

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

PROGRAMA DE DOCTORADO

DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO

AMBIENTE



TESIS

**CONTAMINACIÓN SONORA VEHICULAR EN LOS DISTRITOS DE
CUSCO, WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN DE LA PROVINCIA DE CUSCO**

PRESENTADA POR:

ALICIA CUBA VILLENA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

PUNO, PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSTGRADO

PROGRAMA DE DOCTORADO

EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



TESIS

CONTAMINACIÓN SONORA VEHICULAR EN LOS DISTRITOS DE
CUSCO, WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN DE LA PROVINCIA DE CUSCO

PRESENTADA POR:

ALICIA CUBA VILLENA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

Doctoris Scientiae

En Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE


Dr. JOSÉ DANTE GUTIÉRREZ ALBERONI

PRIMER MIEMBRO


Ph.D. BERNARDO ROQUE HUANCA

SEGUNDO MIEMBRO


Dr. REYNALDO SUCARI LEÓN

ASESOR DE TESIS


Dr. ANGEL CANALES GUTIERREZ

Puno, 16 de Marzo de 2018

Puno, 16 de marzo de 2018

ÁREA: Ciencia, tecnología y medio ambiente.

TEMA: Contaminación sonora vehicular.

LÍNEA: Impacto tecnológico ambiental.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a:

A Dios: *Por permitirme la vida basada en principios y valores y ser el fundamento moral de vida.*

A mi familia en especial:

Para mi amada hija: *Kristel Sophia por ser el fundamento de nuestras vidas, su amor nos fortalece y permite cumplir nobles propósitos de vida.*

A mis padres: *Felicia Villena y Clemente Cuba por su paciencia, serenidad y dedicación en mi formación profesional y personal.*

A mi esposo: *Jorge Vargas, por su confianza, apoyo permanente, que permitieron el aprendizaje conjunto profesional, familiar y nuestro desarrollo integral.*

A mis Suegros; *Odomilia Febres Concha y Percy Joaquín Vargas Ugarte por ser el ejemplo de mi familia por contribuir en la crianza de Kristel Sophia.*

AGRADECIMIENTOS

- **A mi asesor:** *Dr. Ángel Canales Gutiérrez, por su asesoramiento objetivo, pertinente enmarcado en su profundo conocimiento de la investigación.*
- **A los Señores miembros del jurado dictaminador:** *por sus apreciadas observaciones y sugerencias a la presente tesis de investigación.*
- **A mis Docentes:** *Doctores de la Escuela de posgrado del doctorado, por su enseñanza académica técnico-científica que contribuyen al desarrollo profesional.*
- **A la Universidad:** *Nacional del Altiplano de Puno, que cuenta con docentes doctores de alto nivel de especialización, dedicados a la promoción de la investigación, que permiten el desarrollo profesional de sus graduandos.*
- *A todas las personas que contribuyeron a la realización de la presente tesis.*

ÍNDICE GENERAL**Pág.**

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I**PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN**

1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.1 Problema de investigación	3
1.1.2 Formulación del problema de investigación	4
1.1.3 Hipótesis General.....	5
1.2 OBJETIVOS.....	6
1.2.1 Objetivo General:	6
1.2.2 Objetivos específicos	6

iii

CAPÍTULO II**MARCO TEÓRICO**

2.1	ANTECEDENTES.....	7
2.2	BASES TEÓRICAS.....	9
2.2.1	Sonido.....	9
2.2.2	Clasificación del sonido.....	10
2.2.3	Características del sonido.....	10
2.2.4	Ruido.....	13
2.2.5	Intensidad del sonido.....	14
2.2.6	Componentes del oído relacionado a la audición.....	14
2.2.7	Contaminación sonora.....	15
2.2.8	Medición del ruido.....	15
2.2.9	Niveles de referencia.....	17
2.2.10	Clasificación de ruido.....	22
2.2.11.	Ruido de tráfico.....	31
2.2.12.	Ecología Sonora.....	32
2.2.13.	Efectos del ruido.....	32
2.3.	BASE Normativa Y Legal.....	33

CAPÍTULO III**METODOLOGÍA**

3.1.	ÁREA DE ESTUDIO.....	35
3.1.1.	Ubicación y delimitación.....	35

3.1.2.	Altitud	35
3.1.3.	Superficie	35
3.1.4.	Características climáticas de la provincia del Cusco.....	36
3.1.5.	Características demográficas de la provincia del Cusco	38
3.1.6.	Características económicas de la provincia del Cusco	38
3.2.	MÉTODOS.....	39
3.2.1.	Diseño, nivel y tipo de la investigación.....	39
3.2.2.	Planteamiento de gestión integral para prevenir, mitigar, reducir y controlar la contaminación sonora (en función al objetivo 3)	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA VEHICULAR DE LOS DISTRITOS DE CUSCO, WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN DE LA PROVINCIA DEL CUSCO.	54
4.2.	NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA VEHICULAR EN LAS FRANJAS HORARIAS DE 07:00 h A 08:00 h; 12:00 h A 13:00 h Y 17:00 h A 18:00 h, EN LOS 3 DISTRITOS.	70
4.2.1.	Distrito del Cusco	71
4.2.1.1.	Distrito de Wanchaq.....	72
4.2.1.2.	Distrito de San Sebastián.....	74
4.2.1.3.	De los 3 Distritos (Cusco, San Sebastián y Wanchaq)	75

4.3. PROPONER ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA DISMINUIR LAS SITUACIONES DE ALERTA DE LA CONTAMINACIÓN SONORA.....	79
4.3.1. Fortalecimiento de la Educación Ambiental	79
4.3.2. Ordenamiento Territorial y Planificación urbana	80
4.3.3. Legislación y Normatividad Nacional, regional, provincial y distrital	80
4.3.4. Acondicionamiento de los establecimientos con Tecnología sostenible (Uso de barreras acústicas)	81
4.3.5. Acondicionamiento de los pavimentos con Tecnología sostenible (acústicas)	82
4.3.6. Reestructuración del transporte	82
4.3.7. Revisiones técnicas permanentes del parque automotor	82
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	95

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Niveles de presión acústica (Lp) que producen las diferentes actividades, Madrid, España, 2007.....	18
2. Efectos sobre la salud de la Organización Mundial de la Salud sobre niveles de ruido, Londres, Reino Unido, 1999.....	22
3. Niveles sonoros y respuesta humana, Madrid, España, 2012	24
4. Niveles de Sonidos y la intensidad sonora, Philadelphia. EEUU, 1989	25
5. Niveles de presión sonora y Fuente sonora, Bucaramanga, Colombia, 1999	25
6. Constantes de tiempo de los sonómetros, Madrid, España, 2007	26
7. Criterios sobre ruido de la organización mundial de la salud, Londres, Reino Unido, 1999.....	27
8. Niveles de los decibeles y su fuente emisora, Buenas Aires, Argentina, 2008	29
9. Niveles de presión sonora y la valoración para diferentes fuentes sonoras, Medellín, Colombia, 2007	30
10. Niveles Sonoros y Respuesta humana, Montpellier, Francia, 2005.....	31
11. Características climáticas, Provincia del Cusco, 2004	37
12. Población Provincia Cusco (Distritos Cusco, Wanchaq y San Sebastián), de la provincia del Cusco, 2005.....	38
13. Cuadro de recolección de datos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.	44
14. Cuadro de recolección de datos, en la ciudad de Cusco, programación de campo del 2017.	50

15. Procedimientos para la obtención de datos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.....	51
16. Gestión integral de la contaminación sonora, realizado en la ciudad de Lima, 2007	53
17. Datos de Temperatura, Humedad y viento (promedios) de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.	55
18. Resumen de datos de Temperatura, Humedad y viento (promedios) de los distritos, realizado de marzo a setiembre del 2017.....	58
19. Valores de LAeqTdB (A) y Max dB (A), en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017 en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.	59
20. Diferencia significativa honesta y los valores de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.	67
21. Diferencia significativa honesta y los valores de las 3 franjas horarias, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.	68
22. Valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.	77
23. Presión sonora con LAeqTdB L (A) Valores Máximos , realizado de marzo a setiembre del 2017.	78
24. Distribución de las actividades económicas en la ciudad de Cusco, 2004	96
25. Principales actividades en la provincia del Cusco, 2004.....	98
26. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.....	100

27. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.....	113
28. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.....	116
29. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.....	117
30. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.....	119
31. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Características de una onda sinusoidal pura; Medellín, Colombia, 2007	10
2. Curvas isofónicas; Madrid, España, 2012	19
3. Curvas de ponderación sonora, Madrid, España, 2007	20
4. Efectos a la salud a diferentes Niveles de decibeles, México, 2016	29
5. Efectos a la salud y niveles de ruido, México, 2016.....	33
6. Sonómetro Larson Davis Lxt1, en la ciudad de Cusco, de marzo a setiembre del 2017.	40
7. Ubicación de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco, 2017.	54
8. Ubicación de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco, 2017	55
9. Valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A LAeqTdB (A) y Max dB (C) en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017	62
10. Valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A LAeqTdB (A) y Max dB, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017	63
11. Valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A LAeqTdB (A) y Max dB en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.	64
12. Mapa de monitoreo sonoro en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017	69
13. Muestreo en el distrito de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017	72
14. Muestreo en el distrito de Wanchaq, realizado de marzo a setiembre del 2017	73

15. Muestreo en el distrito de San Sebastián, realizado de marzo a setiembre del 2017	74
16. Muestreo en los 3 distritos de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.....	75
17. Valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017	77
18. Presión sonora con LAeqTdB, realizado de marzo a setiembre del 2017.	78
19. Av. Ejercito/Jirón Junín.....	103
20. Av. Ejercito/Av. San Martín/Av. Sol	103
21. Av. Ejercito/Av. San Martín/Av. Sol	103
22. Calle Apurimac/Av. Abancay/Calle Nueva Alta	103
23. Calle Apurimac/Av. Abancay/Calle Nueva Alta	103
24. Av. Ejercito/Jirón Junín.....	103
25. Av. Ejercito/Av. San Martín/Av. Sol	104
26. Av.De la Cultura/Av. Universitaria	104
27. Av. Garcilazo/Av. Tullumayo	104
28. Av. Garcilazo/Av. Tullumayo	104
29. Av. San Martín/Av. Garcilazo/Av. Ejercito	104
30. Calle Tres Cruces de Oro/Calle Belen	104
31. Av.De la Cultura/Av. Universitaria	105
32. Av.Universitaria/Av. Collasuyo	105
33. Calle Tullumayo/Av. Arcopunco	105
34. Av. San Martín/Av. Garcilazo/Av. Ejercito	105
35. Av. Garcilazo/Av. Tullumayo	105
36. Av. San Martín/Av. Garcilazo/Av. Ejercito	105

37. Av San Martín/Av.28 de Julio/Av. Infancia	106
38. Av San Martín/Av.28 de Julio/Av. Infancia	106
39. Av. Tupac Amaru/Calle Entel	106
40. Calle Pachacutec/Av. Infancia.....	106
41. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1	106
42. Av. Velasco Astete/Calle Qosco.....	106
43. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Jr. Los Geranios	107
44. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Av. Tomás Tuyro Tupac	107
45. Av. Tomas Tuyro Tupac/ Av. De la Cultura	107
46. Av Garcilazo/Av.De la Cultura.....	107
47. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1	107
48. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1	107
49. Calle Pachacutec/Av. Infancia.....	108
50. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1	108
51. Av. Tupac Amaru/Calle Entel	108
52. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Perú	108
53. Av San Martín/Av.28 de Julio/Av. Infancia	108
54. Calle Pachacutec/Av. Infancia.....	108
55. Av. De la Cultura/Av. Francia	109
56. Av. De la Cultura/ Vía Enaco Corao.....	109
57. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari	109
58. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari	109
59. Av. Tomas Catari/Av. 28 de Julio Vía Expresa.....	109
60. Vía de Evitamiento/Calle Tomas Catari.....	109
61. Vía expresa Av. 28 de Julio/Diego Tupac Amaru.....	110

62. Av. Tomas Tuyro Tupac/ Av. De la Cultura	110
63. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari	110
64. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari	110
65. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Av. Tomás Tuyro Tupac	110
66. Av. De la Cultura/Av. Francia	110
67. Av. De la Cultura/Calle Tomas Tuyru Tupa.....	111
68. Av. De la Cultura/ Av 1	111
69. Av. De la Cultura/ Av 1	111
70. Vía expresa Av. 28 de Julio/Diego Tupac Amaru.....	111
71. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari	111
72. Av. De la Cultura/ Av 1	111
73. Av. De la Cultura/Camino Real	112
74. Calle Huayrurupata/Av. De la Cultura	112
75. Av. Tomas Tuyro Tupac/ Av. De la Cultura	112
76. Calle Huayrurupata/Av. De la Cultura	112
77. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari	112
78. Av. Tomas Catari/Av. 28 de Julio Vía Expresa.....	112
79. Secciones de jerarquía Vial en el distrito de Cusco (12 nodos de articulación vial), de la provincia del Cusco, 2013	123
80. Secciones de jerarquía Vial en el distrito de Wanchaq (12 nodos de articulación vial), de la provincia del Cusco, 2013	124
81. Secciones de jerarquía Vial en el distrito de San Sebastián (10 nodos de articulación vial), de la provincia del Cusco, 2013	125
82. Secciones de jerarquía Vial en la provincia de Cusco (en total 34 nodos de articulación vial), de la provincia del Cusco, 2013	126



83. Mapa de zonificación de los 3 distritos Provincia del Cusco, 2013 127

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Distribución de las actividades económicas en la ciudad del Cusco, 2004	96
2. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco	100
3. Trabajo de campo	103
4. Análisis ANDEVA	113
5. Mapas de Secciones de jerarquía Vial de la Provincia del Cusco.....	123
6. Mapa de zonificación de los 3 distritos.....	127

RESUMEN

La investigación sobre la contaminación sonora vehicular se realizó en los distritos de Cusco, Wanchaq y San Sebastián (provincia del Cusco, 2017), los objetivos específicos son determinar los niveles de contaminación sonora vehicular de los 3 distritos, en 3 franjas horarias y proponer estrategias sostenibles. La metodología realizada es la medición de la contaminación sonora vehicular en los 3 distritos, en 3 franjas horarias (07:00 h a 08:00 h; 12:00 h a 13:00 h y 17:00 a 18:00 h), se evaluó en total 34 nodos de intersección vial de mayor importancia (12 en Cusco, 12 en Wanchaq y 10 en San Sebastián), utilizando un sonómetro profesional electrónico tipo 1 (Larson Davis Lxt1). Realizando el análisis de varianza, donde los 34 puntos muestreados superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de ruido establecido en el D.S. N° 085-2003-PCM, afirmando las hipótesis planteadas, donde la mayor contaminación sonora vehicular se encuentra en el distrito Cusco y la franja horaria 07:00 h a 08:00 h (según prueba de Tukey). Los valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A (LAeqTdB (A)), por distritos son: Cusco (71.3 dB), San Sebastián (70.59 dB) y Wanchaq (70.19 db), y las franjas horarias 07:00-08:00 h, (71.37 dB), 12:00-13:00 h (69.97 dB), 17:00-18:00 h (70.75 dB). Planteando un mapa de iso-contaminación sonora vehicular, diseñando estrategias sostenibles, finalmente se concluye que los valores obtenidos, superan lo establecido por ley, según la OMS partir de los 65 db (A) el sujeto está expuesto a pérdida del oído a largo plazo.

Palabras clave: Contaminación sonora, Cusco, decibeles, horarios, San Sebastián, vehicular y Wanchaq.

ABSTRACT

The research on vehicular noise pollution was carried out in the districts of Cusco, Wanchaq and San Sebastián (province of Cusco, 2017), the specific objectives are to determine the levels of vehicular noise pollution of the 3 districts, in 3 strips and propose sustainable strategies. The methodology is the measurement of vehicular noise pollution in the 3 districts, in 3 slots (07:00 h to 08:00 h; 12:00 h to 13:00 h and 17:00 h to 18:00 h), we assessed in total 34 nodes of major road intersection (12 in Cusco, 12 in Wanchaq and 10 in San Sebastián), using an electronic professional Sonometer type 1 (Larson Davis Lxt1). Performing the analysis of variance, where the 34 points sampled exceed the standards of Environmental Quality of noise established in the DS N ° 085-2003-PCM (Presidency of the Council of Ministers), affirming the hypothesis posed, where the greatest noise pollution vehicle is in the Cusco district and time slot 07:00 h to 08:00 h (according to Tukey test). The weighted equivalent continuous sound pressure level values (L_{AeqTdB} (a)), of the districts are: Cusco (71.3 db), San Sebastián (70.59 db) and Wanchaq (70.19 db), and time slots 07:00-08:00 h, (71.37 db), 12:00-13:00 h (69.97 db), 17:00-18:00 h (70.75 DB). Raising a map of ISO-vehicular noise pollution, designing sustainable strategies, finally it is concluded that the values obtained, exceed the established by law, according to the WHO starting from the 65 db (A) the subject is exposed to loss Long-term ear.

Keywords: Cusco, decibels, noise pollution, San Sebastian, schedules, vehicles and Wanchaq.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la contaminación sonora se ha constituido en uno de los problemas ambientales principalmente en las zonas urbanas. Este factor ambiental de degradación e impacto ambiental no alcanzó una relevancia social sino hasta el siglo 21, donde la Unión Europea en el 2005 indica que “80 millones de personas están expuestas diariamente a niveles de ruido ambiental superiores a 65 dBA y otros 170 millones, lo están a niveles entre 55-65 dBA”.

En esta preocupación el Parlamento Europeo y del Consejo, el 2002, emitió la Directiva 2002/49/CE, sobre la Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental, así como su transposición a la legislación española en la reciente Ley del Ruido 37/2003 (Gayo, 2012). Se ha calculado que alrededor de 20% de los habitantes de Europa Occidental están expuestos a niveles de ruido que los científicos y expertos sanitarios consideran inaceptables, niveles que incomodan, perturban y producen efectos nocivos a la salud (Espinoza, 2006).

En el Perú en el 2003 se publica los Estándares Nacionales de Calidad ambiental del ruido con el D.S. N°085-2003-PCM, con el establecimiento de la normatividad y legislación, se ha observado el incremento de estudios sobre los efectos y causas de la contaminación sonora.

En la ciudad del Cusco la OEFA, organismo de evaluación y fiscalización ambiental informo en el 2015 que los valores superan el promedio permisible, en el casco monumental en hora punta generada por el ruido de los vehículos y sugiere realizar las medidas correctivas para evitar los impactos negativos causados por la contaminación sonora.

En las ciudades más congestionadas del mundo, los niveles de intensidad del ruido sobrepasan por muchos los límites máximos permisibles, generando una alarma de riesgo auditivo.

El ruido del tráfico urbano es una importante causa de perturbación y es un elemento generador de estrés (Del Rosario, 1998); Todas las fuentes de ruido contempladas en los mapas estratégicos de ruidos, el tráfico rodado es la fuente principal que afecta a mayor número de personas (Paje, *et al.*, 2013)

La importancia previamente planteada de la contaminación sonora, permite realizar la presente investigación sobre la medición de la contaminación sonora vehicular para los distritos de Cusco, Wanchaq, San Sebastián, planteando estrategias para disminuir las situaciones de alerta de la contaminación sonora.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Problema de investigación

Actualmente uno de los problemas ambientales relacionados con el crecimiento de las zonas urbanas y las zonas industriales, es la contaminación del ruido, lo que ha generado que la Organización Mundial de la Salud, ha determinado que este tipo de contaminación está relacionada a una serie de problemas fisiológicos, psicológicos y económicos, generando externalidades negativas ambientales altamente significativas en países desarrollados y progresivamente significativas en países en vías de desarrollo.

En el Perú, el incremento desmedido del parque automotor en las principales ciudades como Lima, Cusco, Arequipa, viene incrementando consecuentemente la contaminación sonora vehicular por lo que se reconoce la importancia de la implementación de estándares de calidad ambiental para el ruido a través del Reglamento de Estándares Nacionales

de Calidad Ambiental para Ruido con Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, donde se determinan los instrumentos de gestión ambiental para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora vehicular, para promover el desarrollo sostenible.

Así mismo en la ciudad del Cusco, la capital Histórica del Perú, se observa el incremento de las actividades económicas como el turismo, el comercio, la construcción así como el aumento del tráfico vehicular, los cuales son los factores principales para el incremento de la contaminación sonora, motivo por el cual la Municipalidad Provincial del Cusco, establece una ordenanza N°140 /MC del año 2005, donde en el artículo 68°, indica la prohibición de aquellas actividades que ocasionen ruidos, olores y gases nocivos, o sean molestas, insalubres o peligrosas para los vecinos.

Por las consideraciones explicadas, se presenta el presente proyecto de tesis de investigación para realizar el análisis de los niveles de contaminación sonora en los distritos de Cusco, Wanchaq y San Sebastián; en las franjas horarias de 07:00 h a 08:00 h; 12:00 h a 13:00 h y 17:00 h a 18:00 h, por la importancia económica y turística de la provincia del Cusco, a fin de realizar el monitoreo de contaminación sonora vehicular , que permita el planteamiento de estrategias para prevenir, controlar y mitigar los efectos negativos de la contaminación sonora.

1.1.2 Formulación del problema de investigación

1.1.2.1. Problema General

¿Cuál de los distritos: Cusco, Wanchaq o San Sebastián de la provincia del Cusco sobrepasan los estándares de calidad ambiental del

ruido y en que franja horaria es mayor la de contaminación sonora vehicular?

1.1.2.2. Problemas Específicos

- i. ¿Será el distrito de Cusco el que presenta mayor contaminación sonora vehicular en relación a los distritos de Wanchaq, San Sebastián de la provincia del Cusco?
- ii. ¿Será mayor la contaminación sonora vehicular en la franja horaria de 07:00 h a 08:00 h; en relación a las franjas horarias de 12:00 h a 13:00 h y 17:00 h a 18:00 h?

1.2 HIPÓTESIS GENERAL

La contaminación sonora vehicular (dB), sobrepasa los estándares de calidad ambiental sonora en los distritos de Cusco, Wanchaq, San Sebastián en las franjas horarias de 07:00 h a 08:00 h; 12:00 h a 13:00 h y 17:00 h a 18:00 h.

1.2.1 Hipótesis Específicas

- El distrito de Cusco sobrepasa los estándares de calidad ambiental de contaminación sonora vehicular, en relación a los distritos de Wanchaq y San Sebastián.
- La mayor contaminación sonora vehicular se encuentra en la franja horaria de 07:00 h a 08:00 h en relación a las franjas horarias de 12:00 h a 13:00 h y 17:00h a 18:00 h.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Analizar los niveles de contaminación sonora vehicular en los distritos de Cusco, Wanchaq y San Sebastián de la provincia del Cusco en las franjas horarias de 07:00 h a 08:00 h; 12:00 h a 13:00 h y 17:00 a 18:00 h.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los niveles de contaminación sonora vehicular de los distritos de Cusco, Wanchaq y San Sebastián de la provincia del Cusco.
- Determinar los niveles de contaminación sonora vehicular en las franjas horarias de 07:00 h a 08:00 h; 12:00 h a 13:00 h y 17:00 h a 18:00 h, en los 3 distritos.
- Proponer estrategias sostenibles para disminuir las situaciones de alerta de la contaminación sonora.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La contaminación sonora en Madrid (España), son producidos principalmente por los vehículos de turismo, furgonetas, camiones y autobuses (Morales, 2009), de igual forma más del 60% de la comunidad del Área Metropolitana del Valle de Aburra (Colombia), menciona que es el tráfico vehicular el responsable de la contaminación sonora (Correa, *et al*, 2010), así también en la comuna La Candelaria (Colombia) se destaca que la contaminación sonora del tráfico rodado es la fuente más importante, (Ortega & Cardona, 2005), por otro lado en la ciudad de Puerto Montt (Chile), (Suárez & Valdebenito, 2008), identificándose que la contaminación sonora producida por el ruido de los vehículos es el factor que más molestias causa a la población urbana, de la población de Lima (Santos De La Cruz, 2007), igualmente acuerdo a las evaluaciones en Lima, Callao, Junín, Cusco, Loreto y Ucayali se determinó que el tráfico vehicular es el principal ruido ambiental, principalmente del parque automotor y las bocinas (OEFA, 2011).

La contaminación sonora medida en la ciudad de Huacho (Lima) indica que entre los periodos del 2010 al 2011, se obtuvieron como valor más alto 85 decibeles (A), y cuyo grado de contaminación fluctúa entre los 85 y 65 decibeles(A) (León, 2014); así mismo se muestra la persistencia de los niveles sonoros a lo largo de todo el periodo diurno son por el tráfico rodado distrito de San Isidro (Lima) (Tortosa, 2016), igualmente se registró una situación crítica de los valores de 80 dB en la ciudad de Tarapoto (San Martín) (Nieto, 2010), donde los periodos nocturno y diurno son los más elevados (Martínez & Moreno, 2005). Por otro lado en el Centro Histórico de la ciudad de Cusco se realizó un estudio en el 2003, indicando que se obtuvieron valores superiores a 65 dBA durante el día y valores de 55 dB durante la noche (De la Torre, Vela, Arana, & San Martín, 2003).

