

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA EN LAS ZONAS PERIFÉRICAS
DE TINGO MARÍA

Tesis

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

MANUEL EMILIO REÁTEGUI INGA

Tingo María - Perú
2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de junio de 2016, a horas 7:00 p.m. en la Sala de Grados del Departamento de Ciencias Ambientales, para calificar la Tesis titulada:

“NIVELES DE CONTAMINACION SONORA EN LAS ZONAS PERIFERICAS DE TINGO MARÍA”

Presentado por la Bachiller **REATEGUI INGA, Manuel Emilio**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de “**MUY BUENO**”

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO AMBIENTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 11 de Agosto del 2016.

Ing. M.Sc. **LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ**
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. **LADISLAO RUIZ RENGIFO**
VOCAL

Blgo. **CESAR AUGUSTO GOZME SULCA**
VOCAL

Ing. M.Sc. **RONALD HUGO PUERTA TUESTA**
ASESOR



DEDICATORIA

A mis padres; quienes me han guiado en
mi formación académica y en mi vida,
gracias por el afecto que me siguen brindando.

A mis hermanos por sus consejos,
por el apoyo y la confianza que me
tienen.

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

A Dios por bendecirme todos los días de mi vida, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mis padres Pedro Reátegui Díaz y Nelly Yolanda Inga Pizarro, por su apoyo incondicional, los consejos y el amor durante mi vida.

A mi tío Darlym Reátegui Díaz, por el asesoramiento y la paciencia que me brindó durante la redacción del estudio.

A mis hermanos Roner Reátegui Inga y Reiner Pedro Gabriel Reátegui Inga, por la confianza que me brindaron durante mi formación profesional.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mis amigos entrañables Yerlin Tolentino, Christian Valencia, Sussel Flores y Xiomara Calixto por las experiencias compartidas y el apoyo en la ejecución del estudio.

A mi asesor de tesis, Ing. M. Sc. Ronald Hugo Puerta Tuesta por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar con éxito la tesis.

Y por último a todos los demás amigos que de una u otra forma colaboraron en el presente estudio.

RESUMEN

El desarrollo de esta investigación se debe al problema que la sociedad enfrenta, la contaminación sonora y el daño que causa a la salud por la exposición prolongada a este tipo de contaminación. Las autoridades competentes deben minimizar estos daños generando tecnologías menos ruidosas y desarrollando sistemas de protección contra este tipo de contaminación.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en 4 zonas: Afilador, Castillo Grande, asociación de viviendas "Los Laureles" y Naranjillo en la provincia de Leoncio Prado, teniendo como objetivo evaluar los niveles de contaminación sonora en la zona periférica de Tingo María. Para alcanzar el objetivo planteado se realizó mediciones de nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) y tráfico vehicular, tomando 4 puntos de monitoreo por zona en las calles principales, se evaluó en los turnos diurno (12:00 - 15:00 horas) y nocturno (22:01 - 01:00 horas). Los resultados obtenidos indican que los niveles de presión sonora tanto diurno como nocturno sobrepasan los niveles establecidos en la normatividad ambiental (D.S 085-2003-PCM) excepto los días lunes y domingo en la asociación de viviendas "Los Laureles" en el turno diurno y encontrándose un mayor tráfico vehicular en Castillo Grande.

ÍNDICE

Contenido	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Sonido.....	3
2.1.1. Propiedades y cualidades del sonido.....	5
2.2. Ruido.....	9
2.2.1. Propagación del ruido	10
2.2.2. Niveles del ruido	10
2.2.3. Fuente de generación del ruido	14
2.2.4. Efectos del ruido	14
2.3. Sonómetro.....	15
2.3.1. Tipos de sonómetros	16
2.4. Marco Normativo.....	16
2.4.1. Constitución Política del Perú	17
2.4.2. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611	17
2.4.3. Ley del SEIA, Ley N° 27446	18
2.4.4. Ley General de Salud, Ley N° 26842.....	18
2.4.5. D.S N°085-2003.Aprueban el Reglamento de ECA Ruido	18
2.5. Mapas de ruido	19
2.5.1. Utilidad.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Ubicación	20

3.2. Materiales y equipos	21
3.3. Metodología	21
3.3.1. Identificación de la fuente y tipo de ruido a monitorear	21
3.3.2. Ubicación de los puntos e instalación del sonómetro	22
3.3.3. Identificación de las unidades del ruido	24
3.3.4. Medición del ruido y tráfico vehicular	24
3.3.5. Comparar los LAeqT con los ECA Ruido.....	26
3.3.6. Determinación de los puntos con mayor tráfico vehicular	27
3.3.7. Elaboración del mapa de ruido por interpolación IDW.....	27
3.3.8. Evaluación estadística	28
IV. RESULTADOS.....	30
4.1. Determinación de los días y los turnos con mayores niveles de presión sonora continuo equivalente de los meses de setiembre a noviembre del 2015	30
4.1.1. Determinación de los días en el turno diurno con mayor niveles de presión sonora continuo equivalente	30
4.1.2. Determinación de los días en el turno nocturno con mayor niveles de presión sonora continuo equivalente	32
4.2. Comparación de los LAeqT con la normatividad ECA para ruido	35
4.2.1. Comparación del LAeqT en el turno diurno.....	35
4.2.2. Comparación del LAeqT en el turno nocturno.....	36
4.3. Determinación de los puntos con mayor tráfico vehicular	37
4.4. Elaboración del mapa de ruido por interpolación IDW	38
4.5. Análisis estadístico	39

