluar resultados con referencia a la variable dependiente o la variable de interés de investigación (Bech, 2013).

Denotación por concepción de las medias:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu$$

$$H_1: \exists \mu_j \neq \mu \quad j = 1, 2, \dots, K$$



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO	
TESIS: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL POR CONTAMINACIÓN SONORA DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE CELENDIN, PERU, 2017."	
TESISTA: Azucena Chávez Collantes	ASESOR: Dr. Ing. Juan Esteban Gonzales Garcia
DEPARTAMENTO: Cajamarca	PROVINCIA: Celenadin
ESCALA: 1:20000	DISTRITO: Celenadin
FECHA: Junio 2017	N° MAPA: 02

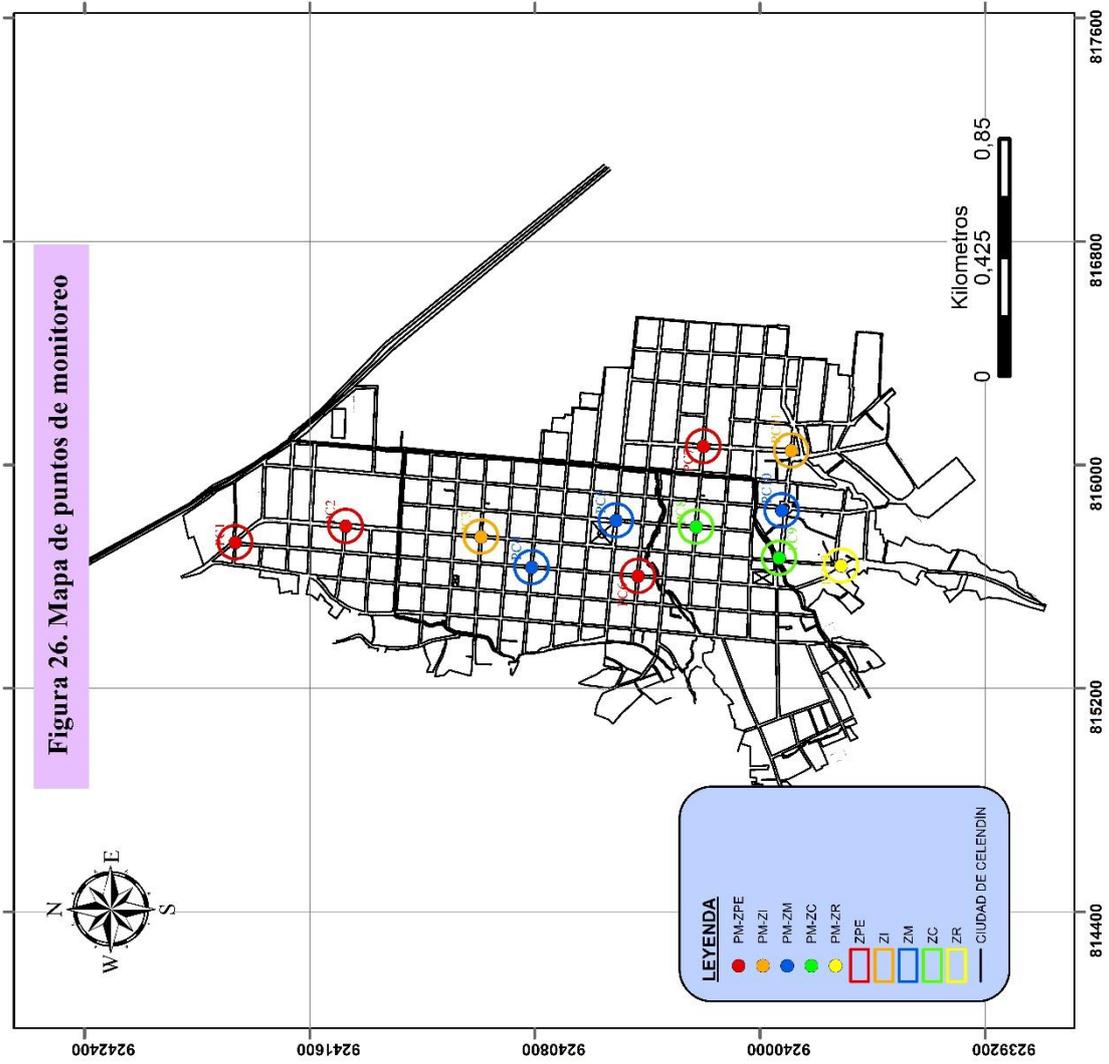
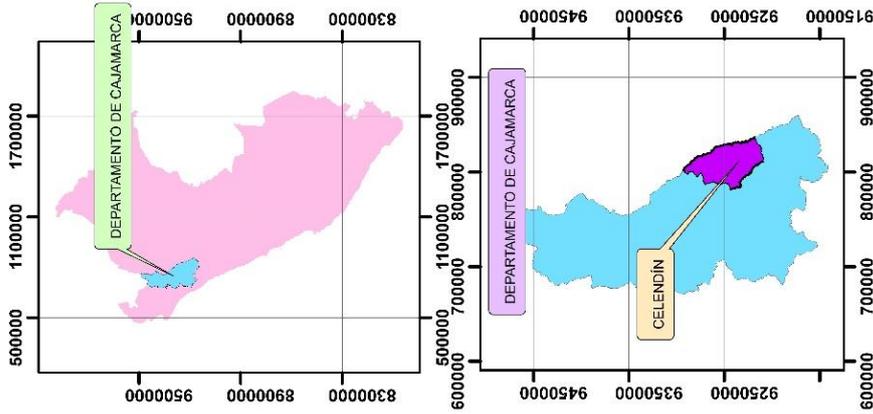
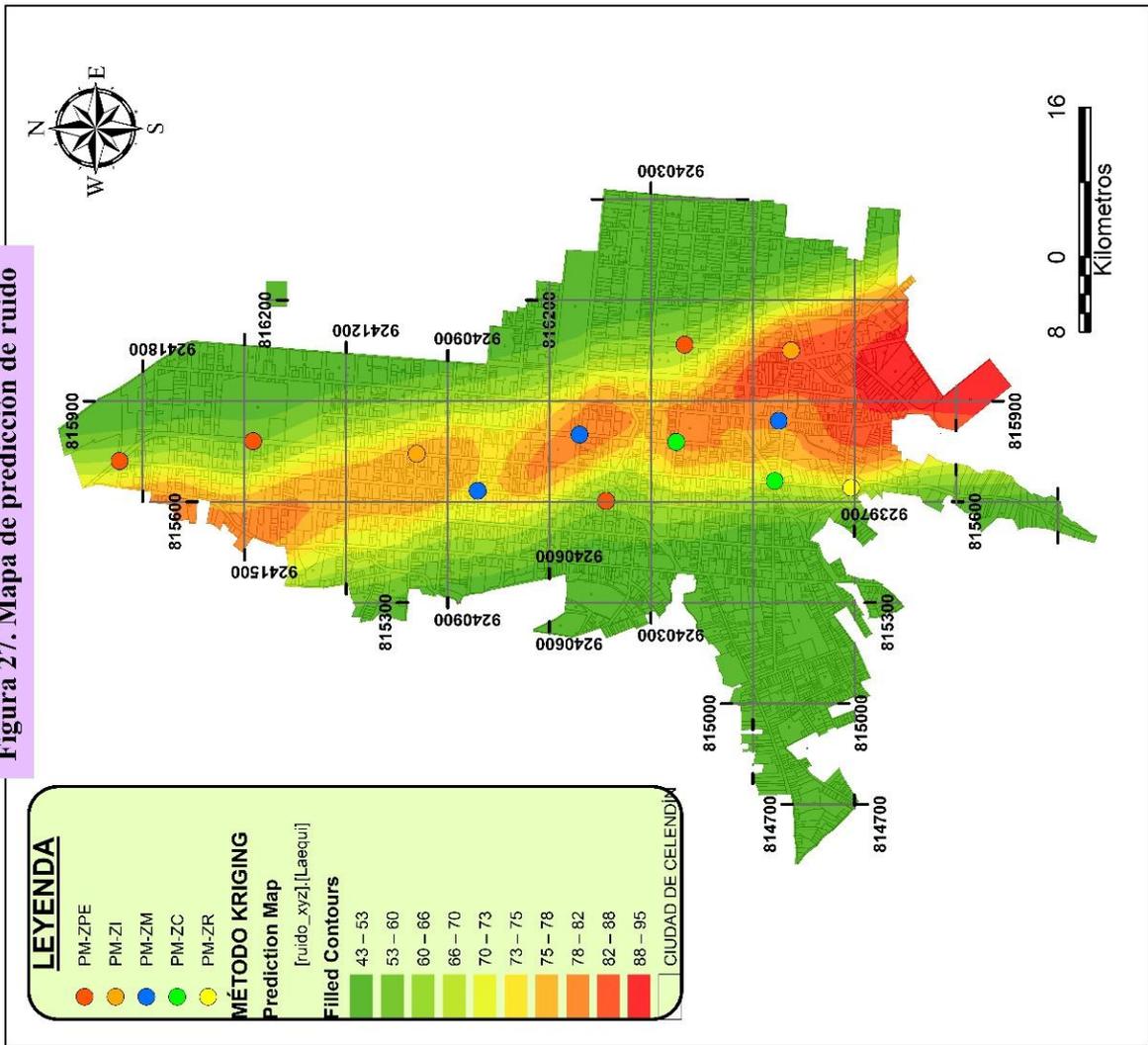