La presión sonora de los contaminantes sonoros impactan en el aparato auditivo superando los mecanismos defensivos y causando hipoacusia (España) (Gómez, 2007), donde los efectos negativos a la salud poblacional son fisiológicos como al aparato auditivo, el sistema nervioso, el sistema digestivo, afectando al desarrollo normal de las actividades como el sueño, descanso, estudio (España) (Bravo *et al*, 2003), así mismo el ruido es un tipo de contaminación que puede causar daño al oído humano y afectar al estado psicológico (EE.UU.) (Turk, 1989), los primeros indicadores son la carencia a ciertos estímulos, pasando por una hipoacusia hasta la pérdida total de la audición (México) (Domínguez, 2014). Así mismo viene afectando seriamente la calidad de vida de la población (Colombia) (Correa *et al.*, 2010), por lo que en la ciudad de Bogotá (Colombia), la presión sonora excedía el promedio en 17%, que constituye un riesgo para la salubridad para la población (González & Calle, 2015), así como también afecta y produce daños en la salud de los trabajadores

(Perú) (Alcántara, 2002), de igual forma el ruido perturba la concentración creando estados de cansancio y tensión que pueden causar morbilidad en el sistema nervioso y cardiovascular (Perú) (CONAM, 2007); por otro lado en el ámbito de la población universitaria en Lima el ruido produce interferencia a la comunicación oral, afecta la concentración y comprensión lectora; causando molestias en el trabajo que desempeñan (Perú) (Díaz, 2016).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Sonido

La presión sonora es una magnitud física que mide el nivel de intensidad sonora, teniendo en cuenta que es logarítmica cuya medida es el Belio, para ello se usa el múltiplo: decibelio medida usada (Barti, 2010), cuya velocidad es característica en ciertas condiciones de temperatura y presión atmosférica a 0°C y a 1 atm de presión atmosférica, la cual es de 331.45 m/s (Arau, 1999), cuyo registro de velocidad en el aire de 300 m/s (Guevara, 2008). El sonido es una variación física presente en un medio que puede ser el gas, líquido o sólido, cuya presión es detectada por el oído humano, estas ondas sonoras las cuales tienen masa y elasticidad (Sbarato *et al.*, 2007), donde una fuente sonora lineal está conformada por un cilindro de longitud indefinida y radio pulsante en el tiempo (Gayo, 2006), por lo que estas son unas ondas elásticas especiales, que se propagan en medios con propiedades de inercia y elasticidad (García, 1988). Así mismo la frecuencia es alta, el sonido es agudo, si es baja es grave, identificándose que el oído humano detecta frecuencias comprendidas aproximadamente entre 20 y 16 000 Hz (Rougeron, 1977), en la siguiente figura: Figura 1, expresan las

características de una onda sinusoidal pura:

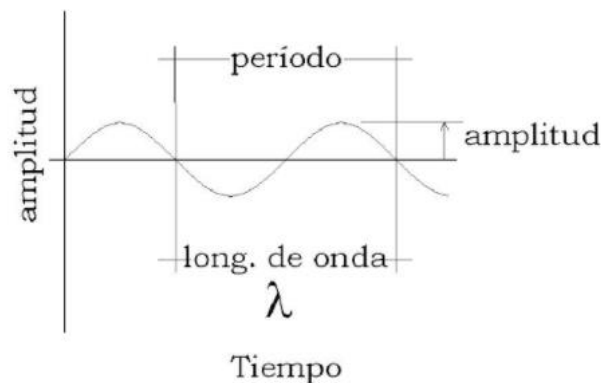


Figura 1. Características de una onda sinusoidal pura; Medellín, Colombia, 2007

Fuente: Jaramillo, 2007

2.2.2 Clasificación del sonido

Los sonidos por su fuente de origen se clasifican en sonidos naturales, los generados por el hombre se dividen en socioculturales, tecnológicos, indicadores (Sbarato *et al.*, 2007), por otro lado por el tipo de frecuencia son los transitorios, aleatorios, puros y complejos (Jaramillo, 2007), así también los que se expresan en función al tiempo los aleatorios que son irregulares y los deterministas que se expresan matemáticamente (Carrión, 1998).

2.2.3 Características del sonido

Puede ser transmitido, absorbido o reflejado, los siguientes factores son clave:

- **Nivel**

Es la cantidad de energía necesaria para generar ruido. Su unidad de medida es el decibelio (dB). Se suele usar la escala A que determina

el promedio equivalente y la escala C para la medida del nivel de pico ya que son las que mejor imitan al oído humano (García, 2008).

- **Frecuencia**

Es el número de vibraciones u oscilaciones que se producen por segundo. Su unidad es el herzio (Hz), la frecuencia determina el tono de los sonidos (García, 2008). Una frecuencia alta es un tono agudo y la baja es tono grave. La relación entre la longitud de onda (λ), la velocidad del sonido (c) y la frecuencia (f) está dada por la siguiente relación: (Jaramillo, 2007)

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

- **Velocidad**

La onda sonora requiere un medio para propagarse, así como de las características, como la temperatura, humedad, densidad y elasticidad, depende la velocidad de propagación, en el aire es de 340 m/s (Jaramillo, 2007)

- **Longitud de onda λ**

Es la longitud de un ciclo completo de onda comprende desde el valle hasta la cresta (Jaramillo, 2007)

- **Periodo T**

Es la duración de tiempo en segundos de un ciclo completo de onda (Jaramillo, 2007).

- **Amplitud A**

La presión sonora o fuerza por unidad de superficie, las unidades son las pascales (Pa) o Newtons por metro cuadrado (N/m^2), esta diferencia puede ser cambiante en un sonido a lo largo del tiempo para ello se usan dos valores:

Valor pico.- es el punto máximo de presión en una onda

Valor eficaz o r.m.s (root mean square).- Es la onda senoidal que transporta la misma energía que produce el mismo trabajo equivalente de una presión estática. Es más representativo de las características generales del sonido en el tiempo (Jaramillo, 2007).

- **Potencia acústica**

Cantidad de energía acústica que emite un foco en una unidad de tiempo. Se expresa con vatio (W) (Cortés, 2007)

- **Presión acústica**

Cantidad de energía acústica por unidad de superficie. Se mide en pascal ($1 \text{ Pascal} = 1 \text{ N/m}^2$) (Cortés, 2007)

- **Intensidad acústica**

Cantidad de energía acústica que pasa a través de la unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación en la unidad de tiempo (Cortés, 2007).

2.2.4 Ruido

Por otro lado en las ciudades existen áreas comerciales con tiendas de todo tipo, cuyos ruidos son generados por un conjunto de fuentes diversas que contribuyen al ruido ambiental (Barti, 2013), donde existen señales de ruido estacionarias revoluciones constante, valor de nivel en dBA (Möser & Barros, 2009), así mismo los ruidos se clasifican según su fuente de generación en naturales y antrópicas (tráfico rodado, aviones, trenes, industriales y comunitarios) (Bravo, 2007), conjunto de sonidos no deseados por el hombre que producen efectos desagradables, y molestias evidentes, generando perturbación y algunas veces dolor. Llega a constituirse en un tipo de perturbación que produce contaminación ambiental en forma de energía (Tejada, 1996).

Los niños, por encontrarse en la edad de crecimiento y desarrollo, son los más susceptibles a los efectos dañinos que produce el ruido al organismo. (González & Fernández, 2014). La contaminación sonora se expresa en un espacio y tiempo definido en inmediaciones de la fuente emisora, y su manifestación termina cuando se silencia esta última. No obstante, sus efectos en el hombre como en otros seres vivos, pueden ser no sólo de largo plazo, sino incluso acumulativos (Ramírez & Domínguez, 2011). En términos estrictamente ambientales, es importante resaltar los efectos del ruido sobre el deterioro de la salud pública, pues desencadena conflictos fisiológicos, psicosociológicos, ocupacionales sobre las actividades humanas y, en general, deteriora la calidad de vida (Echeverri, 2011). (Piñeiro & Pérez 2008) (Castro *et al.*, 2007). Su objetivo es definir una aproximación común en el sentido de prevenir o evitar efectos perjudiciales para la salud debido

a la exposición al ruido ambiente: (Evaluación de la exposición de la población al ruido, Información pública: niveles de ruido y su efecto en la salud, Políticas de reducción de los niveles de exposición) (De Esteban, 2003).

2.2.5 Intensidad del sonido

Los factores que determinan la intensidad son:

Potencia de la fuente sonora: cuanto mayor sea la potencia sonora de la fuente, mayor será la intensidad sonora percibida por el oyente. **Distancia a la fuente sonora:** La energía vibratoria emitida por la fuente, se distribuye uniformemente en ondas esféricas a medida que se propaga por el espacio, cuya superficie aumenta proporcionalmente al cuadrado de los radios. La energía que recibe el oído es una fracción de la energía total emitida por la fuente, tanto menor cuanto más alejado está el oyente. **Naturaleza del medio de transmisión:** en el espacio libre las ondas se atenúan con la pérdida de energía debida a la fricción de las partículas, los medios no elásticos atenúan más las ondas que los medios elásticos (Millán, 2012)

2.2.6 Componentes del oído relacionado a la audición

Las partes del oído son: (externo, medio e interno), el oído externo capta los sonidos y los transmite a la membrana timpánica causando la vibración. Las vibraciones de esta membrana se transmiten por el oído medio y a través de los 3 huesecillos del oído (yunque, martillo y estribo), hasta el oído interno, este último se comunica con la nasofaringe a través de la trompa de Eustaquio (auditiva). El oído interno consta de dos partes funcionalmente distintas, una implicada en la audición (porción coclear) y la otra en el

equilibrio y la posición (porción vestibular) (Palastanga, 2007).

2.2.7 Contaminación sonora

Se identifica entre los efectos negativos están los económicos, devaluación del precio de determinadas viviendas, generando costes sanitarios, disminución en la productividad laboral, y hasta absentismo en el trabajo (Pérez, 2005). En países en vías en desarrollo es un problema grave, principalmente por el tráfico, donde en vías de alta intensidad, son los equivalentes a la presión sonora de 24 horas, en un rango de 75-80dB (A) (Ataz & De Mera, 2004), así también los grupos más vulnerables lo constituyen los niños, ciegos, ancianos o mujeres embarazadas, quienes conforman grupos de mayor riesgo de impacto negativo, que aún está en investigación (Sanz & Garrido, 2003). Así el ruido puede llegar a provocar morbilidad somáticas o psíquicas, trastornos del sueño, y afectar negativamente en la vida de la población perjudicando sus actividades cotidianas, conversación, lectura, estudio, u otras actividades, etc. (Valtueña, 2002), lo conforman todos los estímulos que directa o indirectamente afectan desfavorablemente en el ser humano, a través del sentido del oído (García & González, 2000), y entre los efectos fisiológicos auditivos, los niveles superiores a 60 dB generan problemas, si es mayor de 80 dB son completamente nocivos para la salud, con posibilidad de daño permanente (Cambronero & Gómez, 1989).

2.2.8 Medición del ruido

El decibel (dB), es la décima parte del bel y cuantifica una magnitud logarítmica conocida como nivel sonoro (De Paz, 2007). La sensibilidad del

oído difiere según las frecuencias, por lo que el número de decibeles se corresponde a las frecuencias de los sonidos (Viener, 1992). Es decir 10 dB = 1 bel o 1/10 bel = dB. El nivel de sonido, β , de cualquier modo se define en términos de su intensidad, I , como

$$\beta(\text{in dB}) = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Donde I_0 es la intensidad de un nivel de referencia elegido, y el logaritmo es la base 10. I_0 . Se considera usualmente como la intensidad mínima audible para un buen oído el “umbral de audición” que es

$$I_0 = 1.0 \times 10^{-12} \frac{W}{m^2}$$

En consecuencia, por ejemplo, el nivel sonoro de un sonido, cuya intensidad es

$$I = 1.0 \times 10^{-10} \frac{W}{m^2}$$

$$\beta = 10 \log \frac{1.0 \times 10^{-10} \frac{W}{m^2}}{1.0 \times 10^{-12} \frac{W}{m^2}} = 10 \log 100 = 20 \text{ dB}$$

Siendo $\log 100$ igual a 2. Hay que advertir que el nivel del sonido en el umbral de audición es 0 dB. Esto es

$$\beta = 10 \log \frac{10^{-12}}{10^{-12}} = 10 \log 1 = 0 \text{ dB}$$

$$\log 1 = 0 \text{ dB}$$

Pues También hay que notar que un incremento en el nivel de sonido de 10 dB. Un aumento en la intensidad por un factor de 100 corresponde a un aumento en el nivel del sonido de 20 dB. Por tanto, un sonido de 50 dB es 100 veces más intenso que un sonido de 30 dB y así sucesivamente (Giancoli, 2006).

2.2.9 Niveles de referencia

Los márgenes de intensidad acústica y la presión acústica no pueden ser representados en la escala lineal, se recurre a un procedimiento matemático donde se representan las medidas acústicas en escala logarítmica.

$$L_p = \text{Nivel de presión acústica} = 10 \log\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 = 20 \log\left(\frac{P}{P_0}\right) \text{dB}$$

$$P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{N/m}^2$$

P= Presión acústica

$$L_{pw} = \text{Nivel de Potencia acústica} = 10 \log\left(\frac{P_w}{P_{w_0}}\right) \text{dB}$$

$$P_{w_0} = 10^{-12} \text{W}$$

Pw= Potencia acústica

$$L_I = \text{Nivel de intensidad acústica} = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{dB}$$

I= Intensidad acústica $I_0 = 10^{-2} \text{W/m}^2$

Así el nivel acústico en dB o L viene dado por la expresión:

$$L = 20 \log \frac{P}{P_0} = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{P_w}{P_{w_0}}$$

Al usar estas expresiones, el margen de nivel de presión acústica varía entre 0 y 140 dB, margen más cómodo, más exacto y más fácil de usar (Cortés, 2007) A continuación en el cuadro 1 se muestra los diferentes niveles de presión acústica:

Cuadro 1. Niveles de presión acústica (L_p) que producen las diferentes actividades, Madrid, España, 2007.

Presión acústica ($\mu\text{Pa.}$)	NPA (L_p) (dB)	Actividad	Sensación
$2 \cdot 10^8$	140	Despegue de avión	Intolerable
$2 \cdot 10^7$	120	Sala de máquinas buque	Doloroso
$2 \cdot 10^6$	100	Prensas automáticas	Muy ruidoso
$2 \cdot 10^5$	80	Tráfico pesado	Ruidoso
$2 \cdot 10^4$	60	Restaurante	Ruido moderado
$2 \cdot 10^3$	40	Zona residencial nocturna	Poco ruidoso
$2 \cdot 10^2$	20	Estudio radio o TV	Silencioso
20	0		Umbral de audición

Fuente: Cortés, 2007

En general los ruidos comprendidos entre 40 y 60 dB resultan soportables, entre 65 y 80 dB son fatigosos, entre 80 y 115 dB pueden producir sordera y superiores a 120 dB resultan soportables (Cortés, 2007).

- **Curvas isofónicas**

La sensibilidad es altamente dependiente de la frecuencia sonora. Realizando este procedimiento para distintos niveles de tono de referencia (1000 Hz), se obtiene un set de curvas llamadas curvas isofónicas, estas curvas permiten establecer que un tono de 100 Hz, con un nivel de presión sonora de 70 dB, será percibido igual de intenso que un tono de 1000 Hz con un nivel de 60 dB, el oído mucho más sensible en el rango de frecuencias medias que en el rango de frecuencias muy altas y bajas (Möser, 2009). A continuación la Figura 2 define las curvas isofónicas.

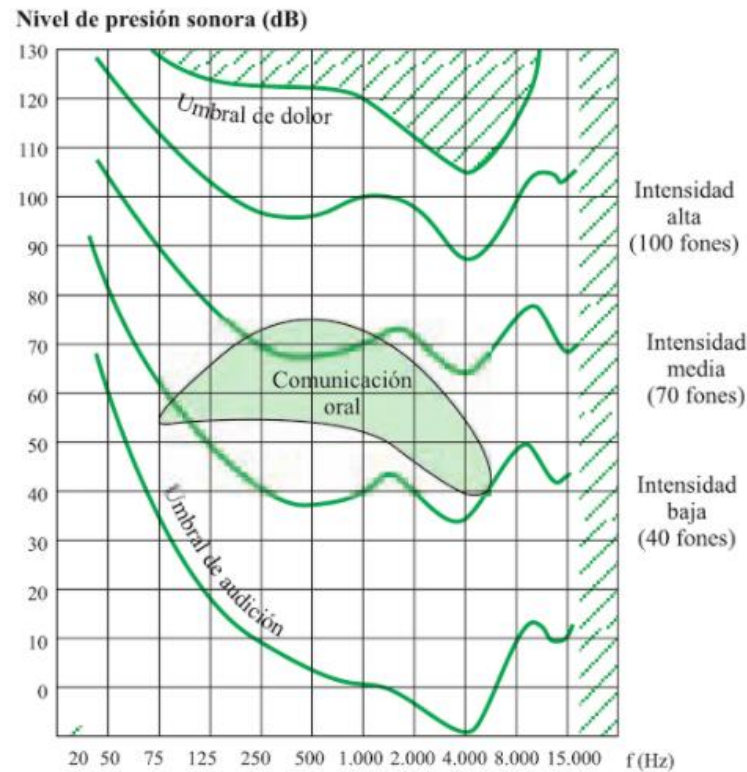


Figura 2. Curvas isofónicas; Madrid, España, 2012

Fuente: Millán, 2012

- **La ponderación A1**

Esta aceptado internacionalmente utilizar el nivel de presión sonora ponderado A, el cual toma en cierta medida la sensibilidad del oído humano. El valor de dBA se mide usando un filtro cuya respuesta de frecuencia corresponde a 30 dB en 1 kHz (Möser, 2009). La Figura 3: se muestran las curvas de ponderación sonora:

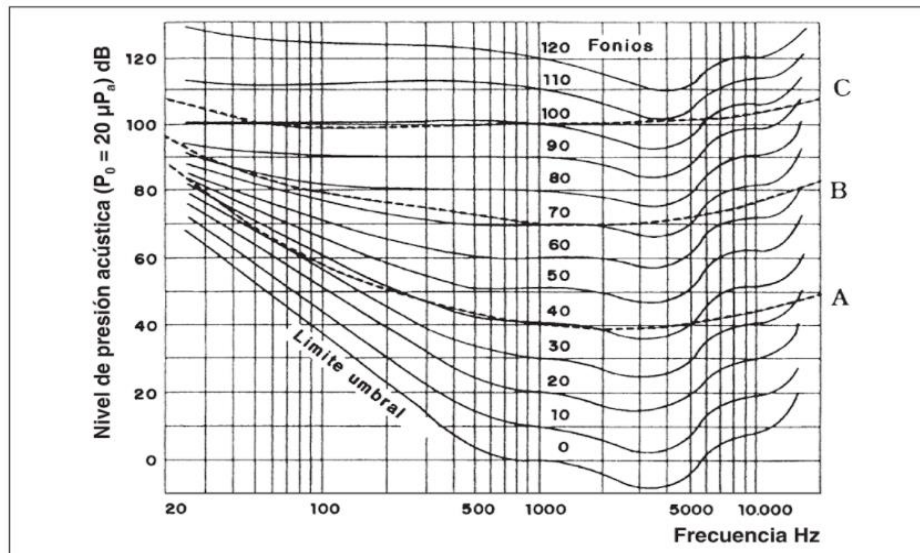


Figura 3. Curvas de ponderación sonora, Madrid, España, 2007

Fuente: Cortés, 2007.

La figura anterior muestra las medidas de referencia como de 1 000 Hz y la intensidad de sensación se expresa en fonos o fonios, siendo este equivalente a la intensidad física de 1 dB para un sonido de 1000 Hz (Cortés, 2007). La presión sonora con ponderación A, están relacionados con el daño auditivo que sufren las personas expuestas a ruidos altos durante periodos considerables de tiempo o con la sensación de molestia (Robledo, 2004)

- **Nivel promedio de presión sonora $L_p A$**

Como los mecanismos de respuesta del oído a cambios de presión sonora no son lineales es necesario una escala no lineal, como la escala decibel.

$$L_p(A) = \log_{10} \left(\frac{PA}{P_o} \right)^2 dB$$

$PA =$ Presión eficaz cuadrática con ponderación (A)

$$P_o = 20 \mu Pa$$

(Robledo, 2004)

- **Nivel de presión sonora equivalente continuo (Leq)**

La medición de Leq se basa en el principio de igual energía y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Leq = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{(P(t))^2}{(P_o)^2} dt$$

Donde $P(t)$ = Presión sonora instantánea, P_o = presión de referencia 20μ , T = tiempo total de medida.

El nivel equivalente cuando es medido en la escala de ponderación (A), se expresa así:

$$Leq(A) = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{(PA(t))^2}{(P_o)^2} dt$$

Donde PA = Presión sonora instantánea medida en la escala A
(Robledo, 2004)

Es el nivel de presión sonora promedio a lo largo del tiempo, es decir, el nivel de presión sonora constante que el mismo intervalo de tiempo contiene la misma energía que los sonidos promediados (Millán, 2012).

2.2.10 Clasificación de ruido

El cuadro 2 presenta los valores guía de la OMS consideran los efectos adversos sobre la salud identificados para el ambiente específico. Como efecto adverso del ruido se considera a cualquier deficiencia temporal o de largo plazo del funcionamiento físico, psicológico o social relacionada con la exposición al ruido. Proporciona valores límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (Berglund *et al.*, 1999).

Cuadro 2. Efectos sobre la salud de la Organización Mundial de la Salud sobre niveles de ruido, Londres, Reino Unido, 1999

Recinto	Efectos en la salud	Riesgo	Valores límite recomendados		
			LAeq (dB)	Tiempo (h)	LMax, fast (dB)
Exterior habitable	Malestar fuerte, día y anochecer	Medio	55	16	-
	Malestar moderado, día y anochecer	Medio	50	16	-
Interior de viviendas	Interferencia en la comunicación verbal, día y anochecer	Bajo	35	16	
Dormitorios	Perturbación del sueño, noche	Bajo	30	8	45
Fuera de los dormitorios	Perturbación del sueño, ventana abierta (valores en el exterior)	Bajo	45	8	60
Aulas de escolar y preescolar, interior	Interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje	Bajo	35	Durante la clase	-
Dormitorios de preescolar, interior	Perturbación del sueño	Bajo	30	hora de descanso	45
Escolar, terrenos de juego	Malestar (fuentes externas)	Medio	55	Durante el juego	-

Recinto	Efectos en la salud	Riesgo	Valores límite recomendados		
			LAeq (dB)	Tiempo (h)	LAmáx, fast (dB)
Salas de hospitales, interior	Perturbación del sueño, noche	Bajo	30	8	40
	Perturbación del sueño, día y anochecer	Bajo	30	16	-
Salas de tratamiento en hospitales, interior	Interferencia con descanso y restablecimiento	Muy bajo	1		
Zonas industriales, comerciales y de tráfico, interior y exterior	Daños al oído	Medio	70	24	110
Ceremonias, festivales y actividades recreativas	Daños al oído (asistentes habituales: < 5 veces/año)	Alto	100	4	110
Altavoces, interior y exterior	Daños al oído	Alto	85	1	110
Música a través de cascos y auriculares	Daños al oído (valores en campo libre)	Alto	85 ⁴	1	110
Sonidos impulsivos de juguetes, fuegos artificiales y armas de fuego	Daños al oído (adultos)	Muy Alto	-	-	140 ²
	Daños al oído (niños)	Muy Alto			120 ²
Exteriores en parques y áreas protegidas	Perturbación de la tranquilidad	Bajo	3		

Fuente: Modificado en base a Berglund *et al*, 1999

Notas

1 : Tan débil como se pueda.

2 : Presión sonora pico (no Lamax, fast), medida a 100 mm del oído.

3 : Las zonas tranquilas exteriores deben preservarse y minimizar en ellas la razón de ruido perturbador a sonido natural de fondo.

4 : Bajo los cascos, adaptada a campo libre.

Los siguientes cuadros: Cuadro 3, Cuadro 4 y Cuadro 5 muestran los

niveles decibeles y la presión sonora respecto a las fuentes sonoras:

Cuadro 3. Niveles sonoros y respuesta humana, Madrid, España, 2012

Fuente	P (Pa)	I (W/m ²)	Nivel de presión sonora [dB]	Efecto
Zona de lanzamiento de cohetes	20.000	—	180	Pérdida auditiva irreversible.
Despegue de un avión (en pista) Sirena antiaérea	200	100	140	Doloroso
Trueno	63,2	10	130	Pérdida de oído a corto plazo.
Despegue de un avión a 50 m Concierto de rock	20	1	120	Umbral de dolor
Martillo neumático	6,32	0,1	110	Extremadamente fuerte
Petardos, Claxon de un camión	2	0,01	100	Muy fuerte
Tránsito urbano	0,632	0,001	90	Muy molesto La exposición constante puede provocar daños al oído
Grito a 1 m Interior de una fábrica	0,2	0,0001	80	Molesto. Pérdida de oído a largo plazo
Oficina de negocios Tráfico denso	0,0632	0,0000 1	70	Ligeramente molesto. Comunicación verbal extremadamente difícil
Conversación (1 m)	0,02	0,0000 01	60	Ligeramente ruidoso Malestar
Tránsito de vehículos a 25 m	0,00632	0,0000 001	50	Poco ruidoso.
Oficina tranquila, Área urbana por la noche	0,002	0,0000 0001	40	Ruido leve.
Biblioteca, Susurro	0,000632	0,0000 00001	30	Silencio
Estudio de radiodifusión	0,0002	0,0000 000001	20	Muy silencioso
Rumor de hojas en el campo, Silencio absoluto	0,00002	—	10	Apenas audible

Fuente: Millán, 2012

Cuadro 4. Niveles de Sonidos y la intensidad sonora, Philadelphia. EEUU, 1989

Factor de Intensidad del Sonido	Nivel del Sonido (dB)	Fuente de sonido
$1 \text{ E } 10^{18}$	180	Motor de oruga
$1 \text{ E } 10^{15}$	150	Aeroplano en proceso de elevación
$1 \text{ E } 10^{13}$	130	Máximo valor de sonido de música rock registrado
$1 \text{ E } 10^{12}$	120	Rayo, pito de un automóvil a un metro de distancia
$1 \text{ E } 10^{11}$	110	Remachador, avión volando a 300 m de distancia
$1 \text{ E } 10^9$	90	Motocicleta a 8 m de distancia, una licuadora, un camión diesel a 80 km/h. 15 m de distancia
$1 \text{ E } 10^8$	80	Triturador de Basura
$1 \text{ E } 10^7$	70	Aspiradora
$1 \text{ E } 10^6$	60	Unidad de aire acondicionado, a 6 m de distancia
$1 \text{ E } 10^4$	40	Promedio de ruido en un dormitorio
$1 \text{ E } 10^3$	30	Promedio de ruido en una biblioteca
$1 \text{ E } 10^2$	20	Laboratorio de estudio
$1 \text{ E } 10^1$	10	Cercano a la sordera
1	0	Límite del sonido perceptible

Fuente: Turk, 1989.