V. DISCUSIÓN	45
5.1. Determinación de los días y los turnos con mayores niveles de presión sonora continuo equivalente de los meses de setiembre a noviembre del 2015	45
5.2. Comparación de los LAeqT con la normatividad ECA para ruido	46
5.3. Determinación de los puntos con mayor tráfico vehicular	47
5.4. Elaboración del mapa de ruido por interpolación IDW	48
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	51
VIII. ABSTRACT	52
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXO.....	57
ANEXO II.....	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Ubicación de las estaciones de monitoreo.....	22
2. Los turnos con sus respectivos intervalos de tiempo.....	25
3. Intervalos de tiempo de monitoreo.....	26
4. Tipos de zonas con sus niveles Max de LAeqT por cada turno	26
5. Categorización de las unidades móviles evaluadas	27
6. Análisis de varianza	28
7. Valores del LAeqT en el turno diurno en las zonas evaluadas	35
8. Cumplimiento de la normatividad ECA con respecto a los LAeqT promedios por cada día en el turno diurno	35
9. Valores del LAeqT en el turno nocturno en las zonas evaluadas ...	36
10. Cumplimiento de la normatividad ECA con respecto a los LAeqT promedios por cada día en el turno nocturno.....	37
11. Número de vehículos promedio por categoría en cada estación de monitoreo.....	38
12. Análisis de varianza del LAeqT por días y turnos en la zona de Afilador	39
13. Prueba Tukey del LAeqT en la zona de Afilador	39
14. LAeqT (dB) por días y turnos en la zona de Afilador.....	40
15. Análisis de varianza del LAeqT por días y turnos en Castillo Grande.....	40
16. Prueba Tukey del LAeqT Castillo Grande.....	41

17. LAeqT (dB) por días y turnos en Castillo Grande	41
18. Análisis de varianza del LAeqT por días y turnos en la asociación de viviendas “Los Laureles”	42
19. Prueba Tukey del LAeqT en la asociación de viviendas “Los Laureles”	42
20. LAeqT (dB) por días y turnos en la asociación de viviendas “Los Laureles”	43
21. Análisis de varianza del LAeqT por días y turnos en Naranjillo	43
22. Prueba Tukey del LAeqT en Naranjillo.....	43
23. LAeqT (dB) por días y turnos en Naranjillo	44
24. Formato de la hoja de campo	62
25. Formato para la contabilización del tráfico vehicular.....	63
26. Valores de L_{min} diurno promedio por día de los meses de setiembre a noviembre del 2015	73
27. Valores de L_{max} diurno promedio por día de los meses de setiembre a noviembre del 2015	74
28. Valores de L_{min} nocturno promedio por día de los meses de setiembre a noviembre del 2015	75
29. Valores de L_{max} nocturno promedio por día de los meses de setiembre a noviembre del 2015	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pag.
1. Longitud de onda (HARRIS, 1995).	7
2. Longitud de onda necesaria para completar un ciclo.....	8
3. Longitudes de onda de un sonido en el aire a 20°C y presión atmosférica normal (SANCHEZ, 1998).....	8
4. Efectos del ruido (OMS, 2000).....	15
5. Ubicación de la provincia de Leoncio Prado.....	20
6. Ubicación del sonómetro en la medición para fuentes vehiculares (MINAM, 2012)	24
7. Diseño experimental para el LAeqT de las diferentes zonas	29
8. Valores del LAeqT promedio por día del turno diurno en la zona de Afilador	30
9. Valores del LAeqT promedio por día del turno diurno en Castillo Grande.....	31
10. Valores del LAeqT promedio por día del turno diurno en la asociación de viviendas “Los Laureles”	31
11. Valores del LAeqT promedio por día del turno diurno en Naranjillo	32
12. Valores del LAeqT promedio por día del turno nocturno en la zona de Afilador	32
13. Valores del LAeqT promedio por día del turno nocturno en Castillo Grande.....	33

14. Valores del LAeqT promedio por día del turno nocturno en la asociación de viviendas “Los Laureles”	33
15. Valores del LAeqT promedio por día del turno nocturno en Naranjillo	34
16. Valores del LAeqT promedio por turnos (diurno y nocturno) de las zonas evaluadas.....	34
17. Valores del LAeqT promedio vs nivel permitido por la normatividad ECA en el turno diurno en las zonas evaluadas	35
18. Valores del LAeqT promedio vs nivel permitido por la normatividad ECA en el turno nocturno en las zonas evaluadas	36
19. Medición del LAeqT en el punto C4 de Castillo Grande en el turno diurno.....	59
20. Medición del LAeqT en el punto L4 de la asociación de viviendas “Los Laureles” en el turno diurno	59
21. Medición del LAeqT en el punto N1 de Naranjillo en el turno nocturno	60
22. Conteo del número de vehículos (motos, livianos y pesados) que transitaban en el turno nocturno	60
23. Sonómetro marco SEW, Modelo 2310, Tipo II, serie 1281255; utilizado en las mediciones.....	61
24. GPS marca GARMIN, Modelo DAKOTA 20; utilizado en la toma de las coordenadas	61
25. Instalación del trípode.....	62
27. Solicitud del plano de zonificación del distrito de Luyando – “Naranjillo”	65