Figura 27. Mapa de predicción de ruido



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSGRADO	
TESIS: "EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL POR CONTAMINACIÓN SONORA DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE CELENDIN, PERÚ, 2017"	
TESISTA: Azucena Chávez Collantes	ASESOR: Dr. Ing. Juan Esteban González García
DEPARTAMENTO: Cajamarca	PROVINCIA: Celendin
ESCALA: 1/20000	DISTRITO: Celendin
	FECHA: Enero 2018
	N° MAPA: 03

ANEXOS



SoliTec
Instrumentos de Medición E.I.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LAC-071-2017

Página 1 de 2
Fecha: 15/04/2017

Objeto calibrado:	Sonómetro digital	<p>Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de SOLITEC. Los resultados, consignados en el presente documento se refieren únicamente al objeto sometido a calibración, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones.</p> <p>SOLITEC no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado o de este certificado.</p>
Cliente:	Municipalidad Provincial de Celendin	
Dirección:	Jr. Jose Galvez Nro. 614, Celendin Cajamarca	
Marca:	Sper Scientific	
Modelo:	850013	
Número de serie:	066114	
Identificación:	Inventario 556	
Lugar de calibración:	Laboratorio SOLITEC	
	Lima – Perú	
Orden de Compra:	---	
Fecha de Calibración:	15 de abril de 2017	

Especificaciones técnicas del objeto calibrado

Alcance escala (dB): 30 a 130	División escala (dB): 0,1	Exactitud (dB): ± 1.4
-------------------------------	---------------------------	-----------------------

Método de calibración

Comparación directa con patrones calibrados con trazabilidad nacional e internacional.

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente inicial	23,7 °C	Humedad Relativa inicial	63,5 %
Temperatura ambiente final	23,4 °C	Humedad Relativa final	63,8 %

OFICINA COMERCIAL: C. C. San Felipe Oficina 41, Jesús María • Lima - Perú
 T: 719 3796 / 719 3797 • F: 461 3446 • contacto@solitecperu.com • www.solitecperu.com

Figura 28. Certificado de calibración sonómetro Sper Scientific 850013.

Trazabilidad de los patrones

Nombre del patrón	Trazabilidad	Nº de Certificado
Sonómetro	NIST	4335-7309254
Termohigrómetro	INACAL	LT-061-2016

Resultados de la calibración: PONDERACION A

Señal de referencia: Sinusoidal de 1 Khz

Ponderación temporal: F

Nivel de referencia	Valor Medido	Desviación	Incertidumbre	Tol (±)
94.0 dB	94.2	0.2	0.30	± 1.4 dB
114.0 dB	114.1	0.1	0.30	± 1.4 dB

Observaciones

- La Incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95%.
- Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color amarillo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición. Se recomienda no exceder los 12 meses.

Omar Jordan Martinez

Jefe de Laboratorio





Figura 29. Monitoreo de nivel de presión sonora en el PM8ZC, intersección del Jr. Salaverry y Jr. José Gálvez – zona comercial.



Figura 30. Monitoreo de nivel de presión sonora en el PM10ZM, Intersección del Jr. Cáceres y Av. Amazonas – zona mixta.



Figura 31. Monitoreo de nivel de presión sonora en el PM7ZPE, intersección del Jr. Salaverry y Av. Túpac Amaru – zona de protección especial.



Figura 32. Monitoreo de nivel de presión sonora en el PM4ZM, intersección del Jr. Ayacucho y Jr. Sucre – zona mixta.