Cuadro 5. Niveles de presión sonora y Fuente sonora, Bucaramanga, Colombia, 1999

Presión del sonido	Nivel de presión sonora (Decibeles)	Ejemplo de fuente sonora
0.0002	0	Umbral de audición
0.002	20	Susurro, voz cuchicheada
0.02	40	Oficina corriente
0.2	60	Conversación normal a 1 metro
2.0	80	Tráfico intenso, oficina concurrida
20.0	100	Perforación subterránea
200.0	120	Avión de reacción
2000.0	140	Umbral del dolor

Fuente: Szpirman, 1999

El cuadro 6 a continuación muestra las constantes de tiempo de los sonómetros:

Cuadro 6. Constantes de tiempo de los sonómetros, Madrid, España, 2007

CONSTANTES DE TIEMPO DE LOS SONÓMETROS, PARA LAS DISTINTAS POSICIONES			
Designación	Símbolo	Concepto medido	Constante de tiempo
Slow (lento)	S	Valor eficaz	1 seg.
Fast (rápido)	F	Valor eficaz	125 ms.
Impulse (impulso)	I	Valor eficaz	35 ms.
Peak (pico)	P	Valor pico	< 100 ps

Fuente: Cortés, 2007

Tabla 7. Criterios sobre ruido de la organización mundial de la salud, Londres, Reino Unido, 1999

Límite	Efecto a evitar o situación en la que se aplica
< 130 dBA	Incomodidad auditiva
< 140 dBA	Riesgo de daño físico (por ejemplo, perforación del tímpano)
140 dBA	Dolor agudo
140 dBA L_{eq24}	Daño auditivo despreciable
140 dBA L_{eq}	Excelente inteligibilidad
140 dBA L_{eq}	Inteligibilidad completa
55 dBA L_{eq}	Inteligibilidad razonablemente buena
< 0.6 s	Adecuada inteligibilidad
= 0.25 – 0.5 s	Inteligibilidad adecuada para los hipoacúsicos
> 0 dB	Comprensión de la palabra
> 10 dB – 15 dB	Comprensión de la palabra extranjera, escuela, teléfono, mensajes complejos
140 dBA L_{eq4}	Conciertos
140 dBA L_{eq4}	Discotecas
140 dB peak	Sonidos Impulsivos
L < 80 dBA	Juguetes, en el oído del niño
L < 130 dBC	Juguetes, en el oído del niño
140 dBA L_{eq}	Ruido interior
45 dBA L_{max} (fast)	Eventos ruidosos aislados al dormir
140 dBA L_{eq}	Ruido externo al dormir (ventanas abiertas, reducción de 15 dB)
140 dBA L_{eq}	Salas de hospital
140 dBA L_{max} (fast)	Eventos ruidosos aislados, salas de hospital
55 dBA L_{eq}	Exteriores de día
50 dBA L_{eq}	Exteriores de noche
= 1 s	Buffet de escuela

Límite	Efecto a evitar o situación en la que se aplica
$5 \text{ dBA } L_{eq}$	Patios de escuela
$L_{eqC} - L_{eqA} > 10 \text{ dBA y } L_{eqA} < 60$	Sumar 5 dBA a L_{eqA}
$L_{eqC} - L_{eqA} > 10 \text{ dBA y } L_{eqA} > 60$	Sumar 3 dBA a L_{eqA}

de: Berglund *et al.*, 1999

ABREVIATURAS

Nivel equivalente durante la medición

Nivel equivalente durante 24 h

Nivel equivalente durante 4 h

Nivel equivalente con compensación de frecuencia A

Nivel equivalente con compensación de frecuencia C

Máximo nivel con una dada respuesta (rápida, lenta o impulsiva)

Máximo nivel instantáneo

Respuesta con una constante de tiempo de .125 s

Respuesta con una constante de tiempo de 1 s

Nivel de presión sonora

Decibel compensación A

Decibel compensación C

Relación señal / ruido, en general en dB

Tiempo de reverberación (tiempo que demora el sonido en extinguirse al cesar la fuente), Berglund *et al.*, 1999

La siguiente figura 4, expresa los criterios considerados por la OMS sobre el ruido:

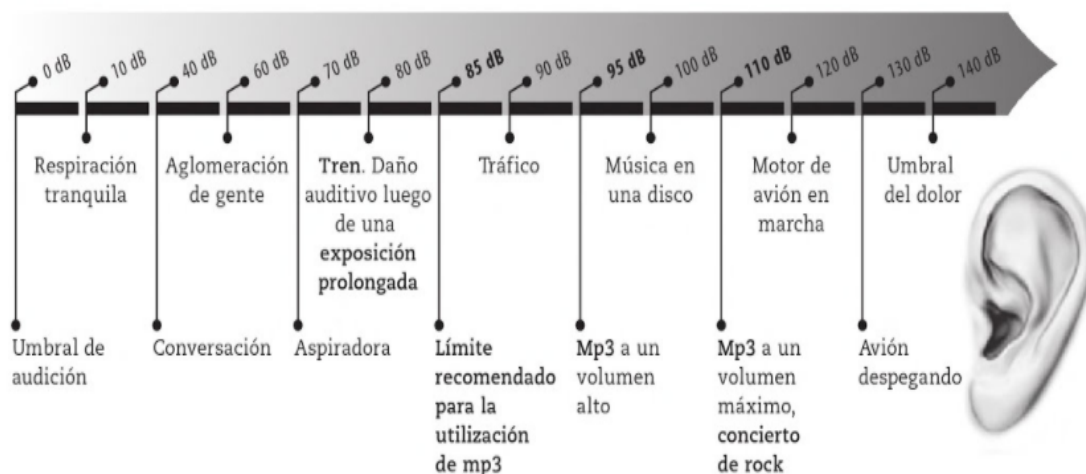


Figura 4. Efectos a la salud a diferentes Niveles de decibeles, México, 2016

Fuente: Sánchez, 2016.

Los siguientes cuadros: Cuadro 8 y Cuadro 9 muestran los niveles decibeles y la presión sonora respecto a las fuentes sonoras:

Cuadro 8. Niveles de los decibeles y su fuente emisora, Buenos Aires, Argentina, 2008

NIVELES	RANGO DECIBELES	FUENTE EMISORA
Muy bajo	Entre 10 y 30 dB	Biblioteca
Bajo	Entre 30 y 55 dB	el ruido provocado por el aire acondicionado o el tránsito de vehículos livianos
Ruidoso	Entre 55 y 75 dB	una aspiradora 65 dB, un camión recolector de residuos 75 dB
Ruido fuerte	Entre 75 y 100 dB	un atasco de tránsito o la circulación de un camión pesado, 90 dB
Ruido Intolerable	A partir de 100 dB.	Pista de discoteca, aeropuerto, discusión a gritos, aproximadamente 110 dB
Daño al oído	Más de 120 dB	un taladro 120 dB, estar a 25 metros o menos de un avión que despegando, 130 dB

Fuente: Cattaneo *et al.*, 2008

Cuadro 9. Niveles de presión sonora y la valoración para diferentes fuentes sonoras, Medellín, Colombia, 2007

Fuente sonora	SEL (dB)	Valoración subjetiva del nivel
Despegue de avión (a 60 m)	120	Muy elevado
Edificio en construcción	110	Elevado
Martillo neumático	100	
Camión pesado (a 15 m)	90	
Calle en ciudad	80	Moderado
Interior automóvil	70	
Conversación (a 1 m)	60	
Oficina, aula	50	Bajo
Sala de estar	40	
Residencia en la noche	30	
Estudio de grabación (desde afuera)	20	Muy bajo

Fuente: Jaramillo 2007

El cuadro 10 Niveles de decibeles (dB) a continuación compara algunos sonidos comunes y muestra cómo se clasifican desde el punto de vista del daño potencial para la audición. El ruido comienza a dañar la audición a niveles de alrededor de 70 dBA. Para el oído, un incremento de 10 dB implica duplicar la sonoridad.

El cuadro 10, muestra los niveles de presión sonora y su efecto en la salud:

Cuadro 10. Niveles Sonoros y Respuesta humana, Montpellier, Francia, 2005

Niveles Sonoros y Respuesta Humana		
Sonidos característicos	Nivel de presión sonora [dB]	Efecto
Zona de lanzamiento de cohetes (sin protección auditiva)	180	Pérdida auditiva irreversible
Operación en pista de jets	140	Dolorosamente fuerte
Sirena antiaérea		
Trueno	130	
Despegue de jets (60 m), bocina de auto (1 m)	120	Máximo esfuerzo vocal
Martillo neumático, Concierto de Rock	110	Extremadamente fuerte
Camión recolector, petardos	100	Muy fuerte
Camión pesado (15 m), tránsito urbano	90	Muy molesto Daño auditivo (8 horas)
Reloj Despertador (0,5 m), secador de cabello	80	Molesto
Restaurante ruidoso, pizzería por autopista, oficina de negocios	70	Difícil uso del teléfono
Aire acondicionado, conversación normal	60	Intrusivo
Tránsito de vehículos livianos (30 m)	50	Silencio
Sala, Dormitorio, Oficina tranquila	40	
Biblioteca	30	Muy silencioso
Susurro a 5 m		
Estudio de radiodifusión	20	
	10	Apenas audible
	0	Umbral auditivo

Fuente: Clearinghouse, N. P. (2005).

2.2.11. Ruido de tráfico

El ruido de tráfico es la fuente de molestias más importante en los medios urbanos, en la actualidad el ruido de tráfico sigue aumentando y extendiéndose tanto en el tiempo como en el espacio. Este tipo de contaminación sonora sigue evolucionando claramente en sentido negativo (García, 1998, Valle, 2014 y Barti, 2013).

El 44% de los alojamientos franceses sobrepasa los 60 dB, un ruido de 80 dB se encuentra en una vía concurrida o cruce con semáforo, incluso 90 dB en esquinas y plazas grandes. El ruido es producido por el motor a baja velocidad y por rodamiento de la calzada a altas velocidades (Lablée, 1996).

2.2.12. Ecología Sonora

Ciencia que estudia la relación de los seres vivos con el ambiente sónico y se ocupa de la conservación y defensa de la calidad ambiental auditiva, consideran que el sonido del entorno es un bien que sirve a los sujetos que los reciben (Espinosa, 2006).

2.2.13. Efectos del ruido

Además del sentido auditivo, se produce alteración de diversos órganos y sentidos del cuerpo humano, como en el sistema nervioso central, cardiovascular, fatiga del cuerpo, efectos en las glándulas endocrinas, sobre el aparato respiratorio, digestivo, sistema sanguíneo, efectos sobre el equilibrio, sobre la visión, en el sueño y descanso produciendo insomnio, interferencia en las actividades mentales y psicomotoras. Y entre los efectos no audibles psicológicos, se desencadena en una reacción principalmente de estrés, actuando como promotor de alteraciones de salud derivadas de estas (Barti, 2013). Se evidencia 3 niveles de molestia; a. molestia psicológica, genera perturbación y descontento, b. molestia funcional, ruido interfiere con una actividad, trabajo, sueño, 60 dB y c. La molestia fisiológica tiene efectos en la audición, riesgos de sordera (más de 5 años a 85 decibeles) (Lablée, 1996). A continuación se muestra la Figura 5 sobre los efectos del ruido en la salud:



Figura 5. Efectos a la salud y niveles de ruido, México, 2016

Fuente: Sánchez, 2016.

2.3. BASE NORMATIVA Y LEGAL

- Constitución Política del Perú, Artículo 2 numeral 22.
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Publicada el 15 de octubre de 2005, Art. 115 De los ruidos y vibraciones.
- Decreto Legislativo N° 1055, Decreto Legislativo que modifica la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Publicado el 27 de junio de 2008. Art. 32
- Decreto Legislativo N° 1013, Ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente. Publicado el 14 de mayo de 2008. Art. 7 Inciso k
- Ley N° 28245, Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental. Publicada el 04 de junio de 2004. Art. 36, inciso a
- Decreto Supremo N° 008-2005-PCM, Reglamento de la Ley N° 28245. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Publicado el 28 de enero de 2005. Art.6 numeral 3; Art. 81 numeral 2

- Decreto Supremo N° 012-2012-MINAM que Aprueba la Política Nacional del Ambiente. Eje de Política 2 gestión integrada de la calidad ambiental, calidad del aire, inciso e. impulsar mecanismos técnicos-normativos para la vigilancia y control de la contaminación sonora.
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM se aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.
- Ley General de Salud, LEY N° 26842 Capítulo VII : De la higiene y seguridad en los ambientes de trabajo, Capítulo VIII : De la protección del ambiente para la salud
- Decreto Supremo N° 038-2003-MTC de conformidad con el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 040-2004-MTC publicado el 22-12-2004
- Normas Técnicas Peruanas (NTPs) emitidas por INDECOPI:
 - a) NTP 1996-1:2007, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental.
Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación, y;
 - b) NTP 1996-2:2008, descripción, medición y evaluación del ruido ambiental.
Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

3.1.1. Ubicación y delimitación

Los distritos de Cusco, Wanchaq y San Sebastián se encuentran en la provincia de Cusco, la cual se ubica en la parte central del departamento de Cusco, sus límites son: Por el Norte: Provincias de Calca y Urubamba, por el Este: Provincia de Quispicanchi, por el Sur: Provincia de Paruro, por el Oeste: Provincia de Anta (Municipalidad Provincial del Cusco, 2006).

3.1.2. Altitud

Dentro de la provincia del Cusco se encuentra en el distrito de Cusco entre los 3399 m y 3299 m de altitud el distrito San Sebastián y el distrito de Wanchaq se ubica a los 3366 m de altitud (Municipalidad Provincial del Cusco, 2006).

3.1.3. Superficie

La provincia del Cusco posee una superficie de 61700 ha y cuenta con

8 distritos. El distrito de Cusco, con 11622 ha y San Sebastián con 8944 ha, y el distrito de Wanchaq con 639 ha (Municipalidad Provincial del Cusco, 2006).

Los distritos con mayor dinámica de actividades económicas, El distrito de Cusco es el más atractivo por desarrollar actividades económicas con 41.38%, seguido por Wanchaq con 25.14%, que ambos sumados representan el 66.52% del total de actividades económicas que se realizan en la Provincia del Cusco. Las actividades de enseñanza en el distrito de Cusco (99 establecimientos) y Wanchaq (51 establecimientos), del mismo modo, las actividades prestadoras de servicios de salud para la población se concentran en los distritos de Cusco (58 establecimientos) y Wanchaq (36 establecimientos). Así mismo la actividad de transporte y carga, si bien es compartida entre todos los distritos, Wanchaq destaca por encabezarla con 337 empresas dedicadas a esta actividad (Municipalidad Provincial del Cusco, 2006). A continuación se muestran las principales actividades económicas de los 3 distritos elegidos para el presente estudio de los 8 distritos de la provincia del Cusco.

3.1.4. Características climáticas de la provincia del Cusco

La provincia del Cusco, presenta las siguientes características climáticas:

Cuadro 11. Características climáticas, Provincia del Cusco, 2004

CLIMA	
ÉPOCA	CARACTERÍSTICAS
Lluviosa- húmeda	De diciembre a marzo, con 746 mm de precipitación anual promedio
Seca	De abril a agosto, con 99.8 mm
Intermedia, denominada de transición	Las características climatológicas de consumo y recarga, son equilibradas de agosto a noviembre
TEMPERATURA	
Media anual	13.35° C
Máxima en el mes de octubre	25° C
Mínima entre los meses de junio y julio	4.5° C
Entre los meses de mayo a agosto	Heladas
HUMEDAD RELATIVA	
Humedad relativa media anual	60%
Mes de agosto	53%
Mes de diciembre	67%

Fuente: Municipalidad del Cusco, PIGARS, 2004

3.1.5. Características demográficas de la provincia del Cusco

Las características demográficas de los distritos de Cusco, San Sebastián y Wanchaq la provincia del Cusco se detallan a continuación:

Cuadro 12. Población Provincia Cusco (Distritos Cusco, Wanchaq y San Sebastián), de la provincia del Cusco, 2005

Municipios metropolitanos	Extensión km ²	Altitud msnm	Densidad (hab/km ²) (2007)	Viviendas (2007)	Población (Censo 2007)	Población estimada (2014)
Cuzco	116,22 km ²	3.399 msnm	936,1	28.476	108.798*	118.322
San Sebastián	89,44 km ²	3.244 msnm	955,6	18.109	85.472*	110.298
Wanchaq	6,38 km ²	3.366 msnm	8.546,1	14.690	54.524*	63.844

Fuente: INEI, 2005

3.1.6. Características económicas de la provincia del Cusco

Las características demográficas de los distritos de Cusco, San Sebastián y Wanchaq la provincia del Cusco (ver anexos): donde las actividades económicas más importantes son las actividades: Fábrica y venta de textiles y calzado (Cusco (584), Wanchaq (95), San Sebastián (31)); almacenes, envasados y empaquetados varios (Cusco (387), Wanchaq (244), San Sebastián (131)); otras actividades de venta y fabrica (Cusco (1794), Wanchaq (935), San Sebastián (341)); multiservicios profesionales y complementarios (Cusco (402), Wanchaq (260), San Sebastián (54)); actividades agropecuarias, complementarios y derivados (restaurantes, pollerías, pizzerías, picanterías, bares, cantinas, panaderías), (Cusco (1519), Wanchaq (977), San Sebastián (529)).

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Diseño, nivel y tipo de la investigación

La presente investigación corresponde a un diseño no experimental cuantitativo, desarrollado sin manipular deliberadamente las variables, caracterizada por observar los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos; en un estudio no experimental no se construye ninguna situación sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. De hecho no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos de estudio. Por su dimensión temporal en el cual se recolectan los datos se determinó que el diseño de la investigación transeccional o transversal, donde se recolectan los datos en un solo momento y en un tiempo único, cuyo propósito es describir variables, y analizarlas comparativamente su incidencia e interrelación en un momento dado. El tipo es básico y el nivel descriptivo comparativo, cuyo objetivo es indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan las variables proporcionando una visión del fenómeno o situación (Hernández, *et al*, 2006; Gómez, 2006).

Para determinar los niveles de contaminación sonora vehicular de los distritos de Cusco, Wanchaq y San Sebastián de la provincia del Cusco, así como para los niveles de contaminación sonora vehicular en las franjas horarias de 07:00 h a 08:00 h; 12:00 h a 13:00 h y 17:00 h a 18:00 h, en los 3 distritos (considerando los objetivos 1 y 2, se realizó el monitoreo de contaminación sonora vehicular considerando lo siguiente:

Descripción detallada del uso de materiales, equipos e insumos

3.1.1.1 Equipos

- Sonómetro clase 1 Larson Davis Soundtrack Lxt1

Sonómetro integrador

Integrado en tiempo: Slow, Fast, Impulse, TWA, Pico (pico tiene ponderación de frecuencia seleccionable independientemente).

Ponderación en frecuencia: A, C y Z, octava, tercios de octava.

Rango de medición: A 38 a 140 dB.

C 37 a 140 dB.

Z 42 a 140 dB.

Nivel máximo SPL: 140 dB SPL.

Nivel máximo Pico: 143



Figura 6. Sonómetro Larson Davis Lxt1, en la ciudad de Cusco, de marzo a setiembre del 2017.

Mediciones: SPL, Leq, TWA(2), Lmin, Lmax, Lpico, Lpico(máx.),

Dosis(2), Dosis

Proy. (2), Ln (6), contador eventos (5, 2 RMS, 3 Pico).

Rango dinámico: 110 dB.

Regulaciones

IEC 61672-2002, 60651-2001, 60804-2000, 61260-2001, 61252-002

Teclado: elastómero de silicona “quiet touch” con respuesta táctil, 4 teclas de función, 3 teclas blandas de contexto y 5 teclas de navegación

20 h de autonomía con 4 pilas AA.

Interface USB.

Pantalla de gran tamaño con gran contraste.

Anotación digital de voz, opcional.

Extremadamente compacto, resistente y ligero.

Display traducido.

Disponible en Clase 1.

Memoria de 80 Mb, extensible a 2 Gb.

Cumple con todos los requerimientos del R.D. 286/2006.

- Cámara fotográfica Canon de 12 Mpixel

- Equipos de cómputo laptop ASUS tek computer modelo k501ux, core I7 Intel, sistema operativo de 64 bits, con Windows 10 home single.
- GPS garmin etrex vista.
- Anemómetro y termómetro VKTECH 0-30m/s; m/s, Km/h, ft/min, Knots, mph Serie 201609033303; rango de velocidad del viento: 0 a 30 m/s. Unidad de velocidad del viento: m/s, Km/h, ft/min, nudos, mph. Rango de temperatura del viento: -10 a 45 ° C (14-113 F) Precisión: $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Alimentado por una batería de 3 V CR2032 batería. (batería no incluida). Rango de Velocidad Del viento: 0 ~ 30 m/s, precisión: $\pm 5\%$. Resolución: 0.1 m/s, temperatura: 0.2 °C
- Higrómetro Marca Outad, analógico, Número de modelo: ZK585200 con exactitud de Medición de temperatura: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (5 ~ 35 ° C)/ ± 2 Deg. C (otros), humedad precisión de la Medición: $\pm 5\%$, rango de Medición de temperatura: -30 a 50 Grados C/-20 a 120 grados Fahrenheit, Rango de Medición de humedad: 0-90%, dimensión: diámetro 13 cm, espesor 2.2 cm.

3.1.1.2 Materiales

- 56 Formatos de registro de datos
- 01 Tablero de registro
- 02 Lapiceros

3.1.1.3 Programas estadísticos e informáticos

- INFOSTAT (para el cálculo de ANDEVA)

- ARCGIS 10.4 (para elaboración del mapa de iso contaminación sonora)
- Microsoft office: Microsoft Excel, Word

3.1.1.4 Determinación de las Muestras de la contaminación sonora

En función a la dinámica de actividades económicas, se determinó que el muestreo de la contaminación sonora vehicular se realice en los 3 distritos de la provincia del Cusco. El distrito de Cusco, con 11622 ha y San Sebastián con 8944 ha, y el distrito de Wanchaq con 639 ha (Municipalidad Provincial del Cusco, 2006).

Las unidades muestrales de 34 se realizaron 5 repeticiones cada una para dar la validez estadística, permitiendo estimar el error, la varianza muestral, para los 3 estratos. Con un total de 510 muestreos de la contaminación sonora.

Se realizó medidas del ruido ambiental en las intersecciones viales sujetas a estudios específicos realizados por el municipio provincial del Cusco, donde identifican intersecciones viales de vital importancia, por la jerarquía de las vías que las conforman y los flujos vehiculares importantes que transitan por ellas. (Municipalidad del Cusco, 2013). Los cuales se muestran en las figuras por distrito y un mapa de la provincia del Cusco. (Ver anexos).

3.1.1.5 Aplicación de prueba estadística inferencial.

- Se realizó a través del análisis de la varianza ANDEVA y TUKEY con los datos del monitoreo sonoro de los 3 distritos de la provincia del Cusco, para determinar la comprobación de los aspectos las diferencias de la normalidad y homogeneidad de varianza.

Se considera la siguiente metodología:

3.1.1.6 Tratamientos cartográficos.

Se utilizó el programa ArcGIS (ArcMap) para la realización de los mapas temáticos en dos dimensiones, tanto las de tipo raster y tin como las vectoriales.

3.1.1.7 Cuadro de recolección de datos de los 3 distritos

Para determinar los niveles de contaminación sonora vehicular de los distritos de Cusco, Wanchaq y San Sebastián de la provincia del Cusco.

A continuación en el siguiente Cuadro 13 se considera los procedimientos para la obtención de la información necesaria que permitió lograr los objetivos de la investigación.

Cuadro 13. Cuadro de recolección de datos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

LUGAR	NODOS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
CUSCO												
LUGAR	NODOS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
WANCHAQ												
LUGAR	NODOS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SAN SEBASTIÁN												

3.1.1.8 Protocolo de monitoreo sonoro según MINAM, 2013:

a) Verificación del instrumento antes de las mediciones

Los pasos a considerar son:

- Inspeccionar el instrumento para descartar posibles daños físicos, principalmente el micrófono;
- Verificar la condición de la batería, tanto del sonómetro y del calibrador
- Verificar que los instrumentos estén dentro del periodo de calibración
- Poner en funcionamiento el equipo
- Verificar que la fecha y la hora del sonómetro estén correctamente ajustadas
- Realizar una verificación acústica con el calibrador sonoro
- Operar el equipo en zonas de elevadas temperaturas y humedad (de acuerdo a las especificaciones del fabricante), para evaluar el estado de operatividad del equipo.

b) Determinación de las posiciones de medición

- La distribución espacial de los puntos de medición, generalmente es realizada en el lugar de medición. Por lo tanto, no siempre es posible mantener las recomendaciones de un protocolo de medición extremadamente rígido. En caso de que no existan condiciones de campo libre para realizar las mediciones, la autoridad o el consultor acústico debe adecuarse a las prescripciones siguientes (principalmente en zonas urbanas):

- En el área de contaminación sonora. Realizar mediciones exploratorias de corta duración, para determinar el número de puntos de medición necesarios para la caracterización acústica de la zona considerando las dimensiones del área y la variación espacial de los niveles sonoros.
- Verticalmente. Ubicar el micrófono a una altura no menor de 1,5 metros.
- Horizontalmente. Si no es posible ubicar el sonómetro a 3,0 m para minimizar la influencia de las reflexiones de una pared o barrera, se puede poner a menor distancia entre 0,5m y 2 m, luego se realiza la corrección por reflexiones

c) Medición del nivel sonoro del sonido residual

- Realizar la calibración de campo del equipo de medición.
- Siempre que sea posible, el sistema de medición debe estar sobre una superficie reflectante.
- Montar el equipo de medición en un trípode
- El micrófono debe estar protegido con pantalla anti-viento. Así mismo, el micrófono debe estar orientado hacia la fuente sonora, formando un ángulo aproximado de 45° con la superficie horizontal.
- Configurar el instrumento de medición con ponderación A (también C si es necesario) en el dominio de la frecuencia y Fast "F" o Slow "S" en el dominio del tiempo, según las características del ruido residual.
- El sonido residual está compuesto por cualquier actividad que no sea la actividad específica a medir, es decir todo el sonido del ambiente

estudiado, menos el sonido de la fuente que está causando la molestia.

- Si el flujo de tránsito vehicular es la fuente específica, deberíamos cortar el flujo de tránsito vehicular temporalmente y podremos medir el sonido residual.
- En caso de no poder medir el sonido residual, considerando fuentes fluctuantes, se puede utilizar el percentil L 90.

d) Medición del nivel sonoro de la fuente específica

- Cuando se realiza mediciones, un objetivo es determinar el nivel de presión sonora de una fuente específica, es decir de una actividad que se percibe como ruido, esta fuente puede ser una máquina funcionando, las actividades de construcción, las actividades de ocio entretenimiento, las actividades comerciales y el flujo de tránsito vehicular, entre otros. Los pasos a considerar son:
- Configurar el instrumento de medición con ponderación A (C si es necesario evaluar el contenido de frecuencias bajas de la fuente) en el dominio de la frecuencia y Fast(F)Slow (S) o Impulse (I) en el dominio del tiempo, según las características de la fuente sonora. Simultáneamente configurar todos los indicadores sonoros que se necesita evaluar y si es necesario la medición espectral por 1/3 de octava (los sonómetros de uso profesional pueden medir todos los indicadores y los espectros simultáneamente).
- Realizar la calibración en el campo antes de empezar las mediciones, de ser necesario realizar los ajustes correspondientes.

- Siempre que sea posible, el sistema de medición debe estar sobre una superficie reflectante.
- Colocar la pantalla anti-viento adecuadamente, verificar que este bien ajustada al margen si la velocidad del viento no supere lo recomendado (3 m/s), la pantalla también protege al diafragma del micrófono del polvo. Así mismo, el micrófono debe estar orientado hacia la fuente sonora, formando un ángulo aproximado de 45° con la superficie horizontal.
- El equipo de medición debe estar montado en un trípode
- Proceder con la realización de las mediciones.
- Presionar “pausa” en el sonómetro si percibe sonidos extraños diferentes a las fuentes sonoras evaluadas, si no es posible realizar “pausa” tome nota del tipo de ruido y la hora de ocurrencia del evento.
- La medición sonora debe ser una representación correcta del aporte de la fuente sonora. Puede ser necesario medir entre 5 a 15 minutos para obtener una representación adecuada de la fuente sonora, si esta fluctúa muy poco. En algunos casos dependiendo del tipo de fuente y del periodo horario es necesario hasta 30 minutos. Puede ser también, de acuerdo a las especificaciones de la autoridad ambiental correspondiente.
- Los datos deben ser guardados en la memoria del sonómetro
- Vuelva a medir el sonido residual y promediar energéticamente con el sonido residual medido inicialmente si es que no hay mayor diferencia entre ambos, de lo contrario tomar el de menor valor.