28. Solicitud del plano de zonificación del distrito de Castillo Grande ...	66
29. Solicitud del plano de zonificación del distrito de Castillo Grande, asociación de viviendas “Los Laureles” y Afilador	67
30. Datos meteorológicos de precipitación del mes de setiembre del 2015 de la ciudad de Tingo María	68
31. Datos meteorológicos de precipitación del mes de octubre del 2015 de la ciudad de Tingo María	69
32. Datos meteorológicos de precipitación del mes de noviembre del 2015 de la ciudad de Tingo María	70
33. Datos meteorológicos de T° y P° del mes de setiembre del 2015 de la ciudad de Tingo María	71
34. Datos meteorológicos de T° y P° del mes de octubre del 2015 de la ciudad de Tingo María	72
35. Datos meteorológicos de T° y P° del mes de noviembre del 2015 de la ciudad de Tingo María	73
36. Certificado de calibración del sonómetro utilizado en el presente estudio (1).....	78
37. Certificado de calibración del sonómetro utilizado en el presente estudio (2).....	79

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación sonora es considerada por la mayoría de la población de las grandes ciudades como un factor medioambiental muy importante, que incide de forma principal en su calidad de vida. El ruido ambiental es una consecuencia directa no deseada de las propias actividades que se desarrollan en las grandes ciudades.

La contaminación sonora perturba las distintas actividades comunitarias, interfiriendo la comunicación hablada, perturbando el sueño, el descanso y la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje, y lo que es más grave, creando estados de cansancio y tensión que pueden degenerar en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

En 1972, la Organización Mundial para la Salud (OMS) en el marco de la Conferencia de Estocolmo, incluyó al ruido como una forma más de contaminación. Según algunos estudios que se han hecho en la Unión Europea, existen en el mundo 80 millones de personas que están expuestos diariamente a niveles de ruido ambientales que están por encima de los 65 decibeles (dB) mientras que hay otros 170 millones que viven en niveles más altos de 55 decibeles dB. Todo esto a pesar de que la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que el nivel que el ser humano puede tolerar, llega hasta sólo 50 decibeles dB (ARRELLANO, 2009).

Las zonas periféricas de Tingo María no deja de ser ajena al problema de la contaminación sonora, pudiendo ser esto al incremento del tráfico vehicular o por ser vías principales de transporte, a esto se le suma la

falta de conciencia ambiental por parte de los conductores que no hacen cumplir el artículo 98 del reglamento de tránsito que indica: “El conductor sólo debe utilizar la bocina del vehículo que conduce para evitar situaciones peligrosas y no para llamar la atención de forma innecesaria. El conductor no debe causar molestias o inconvenientes a otras personas con el ruido de la bocina o del motor con aceleraciones repetidas al vacío” (MTC, 2009).

Contrastando la hipótesis de existencia de contaminación sonora en las zonas periféricas de Tingo María.

1.1. Objetivo general

- Determinar los niveles de contaminación sonora en las zonas periféricas de Tingo María.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los días y los turnos con mayores niveles de presión sonora continuo equivalente de los meses de setiembre a noviembre del 2015 en las zonas periféricas de Tingo María.
- Comparar los niveles de presión sonora continuo equivalente con la normatividad ambiental vigente (Estándares de calidad ambiental para ruido).
- Determinar los puntos con mayor tráfico vehicular en las zonas periféricas de Tingo María.
- Elaborar el mapa de ruido por interpolación IDW.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Sonido

Es una alteración física producida por ondas sonoras, en un medio (gaseoso, líquido o sólido) que puede ser detectada por el oído humano, también puede definirse como la sensación auditiva excitada por una perturbación física en un medio. El medio por el cual viajan las ondas sonoras ha de poseer masa y elasticidad. Por tanto, las ondas sonoras no viajarán a través de un vacío (ARELLANO, 2009).

Las variaciones de presión se originan de muchas maneras, por ejemplo:

- Por una corriente de aire pulsante, como la que producen las aspas del ventilador al girar.
- Por torbellinos, que se producen cuando una corriente de aire choca con una obstrucción, como ocurre en una salida de aire en un sistema de ventilación.

Los elementos indispensables para que exista el sonido son:

- Fuente sonora.
- Camino de transmisión.

El sonido se forma mediante las vibraciones mecánicas que llegan al oído interno, todo esto es transmitido a través del aire, nuestro oído capta una vibración de frecuencia comprendida entre unos 20 y 20.000 hercios y es el cerebro quien transforma para nosotros estas vibraciones en sonido.

2.1.1. Propiedades y cualidades del sonido

El término sonido tiene un doble sentido: por un lado se emplea en sentido subjetivo para designar la sensación que experimenta un observador cuando las terminaciones de su nervio auditivo reciben un estímulo, pero también se emplea en sentido objetivo para describir las ondas producidas por compresión del aire que pueden estimular el nervio auditivo de un observador.