- Verifique la calibración del sonómetro luego de las mediciones.

Se realizó medidas agrupadas en 3 franjas horarias acordes con las costumbres ciudadanas de los días laborables: primera franja de 07:00 a 08:00 h, segunda franja de 12:00 a 13:00 h y tercera franja de 17:00 a 18:00 h a realizarse de lunes a viernes desde marzo a mayo de 2017, considerando los protocolos establecidos por el MINAM, de velocidad y dirección del viento. Para realizar las medidas se utilizó un sonómetro profesional electrónico.

3.1.1.9 Cuadro de recolección de datos de las franjas horarias

Para determinar los niveles de contaminación sonora vehicular de los distritos de Cusco, Wanchaq y San Sebastián de la provincia del Cusco en las 3 franjas horarias: primera franja de 07:00 a 09:00 h, segunda franja de 12:00 a 13:00 h y tercera franja de 17:00 a 18:00 h a realizarse de lunes a viernes desde marzo a mayo de 2017.

Para la recolección de los datos se contó logístico con el apoyo de 2 personas: un profesional para la toma de datos de los equipos meteorológicos, (temperatura, humedad y velocidad del viento); así como un asistente de campo, para el traslado de los equipos y movilidad a los diferentes puntos de evaluación. A continuación se muestra la programación de fechas:

Cuadro 14. Cuadro de recolección de datos, en la ciudad de Cusco, programación de campo del 2017.

N°	Nodo	1ra	2da	3ra	4ta	5ta
DISTRITO DE SAN SEBASTIAN						
1	Av. De la Cultura/Av. Manantiales	06/03/2017	21/03/2017	05/04/2017	24/04/2017	15/05/2017
2	Av. Tomas Tuyo Tupac/ Av. De la Cultura	06/03/2017	21/03/2017	05/04/2017	24/04/2017	15/05/2017
3	Av. De la Cultura/Calle Luis Nieto	06/03/2017	21/03/2017	05/04/2017	24/04/2017	16/05/2017
4	Av. De la Cultura/Av. Francia	07/03/2017	22/03/2017	06/04/2017	25/04/2017	16/05/2017
5	Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari	07/03/2017	22/03/2017	06/04/2017	25/04/2017	17/05/2017
6	Av. Tomas Catari/Av. 28 de Julio Vía Expresa	07/03/2017	22/03/2017	06/04/2017	25/04/2017	17/05/2017
7	Vía expresa Av. 28 de Julio/Diego Tupac Amaru	08/03/2017	23/03/2017	07/04/2017	26/04/2017	18/05/2017
8	Av. De la Cultura/ Av 1	08/03/2017	23/03/2017	07/04/2017	26/04/2017	18/05/2017
9	Av. De la Cultura/ Vía Enaco Corao	08/03/2017	23/03/2017	07/04/2017	26/04/2017	19/05/2017
10	Vía de Evitamiento/Calle Tomas Catari	09/03/2017	24/03/2017	10/04/2017	27/04/2017	19/05/2017
DISTRITO DE CUSCO						
1	Av. De la Cultura/Camino Real	09/03/2017	24/03/2017	10/04/2017	27/04/2017	22/05/2017
2	Av. De la Cultura/ Víctor Raul Haya de la Torre	09/03/2017	24/03/2017	10/04/2017	27/04/2017	22/05/2017
3	Av. De la Cultura/Av. Universitaria	10/03/2017	27/03/2017	11/04/2017	28/04/2017	23/05/2017
4	Av. De la Cultura/Av. Collasuyo	10/03/2017	27/03/2017	11/04/2017	28/04/2017	23/05/2017
5	Av. Collasuyo/Av. Argentina	10/03/2017	27/03/2017	11/04/2017	28/04/2017	24/05/2017
6	Calle Recoleta/Callejón Retiro	13/03/2017	28/03/2017	12/04/2017	02/05/2017	24/05/2017
7	Av. Arcopunco/Av. Tullumayo	13/03/2017	28/03/2017	12/04/2017	02/05/2017	25/05/2017
8	Av. Garcilazo/Av. Tullumayo	13/03/2017	28/03/2017	12/04/2017	03/05/2017	25/05/2017
9	Av. San Martín/Av. Garcilazo/Av. Ejército	14/03/2017	29/03/2017	17/04/2017	03/05/2017	26/05/2017
10	Av. Sol/Calle Aflijidos	14/03/2017	29/03/2017	17/04/2017	04/05/2017	26/05/2017
11	Calle Tres Cruces de Oro/Calle Belen	14/03/2017	29/03/2017	17/04/2017	04/05/2017	29/05/2017
12	Av. Del Ejercito/Jirón Junín	15/03/2017	30/03/2017	18/04/2017	05/05/2017	29/05/2017
*DISTRITO DE WANCHAQ						
1	Av Garcilazo/Av. De la Cultura	15/03/2017	30/03/2017	18/04/2017	05/05/2017	30/05/2017
2	Calle Pachacutec/Av. Infancia	15/03/2017	30/03/2017	18/04/2017	08/05/2017	30/05/2017
3	Av San Martín/Av. 28 de Julio/Av. Infancia	16/03/2017	31/03/2017	19/04/2017	08/05/2017	31/05/2017
4	Av. 28 de Julio/Jirón de la Unión/Av. Perú	16/03/2017	31/03/2017	19/04/2017	09/05/2017	31/05/2017
5	Av. Tupac Amaru/Jr. Espinar	16/03/2017	31/03/2017	19/04/2017	09/05/2017	01/06/2017
6	Av. Velasco Astete/Calle Qosco	17/03/2017	03/04/2017	20/04/2017	10/05/2017	01/06/2017

7	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1	17/03/2017	03/04/2017	20/04/2017	10/05/2017	02/06/2017
8	Av. Tupac Amaru/Calle Entel !	17/03/2017	03/04/2017	20/04/2017	11/05/2017	02/06/2017
9	Calle Huayrurupata/Av. De la Cultura	20/03/2017	04/04/2017	21/04/2017	11/05/2017	05/06/2017
10	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Perú	20/03/2017	04/04/2017	21/04/2017	12/05/2017	05/06/2017
11	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Av. Tomás Tuyo Tupac	20/03/2017	04/04/2017	21/04/2017	12/05/2017	06/06/2017
12	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Luis Nieto	20/03/2017	04/04/2017	21/04/2017	12/05/2017	06/06/2017

A continuación en el siguiente cuadro 15 se considera los procedimientos para la obtención de la información necesaria que permitió lograr los objetivos de la investigación.

Cuadro 15. Procedimientos para la obtención de datos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017

HORARI	CUSCO	HORARI	WANCHAQ	HORARI	SAN SEBASTIAN
O	1 1 1 1	O	1 1 1	O	1
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00
12:00-	12:00-	12:00-	12:00-	12:00-	12:00-
13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00
17:00-	17:00-	17:00-	17:00-	17:00-	17:00-
18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00
HORARI	CUSCO	HORARI	WANCHAQ	HORARI	SAN SEBASTIAN
O	1 1 1 1	O	1 1 1	O	1
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00
12:00-	12:00-	12:00-	12:00-	12:00-	12:00-
13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00
17:00-	17:00-	17:00-	17:00-	17:00-	17:00-
18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00
HORARI	CUSCO	HORARI	WANCHAQ	HORARI	SAN SEBASTIAN
O	1 1 1 1	O	1 1 1	O	1
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00	7:00-8:00
12:00-	12:00-	12:00-	12:00-	12:00-	12:00-
13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00
17:00-	17:00-	17:00-	17:00-	17:00-	17:00-
18:00	18:00	18:00	18:00	18:00	18:00

3.2.2. Planteamiento de gestión integral para prevenir, mitigar, reducir y controlar la contaminación sonora (en función al objetivo 3)

Para realizar las propuestas de gestión integral de la contaminación sonora vehicular se consideró lo siguiente:

Cuadro 16. Gestión integral de la contaminación sonora, realizado en la ciudad de Lima, 2007

Medidas	Lineamientos
Planes de acción	Sensibilización para la Mejora de hábitos de la población
	Planificación urbana
	Uso barreras acústicas con énfasis en las barreras verdes
	Uso de tecnología amigables con el ambiente
	Priorización de zonas críticas de contaminación sonora y zonas de protección especial
	Racionalización del transporte
	Propuesta de normativa municipal

Fuente: Elaborado en base a lo establecido por el CONAM, 2007

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA VEHICULAR DE LOS DISTRITOS DE CUSCO, WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN DE LA PROVINCIA DEL CUSCO.

La ubicación de los puntos de muestreo se muestra en las figuras a continuación, donde se observa la ubicación de los nodos viales muestreados así como la delimitación del área de trabajo.

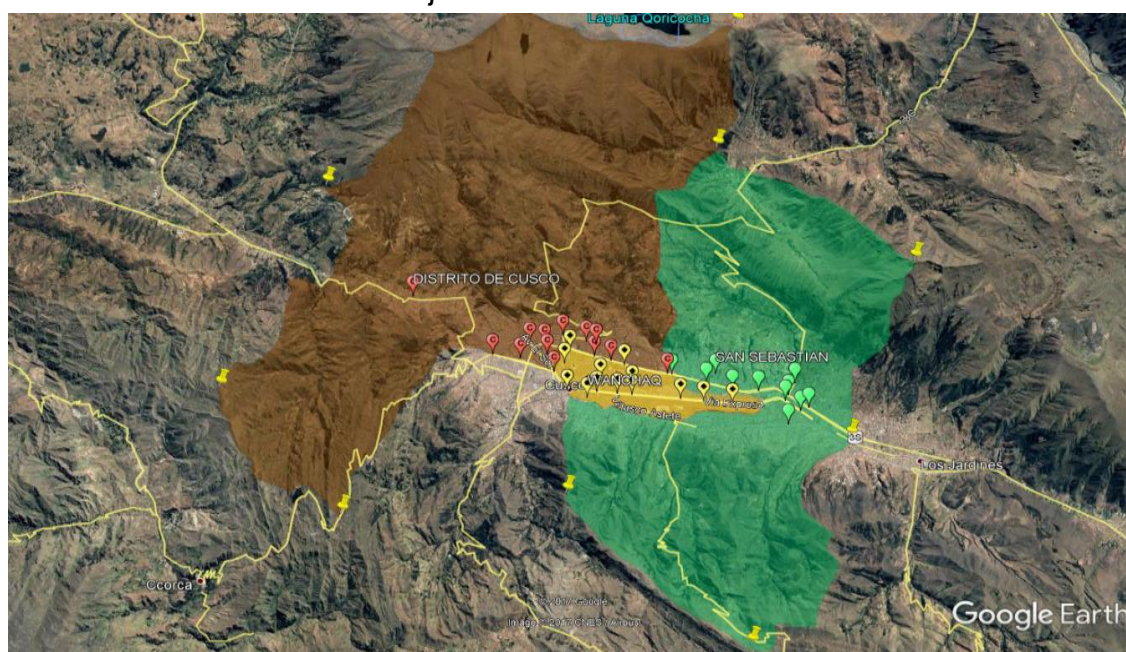


Figura 7. Ubicación de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco, 2017.

Fuente: Elaborado en base a Google Earth, 2017

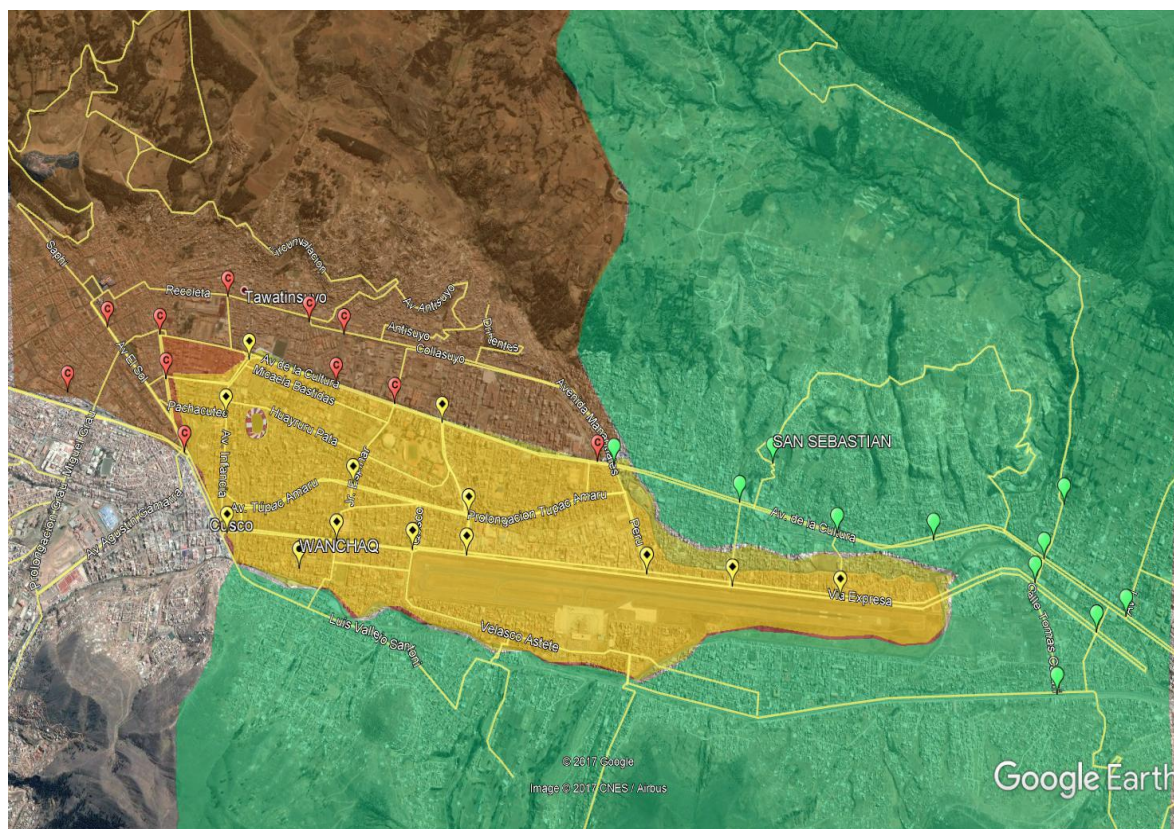


Figura 8. Ubicación de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco, 2017

Fuente: Elaborado en base a Google Earth, 2017

Cuadro 17. Datos de Temperatura, Humedad y viento (promedios) de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

N°	Nodo	TprM	VprM	HprM	TprT	VprT	HprT	TprN	Vpr N	Hpr N
DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN										
1	Av. De la Cultura/Av. Manantiales	9.0	0.6	50	25.0	4.7	52	14.2	2.2	56.4
2	Av. Tomas Tuyo Tupac/ Av. De la Cultura	8.9	0.7	42	23.0	1.2	52	12.7	1.2	53.6
3	Av. De la Cultura/Calle Tomas Tuyo Tupa	9.0	0.6	41.6	25.0	1.8	53	16.4	2.9	46.9
4	Av. De la Cultura/Av. Francia	8.8	0.5	38.7	26.0	0	58	13.9	2.2	54.2
5	Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari	9.1	0.1	41.9	23.7	1	57	16.2	2.2	51.5

N°	Nodo	TprM	VprM	HprM	TprT	VprT	HprT	TprN	VprN	HprN
6	Av. Tomas Catari/Av. 28 de Julio Vía Expresa	9.0	1.2	59.8	20.4	1.2	57	14.8	0.6	44.7
7	Vía expresa Av. 28 de Julio/Diego Tupac Amaru	7.7	0.1	47.4	23.0	1	53	14.1	2.4	49
8	Av. De la Cultura/ Av 1	9.2	0.1	50.8	25.0	1.7	58	14.5	2.6	53.4
9	Av. De la Cultura/ Vía Enaco Corao	8.3	0.3	46.2	25.2	0.7	58	12.5	1.3	42.7
10	Vía de Evitamiento/Calle Tomas Catari	8.3	0.6	58.5	23.4	1.6	58	13.0	0	42
DISTRITO DE CUSCO										
1	Av. De la Cultura/Caminero Real	8.0	0.9	48.2	20.4	0.7	57	15.3	1.7	58.8
2	Av. De la Cultura/ Victor Raul Haya de la Torre	7.3	0.3	47.8	24.0	1.9	40	15.7	0.4	56.9
3	Av. De la Cultura/Av. Universitaria	8.3	0.2	38.6	23.8	1	43	12.3	1.1	48.5
4	Av. Universitaria/Av. Collasuyo	9.5	0.7	42.6	23.8	2.1	39	13.5	3	40.1
5	Av. Collasuyo/Av. Argentina	7.5	1.3	59.6	24.2	2	40	14.4	2	58.5
6	Calle Recoleta/Callejón Retiro	9.3	0.1	44.1	24.0	1.4	49	14.2	0.2	49.6
7	Av. Arcopunco/Av. Tullumayo	8.8	1	44.4	25.0	1	48	14.4	2.7	52.6
8	Av. Garcilazo/Av. Tullumayo	7.3	1.3	46.7	24.0	0.1	46	14.4	2	50
9	Av. San Martín/Av. Garcilazo/Av. Ejercito	8.2	1	56.2	23.0	1.5	36	15.0	1.8	38.8
10	Av. Sol/Calle Afligidos	8.4	0.7	56.2	21.9	0	58.6	13.6	0.1	54.1
11	Calle Tres Cruces de Oro/Calle Belen	8.2	0.1	56.6	21.2	1.5	45.6	15.2	0.8	46.6
12	Av. Del Ejercito/Jirón Junín	8.6	0.7	44.5	23.4	0	55.8	13.3	1	48.9
DISTRITO DE WANCHAQ										
1	Av Garcilazo/Av. De la Cultura	8.7	1.1	39.1	25.0	1.4	48	12.6	2.2	51.6
2	Calle Pachacutec/Av. Infancia	8.7	1	42.1	23.1	1.5	51	15.0	0.5	53.3

N°	Nodo	TprM	VprM	HprM	TprT		VprT	HprT	TprN		VprN	HprN
3	Av San Martín/Av.28 de Julio/Av. Infancia	8.3	0.4	51.3	20.6	1.5			51	14.2	1.1	40.3
4	Av.28 de Julio/Jirón de la Unión/Av. Perú	8.2	0.8	56.5	27.0	2.2			52	13.9	1.2	39
5	Av. Tupac Amaru/Jr.Espin ar	9.8	1.2	52.6	22.9	1			51	13.7	2.6	47.6
6	Av. Velasco Astete/Calle Qosco	9.1	0.6	38	21.9	2.1			52	16.6	0.5	43.2
7	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1	8.4	0.5	46.1	23.8	2			52	16.2	1.8	57.4
8	Av. Tupac Amaru/Calle Entel	8.9	0.7	57	23.1	1			53	14.2	0.6	47.7
9	Calle Huayrurupata/ Av. De la Cultura	8.6	0.8	40	21.0	0			42	13.2	2.4	57.4
10	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Perú	8.9	1.1	46.8	22.7	1.9			52	12.4	0	53.7
11	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Av. Tomás Tuyro Tupac	9.9	0.3	50.6	23.5	1.3			52	15.5	1.1	58.7
12	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Jr. Los Geranios	8.4	0.7	50.6	23.1	2.5			28	14.0	1.7	55.9

Cuadro 18. Resumen de datos de Temperatura, Humedad y viento (promedios) de los distritos, realizado de marzo a setiembre del 2017.

N°	Nodo	TEMPERATURA (7:00-8:00 HORAS)	VELOCIDAD DEL VIENTO (7:00-8:00 HORAS)	HUMEDAD (7:00-8:00 HORAS)	TEMPERATURA (12:00-13:00 HORAS)	VELOCIDAD DEL VIENTO (12:00-13:00 HORAS)	HUMEDAD (12:00-13:00 HORAS)	TEMPERATURA (17:00-18:00 HORAS)	VELOCIDAD DEL VIENTO (17:00-18:00 HORAS)	HUMEDAD (17:00-18:00 HORAS)
1	SAN SEBASTIAN	8.7	0.5	47.7	24.0	1.5	55.6	14.2	1.8	49.4
2	CUSCO	8.3	0.7	48.8	23.2	1.1	46.5	14.3	1.4	50.3
3	WANCHAQ	8.8	0.8	47.6	23.1	1.5	48.7	14.3	1.3	50.5

Las investigación de: León, (2014); De la Torre *et al.*, (2003); Nieto, (2010), Tortosa, (2016), no consideran datos meteorológicos como temperatura, vientos y humedad en el monitoreo sonora como si se realiza para el presente estudio.

La temperatura para el distrito de San Sebastián en la franja horaria es de 07:00 a 08:00 h: es de 8.3 - 9.1 °C, a las 12:00 a 13:00 h es de 20.4 - 26 °C; a las 17:00 a 18:00 h es 12.5 - 16.4 °C; la temperatura para el distrito de Cusco en la franja horaria es de 07:00 a 08:00 h: es de 7.3 - 9.5 °C, a las 12:00 a 13:00 h es de 21.2 - 25 °C; a las 17:00 a 18:00 h es 12.3 - 15.2 °C; la temperatura para el distrito de Wanchaq en la franja horaria es de 07:00 a 08:00 h: es de 8.2 - 9.9 °C, a las 12:00 a 13:00 h es de 20.6 - 27 °C; a las 17:00 a 18:00 h es 12.4 - 16.6 °C.

La humedad para el distrito de San Sebastián en la franja horaria es de 07:00 a 08:00 h: es de 38.7 - 59.8 %, a las 12:00 a 13:00 h es de 52 - 58 %; a las 17:00 a 18:00 h es 42 - 56.4 %; la humedad para el distrito de Cusco en la franja horaria

es de 07:00 a 08:00 h: es de 38.6 - 59.6 %, a las 12:00 a 13:00 h es de 36 – 58.6 %; a las 17:00 a 18:00 h es 38.8 – 58.5 %; la humedad para el distrito de Wanchaq en la franja horaria es de 07:00 a 08:00 h: es de 38 - 57 %, a las 12:00 a 13:00 h es de 28 - 53 %; a las 17:00 a 18:00 h es 39 – 58.7 %.

Los vientos para el distrito de San Sebastián en la franja horaria es de 07:00 a 08:00 h: es de 8.3 - 9.1 m/s, a las 12:00 a 13:00 h es de 24.4 - 26 m/s; a las 17:00 a 18:00 h es 12.5 - 16.4 m/s; los vientos para el distrito de Cusco en la franja horaria es de 07:00 a 08:00 h: es de 8.3 - 9.1 m/s, a las 12:00 a 13:00 h es de 24.4 - 26 m/s; a las 17:00 a 18:00 h es 12.5 - 16.4 m/s; los vientos para el distrito de Wanchaq en la franja horaria es de 07:00 a 08:00 h: es de 8.3 - 9.1 m/s, a las 12:00 a 13:00 h es de 24.4 - 26 m/s; a las 17:00 a 18:00 h es 12.5 - 16.4 m/s.