2.1.1.1. Intensidad

La intensidad del sonido percibido, o propiedad que hace que éste se capte como fuerte o débil, está relacionada con la intensidad de la onda sonora correspondiente, también llamada *intensidad acústica*. La intensidad acústica es una magnitud que da idea de la cantidad de energía que está fluyendo por el medio como consecuencia de la propagación de la onda. La magnitud de la sensación sonora depende de la intensidad acústica, pero también depende de la sensibilidad del oído. El intervalo de intensidades acústicas que va desde el *umbral de audibilidad*, o valor mínimo perceptible, hasta el *umbral del dolor*. La intensidad fisiológica o sensación sonora de un sonido se mide en decibelios (dB). Por ejemplo, el umbral de la audición está en 0 dB, la intensidad fisiológica de un susurro corresponde a unos 10 dB y el ruido de las olas en la costa a unos 40 dB. La escala de sensación sonora es logarítmica, lo que significa que un aumento de 10 dB corresponde a una intensidad 10 veces mayor por ejemplo, el ruido de las olas en la costa es 1.000 veces más intenso que un susurro, lo que equivale a un aumento de 30 dB. Debido a la extensión de este intervalo de audibilidad, para expresar intensidades sonoras se emplea una escala cuyas divisiones son potencias de diez y cuya unidad de medida es el decibelio (dB). La conversión entre intensidad y decibelios sigue esta ecuación:

$$S = 10 \text{ Log } \frac{I}{I_0}$$

Dónde:

$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ y corresponde a un nivel de 0 decibelios por tanto. El *umbral del dolor* corresponde a una intensidad de 1 W/m^2 o 120 dB.

Ello significa que una intensidad acústica de 10 decibelios corresponde a una energía diez veces mayor que una intensidad de cero decibelios; una intensidad de 20 dB representa una energía 100 veces mayor que la que corresponde a 0 decibelios y así sucesivamente. La intensidad debida a un número de fuentes de sonido independientes es la suma de las intensidades individuales (MINAM, 2012).

2.1.1.2. Amplitud

La primera propiedad que una onda de sonido que debe tener es la amplitud. Subjetivamente, la intensidad de un sonido corresponde a nuestra percepción del mismo como más o menos fuerte.

Cuando elevamos el volumen de la cadena de música o del televisor, lo que hacemos es aumentar la intensidad del sonido. La amplitud es la distancia por encima y por debajo de la línea central de la onda de sonido. La línea central es la línea horizontal, llamada cero grados. La mayor distancia arriba y debajo de la línea central nos da el volumen del sonido (Volumen, es la palabra que se utiliza en los amplificadores de sonido). Si trabajáramos con estaciones o editores de audio digital, lo llamaríamos amplitud (MINAM, 2012).

2.1.1.3. Frecuencia

Se mide en Hercios (Hertz, Hz) y nos permite saber a cuantos ciclos por segundo va esa onda. Un ciclo es cuando la onda sube hasta un punto máximo de amplitud, baja hasta atravesar la línea central y llega hasta el punto de amplitud máximo negativo y vuelve a subir hasta alcanzar la línea central. El *tono* o *altura* de un sonido depende de su frecuencia, es decir, del número de oscilaciones por segundo.

Así, la frecuencia hace el tono. La altura de un sonido corresponde a nuestra percepción del mismo como más grave o más agudo. Esto puede comprobarse, por ejemplo, comparando el sonido obtenido al acercar un trozo de cartulina a una sierra de disco: cuanto mayor sea la velocidad de rotación del disco más alto será el sonido producido (INDECOPI, 2008).

2.1.1.4. Velocidad

Esta es la propiedad más simple y precisa del sonido. La velocidad del sonido en un medio puede medirse con gran precisión. Se comprueba que dicha velocidad es independiente de la frecuencia y la intensidad del sonido, dependiendo únicamente de la densidad y la elasticidad del medio. Así, es mayor en los sólidos que en los líquidos y en éstos mayores que en los gases. En el aire, y en condiciones normales, es de 330,7 m/s. La temperatura del aire tiene un efecto significativo sobre la velocidad del sonido (INDECOPI, 2008).

2.1.1.5. Longitud de onda

El sonido es un movimiento ondulatorio que se propaga a través de un medio elástico, por ejemplo el aire. Su origen es un movimiento vibratorio, tal como la vibración de una membrana, y cuando llega a nuestro oído hace que el tímpano adquiera un movimiento vibratorio similar al de la fuente de la que proviene (Figura 1) (HARRIS, 1995).

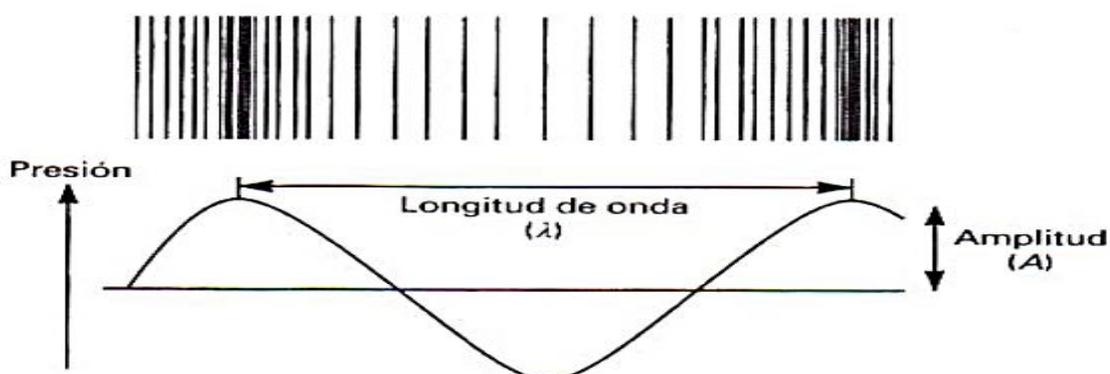


Figura 1. Longitud de onda (HARRIS, 1995).