Cuadro 19. Valores de LAeqTdB (A) y Max dB (A), en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017 en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

N°	Nodo	LAeqTdB (A)			Max dB (C)			LAeq TdB (A) Promedio	Max dB
		7:00 a 8:00 horas	12:00 a 13:00 horas	17:00 a 18:00 horas	7:00 a 8:00 horas	12:00 a 13:00 horas	17:00 a 18:00 horas		
1	Primer San Sebastián	72.6	76.3	75.0	86.3	94.0	96.0	74.6	96.0
2	Tottus	73.2	69.0	67.8	96.8	97.8	96.5	70.0	97.8
3	séptimo san Sebastián	69.7	75.2	72.0	101.0	100.0	91.0	72.3	101.0
4	Santa Rosa	70.5	70.2	71.7	82.1	100.0	88.3	70.8	100.0
5	Enaco	73.9	73.1	72.9	100.0	91.0	81.7	73.3	100.0
6	Tomas Catari	72.3	70.5	72.4	90.0	86.0	84.8	71.7	90.0
7	Diego Túpac Amaru	67.8	66.9	70.8	87.4	98.0	85.8	68.5	98.0
8	Larapa	73.6	73.4	74.5	90.0	95.0	80.2	73.8	95.0
9	Vía Corao	60.0	56.3	61.8	92.0	87.4	84.3	59.4	92.0
10	Vía de Evitamiento	72.5	69.8	73.3	97.4	90.0	82.9	71.9	97.4
11	Cusco Camino Real	72.6	76.3	75.0	93.5	95.0	89.0	74.6	95.0

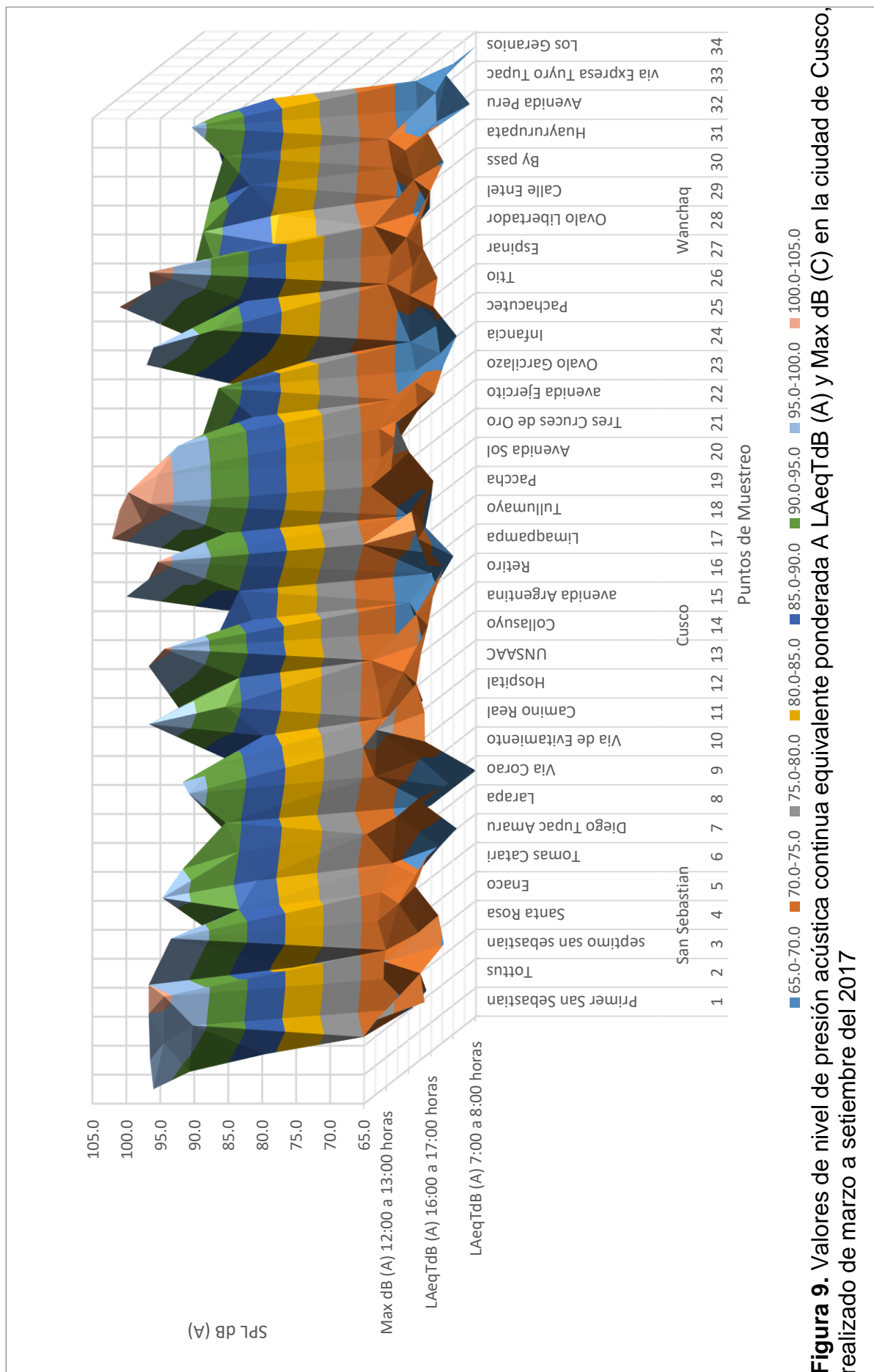
N°	Nodo	LAeqTdB (A)			Max dB (C)			LAeq TdB (A) Promedio	Max dB
		7:00 a 8:00 horas	12:00 a 13:00 horas	17:00 a 18:00 horas	7:00 a 8:00 horas	12:00 a 13:00 horas	17:00 a 18:00 horas		
12	Hospital	73.8	69.5	72.2	86.4	81.8	81.5	71.8	86.4
13	UNSAAC	73.1	72.4	72.8	92.0	100.0	82.1	72.8	100.0
14	Collasuyo	72.1	69.5	73.8	90.0	92.1	91.8	71.8	92.1
15	avenida Argentina	71.3	70.4	66.7	101.0	100.0	78.2	69.5	101.0
16	Retiro	69.8	67.5	68.1	88.0	90.0	77.2	68.5	90.0
17	Limaqpampa	73.6	64.7	64.0	90.0	73.8	69.3	67.4	90.0
18	Tullumayo	74.6	69.1	75.2	102.0	100.0	100.0	72.9	102.0
19	Paccha	71.3	68.3	68.4	91.9	81.6	79.5	69.3	91.9
20	Avenida Sol	74.8	74.2	73.9	103.0	101.0	102.1	74.3	103.0
21	Tres Cruces de Oro	76.8	73.1	72.4	102.0	103.0	101.0	74.1	103.0
22	avenida Ejercito	71.1	70.3	72.7	99	81.4	81.3	71.3	99.0
23	Ovalo Garcilazo	69.7	70.6	70.7	88	92	87.3	70.3	92.0
24	Infancia	67.8	69.0	67.2	93	83	74.7	67.3	93.0
25	Pachacutec	71.2	67.2	68.1	79	78.2	78.0	68.8	79.0
26	Ttio	70.6	71.5	69.8	93.6	99.3	97	70.7	99.3
27	Espinar	72.8	71.1	71.6	89	87	91	71.8	91.0
28	Ovalo Libertador	73.1	71.9	70.8	103.2	99.7	101	72.0	103.2
29	Calle Entel	71.8	68.5	73.5	84.8	90.4	90.4	71.2	90.4
30	By pass	69.7	70.9	69.1	84.1	92	78.7	69.9	92.0
31	Huayrurupata	72.1	72.1	70.6	88.4	91	79.9	71.6	91.0
32	Avenida Peru	65.9	67.5	71.4	92.2	86	84.5	68.3	92.2
33	via Expresa Tuyro Tupac	69.4	67.6	67.0	97	90	80.1	68.0	97.0
34	Los Geranios	62.8	64.3	67.3	85	90	83.7	64.8	90.0
LAeqTdB (A) Promedio		71.1	69.9	70.7	92.3	91.7	86.2	70.6	
Max dB		76.8	76.3	75.2	103.2	103.0	102.1		103.2

Las investigación de: De la Torre *et al.*, (2003); determino que en el Centro Histórico del Cusco, presenta para la Av. Sol de 76.9 dB, y para el presente estudio se tiene LAeqTdB (A) de 74.3 dB y un máximo 103 dB (C).

En los 34 puntos muestreados en las tres franjas horarias a las 07:00 a 08:00 h, a las 12:00 a 13:00 h, a las 17:00 a 18:00 h presentan valores de nivel de ponderación LAeqTdB (A), en el distrito de San Sebastián los valores más altos son: 1er paradero de San Sebastián, con 74.3 dB (A), Larapa con 73.8 dB (A), Enaco con 73.3 dB (A), séptimo paradero de San Sebastián con 72.3 dB (A). En el distrito de Cusco los valores más altos son: Camino Real, con 74.6 dB (A), Av. Sol con 74.3 dB (A), Tres cruces de oro con 74.1 dB (A), Tullumayo con 72.9 dB (A), UNSAAC con 72.1. En el distrito de Wanchaq los valores más altos son: Ovalo Libertador, con 72.0 dB (A), Av. Espinar con 71.8 dB (A), Huayruropata con 71.6 dB (A), Calle Entel con 71.2 dB (A), con 72.1.

La investigación De la Torre *et al.*, (2003); determino que en el Centro Histórico del Cusco, presenta para la Av. Sol de 76.9 dB, y para el presente estudio se tiene LAeqTdB (A) de 74.3 dB.

Las figuras: Figura 9 y Figura 10, expresan gráficamente desde diversos criterios los valores de LAeqTdB (A) y Max dB:



La investigación De la Torre *et al.*, (2003); realizo 25 puntos de evaluación en el Centro Histórico del Cusco, para la presente investigación se realizó 34 puntos de monitoreo.

En los 34 puntos muestreados los valores de ruido de ponderación C: en el distrito de San Sebastián en la Av. De la Cultura/Calle Tomas Tuyro Tupa es 101 dB en la franja horaria de 07:00 a 08:00 h, distrito de Wanchaq en la Calle Av. Velasco Astete/Calle Qosco, es 103.2 dB en la franja horaria de 07:00 a 08:00 h, en el distrito de Cusco; Av. Sol/Calle Afligidos es 103 dB en la franja horaria de 07:00 a 08:00 h, Calle Tres Cruces de Oro/Calle Belén es 103 dB en la franja horaria de 12:00 a 13:00 h.

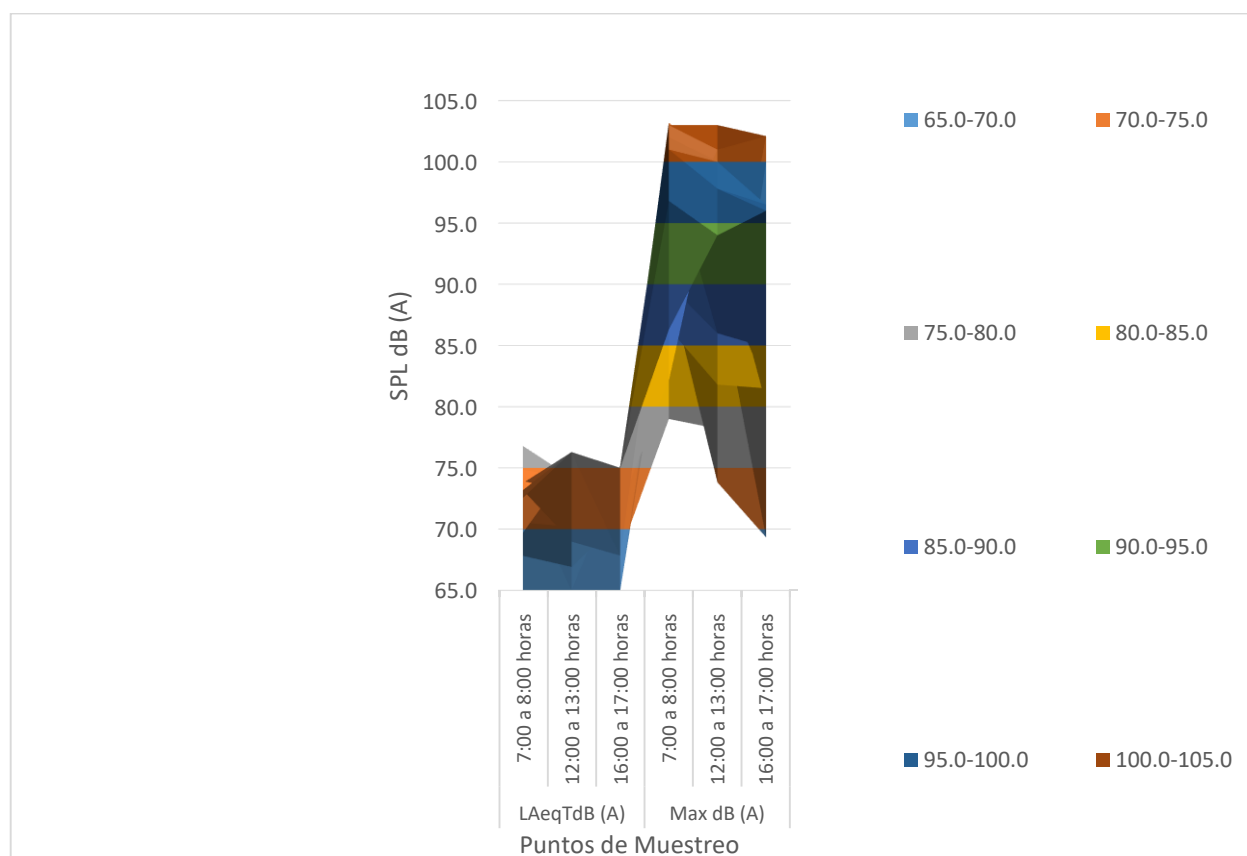


Figura 10. Valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A LAeqTdB (A) y Max dB, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017

En los 34 puntos muestreados la franja horaria que presenta valores de ponderación C dB (C), superiores a 100 dB, es 103.2 dB en la franja horaria de 07:00 a 08:00 h (Av. Sol/Calle Afligidos), en la franja horaria 12:00 a 13:00 h; (Calle Tres Cruces de Oro/Calle Belén) es 103 dB en la franja horaria de 12:00 a 13:00 h, y 102 dB en la franja horaria 17:00 a 18:00 h, (Calle Tres Cruces de Oro/Calle Belén).

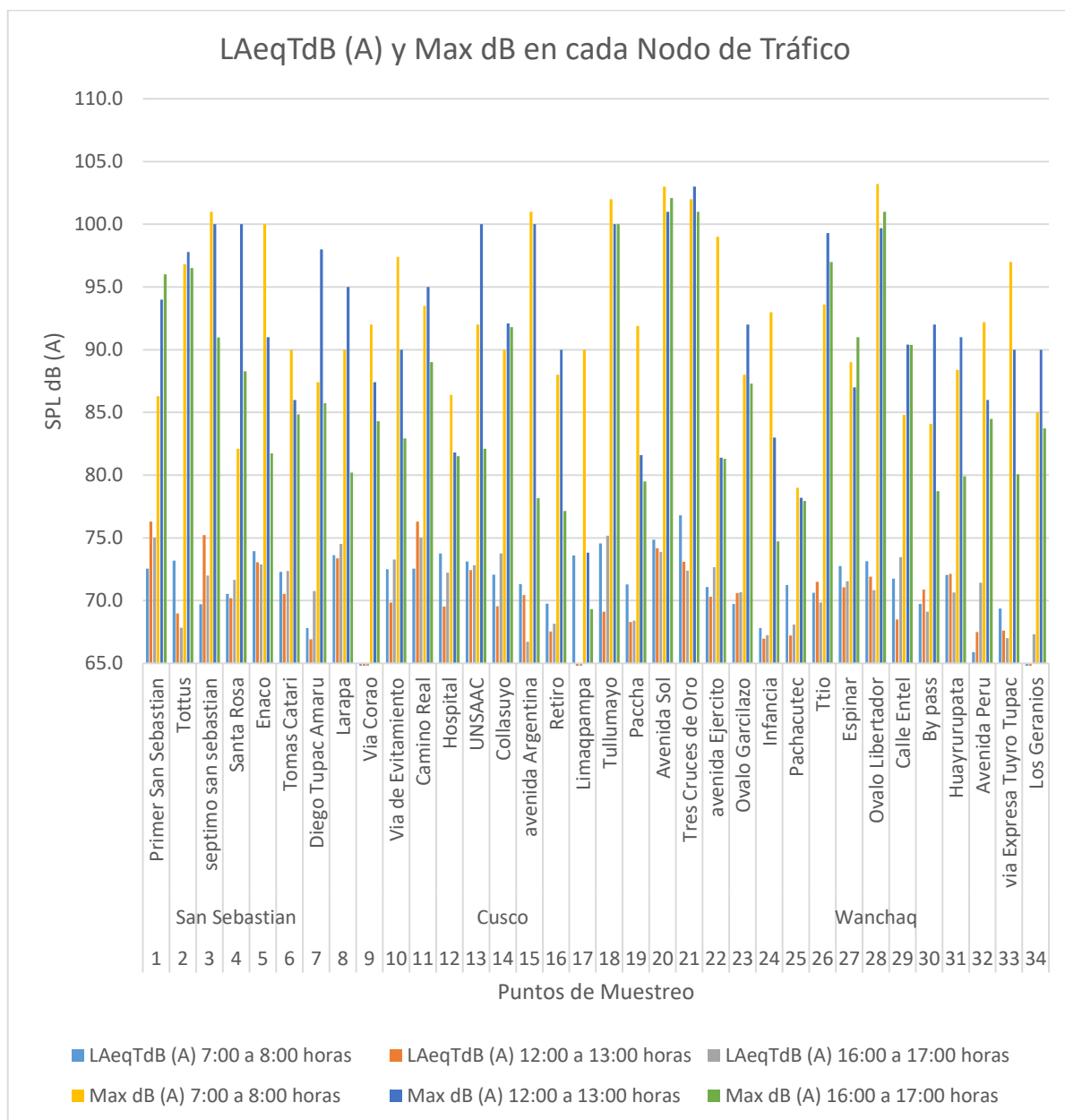


Figura 11. Valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A LAeqTdB (A) y Max dB en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

La investigación, Nieto, (2010), en Tarapoto urbano determinó que afronta una condición crítica de contaminación sonora, porque sobrepasa un nivel de Valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A 80 dB "A", en el presente estudio es de LAeqTdB (A) 70.6 dB. Esta condición crítica de contaminación sonora, en la zona comercial, es grave por el explosivo e incontrolable crecimiento del transporte público en "motocar", donde el 2007 se registró 10 013 mototaxis de las cuales 4500 retiró el silenciador del tubo de escape para lograr mayor potencia. En el caso de los distritos de Cusco, Wanchaq y San Sebastián, la ordenanza municipal provincial, N° 008-2011-MPC, prohíbe la circulación de vehículos menores: a.-vehículos menores motorizados de 3 ruedas, b.- triciclos para el transporte de personas y de carga riesgosa, por razones de a.- generan impactos ambientales negativos por gases contaminantes b.-producen contaminación auditiva c.- los vehículos menores motorizados de 3 ruedas ocasionan impactos negativos en la seguridad vial, con altos índices de accidentabilidad. Así mismo se determinó en la investigación de Nieto que existe una asociación significativa entre ruido-ansiedad y ansiedad-tiempo de exposición en años, y son los que más afectan a las personas de mayor edad y con mayor tiempo de residencia en la zona de ruido, e indican que también merecen investigarse en razón de desarrollo de patologías de índole cardiovascular.

En los 34 puntos muestreados el distrito mayor valor de dB es el distrito de Cusco, en Av. Sol/Calle Afligidos es 103 dB en la franja horaria de 07:00 a 08:00 h; Calle Tres Cruces de Oro/Calle Belen es 103 dB en la franja horaria de 12:00 a 13:00 h; seguido del distrito de Wanchaq en la Calle Av. Velasco Astete/Calle Qosco, es 103.2 dB en la franja horaria de 07:00 a 08:00 h y en el distrito de San

Sebastián en la Av. De la Cultura/Calle Tomas Tuyro Tupa es 101 dB en la franja horaria de 07:00 a 08:00 h.

Según el análisis de varianza realizado a los datos obtenidos en los 3 distritos con un nivel de confianza del 95% ($Z=1.96$) y el error 0.05 se tiene:

H_0 =Distrito Cusco=Distrito Wanchaq=Distrito de San Sebastián. Las medias de decibeles (A) son iguales

H_1 = Al menos uno de los promedios de decibeles (A) de los 3 distritos muestreados son diferentes

$F_{tab} > F_{cal}$

$F_{cal} > F_{tab}$ Por lo tanto se Acepta H_1 la hipótesis alterna, donde el F calculado es un valor mayor al F crítico por tanto se acepta la hipótesis alterna.

Prueba de ANDEVA: el p-valor (<0.00045) es menor que el valor de alpha (0.05). Se acepta la hipótesis alterna. Donde al menos una media de los distritos muestreados es diferente.

Prueba de Diferencia significativa honesta o Tukey

$$DSH = Q_{\infty} \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

Q_{∞} =Representa al multiplicador

$\sqrt{\frac{CME}{n}}$ =El error del cuadrado del error medio (suma de cuadrados dentro de los grupos dividido por el número de grados de libertad).

n =el tamaño de muestra de cada uno de los grupos

Cuadro 20. Diferencia significativa honesta y los valores de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

HSD	Cusco- Wanchaq	San Sebastián- Cusco	San Sebastián- Wanchaq
0.65	1.1	0.7	0.4

En el cuadro anterior se observa las diferencias entre medias muestrales son mayores que la Diferencia significativa honesta 0.65; para concluir que los valores que estiman difieren entre sí con un nivel de significancia del 5%, se concluye: la hipótesis general donde el distrito de Cusco, $L_{AeqTdB} (A)$ 71.3 dB, San Sebastián $L_{AeqTdB} (A)$ 70.59 dB, Wanchaq $L_{AeqTdB} (A)$ 70.19 dB, presentan diferencias significativas y superan los ECA sonora establecidos en el D.S. 85-2003-PCM.

Según el análisis de varianza realizado a los datos obtenidos en las 3 franjas horarias con un nivel de confianza del 95% ($Z=1.96$) y el error 0.05 se tiene:

H_0 = Franja horaria de 7:00 a 8:00 am= Franja horaria de 12:00 a 13:00 am = Franja horaria de 17:00 a 18:00 am. Las medias de decibeles (A) son iguales

H_1 = Al menos uno de los promedios de decibeles (A) de las 3 franjas horarias muestreadas son diferentes

$F_{tab} > F_{cal}$

$F_{cal} > F_{tab}$ Por lo tanto se Acepta H_1 la hipótesis alterna

Prueba de ANDEVA: el p-valor (<0.00025) es menor que el valor de alpha (0.05).

Se acepta la hipótesis alterna. Donde al menos una media de las franjas horarias es diferente.

Cuadro 21. Diferencia significativa honesta y los valores de las 3 franjas horarias, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

HSD	Mañana-Tarde	Tarde-Noche	Mañana-Noche
0.78	1.4	0.8	0.6

En el cuadro anterior se observa las diferencias entre medias muestrales son mayores que la Diferencia significativa honesta 0.78; para concluir que los valores que estiman difieren entre sí con un nivel de significancia del 5%, se concluye: la hipótesis específica donde la franja horaria de 07:00 h a 08:00 h siendo LAeqTdB (A) 71.37 dB, la franja horaria de 12:00 h a 13:00 h siendo LAeqTdB (A) 69.97 dB, la franja horaria de 17:00 h a 18:00 h siendo LAeqTdB (A) 70.75 dB, presentan diferencias significativas y superan los ECA sonora establecidos en el D.S. 85-2003-PCM. A continuación Figura 12 se muestra los puntos de monitoreo georeferenciados con los valores promedio obtenidos:

Corroborando la hipótesis específica donde el distrito de Cusco sobrepasa los ECA sonora, LAeqTdB (A) 71.5 dB, a diferencia de los distritos de Wanchaq LAeqTdB (A) 69.6 dB, y San Sebastián LAeqTdB (A) 70.6 dB, establecidos en el D.S. 85-2003-PCM.

En los 34 puntos muestreados en las tres franjas horarias el distrito de San Sebastián los valores más altos son: 1er paradero de San Sebastián, con 74.3 dB (A), Larapa con 73.8 dB (A), Enaco con 73.3 dB (A), séptimo paradero de San Sebastián con 72.3 dB (A). En el distrito de Cusco los valores más altos son: Camino Real, con 74.6 dB (A), Av. Sol con 74.3 dB (A), Tres cruces de oro con 74.1 dB (A), Tullumayo con 72.9 dB (A), UNSAAC con 72.1. En el distrito de Wanchaq los valores más altos son: Ovalo Libertador, con 72.0 dB (A), Av. Espinar con 71.8 dB (A), Huayruropata con 71.6 dB (A), Calle Entel con 71.2 dB (A), Ovalo Garcilazo con 70.3.

4.2. Niveles de contaminación sonora vehicular en las franjas horarias de 07:00 h a 08:00 h; 12:00 h a 13:00 h y 17:00 h a 18:00 h, en los 3 distritos.

Los resultados obtenidos del monitoreo fueron calculados las normas internacionales y nacionales los cuales consideran las siguientes formulas:

$$Leq = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{(P(t))^2}{(P_0)^2} dt$$

Donde P (t) = Presión sonora instantánea

Po= presión de referencia 20 μ

T= tiempo total de medida

El nivel equivalente cuando es medido en la escala de ponderación (A), se expresa así:

$$Leq(A) = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{(PA(t))^2}{(P_0)^2} dt$$

Donde PA= Presión sonora instantánea medida en la escala A.

Cuando se tienen medidas de niveles de sonido en la escala de ponderación (A) durante periodos iguales de tiempo, Leq se obtiene así:

$$Leq(A) = 10 \log(1/N \sum 10^{Lp(A)/10}) dB$$

Donde PA= Presión sonora medida en la escala A.

N= Número de evaluaciones

Este valor de Leq es equivalente al nivel de sonido variable, en términos de efectos en el oído. En general, para distintos intervalos de tiempo la formula anterior puede escribirse como:

$$Leq(A) = 10 \log(\sum(Ti 10^{\frac{Lp(A)}{10}} / \sum(Ti)))$$

4.2.1. Distrito del Cusco

La Figura 13 corresponde a los niveles de monitoreo sonoro del Distrito de Cusco:

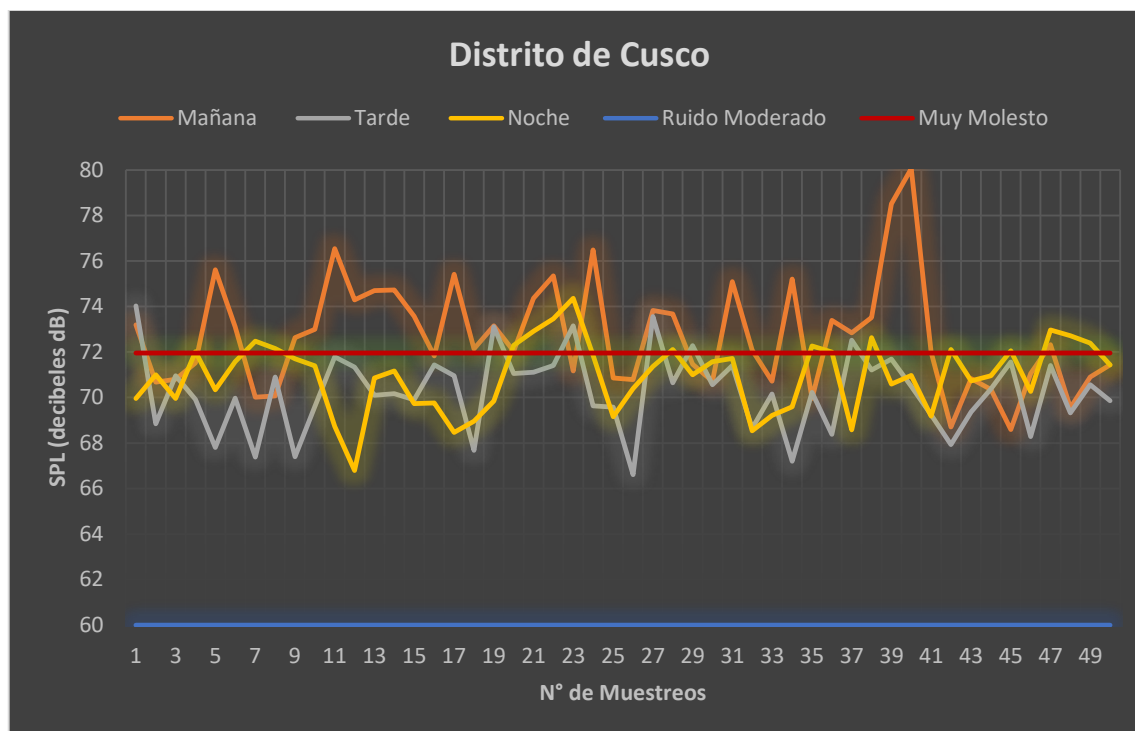


Figura 13. Muestreo en el distrito de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017

En la investigación: De la Torre *et al.*, 2003, las zonas problemáticas superan los 70 dBA. Para la presente investigación fluctúa de 70.3 a 72.7 valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A (LAeqTdB (A)). En la investigación De la Torre *et al.*, se realizó exclusivamente en el Centro Histórico del Cusco, mientras que para la presente investigación se realizó en el ámbito distrito del Cusco en los nodos de mayor tráfico vehicular por lo que registra valores más altos, que la zona de protección especial que es el Centro Histórico del Cusco.