La longitud de onda de un sonido es la distancia perpendicular entre dos frentes de onda que tienen la misma fase (Figura 2).

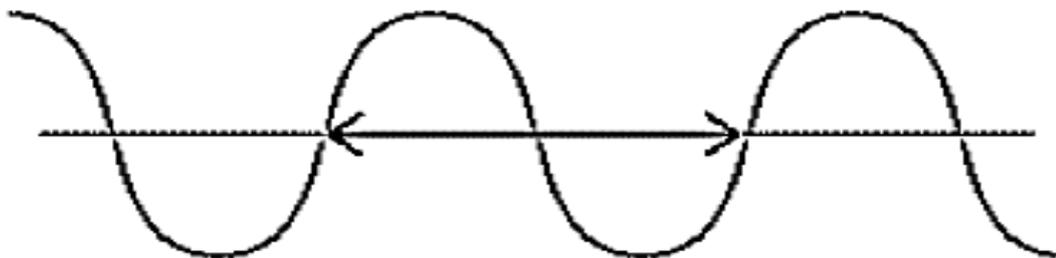


Figura 2. Longitud de onda necesaria para completar un ciclo.

Esta longitud es la misma distancia que la recorrida por la onda sonora en un ciclo completo de vibración (HARRIS, 1995). La longitud de onda, que se designa mediante la letra griega lambda, λ , está relacionada con la frecuencia f (en hercios) y la velocidad del sonido c (en metros o pies por segundo) mediante la siguiente ecuación: $\lambda f = C$

La longitud de onda se expresa en metros o pies, dependiendo del sistema de unidades empleado. Por conveniencia, la relación presentada en la Ecuación, se muestra gráficamente en la Figura 3:

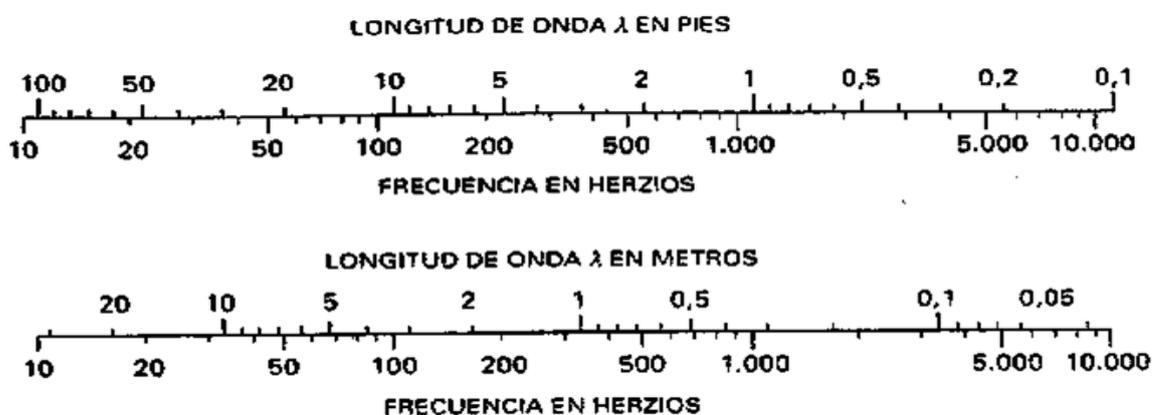


Figura 3. Longitudes de onda de un sonido en el aire a 20°C y presión atmosférica normal (SANCHEZ, 1998).

2.1.1.6. Período

El tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de oscilación medido en segundos, es decir el inverso de la frecuencia se obtiene mediante la ecuación: $T = \frac{1}{f}$

2.1.1.7. Potencia sonora

Se define como la energía emitida en la unidad de tiempo por una fuente sonora determinada.

2.2. Ruido

El ruido se define como un sonido no deseado. El grado de inestabilidad es, con frecuencia, una cuestión psicológica puesto que los efectos del ruido pueden variar desde una molestia moderada a la pérdida permanente de audición. Por tanto, los beneficios de reducir un ruido específico con frecuencia son difíciles de determinar. Aunque el impacto de una fuente de ruido concreta se limita a un área específica, el ruido es tan penetrante que es casi imposible evitarlo. Es un sonido o conjunto de sonidos mezclados y desordenados. Si vemos las ondas de un ruido observaremos que no poseen una longitud de onda, frecuencia, ni amplitud constantes y que se distribuyen aleatoriamente unas sobre otras.

Desde la perspectiva psicofísica, el ruido se puede definir como un sonido no deseado. Otras formas de definir el ruido pueden ser:

- Sonido no querido por el receptor.
- Conjunto de sonidos no agradables.
- Sonido molesto, tanto en el lugar como a lo largo del tiempo.

De estas definiciones se deduce que el ruido es una forma del sonido y se compone de una parte subjetiva que es la molestia y una parte objetiva que puede cuantificarse, que es el sonido propiamente dicho (OMS, 2000).

2.2.1. Propagación del ruido

El ruido se propaga mediante ondas sonoras a través de un medio elástico que puede ser gas, líquido o sólido. En el vacío el sonido no se propaga. La velocidad de propagación depende a las características del medio de propagación: en el aire a nivel del mar a 20° C, es aproximadamente de 340 m/s; en el agua de 1435 m/s; en el acero de 5000 m/s (HURTADO, 2010).

El ruido viaja mucho más de prisa en sólidos que en el aire, por ejemplo la velocidad del sonido en el ladrillo es aproximadamente 11 veces mayor que en el aire. En el aire la velocidad es afectada por la temperatura pues aumenta en aproximadamente 0,61 m/s por cada aumento de 1° C (HARRIS, 1995).

La propagación del sonido cerca del suelo para distancias horizontales inferiores a 100 m es independiente a las condiciones atmosféricas pues a la atmósfera, en este caso, se la considera homogénea y a los rayos sonoros aproximadamente como lineales rectas. Sin embargo las condiciones atmosféricas como el viento y la temperatura principalmente, tienen efectos importantes sobre la propagación del sonido a distancias mayores a 100 m (Piercy y Daigle, citados por HARRIS, 1995).

2.2.2. Niveles del ruido

Existen varios niveles que sirven para caracterizar las fuentes de ruido. A continuación se describen algunos de ellos:

2.2.2.1. Nivel de presión sonora.

Cuando se produce un sonido, la presión del aire que nos rodea cambia levemente según avanza la onda de propagación, aumentando y disminuyendo en pequeñas fracciones de segundo. Esta diferencia instantánea de presión debida a la onda sonora se llama presión sonora.

La presión sonora tolerable es muy pequeña comparada con la presión atmosférica. Una presión sonora mil veces menor que la atmosférica nos provocará dolor en los oídos e incluso riesgo de pérdida auditiva (INDECOPI, 2008).

El concepto de presión sonora es básico para entender el significado de ruido, ya que lo que detecta el oído humano es la variación de la presión atmosférica originada por la traslación de una onda sonora. Se define como la fuerza por unidad de superficie que realizan las partículas de aire al vibrar. El valor mínimo de presión sonora asimilable por el sistema auditivo humano es de $P_0 = 2.5-10$ micropascales (μPa), que determina el umbral de audición. Más allá de los 20 Pa se provoca una sensación de dolor (umbral de dolor) (HARRIS, 1995).

2.2.2.2. Nivel de intensidad sonora

El nivel de intensidad sonora es la energía que traspasa perpendicularmente una unidad de superficie por unidad de tiempo. Si esta propagación se da en una sola dirección.

$$I = \frac{P^2}{Pc}$$

Donde:

I = Intensidad sonora, W/m^2

P^2 = Presión sonora

P^c = Densidad del medio, Kg / m^3

c = Velocidad de sonido, m/s

Cabe mencionar también la siguiente definición: La intensidad sonora “es la potencia media de sonido por unidad de área normal a la dirección de propagación de una onda sonora” (Kiely 1999, citado por CHUNCHO 2006).

2.2.2.3. Nivel de potencia sonora

Es la energía total por unidad de tiempo que produce una fuente sonora. A menudo, resulta más cómodo expresar la potencia sonora sobre una escala logarítmica. Entonces, se emplea el nivel de potencia sonora (HARRIS, 1995).

$$L_w = 10 \log_{10}(W/W_0) \text{dB}$$

Donde:

L_w = Nivel de potencia acústica

W = La potencia de la fuente en Vatios

W_0 = La potencia de referencia en Vatios

2.2.2.4. Nivel sonoro con ponderación de frecuencia

A menudo se utiliza dos ponderaciones de frecuencia: ponderación A y ponderación C. De éstas la A es la más utilizada. Los niveles sonoros con ponderación A ofrecen una correlación adecuada con varias respuestas humanas para distintos tipos de ruido. La característica de la ponderación A es que tiene en cuenta la sensibilidad reducida de la audición humana normal para frecuencia bajas, comparadas con la respuesta frente a frecuencias altas (Yeager y Johnso 1995, citado por CHUNCHO 2006).

2.2.2.5. Nivel con ponderación exponencial de tiempo

Las dos ponderaciones exponenciales de tiempo normalizadas más ampliamente utilizadas son: lenta (slow) y rápida (fast). Una medida realizada con un sonómetro con la ponderación lenta o rápida se conoce como nivel sonoro lento (slow) o nivel sonoro rápido (fast), respectivamente.

La elección entre la ponderación temporal exponencial rápida (fast) o lenta (slow) depende de la estabilidad del sonido, de los requisitos de la norma de medición o código de ensayo aplicable y de la intensidad con que se mide el nivel sonoro.

Un nivel sonoro rápido siempre está más influido por los sonidos recientes y menos influidos por los sonidos que se produjeron en el pasado distante que el correspondiente nivel sonoro lento. Para el mismo sonido no estable, el nivel sonoro rápido máximo suele ser mayor que el correspondiente nivel sonoro lento máximo (Marsh y Richings 1995, citado por CHUNCHO 2006).

2.2.2.6. Nivel sonoro continuo equivalente

El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación de frecuencia para un intervalo de tiempo especificado es el nivel de un ruido estable que corresponde al promedio en el tiempo de la presión sonora al cuadrado con ponderación de frecuencia producida por fuentes de sonidos estables, fluctuantes, intermitentes, irregulares o impulsivos en el mismo intervalo de tiempo.