4.2.1.1. Distrito de Wanchaq

La Figura 14 corresponde a los niveles de monitoreo sonoro del distrito de Wanchaq:

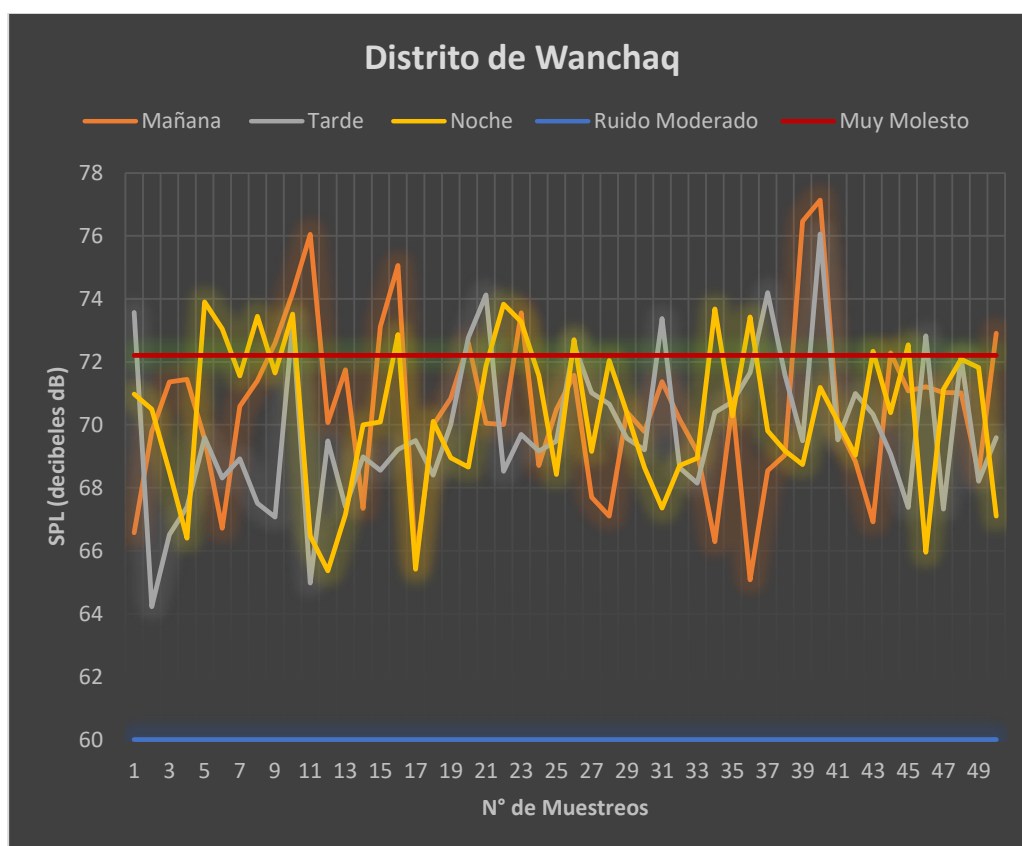


Figura 14. Muestreo en el distrito de Wanchaq, realizado de marzo a setiembre del 2017

En la investigación de León, 2014, los valores fluctúan entre los 65 y 85 decibeles(A). Para la presente investigación fluctúa de 69.8 a 70.5 valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A (LAeqTdB (A)). Estas diferencias de los valores son debido a la composición del parque automotor de la ciudad de Huacho compuesta por vehículos menores como las moto taxis que usan sus radios a altos volúmenes, uso de claxon desmedido de las mismas. En contraposición en la provincia del Cusco no hay este tipo de vehículos de transporte público “moto taxis” o “motocar”. Así como en el estudio de León determina que el nivel de estrés en el Centro de la ciudad Huacho es moderado con un valor del 73% de la población muestreada.

4.2.1.2. Distrito de San Sebastián

La Figura 15 corresponde a los niveles de monitoreo sonoro del distrito de San Sebastián:

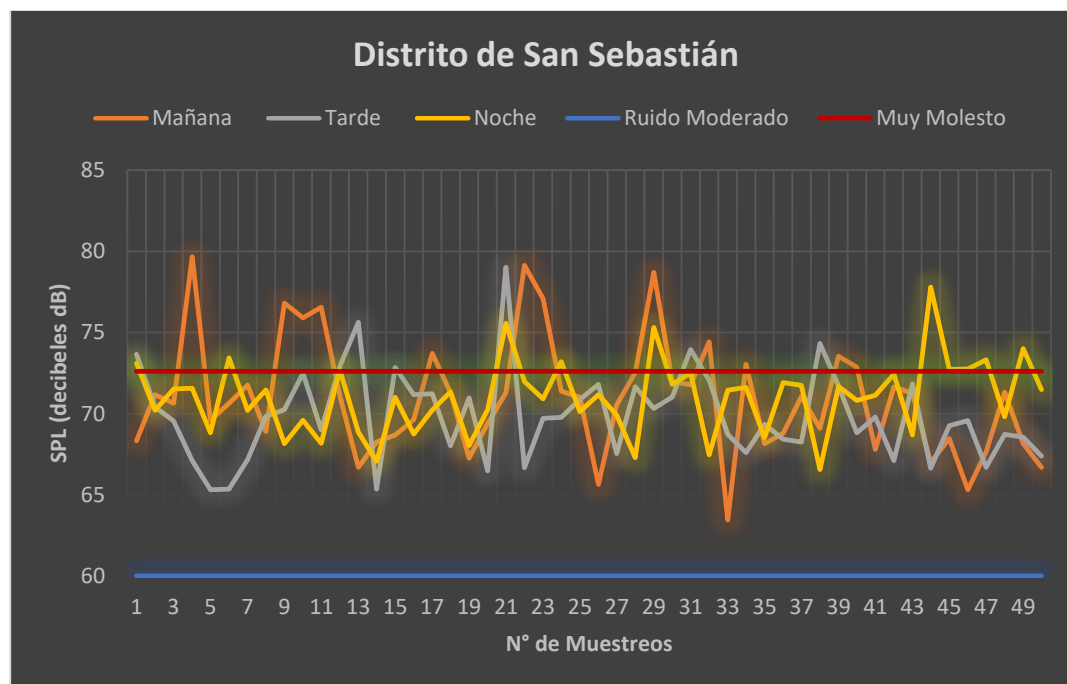


Figura 15. Muestreo en el distrito de San Sebastián, realizado de marzo a setiembre del 2017

En la investigación: Nieto, 2010, manifiesta una situación crítica de los valores de 80 dB en la ciudad de Tarapoto San Martín. Para la presente investigación fluctúa de 69.8 a 71 valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A ($L_{AeqTdB} (A)$). Esta condición crítica de contaminación sonora de la investigación de Nieto, en la zona comercial, es grave por el explosivo e incontrolable crecimiento del transporte público en “motocar”, en contraposición en la provincia del Cusco no hay este tipo de vehículos de transporte público “moto taxis” o “motocar”, en contraposición en la provincia del Cusco no hay este tipo de vehículos de transporte público “moto taxis” o “motocar”.

La OMS aconseja no exponerse a más de 65 db, porque a partir de ese límite el sujeto está expuesto a pérdida del oído a largo plazo. (Beltrán, 2008).

Según los resultados obtenidos se demuestra que en los 3 distritos superan los Estándares de calidad ambiental para ruido establecidos por la legislación peruana y la OMS, así como los valores expresados en dB se corrobora lo investigado por otros autores; por lo que una exposición prolongada en el distrito de Cusco, Wanchaq y San Sebastián, podría causar problemas en la salud de la población, de los distritos vinculados.

4.2.1.3. De los 3 Distritos (Cusco, San Sebastián y Wanchaq)

La figura 16 corresponde a los niveles de monitoreo sonoro de los 3 distritos:

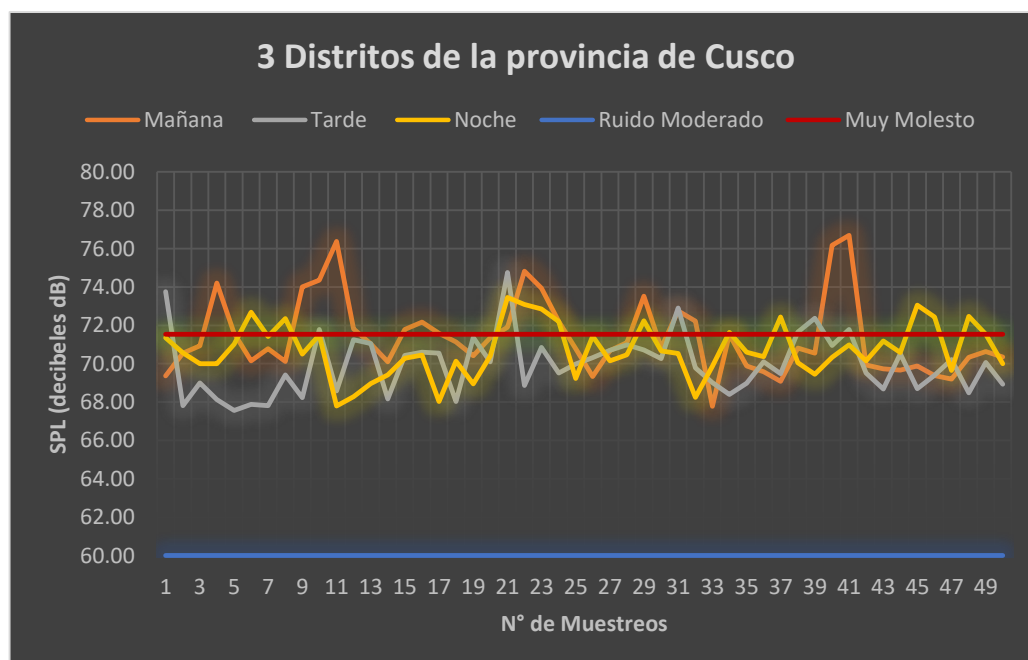


Figura 16. Muestreo en los 3 distritos de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017

En la investigación: Nieto, 2010, manifiesta una situación crítica de los valores de 80 dB en la ciudad de Tarapoto San Martín. Para la presente investigación fluctúa de 70 a 71.4 valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A (LAeqTdB (A)). Esta condición crítica de contaminación sonora de la investigación de Nieto, en la zona comercial, es grave por el explosivo e incontrolable crecimiento del transporte público en “motocar”, en contraposición en la provincia del Cusco no hay este tipo de vehículos de transporte público “moto taxis” o “motocar”.

La OMS aconseja no exponerse a más de 65 db, porque a partir de ese límite pueden darse trastornos, como: alteraciones del ritmo cardiaco, hipertensión arterial, aumento de la secreción de adrenalina, alteraciones gástricas, estrés, agresividad, dificultad de concentración y disminución del rendimiento. Además el ruido también afecta al aparato auditivo y se ha comprobado que la exposición a niveles mantenidos de 90 o más decibeles produce sordera. También produce el problema de hiperacusia, sensibilidad extrema antes los sonidos que llegan al cerebro acrecentados y son insoportables para la persona que los escucha. Donde los valores a partir de 30 db, aparece dificultad para conciliar el sueño, y comunicarse verbalmente con normalidad, y a partir de los 65 el sujeto está expuesto a pérdida del oído a largo plazo (Beltrán, 2008)

Cuadro 22. Valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

LAeqTdB (A)					ECA RUIDO	LAeq T
N°	7:00-8:00h	12:00-13:00 h	17:-18:00 h	Promedios		
San Sebastián	70.93	69.83	71.00	70.59	Zona de Protección Especial	50
Cusco	72.70	70.25	70.96	71.30	Zona residencial	60
Wanchaq	70.47	69.83	70.29	70.19	Zona comercial	70
Promedio	71.37	69.97	70.75	70.70	Zona industrial	80

La presión sonora continua equivalente es mayor en el distrito de Cusco, y el horario más alto es de 7:00-8:00 h.

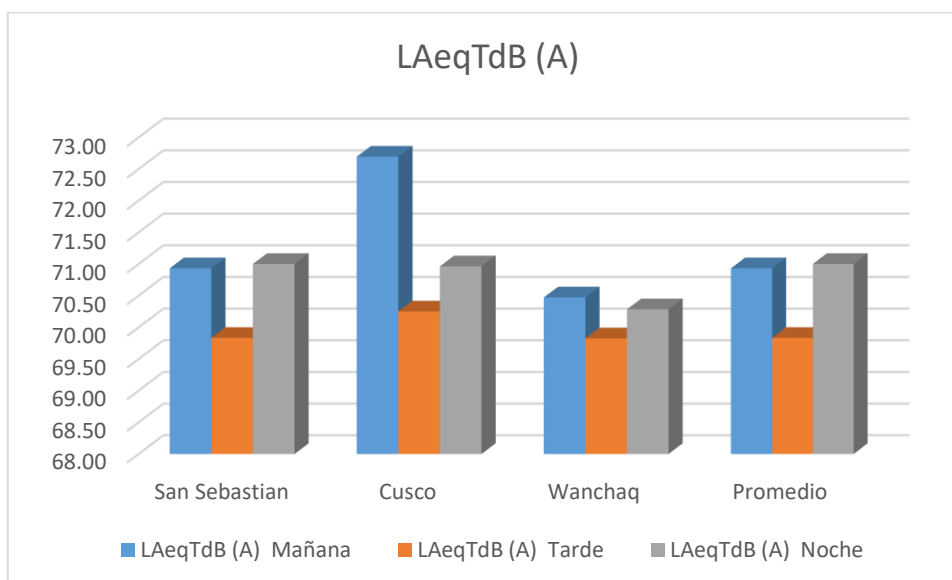


Figura 17. Valores de presión sonora continúa equivalente con ponderación A, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017

Los valores de presión sonora continua equivalente superan los ECA de ruido en las 3 franjas horarias evaluadas.

Cuadro 23. Presión sonora con LAeqTdB L (A) Valores Máximos , realizado de marzo a setiembre del 2017.

LAeqTdB L (A) Valores Máximos				
N°	7:00-8:00h	12:00-13:00 h	17:-18:00 h	Promedios
San Sebastián	79.66	79.02	77.79	78.82
Cusco	80.06	73.56	74.35	75.99
Wanchaq	77.14	76.06	73.91	75.70
Promedio	78.95	76.21	75.35	76.84

La presión sonora de LAeqTdB L (A) Valores Máximos, es más alta en el distrito de San Sebastián con 78.82 dB (A).

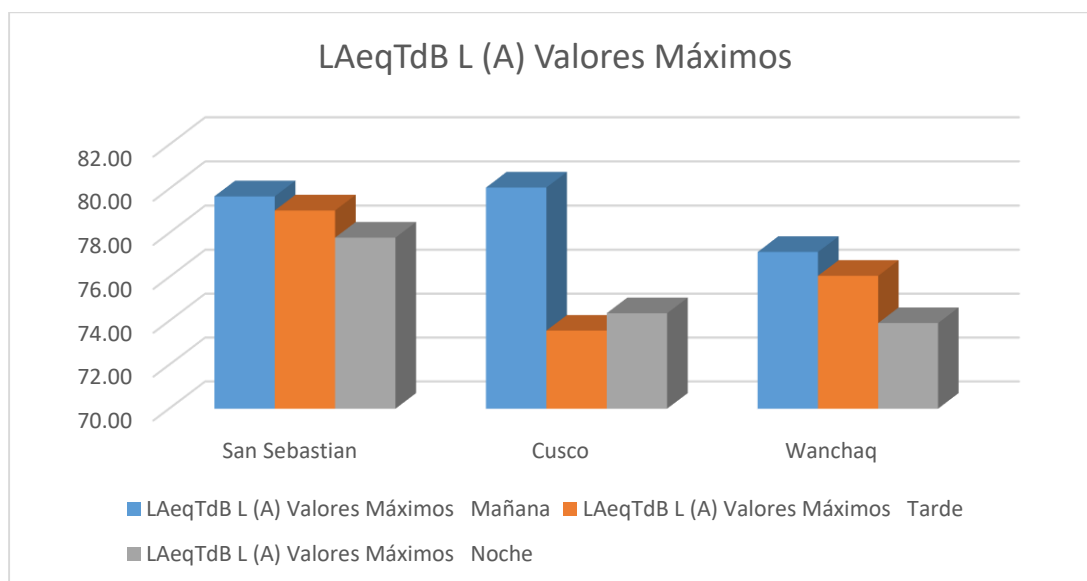


Figura 18. Presión sonora con LAeqTdB, realizado de marzo a setiembre del 2017

La presión sonora de ponderación LAeqTdB L (A) Valores Máximos, es más alta en el horario de 7:00-8:00 con 78.95 dB (C).

4.3. PROPONER ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA DISMINUIR LAS SITUACIONES DE ALERTA DE LA CONTAMINACIÓN SONORA.

Las estrategias de prevención, corrección y mitigación de los impactos negativos de la contaminación sonora se contemplan en los siguientes ejes transversales considerados en los lineamientos del D.S. N° 085-2003-PCM, del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido así como la CONAM, 2007, para lo cual se estableció una línea de base, para que estos datos realizados en la presente investigación sirvan para establecer metas y objetivos de prevención, control y vigilancia de la contaminación sonora, en el ámbito de estudio, estableciendo prioridades de los planes de acción, así mismo indica que en el diagnóstico se debe incluir los mapas de ruido herramientas indispensables, aprobadas por la comisión de la Unión Europea, que deriva del libro verde de 1996, sobre la política futura de lucha contra el ruido. Por otra parte la guía para la elaboración de Ordenanzas Municipales para la Prevención y Control del Ruido Urbano, CONAM 2007, indica en el numeral 2.5. El mapa de ruido es importante para desarrollar el Plan de Acción para la prevención y control del ruido:

4.3.1. Fortalecimiento de la Educación Ambiental

- Campañas masivas radiales y televisivas a la población sobre la contaminación sonora y sus efectos en la salud.
- Implementación de programas de concientización sobre la contaminación sonora a través de mapas didácticos de isocontaminación sonora para los conductores y propietarios de las empresas de transporte público, enfatizando el uso de claxon,

revisiones técnicas de los motores, y la música en niveles adecuados que permitan el confort a los pasajeros.

- Implementación de capacitación sobre contaminación sonora con certificación previa a la obtención de la autorización de ruta para las empresas de transporte público.
- Realizar alianzas estratégicas interinstitucionales para el establecimiento de los lineamientos de investigación universitaria y de posgrado sobre la contaminación sonora.

4.3.2. Ordenamiento Territorial y Planificación urbana

- Planificación y diseño de las áreas residenciales a distancias considerables de las vías de alto flujo vehicular.
- Utilizar los mapas de contaminación sonora, para el rediseño de la planificación del tránsito vehicular integral
- Realizar el planteamiento integral vehicular interinstitucional y transectorial con participación activa de la población.
- Institucionalizar la política ambiental sonora en las municipalidades distritales y provinciales para la implementación de acciones a corto, mediano y largo plazo.

4.3.3. Legislación y Normatividad Nacional, regional, provincial y distrital

- Incentivos económicos al uso de vehículos eléctricos, de hidrogeno, híbridos o tecnologías sostenibles.
- Regular a través de una Ordenanza Municipal el uso del claxon a situaciones de emergencia y peligro, evitando el uso excesivo y

desmedido que representa y es una manifestación de la molestia al tráfico vehicular.

- Implementar una ordenanza Regional sobre la prohibición del uso de motocicletas respecto al uso de horas nocturnas en zonas residencial y de protección especial.
- Implementar los radares de velocidad del transporte público en áreas de protección especial y residencial.
- Implementar una ordenanza Regional respecto al cambio del parque automotor que sea mayor a 15 años, que tiene directa correlación al ruido y a la contaminación atmosférica.
- Implementar una ordenanza Regional sobre la regulación para buses, camiones y motocicletas, para revisiones técnicas de sus motores, tubos de escape, claxon y otros partes del vehículo para que cuenten con certificación técnicas sobre contaminación acústica aprobadas.
- Desarrollo interinstitucional en materia del derecho ambiental, civil, penal, administrativo, tributario, laboral.

4.3.4. Acondicionamiento de los establecimientos con Tecnología sostenible (Uso de barreras acústicas)

- Acondicionamiento de barreras sonoras en las vías de evitamiento y expresa con material y tecnologías ecológicas.
- Los establecimientos comerciales (discotecas, bares, otros) presentes en las zonas de protección especial deben contar con los parámetros acústicos con material de absorción y/o vibración.

4.3.5. Acondicionamiento de los pavimentos con Tecnología sostenible (acústicas)

- El ruido de los aviones sobresale como contaminación de tipo puntual por lo que debe implementarse silenciadores para los tubos de escape (distrito de Wanchaq).
- Pavimentos que absorban las ondas de ruido y reflejen bajos niveles acústicos.
- Las rejas de las calles y avenidas que reciben las aguas fluviales y de escorrentía requieren su mantenimiento respecto a su correcta ubicación ya que una inadecuada posición es causa de contaminación sonora por el flujo vehicular que circula en estas.

4.3.6. Reestructuración del transporte

- Implementación de un sistema integrado de transporte a través de ciclovías, vías peatonales, futuros metro, chatarrización de los vehículos públicos.
- Reubicación del aeropuerto del Cusco, que como en las ciudades modernas es alejado de las zonas residenciales y de protección especial.

4.3.7. Revisiones técnicas permanentes del parque automotor

- Al realizar la revisión técnica vehicular incluir tubos de escape, motores, frenos, partes flojas y revisión del claxon y alarmas que concuerde con el tipo de unidad vehicular, tamaño, peso.

CONCLUSIONES

- El distrito de Cusco presenta mayor contaminación sonora de los valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A (LAeqTdB (A)) 71.3 dB, (según la prueba de Tukey), a diferencia de los distritos de Wanchaq LAeqTdB (A) 70.2 dB, y San Sebastián LAeqTdB (A) 70.6 dB, donde la prueba de ANDEVA: el p-valor (<0.00045) es menor que el valor de alpha (0.05). Por lo que se acepta la hipótesis alterna. Donde al menos una media de los distritos evaluados es diferente, y donde los 3 distritos sobrepasan los ECA sonoro establecidos en el D.S. 85-2003-PCM (Para protección especial 50 LAeqTdB (A), para residencial 60 LAeqTdB (A)), según las guías de la Organización Mundial de la Salud sobre niveles de ruido, Londres, Reino Unido, 1999, produce daños al oído, cuyos efectos son determinados por la exposición prolongada.
- La franja horaria de mayor contaminación sonora es la de 07:00 h a 08:00 h siendo los valores de nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A (LAeqTdB (A)) 71.4 dB, a diferencia de las franjas horarias de 12:00 h a 13:00 h siendo LAeqTdB (A) 70.0 dB, 17:00 h a 18:00 h siendo LAeqTdB (A) 70.7 dB, donde la prueba de ANDEVA: el p-valor

(<0.00025) es menor que el valor de alpha (0.05). Por lo que se acepta la hipótesis alterna. Donde al menos una media de las franjas horarias es diferente, donde las 3 franjas horarias superan los ECA sonora establecidos en el D.S. 85-2003-PCM. (Para protección especial 50 LAeqTdB (A), para residencial 60 LAeqTdB (A)), según las guías de la Organización Mundial de la Salud sobre niveles de ruido, Londres, Reino Unido, 1999, produce daños al oído, cuyos efectos son determinados por la exposición prolongada. Según la prueba de Tukey

- En base a la línea de base de la contaminación sonora, y el diagnóstico con el mapa de isocontaminación se proponen la implementación de la gestión integral sonora para priorizar el plan de acción para disminuir la contaminación sonora, a través de prevenir, mitigar y controlar con el fortalecimiento de la educación ambiental; ordenamiento territorial y la planificación urbana, elaborar la legislación y normatividad nacional, regional, provincial y distrital, acondicionamiento de los establecimientos con tecnología sostenible, acondicionamiento de los pavimentos con tecnología sostenible, reestructuración del transporte y las revisiones técnicas permanentes que garanticen acciones integrales sobre la contaminación sonora en los distritos de Cusco, San Sebastián y Wanchaq.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los representantes de la Municipalidad Provincial del Cusco a través de la Gerencia de Medio ambiental, concientizar a los tomadores de decisión sobre la contaminación sonora, para la priorización del desarrollo de planes, políticas, programas, proyectos y normas que implementen las acciones interinstitucionales y transectoriales por la multiplicidad de fuentes de ruido, para la gestión integral de la contaminación sonora
- Se recomienda a los representantes de la Municipalidad Provincial del Cusco a través de la Gerencia de Medio Ambiente, la institucionalización de un área de gestión y protección de la calidad sonora para Cusco, a través de la zonificación y ordenamiento territorial sonoro estableciendo zonas de protección especial sonora (Instituciones educativas, de salud y residenciales), zonas de uso común sonoro (zonas comerciales, zonas industriales) en concordancia con la planificación urbana existente. permitiendo la prevención de la contaminación sonora.

- Se recomienda a los representantes de la Municipalidad Provincial del Cusco solicitar al ministerio de Economía y finanzas para la dotación de presupuestos, medios técnicos, administrativos sobre la gestión de la calidad sonora para la implementación y permita la consolidación de acciones conjuntas sinérgicas interinstitucionales, permitiendo la mitigación y control de la contaminación sonora.
- Se recomienda a los representantes de la Municipalidad Provincial del Cusco establecer un monitoreo de la contaminación sonora permanente considerando que en la Provincia del Cusco se desarrollan diversas actividades (económicas, culturales, políticas y sociales), para determinar el nivel de contaminación sonora integrada en el tiempo y el espacio.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara M. (2002). *Contaminación acústica de la actividad minera en la región central del Perú*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima - Perú
- Arau H. (1999). *ABC de la Acústica Arquitectónica*. Ceac S.A. España
- Ataz, M., & De Mera, D. (2004). *Contaminación atmosférica (Vol. 45)*. Univ de Castilla La Mancha.
- Barti D. (2010). *Acústica medioambiental. Vol. I (Vol. 1)*. Alicante. España: Editorial Club Universitario.
- Barti D. (2013). *Acústica medioambiental: vol. II*. Alicante. España: Editorial Club Universitario.
- Beltrán B. (2008). *El médico solo no basta (con los mejores consejos de salud de las principales sociedades científicas)*. Arán Ediciones. España.
- Bravo M., Fernández T., Rodríguez T., y Sorribas R. (2003). *Elaboración de la encuesta y elección de la muestra para el estudio psicosocial de la molestia ocasionada por el ruido*. In Proceedings of XXXIII Congreso Nacional de Acústica–EAA Symposium on urban acoustics.

- Bravo S. (Ed.). (2007). *Ciudades, medio ambiente y sostenibilidad*. ArCiBel Editores.
- Cambronero S. y Gómez Z. (1989). *Nociones sobre la legislación de la salud en Costa Rica*. EUNED.
- Carrión A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. (Vol. 4). Universidad Politécnica de Catalunya.
- Castro I., Tirado O., & Manjarrez G. (2007). *Niveles de Presión Sonora en el Segundo Tramo de Transcaribe Cartagena 2007*. Revista Ingenierías Universidad De Medellín, 6(11), 43-52.
- CONAM, (2007). *Guía para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de ruido urbano*. Serie de normas ambientales. Lima-Perú: Consejo Nacional del Ambiente.
- Correa, M. A., Maya, G., & Gómez, M. M. (2010). Gestión para la prevención y mitigación del ruido urbano. *Producción+ Limpia*, 5(1), 58-74.
- De Esteban A. (2003). *Contaminación acústica y salud*. Observatorio medioambiental, (6), 73-95.
- De La Cruz, S. (2014). *Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Pardo*. Industrial Data, 10(1), 011-015.
- De la Torre O., Vela, A., Arana, M., & San Martín, L. (2003). *Contaminación acústica en el Centro Histórico de Cusco (Perú)*. Revista de Acústica, 34(3), 4-6.