Siempre se utiliza las ponderaciones de frecuencia A para la medición de los niveles de presión sonora continuos equivalentes. A menudo el concepto “nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A” se abrevia como nivel sonoro continuo equivalente con ponderación A, nivel sonoro continuo equivalente o nivel sonoro promediado en el tiempo. El símbolo es L_{eq} o L_{AeqT} .

La medición de los niveles sonoros continuos puede hacerse con sonómetros integradores o analizadores de espectro con dispositivos para indicar el nivel promediado en el tiempo del cuadrado de las señales de presión sonoras filtradas (Yeager y March 1995, citado por Chunchu 2006).

2.2.3. Fuente de generación del ruido

2.2.3.1. Automóviles

Actualmente, la insonoridad del motor de un coche es uno de los condicionantes en su venta, junto con otros factores medioambientales como el control de la contaminación de los gases de escape.

El ruido procedente de un automóvil proviene principalmente de tres orígenes determinados: motor y transmisiones, claxon y neumáticos.

En las operaciones de aceleración o reducción de la velocidad, el nivel de presión sonora llega a incrementarse unos 20 dBA, y si consideramos que la medida del ruido generado por el paso de un vehículo a 100 km/hora, a 15 metros de distancia, es de 75 dBA aproximadamente, se alcanzan niveles cercanos a los 100 dBA en algunos puntos.

A partir de los 70 a 80 km/h, el ruido provocado por los neumáticos al rodar por el firme de la carretera se hace superior al del motor del automóvil. En este caso adquiere especial relevancia el tipo de pavimento por el cual se circula. En efecto, cuando la calzada está en mal estado o el pavimento está mojado, la sonoridad del tráfico se hace mayor, llegándose a incrementar el ruido hasta 15 dBA más de potencia (CHUNCHO, 2006).

2.2.4. Efectos del ruido

Antes de establecer los efectos del ruido en el hombre debe entenderse primero la fisiología de la audición. Cuando la energía vibratoria de las ondas sonoras golpea sobre el oído es registrada por el cerebro por medio de tres componentes principales del aparato auditivo: oído externo, medio y oído interno. La ventana oval forma el extremo del caracol o cóclea cuyo fluido vibra tras la transmisión de las ondas y que pone en movimientos las células pilosas y la membrana enviando impulsos al cerebro dando lugar la percepción del

sonido. Debido a la exposición a ruidos demasiado fuertes las células pilosas pueden ser afectadas, degenerándose de manera progresiva y que a lo largo del tiempo da lugar a una sordera irreversible. En la Figura 4 se presenta de manera general los efectos del ruido (OMS, 2000).

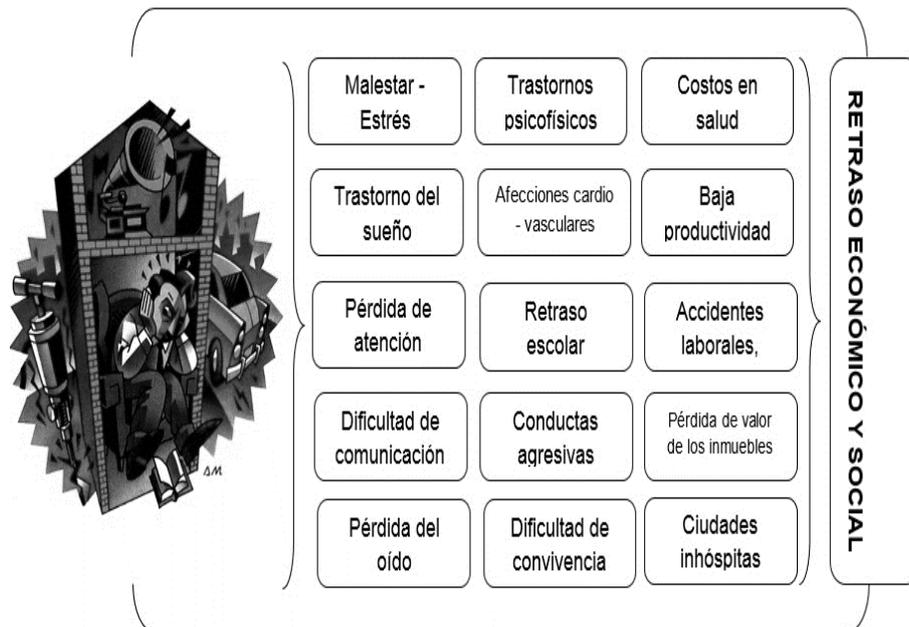


Figura 4. Efectos del ruido (OMS, 2000).

2.3. Sonómetro

Generalmente, un sonómetro es la combinación de un micrófono, un procesador de señal y un dispositivo de presentación de resultados. El procesador de señal incluye las funciones combinadas de un amplificador con una respuesta en frecuencia especificada y controlada, de un dispositivo para formar el cuadrado de la presión acústica variable en el tiempo ponderada en frecuencia, y de un integrador temporal o de un promediador temporal (IEC, 2002). Es el aparato que se utiliza para medir el nivel sonoro. Consta de micrófono, un amplificador y un indicador del nivel de potencia. El micrófono detecta las pequeñas variaciones de la presión del aire producidas por las ondas de compresión del sonido y las transforma en diferencias de potencial. Éstas se amplifican y se registran. La escala del indicador del nivel de potencia está en decibelios: cero decibelios corresponde a un cambio de presión del aire de 20

μPa y 120 decibelios equivale a un cambio de 20 pascales (BRACK y MENDIOLA, 2000).