- Del Rosario , M. (1998). *Contaminación del aire: emisiones vehiculares, situación actual y alternativas*. EUNED.
- Díaz M. (2016). *Evaluación del efecto del ruido ambiental en la población de la Universidad Científica del Sur en el 2015*. Universidad Científica del Sur.
- Domínguez R., (2014), *Vivir con ruido en la Ciudad de México*. El proceso de adaptación a los entornos acústicamente hostiles. Estudios Demográficos y Urbanos [En línea marzo de 2017] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31232808004>> ISSN 0186-7210
- Echeverri A., Murillo, M. & Valencia, M. (2011). *Simulación de ruido de Tránsito Automotor Como Herramienta para el Rediseño de Rutas de Transporte Público Colectivo en el Municipio de Medellín*. Revista Ingenierías Universidad De Medellin, 10(18), 19-29.
- Espinosa, S. (2006). *Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro*. Graó.
- García C. & González A. (2000). *Tratado de pediatría social*. Ediciones Díaz de Santos. España
- García, A. (1988). *La contaminación acústica*. Universidad de Valencia. España
- Gayo P. (2006). *Acústica ambiental*. Universidad de Oviedo. España
- Gayo, P., & Luis, J. (2012). *Acústica Ambiental*. Universidad Oviedo. ISBN 978-84-8317-531-6. Pág. 29.

- Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Argentina: Editorial Brujas.
- González A., & Calle E. (2015). Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). *Revista Gestión y Ambiente*, 18(1), 17-28.
- González Y., & Fernández Y. (2014). *Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares*. *Revista Cubana De Higiene y Epidemiología*, 52(3), 402-410.
- Guevara M. (2008), *Conversiones de Unidades en Climatología*, Fondo Editorial de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial de la Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela. Pág. 85.
- Gutiérrez F. & Toledo M. (2011). *La contaminación acústica en las ciudades turísticas litorales de Andalucía 2001-2010*. Cuadernos de Turismo, (27), 357-372.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1998). *Metodología de la investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill, 15-40.
- INEI, (2005). *Compendio estadístico 2004*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima-Perú.
- Jaramillo, M. (2007). *Acústica: la ciencia del sonido*. Colombia: ITM.

- Lablée, J. (1996). *El transporte urbano: un desafío para el próximo milenio. Seminario sistema de transporte para las grandes ciudades*. Centro Editorial Javeriano CEJA. Santafé de Bogotá.
- León, F. (2004). *La contaminación acústica en las calles españolas*. Editorial Club Universitario. España.
- León Y. (2014). *Caracterización de la contaminación sonora y su influencia en la calidad de vida en los pobladores del centro de la ciudad de Huacho, 2010-2011*. Perú.
- Martínez P. & Moreno A. (2005): "Análisis espacio-temporal con SIG del ruido ambiental urbano en Madrid y sus distritos", *GeoFocus (Artículos)*, nº 5, p. 219-249, ISSN: 1578-5157
- Maya G., Correa M. & Gómez M. (2011). *Gestión para la prevención y mitigación del ruido urbano*. URL Disponible: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/82/1/58-74.pdf>. [En Línea: noviembre 2017].
- Millán, J. (2012). *Instalaciones de megafonía y sonorización*. España: Editorial Paraninfo.
- MINAM (2014). *Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental*. Primera Edición. Lima-Perú.
- Morales J. (2009). *Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos (Doctoral dissertation, Caminos)*. http://oa.upm.es/2487/1/JAVIER_MORALES_PEREZ.pdf. [En Línea: noviembre 2017].

- Moreno A. & Martínez P. (2005). *El ruido ambiental urbano en Madrid. Caracterización y evaluación cuantitativa de la población potencialmente afectable*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles.
- Moreno G., García, V., Ueda S., Torres D., Salazar C., & Ávalos R. (2016). *Dimensión del parque automotor y la contaminación acústica en la ciudad de Chiclayo*. Pueblo Continente, 22(1), 167-179.
- Morillas B., Gómez V., Escobar G., Sierra M., Vidal T., Bueno A., & Martínez V. (2002). Presentación de una encuesta para la realización de estudios sociales sobre el impacto del ruido urbano. *Revista de acústica*, 33(1), 27-33.
- Möser M., & Barros L. (2009). *Ingeniería acústica: teoría y aplicaciones*. Springer Science & Business Media. Alemania.
- Municipalidad del Cusco, (2004). *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos PIGARS provincia del Cusco*. CONAM. Cusco-Perú.
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/conam/pigarscuzco.pdf>
- Municipalidad Provincial del Cusco (2006). *Plan De Desarrollo Urbano de la Provincia del Cusco 2006-2011*. Perú. Plan de Desarrollo, Municipalidad Provincial del Cusco, Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural, Cusco.
- Municipalidad Provincial del Cusco (2013). *Plan de Desarrollo Urbano del Cusco 2013 – 2023*. Cusco-Perú: Municipalidad Provincial del Cusco.

- Nieto A. (2010). *La contaminación sonora y sus efectos sobre la ansiedad, en pobladores de la ciudad de Tarapoto San Martín-Perú*. Tesis de Doctorado.
- OEFA (2011), *Evaluación rápida del nivel de ruido ambiental en las ciudades de Lima, Callao, Maynas, coronel portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna*. Lima, Perú: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Ministerio del Ambiente, Perú.
- Ortega M., & Cardona M. (2005). Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín. *Revista facultad nacional de salud pública*, 23(2), 70-77.
- Paje, S., Paje, J., González, A., Burgui, M., Van Oosten, N., Pacheco, M. , & Sanchidrián, C. (2013). *Innovación para el control del ruido ambiental (Vol. 61)*. Universidad de Castilla La Mancha.
- Pérez C. (2005). *Ruido, inmisiones y edificación*. España: Editorial Reus.
- Piñeiro, R., & Pérez, C. (2008). Estimación de la contaminación sonora del tránsito en Ciudad de La Habana, 2006. *Revista Cubana De Higiene Y Epidemiología*, 46(2), 1-13.
- Ramírez, A. & Domínguez E. (2011), El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Revista Académica Colomb. Cietic*. 35 (137): 509-530,2011. ISSN 0370-3908.
- Rougeron, C. (1977). *Aislamiento acústico y térmico en la construcción*. Reverte. España.

- Sánchez M. (2016). *Fundamentos de Ergonomía*. Instituto Nacional Politécnico. México: Grupo Editorial Patria.
- Sanz G., & Garrido J. (2003). *La contaminación acústica en nuestras ciudades*. F. C. de Pensions (Ed.). Fundación La Caixa. España.
- Sbarato D., Sbarato V., & Ortega E. (2007). *Predicción y evaluación de impactos ambientales sobre la atmósfera/Prediction and assessment of environmental impacts about atmosphere*. Editorial Brujas. Argentina.
- Suárez E., & Valdebenito I. (2008). *Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt*. En VI Congreso Iberoamericano de Acústica FIA. Buenos Aires, Argentina.
- Tejada D. (1996). *Informe Especial sobre Contaminación Acústica en Andalucía Derivado de Actividades Recreativas y Consumo de Bebidas en Las Vías Públicas*. Sevilla, Ruido (Org). España.
- Tortosa D. (2016). *Servicio de levantamiento de información de la contaminación sonora en áreas específicas a través de la elaboración de mapas sonoros estratégicos y el análisis subjetivo en el distrito de San Isidro de la ciudad de Lima (Perú)* (Doctoral dissertation).
- Turk, J. (1989). *Introduction to environmental studies*. (3th ed.). Philadelphia. EE.UU: Saunders College Pub
- Valtueña A. (2002). *Enciclopedia de la ecología y la salud*. España: Editorial Safeliz.



ANEXOS

Anexo 1. Distribución de las actividades económicas en la ciudad del Cusco, 2004
Cuadro 24. Distribución de las actividades económicas en la ciudad de Cusco, 2004

ACTIVIDAD ECONÓMICA	Cusco	%	Wanchaq	%	Santiago	%	San Sebastián	%	San Jerónimo	%	Saylla	%	Poroy	%	Corca	%	Total Prov. in.	%
Actividades administrativas y complementarias	16	0,09	16	0,09	3	0,02	4	0,02	1	0,01	0	0,00	0	0,00	1	0,01	41	0,23
Multiservicios profesionales y complementarios	402	2,30	260	1,46	81	0,46	54	0,31	21	0,12	1	0,01	0	0,00	1	0,01	822	4,70
Actividades organizacionales varios	26	0,15	12	0,07	7	0,04	2	0,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	47	0,27
Almacenes, envasados y empaquetados varios	387	2,21	244	1,39	204	1,17	131	0,75	61	0,35	1	0,01	5	0,03	0	0,00	1038	5,93
Fábrica de madera y actividades complementarios	72	0,41	93	0,53	61	0,35	102	0,58	31	0,18	1	0,01	3	0,02	0	0,00	366	2,09
Servicios de acondicionamiento, alquiler, venta y construcción de casas, edificios y material de Construcción	155	0,89	208	1,19	65	0,35	83	0,47	37	0,21	1	0,01	0	0,00	1	0,01	553	3,16
Actividades agropecuarias, agroindustrias, complementarios y derivados (restaurantes, pizzerías, pollerías, pizzerías, picanterías, bares,	1519	8,68	977	5,59	663	3,79	529	3,02	204	1,17	27	0,15	14	0,08	0	0,00	3951	22,59

ACTIVIDAD ECONOMICA	Cusco	%	Wanchaq	%	Santiago	%	San Sebastian	%	San Jerónimo	%	Saylla	%	Poroy	%	Ccorca	%	Total Prov. in.	%
cantinas, panaderías.)																		
Instituciones de enseñanza por niveles educativos	99	0,57	50	0,29	13	0,07	14	0,08	9	0,05	0	0,00	0	0,00	0	0,00	186	1,06
Fábrica, venta, alquiler de artículos domésticos y actividades complementarias	135	0,77	61	0,35	33	0,19	10	0,06	4	0,02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	243	1,39
Fábrica, venta y distribución de combustibles (petróleo, gas, energía eléctrica y agua)	35	0,20	39	0,22	20	0,11	33	0,19	22	0,13	5	0,03	5	0,03	0	0,00	161	0,92
Fábrica de productos químicos (plástico, caucho, jabones y detergentes)	3	0,02	4	0,02	3	0,02	3	0,02	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	14	0,08
Otras actividades de venta y fábrica	179	10,26	935	5,35	832	4,76	341	1,95	175	1,00	6	0,03	3	0,02	0	0,00	4101	23,45
Fábrica y venta de textiles y calzado	584	3,34	95	0,54	226	1,29	31	0,18	10	0,06	0	0,00	0	0,00	0	0,00	947	5,41

Fuente: Municipalidad Provincial del Cusco, PDC, 2006.

Cuadro 25. Principales actividades en la provincia del Cusco, 2004.

Gru po	Nombre	Ccor ca	%	Cusco	%	Por oy	%	San jero nim o	%	San seb asti an	%	San tiago	%	Sa ylla	%	Wan caha q	%	Tot al	%
1	Actividades extractivas			214	0.3	1		89	0.12	131	0.18	120	0.47	2	0	182	0.25	739	1.0
2	Actividades de transformación			580	0.8	4	0.01	102	0.14	315	0.43	343	0.47	3	0	428	0.59	177	2.4
3	Construcción	11	0	134	1.86	18	0.02	242	0.33	570	0.79	104	1.45	18	0.02	467	0.64	371	5.1
4	Alquiler y venta al por mayor y menor	2	0	363	5.01	25	0.03	541	0.75	111	1.53	190	2.63	19	0.03	238	3.3	961	13.28
5	Hoteles y restaurantes y agencias de turismo			174	2.4	8	0.01	87	0.12	267	0.37	318	0.44	27	0.04	908	1.25	335	4.6
6	Transporte y carga			496	0.68	6	0.01	215	0.3	358	0.49	360	0.5	11	0.02	462	0.64	190	2.6
7	Actividades postales y telecomunicación			56	0.08	2	0	4	0.01	10	0.01	12	0.02			31	0.04	115	0.16
8	Actividades bancarias, seguros			715	0.99			41	0.06	76	0.1	148	0.20			464	0.64	144	1.9
9	Alquiler equipos v maquinarias			102	0.14			6	0.01	28	0.04	22	0.03	1	0	67	0.09	226	0.31
10	Servicios técnicos y profesionales	56	0	156	21.6	102	0.14	204	2.82	537	7.42	830	11.4	94	0.13	989	13.65	415	57.3
11	Enseñanza			132	1.83			154	0.21	378	0.52	441	0.61	1	0	915	1.26	321	4.4
12	Salud	1	0	106	1.47			109	0.15	282	0.39	387	0.53	2	0	942	1.3	279	3.8
13	Organizaciones. Sindicatos. gremios	1	0	177	0.24			15	0.02	27	0.04	33	0.05	2	0	97	0.13	352	0.49
14	Radio, televisión impresión			571	0.79	1	0	34	0.05	97	0.13	198	0.27			338	0.47	123	1.7
15	Otras	1	0	177	0.24			13	0.02	43	0.06	82	0.11			124	0.17	440	0.6

Grupo	Nombre	Ccorca	%	Cusco	%	Poroy	%	Sanjeronimo	%	Sansebastian	%	Santiago	%	Saylla	%	Wanqh	%	Total	%
	TOTAL	72	0.1	278	38.4	167	0.23	369	5.1	906	12.5	137	18.9	18	0.25	177	24.44	724	10
				51				2		6		15	3	0		04		47	0

Fuente: Municipalidad Provincial del Cusco, PDC, 2006.

Anexo 2. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco

A continuación el cuadro 3 muestra la ubicación de los puntos de monitoreo sonoro

Cuadro 26. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017

N°	Nodo	GEOGRÁFICAS		UTM 19L	
		LAT	LON	ESTE	SUR
DISTRITO DE SAN SEBASTIAN					
1	Av. De la Cultura/Av. Manantiales	13°31'40.36 "S	71°56'29.03 "O	181593	8502574
2	Av. Tomas Tuyro Tupac/ Av. De la Cultura	13°31'48.63 "S	71°55'57.60 "O	182542	8502331
3	Av. De la Cultura/Calle Tomas Tuyro Tupa	13°31'55.61 "S	71°55'33.42 "O	183272	8502125
4	Av. De la Cultura/Av. Francia	13°31'56.77 "S	71°55'9.38" O	183995. 99	8502098. 01
5	Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari	13°32'0.86" S	71°54'42.01 "O	184821	8501982
6	Av. Tomas Catari/Av. 28 de Julio Vía Expresa	13°32'6.03" S	71°54'44.77 "O	184740	8501822
7	Vía expresa Av. 28 de Julio/Diego Tupac Amaru	13°32'16.53 "S	71°54'30.71 "O	185167	8501504
8	Av. De la Cultura/ Av 1	13°32'13.21 "S	71°54'23.12 "O	185394	8501609
9	Av. De la Cultura/ Vía Enaco Corao	13°31'49.06 "S	71°54'36.15 "O	184993	8502347
10	Vía de Evitamiento/Calle Tomas Catari	13°32'29.51 "S	71°54'41.93 "O	184834	8501101
DISTRITO DE CUSCO					
1	Av. De la Cultura/Camino Real	13°31'39.63 "S	71°56'33.21 "O	181467	8502595
2	Av. De la Cultura/ Victor Raul Haya de la Torre	13°31'26.66 "S	71°57'24.79 "O	179910	8502975
3	Av.De la Cultura/Av. Universitaria	13°31'22.19 "S	71°57'39.89 "O	179454	8503107
4	Av.Universitaria/Av. Collasuyo	13°31'10.83 "S	71°57'38.45 "O	179493	8503457

N°	Nodo	GEOGRÁFICAS		UTM 19L	
		LAT	LON	ESTE	SUR
5	Av. Collasuyo/Av. Argentina	13°31'7.99" S	71°57'47.42 "O	179222	8503541
6	Calle Recoleta/Callejón Retiro	13°31'2.18" S	71°58'8.75" O	178578	8503712
7	Av. Arcopunco/Av. Tullumayo	13°31'11.02 "S	71°58'25.54 "O	178076	8503434
8	Av. Garcilazo/Av. Tullumayo	13°31'21.26 "S	71°58'23.11 "O	178153	8503120
9	Av. San Martín/Av. Garcilazo/Av. Ejercito	13°31'37.78 "S	71°58'17.00 "O	178343	8502614
10	Av. Sol/Calle Afligidos	13°31'9.46" S	71°58'39.07 "O	177668	8503477
11	Calle Tres Cruces de Oro/Calle Belen	13°31'24.45 "S	71°58'47.47 "O	177421	8503013
12	Av. Del Ejercito/Jirón Junín	13°31'21.09 "S	71°59'12.68 "O	176661	8503107
DISTRITO DE WANCHAQ					
1	Av Garcilazo/Av. De la Cultura	13°31'16.76 "S	71°58'2.28" O	178778	8503266
2	Calle Pachacutec/Av. Infancia	13°31'29.48 "S	71°58'7.26" O	178633	8502873
3	Av San Martín/Av.28 de Julio/Av. Infancia	13°31'55.65 "S	71°58'4.86" O	178715	8502069
4	Av.28 de Julio/Jirón de la Unión/Av. Perú	13°31'57.24 "S	71°57'37.79 "O	179530	8502030
5	Av. Tupac Amaru/Jr. Espinar	13°31'45.02 "S	71°57'34.39 "O	179628	8502407
6	Av. Velasco Astete/Calle Qosco	13°31'59.05 "S	71°57'18.97 "O	180097	8501981
7	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1	13°32'0.22" S	71°57'5.56" O	180501	8501950
8	Av. Tupac Amaru/Calle Entel	13°31'51.64 "S	71°57'5.29" O	180506	8502214
9	Calle Huayrurupata/Av. De la Cultura	13°31'31.00 "S	71°57'12.58 "O	180279	8502846
10	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Perú	13°32'4.25" S	71°56'21.02 "O	181843	8501842
11	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Av. Tomás Tuyro Tupac	13°32'6.81" S	71°55'59.91 "O	182479	8501771
12	Vía Expresa Av. 28 de Julio/Jr. Los Geranios	13°32'9.33" S	71°55'33.36 "O	183279	8501703

En el estudio de: De la Torre *et al.*, (2003), en el estudio que realizaron en el Centro Histórico del Cusco, realizaron dos medidas en cada punto, en el presente estudio se realizaron 5 repeticiones en cada zona horaria.

Anexo 3. Trabajo de campo



Figura 19. Av. Ejercito/Jirón Junín



Figura 20. Av. Ejercito/Av. San Martín/Av. Sol



Figura 21. Av. Ejercito/Av. San Martín/Av. Sol



Figura 22. Calle Apurimac/Av. Abancay/Calle Nueva Alta



Figura 23. Calle Apurimac/Av. Abancay/Calle Nueva Alta



Figura 24. Av. Ejercito/Jirón Junín



Figura 25. Av. Ejercito/Av. San Martín/Av. Sol



Figura 26. Av. De la Cultura/Av. Universitaria

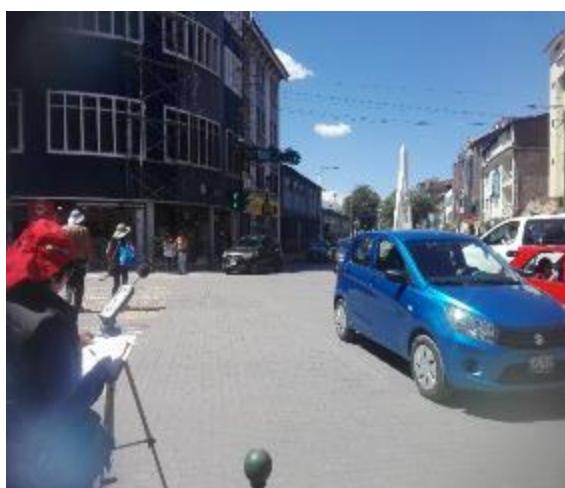


Figura 27. Av. Garcilazo/Av. Tulumayo



Figura 28. Av. Garcilazo/Av. Tulumayo



Figura 29. Av. San Martín/Av. Garcilazo/Av. Ejercito



Figura 30. Calle Tres Cruces de Oro/Calle Belen



Figura 31. Av.De la Cultura/Av. Universitaria



Figura 32. Av.Universitaria/Av. Collasuyo



Figura 33. Calle Tullumayo/Av. Arcopunco



Figura 34. Av. San Martín/Av. Garcilazo/Av. Ejercito



Figura 35. Av. Garcilazo/Av. Tullumayo



Figura 36. Av. San Martín/Av. Garcilazo/Av. Ejercito



Figura 37. Av San Martín/Av.28 de Julio/Av. Infancia



Figura 38. Av San Martín/Av.28 de Julio/Av. Infancia



Figura 39. Av. Tupac Amaru/Calle Entel



Figura 40. Calle Pachacutec/Av. Infancia



Figura 41. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1



Figura 42. Av. Velasco Astete/Calle Qosco



Figura 43. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Jr. Los Geranios



Figura 44. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Av. Tomás Tuyro Tupac



Figura 45. Av. Tomas Tuyro Tupac/ Av. De la Cultura



Figura 46. Av Garcilazo/Av.De la Cultura



Figura 47. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1



Figura 48. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1



Figura 49. Calle Pachacutec/Av. Infancia



Figura 50. Vía Expressa Av. 28 de Julio/Calle Entel 1



Figura 51. Av. Tupac Amaru/Calle Entel



Figura 52. Vía Expressa Av. 28 de Julio/Calle Perú



Figura 53. Av San Martín/Av.28 de Julio/Av. Infancia



Figura 54. Calle Pachacutec/Av. Infancia



Figura 55. Av. De la Cultura/Av. Francia



Figura 56. Av. De la Cultura/ Vía Enaco Corao



Figura 57. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari



Figura 58. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari



Figura 59. Av. Tomas Catari/Av. 28 de Julio Vía Expresa



Figura 60. Vía de Evitamiento/Calle Tomas Catari



Figura 61. Vía expresa Av. 28 de Julio/Diego Tupac Amaru



Figura 62. Av. Tomas Tuyro Tupac/ Av. De la Cultura



Figura 63. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari



Figura 64. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari



Figura 65. Vía Expresa Av. 28 de Julio/Av. Tomás Tuyro Tupac



Figura 66. Av. De la Cultura/Av. Francia



Figura 67. Av. De la Cultura/Calle Tomas Tuyru Tupa



Figura 68. Av. De la Cultura/ Av 1



Figura 69. Av. De la Cultura/ Av 1



Figura 70. Vía expresa Av. 28 de Julio/Diego Túpac Amaru



Figura 71. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari



Figura 72. Av. De la Cultura/ Av 1



Figura 73. Av. De la Cultura/Camino Real



Figura 74. Calle Huayrurupata/Av. De la Cultura



Figura 75. Av. Tomas Tuyro Tupac/ Av. De la Cultura



Figura 76. Calle Huayrurupata/Av. De la Cultura



Figura 77. Av. De la Cultura/Av. Tomas Catari



Figura 78. Av. Tomas Catari/Av. 28 de Julio Vía Expresa

Anexo 4. Análisis ANDEVA

Cuadro 27. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

N°	San Sebastián	Cusco	Wanchaq
1	71.70	72.39	70.37
2	70.59	70.17	68.17
3	70.56	70.57	68.79
4	72.77	71.15	68.41
5	67.90	71.25	71.02
6	69.80	71.55	69.36
7	69.71	69.96	70.36
8	70.06	71.04	70.78
9	71.73	70.57	70.43
10	72.66	71.33	73.65
11	71.24	72.35	69.17
12	72.24	70.80	68.31
13	70.39	71.88	68.77
14	66.89	72.02	68.78
15	70.85	71.07	70.59
16	69.84	71.01	72.38
17	71.72	71.61	66.84
18	70.22	69.59	69.50
19	68.76	72.03	69.94
20	68.70	71.80	71.34
21	75.29	72.79	72.02
22	72.59	73.41	70.79
23	72.57	72.89	72.17
24	71.45	72.66	69.81
25	70.67	69.86	69.47
26	69.53	69.27	72.27
27	69.32	72.92	69.29
28	70.49	72.14	69.93
29	74.78	71.58	70.12
30	71.60	70.95	69.22
31	72.74	72.74	70.70
32	71.31	69.76	69.17
33	67.88	70.03	68.75
34	70.75	70.66	70.12
35	68.67	70.81	70.56
36	69.71	71.26	70.05
37	70.34	71.31	70.85
38	70.00	72.45	69.93
39	72.31	73.59	71.56
40	70.84	73.84	74.80
41	69.58	70.14	69.87

N°	San Sebastián	Cusco	Wanchaq
42	70.39	69.58	69.63
43	70.59	70.31	69.87
44	70.47	70.56	70.58
45	70.14	70.74	70.33
46	69.21	69.87	70.00
47	69.22	72.23	69.82
48	69.95	70.53	71.75
49	70.23	71.29	69.49
50	68.51	70.91	69.86
Promedio	70.6	71.3	70.2

Análisis de varianza de un factor
RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	50	3529.46733	70.5893467	2.6289591 1
Columna 2	50	3565.1857	71.303714	1.2632884 3
Columna 3	50	3509.747	70.19494	1.9421677

ANÁLISIS DE
VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	31.58761 81	2	15.7938091	8.121 0241 8	0.000 45151	3.0576206 5
Dentro de los grupos	285.8863 46	147	1.94480508			
Total	317.4739 65	149				

N°	mañana	tarde	noche
1	69.36	73.75	71.34
2	70.55	67.82	70.56
3	70.93	69.00	70.00
4	74.21	68.13	69.99
5	71.58	67.56	71.02
6	70.15	67.87	72.68
7	70.78	67.82	71.41
8	70.12	69.41	72.35
9	74.01	68.23	70.50
10	74.36	71.78	71.50

N°	mañana	tarde	noche
11	76.38	68.58	67.79
12	71.83	71.25	68.28
13	71.04	71.04	68.96
14	70.11	68.16	69.41
15	71.79	70.44	70.28
16	72.17	70.60	70.45
17	71.58	70.56	68.03
18	71.14	68.03	70.14
19	70.42	71.36	68.94
20	71.34	70.10	70.40
21	71.90	74.75	73.45
22	74.83	68.86	73.09
23	73.94	70.85	72.85
24	72.20	69.52	72.20
25	70.78	69.98	69.23
26	69.33	70.31	71.43
27	70.69	70.70	70.14
28	71.10	70.99	70.48
29	73.52	70.72	72.23
30	70.83	70.26	70.67
31	72.75	72.90	70.53
32	72.22	69.78	68.24
33	67.77	69.01	69.86
34	71.51	68.40	71.63
35	69.59	70.09	70.36
36	69.08	69.49	72.44
37	70.81	71.65	70.04
38	70.55	72.37	69.45
39	76.17	70.96	70.33
40	76.69	71.79	70.99
41	69.93	69.52	70.14
42	69.74	68.68	71.19
43	69.66	70.51	70.59
44	69.88	68.69	73.05
45	69.38	69.40	72.44
46	69.20	70.22	69.65
47	70.33	68.48	72.47
48	70.63	70.07	71.54
49	69.16	69.11	72.74
50	70.35	68.94	70.00
Promedio	71.4	70.0	70.8

Cuadro 28. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	50	3568.369 33	71.3673867	3.941 3297 8
Columna 2	50	3498.519 9	69.970398	2.451 5427 4
Columna 3	50	3537.510 8	70.750216	1.965 1682 5

Análisis De Varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	49.00988 47	2	24.5049423	8.80	0.0002 5	3.057620 65
Dentro de los grupos	409.5439 98	147	2.78601359			
Total	458.5538 83	149				

Cuadro 29. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

Distrito de San Sebastián			
N°	Mañana	Tarde	Noche
1	68.32	73.66	73.105
2	71.17	70.4	70.191
3	70.63	69.54	71.522
4	79.66	67.1	71.563
5	69.58	65.3	68.826
6	70.63	65.34	73.429
7	71.75	67.16	70.206
8	68.9	69.83	71.462
9	76.81	70.23	68.143
10	75.91	72.49	69.585
11	76.56	68.99	68.177
12	71.12	72.91	72.696
13	66.68	75.63	68.868
14	68.25	65.34	67.066
15	68.68	72.85	71.016
16	69.62	71.16	68.738
17	73.71	71.22	70.228
18	71.29	68.02	71.354
19	67.27	70.97	68.032
20	69.39	66.47	70.244
21	71.29	79.02	75.563
22	79.13	66.66	71.978
23	77.09	69.71	70.92
24	71.39	69.77	73.199
25	71	70.88	70.118
26	65.64	71.79	71.174
27	70.54	67.53	69.902
28	72.52	71.66	67.275
29	78.7	70.32	75.317
30	71.98	71.02	71.805
31	71.78	73.94	72.514
32	74.42	72.05	67.468
33	63.46	68.73	71.437
34	73.05	67.59	71.62
35	68.15	69.33	68.532
36	68.78	68.43	71.907
37	71.05	68.24	71.741
38	69.1	74.33	66.559
39	73.54	71.703	71.676
40	72.87	68.824	70.813
41	67.801	69.796	71.137
42	71.65	67.096	72.424
43	71.237	71.842	68.69

Distrito de San Sebastián			
44	66.994	66.632	77.79
45	68.458	69.254	72.718
46	65.318	69.564	72.743
47	67.636	66.698	73.321
48	71.319	68.714	69.813
49	68.142	68.551	74.01
50	66.69	67.375	71.473
Promedio	70.9	69.8	71.0

Cuadro 30. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

Distrito de Cusco			
N°	Mañana	Tarde	Noche
1	73.188	74.02	69.95
2	70.679	68.84	71
3	70.803	70.96	69.958
4	71.523	69.91	72.017
5	75.613	67.8	70.335
6	73.112	69.97	71.567
7	70.007	67.38	72.481
8	70.062	70.9	72.151
9	72.626	67.39	71.701
10	72.991	69.61	71.387
11	76.533	71.78	68.737
12	74.288	71.34	66.786
13	74.696	70.1	70.857
14	74.721	70.17	71.159
15	73.567	69.9	69.736
16	71.829	71.43	69.758
17	75.416	70.95	68.464
18	72.134	67.68	68.956
19	73.146	73.11	69.843
20	72.042	71.06	72.293
21	74.36	71.11	72.91
22	75.35	71.4	73.465
23	71.16	73.15	74.353
24	76.49	69.63	71.85
25	70.86	69.57	69.15
26	70.79	66.61	70.398
27	73.83	73.56	71.363
28	73.67	70.64	72.108

Distrito de Cusco			
29	71.46	72.28	70.999
30	70.71	70.56	71.569
31	75.09	71.4	71.717
32	72.08	68.65	68.541
33	70.72	70.15	69.206
34	75.2	67.2	69.59
35	69.95	70.22	72.258
36	73.39	68.38	71.995
37	72.84	72.51	68.584
38	73.52	71.21	72.622
39	78.51	71.681	70.589
40	80.06	70.486	70.966
41	72	69.243	69.184
42	68.71	67.93	72.114
43	70.829	69.359	70.73
44	70.348	70.378	70.961
45	68.596	71.559	72.055
46	71.06	68.277	70.271
47	72.32	71.408	72.965
48	69.554	69.324	72.719
49	70.903	70.563	72.389
50	71.438	69.8527	71.4354
Promedio	72.7	70.3	71.0
Max	80.06	73.56	74.353

Cuadro 31. Análisis de Varianza del monitoreo de los tres distritos, en la ciudad de Cusco, realizado de marzo a setiembre del 2017.

Distrito de Wanchaq			
N°	Mañana	Tarde	Noche
1	66.57	73.57	70.975
2	69.79	64.22	70.498
3	71.36	66.51	68.512
4	71.44	67.39	66.398
5	69.55	69.59	73.905
6	66.72	68.31	73.051
7	70.59	68.92	71.555
8	71.4	67.51	73.443
9	72.59	67.07	71.644
10	74.19	73.24	73.515
11	76.05	64.98	66.47
12	70.07	69.49	65.36
13	71.75	67.4	67.148
14	67.35	68.98	69.998
15	73.12	68.56	70.091
16	75.06	69.22	72.862
17	65.62	69.5	65.41
18	69.99	68.4	70.106
19	70.84	70.01	68.955
20	72.6	72.77	68.66
21	70.05	74.13	71.872
22	70.01	68.52	73.83
23	73.56	69.69	73.27
24	68.71	69.17	71.561
25	70.49	69.48	68.426
26	71.57	72.54	72.707
27	67.7	71.02	69.16
28	67.1	70.66	72.042
29	70.41	69.57	70.388
30	69.79	69.21	68.647
31	71.37	73.37	67.353
32	70.17	68.64	68.711
33	69.14	68.15	68.945
34	66.29	70.4	73.675
35	70.67	70.73	70.287
36	65.08	71.66	73.424
37	68.55	74.2	69.802
38	69.04	71.58	69.18
39	76.47	69.486	68.734
40	77.14	76.058	71.189
41	69.981	69.524	70.109
42	68.845	71	69.036
43	66.922	70.336	72.342

Distrito de Wanchaq			
44	72.287	69.07	70.388
45	71.076	67.374	72.545
46	71.209	72.829	65.95
47	71.025	67.321	71.124
48	71.018	72.159	72.086
49	68.448	68.205	71.815
50	72.908	69.588	67.098
Promedio	70.5	69.8	70.3
Max	77.14	76.058	73.905

Anexo 5. Mapas de Secciones de jerarquía Vial de la Provincia del Cusco

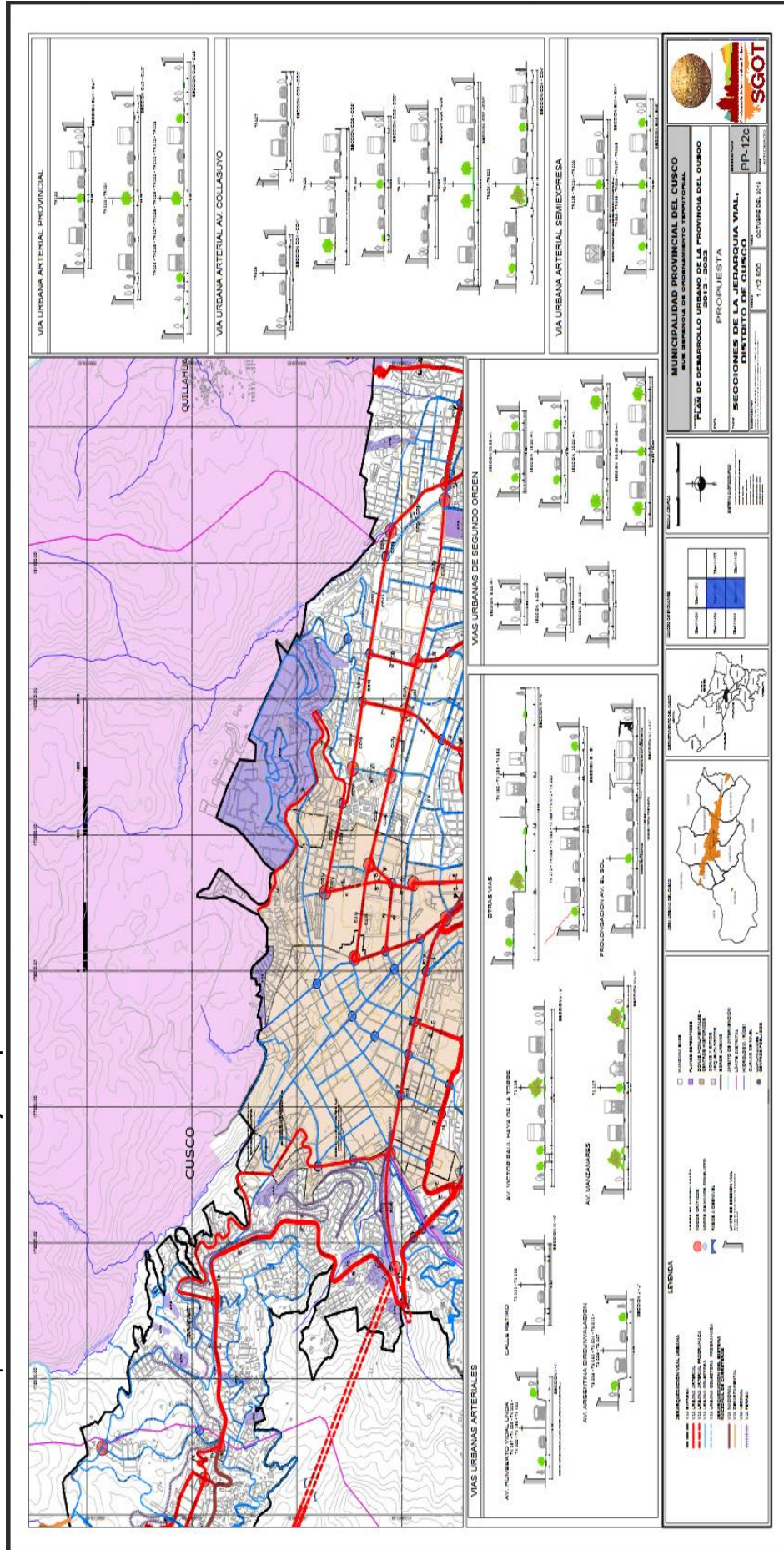


Figura 79. Secciones de jerarquía Vial en el distrito de Cusco (12 nodos de articulación vial), de la provincia del Cusco, 2013

Fuente: Municipalidad del Cusco, PDUC, 2013

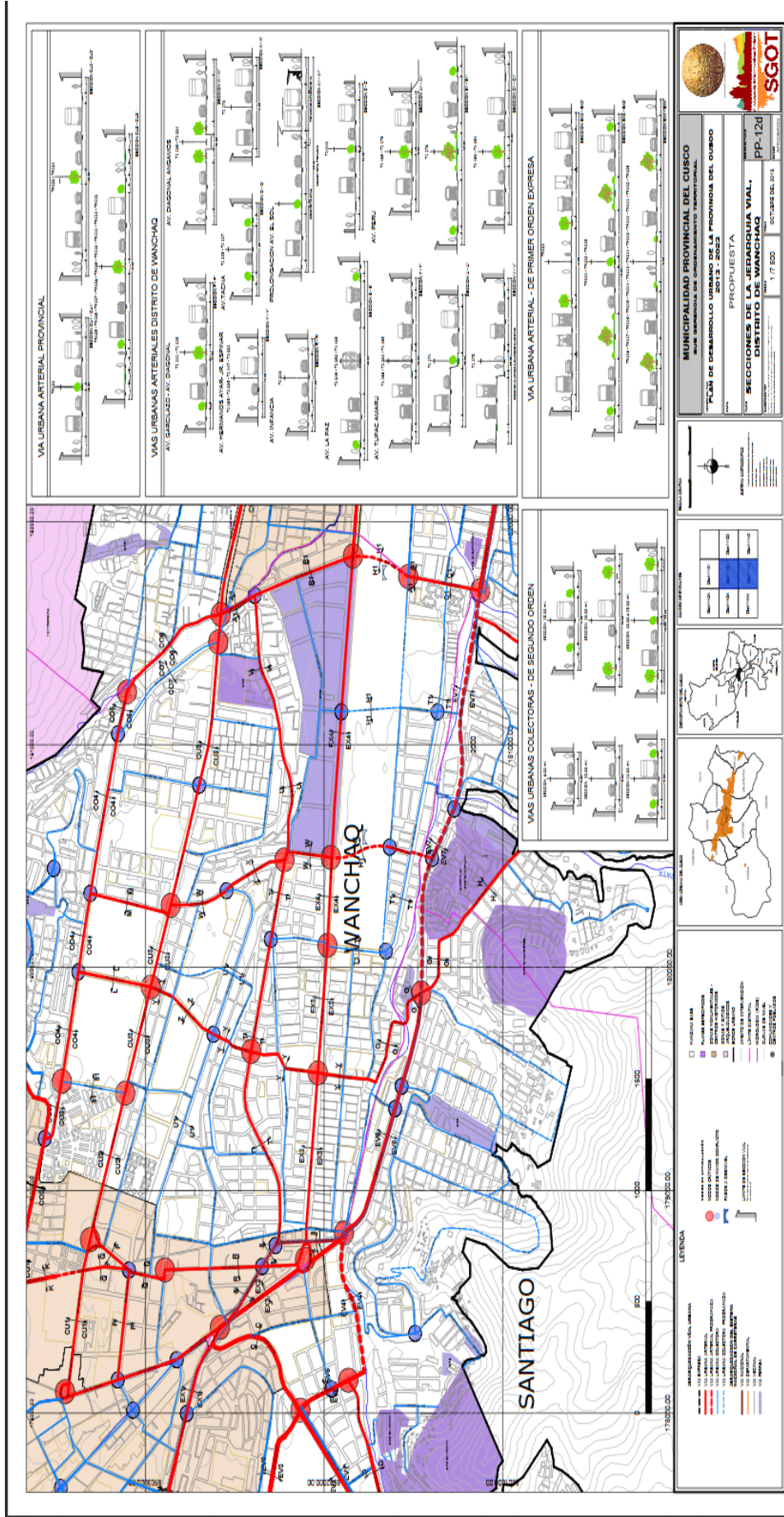


Figura 80. Secciones de jerarquía Vial en el distrito de Wanchaq (12 nodos de articulación vial), de la provincia del Cusco, 2013

Fuente: Municipalidad del Cusco, PDUC, 2013

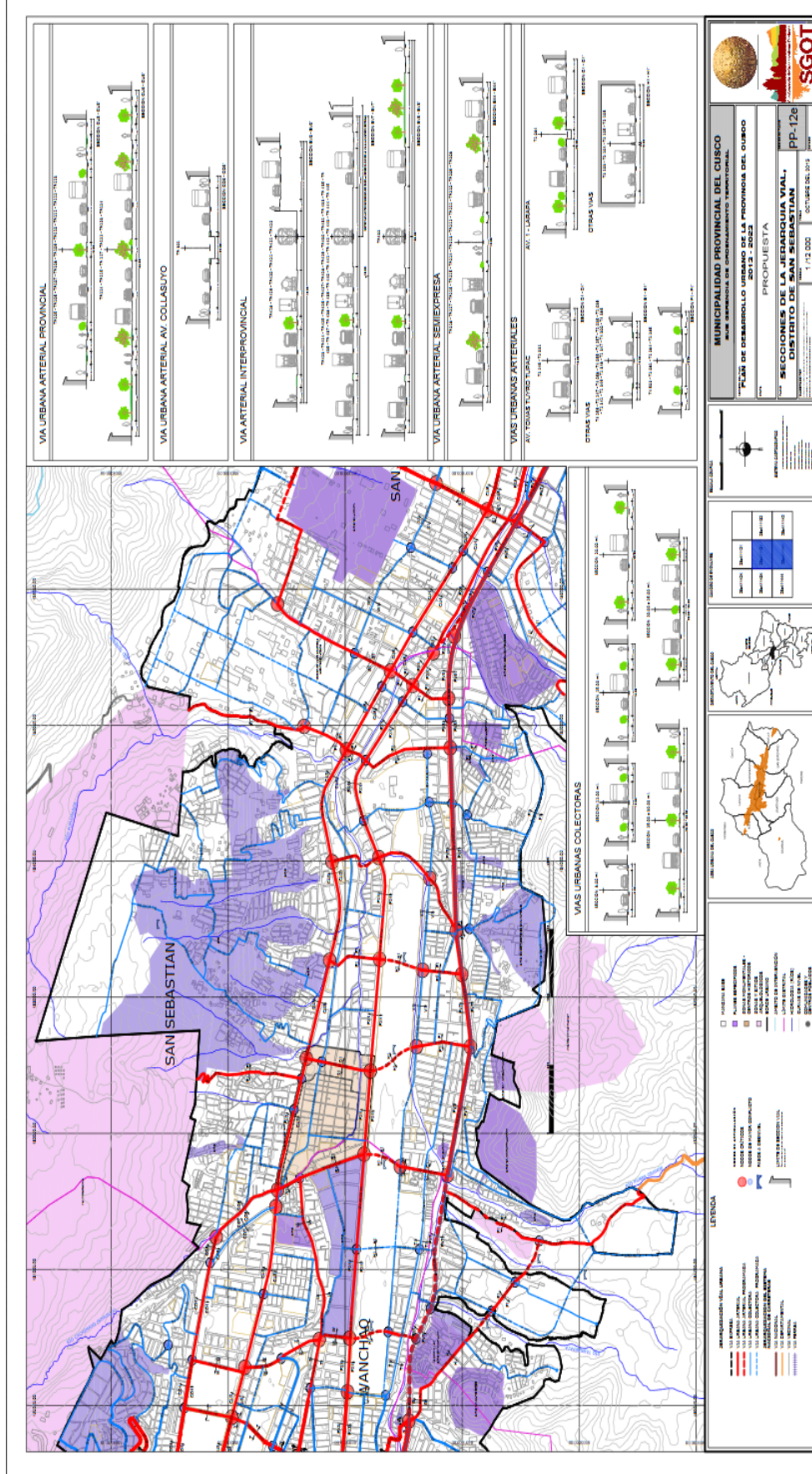


Figura 81. Secciones de jerarquía Vial en el distrito de San Sebastián (10 nodos de articulación vial), de la provincia del Cusco, 2013

Fuente: Municipalidad del Cusco, PDUC, 2013

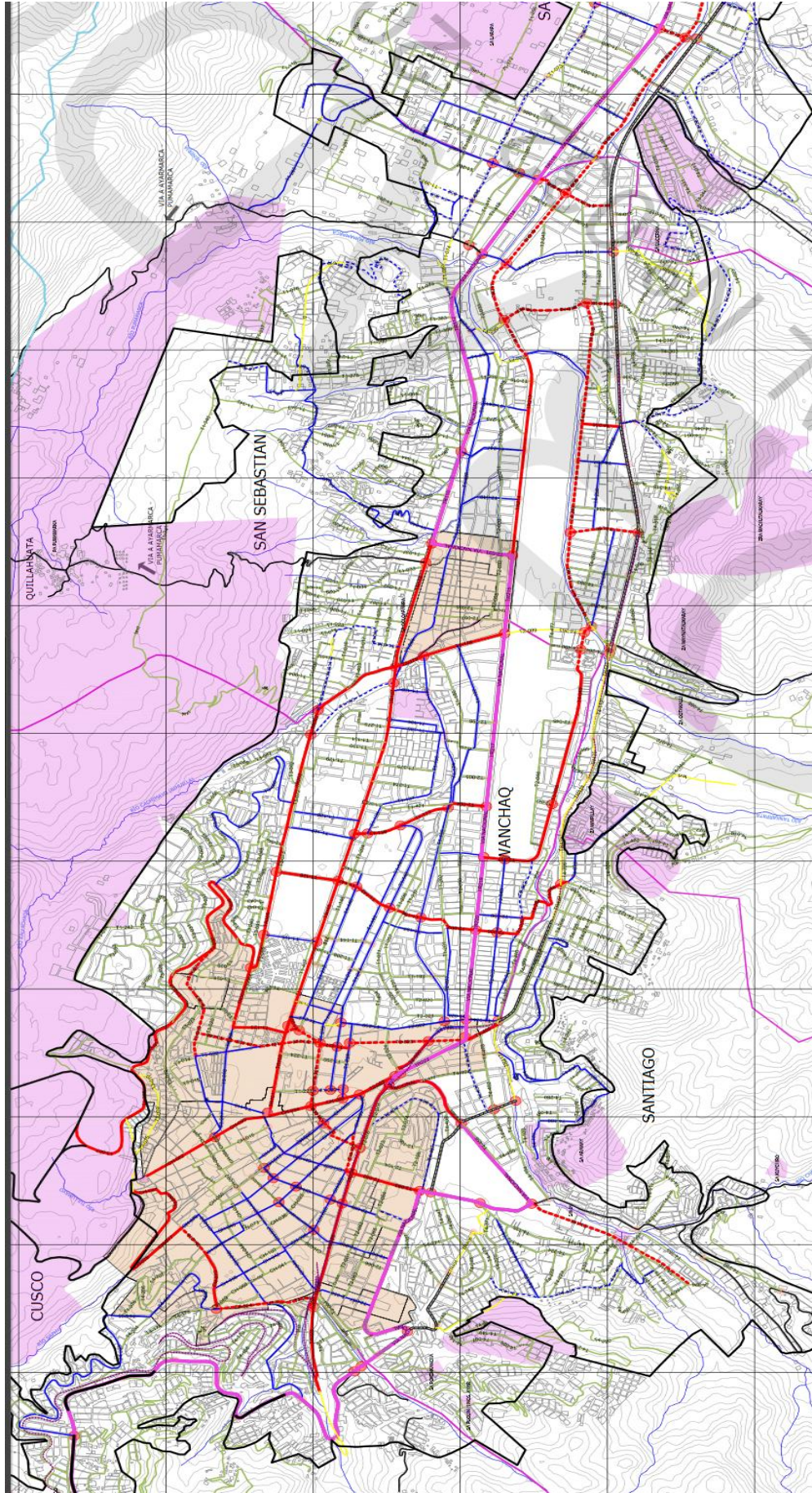


Figura 82. Secciones de jerarquía Vial en la provincia de Cusco (en total 34 nodos de articulación vial), de la provincia del Cusco, 2013

Fuente: Municipalidad del Cusco, PDUC, 2013

Anexo 6. Mapa de zonificación de los 3 distritos

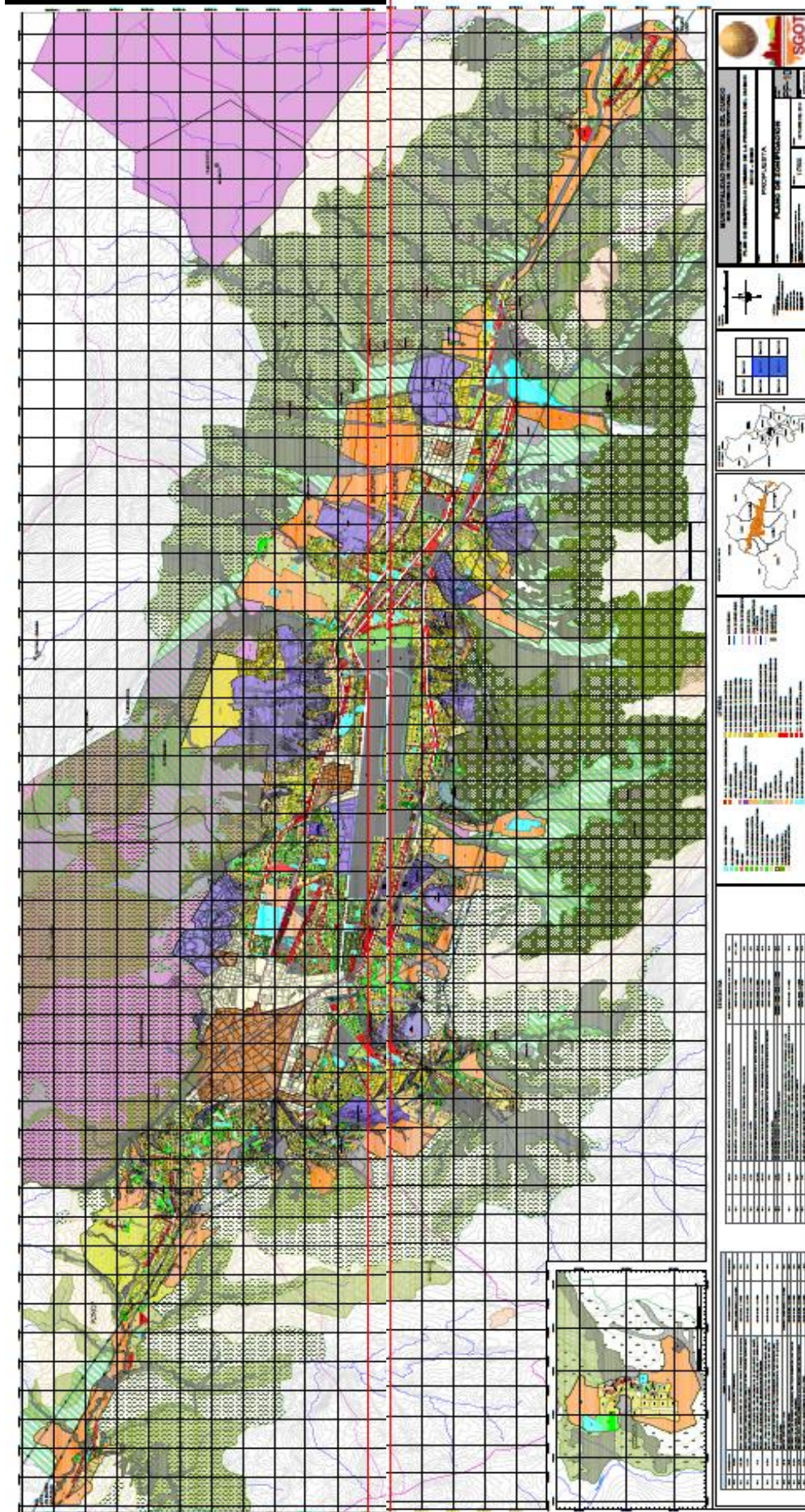


Figura 83. Mapa de zonificación de los 3 distritos Provincia del Cusco, 2013

Fuente: MPC, 2013