El sonómetro mide la sensación sonora o intensidad fisiológica, que se expresa en decibelios y que no es proporcional a la intensidad física o flujo de energía por unidad de tiempo (BRACK y MENDIOLA, 2000).

2.3.1. Tipos de sonómetros

Hay dos tipos principales de instrumentos disponibles para medir niveles de ruido, con muchas variaciones entre ellos:

2.3.1.1. Sonómetros generales

Muestran el nivel de presión sonora instantáneo en decibelios (dB), lo que normalmente se conoce como nivel de sonido. Estos instrumentos son útiles para testear el ambiente sonoro, y poder ahorrar tiempo reservando los sonómetros de gamas superiores para las medidas que necesiten mayor precisión o precisen de la elaboración de informes (RUIZ, 2003).

2.3.1.2. Sonómetros integradores-promediadores

Estos sonómetros tienen la capacidad de poder calcular el nivel continuo equivalente L_{eq} . Incorporan funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, y algunos análisis en frecuencia. De acuerdo con el estándar internacional IEC 651, reformado por la IEC 61672, los instrumentos de medida del sonido, de los cuáles los sonómetros constituyen una parte, se dividen en tres tipos dependiendo de su precisión en la medida del sonido. Estos tipos son tipo 0, 1 y 2, con el tipo 0 el más preciso (tolerancias más pequeñas) y tipo 2 el menos preciso (RUIZ, 2003).

2.4. Marco Normativo

INDECOPI ha aprobado 2 Normas Técnicas Peruanas:

ISO 1996-1:2007: Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimientos de evaluación.

Esta parte de la NTP-ISO 1996 define los índices básicos a ser utilizados para describir el ruido en los ambientes comunitarios y describe los procedimientos de evaluación básicos (INDECOPI, 2008).

ISO 1996-2:2008: Acústica: Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.

Esta parte de la NTP-ISO 1996 describe como los niveles de presión sonora pueden ser determinados por mediciones directas, por extrapolación de resultados de mediciones, por medio de cálculos o exclusivamente por cálculos previstos como básicos para la evaluación del ruido ambiental (INDECOPI, 2008).

2.4.1. Constitución Política del Perú

En el artículo 2 de la constitución política del Perú, nos menciona que toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado desarrollo de su vida (EL PERUANO, 1993).

2.4.2. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611

En el artículo 115 de la Ley N° 28611 se menciona que los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los ECA (EL PERUANO, 2005).

2.4.3. Ley del SEIA, Ley N° 27446

En el artículo 5 de la Ley N° 27446, nos menciona los criterios de protección ambiental, la protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que pueda producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas y radioactivas (EL PERUANO, 2001).

2.4.4. Ley General de Salud, Ley N° 26842

En el artículo 105 de la Ley N° 26842, establece que corresponde a la autoridad de salud competente dictar las medidas para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia (EL PERUANO, 1997).

2.4.5. D.S N° 085-2003-PCM. Aprueban el Reglamento de ECA Ruido

Con fecha 30 de octubre de 2003 se publicó el Decreto Supremo 085-2003-PCM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido”, el cual tiene como objetivo establecer los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible (MINAM, 2012).

Dichos ECAs consideran como parámetro el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen que se observa en el cuadro 4 (EL PERUANO, 2003).

2.5. Mapas de ruido

Es la presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, el rebasamiento de un valor límite, el número de personas afectadas en una zona dada, el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador de ruido en una zona dada, o de datos sobre los costos y beneficios u otros datos económicos sobre las medidas correctoras o los modelos de lucha contra el ruido (UNIÓN EUROPEA, 2002).

2.5.1. Utilidad

Tienen los siguientes usos (SUÁREZ, 2006):

Conocimiento científico de la realidad acústica:

- Identificación principales fuentes de ruido y localización
- Identificación zonas más ruidosas y problemas
- Identificación zonas silenciosas, o no contaminadas

Información al público:

- Mayor y mejor información para la ciudadanía
- Conocimiento sobre riesgos para la salud
- Provisión y acceso a la información ambiental
- Participación informada y responsable en la gestión ambiental
- Información para toma decisiones (comprar una casa, por ej.)

Apoyo en la gestión en control de ruido ambiental:

- Establecimiento de prioridades ambientales
- Apoyo a la toma de decisiones
- Planificación territorial incorpora variable ambiental
- Evaluación de impacto ambiental
- Elaboración de normativa
- Monitoreo de metas ambientales
- Reducción de la contaminación
- Uso de tecnologías limpias

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

Ubicación Política

La investigación se realizó en la zona periférica de la ciudad de Tingo María (Afilador, Castillo Grande, asociación de viviendas “Los Laureles” y Naranjillo), políticamente localizado en la Provincia de Leoncio Prado (Figura 5) en el departamento de Huánuco.

3.1.1. Aspectos ambientales

Las zonas de estudio tienen un clima tropical, con una temperatura máxima de 32°C y mínima de 21°C con humedad relativa de 80%. Presenta una precipitación total en el periodo de medición fue de 484,9 mm (E.M ABELARDO QUIÑONES).

Según el mapa ecológico corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT) (HOLDRIDGE, 1987).

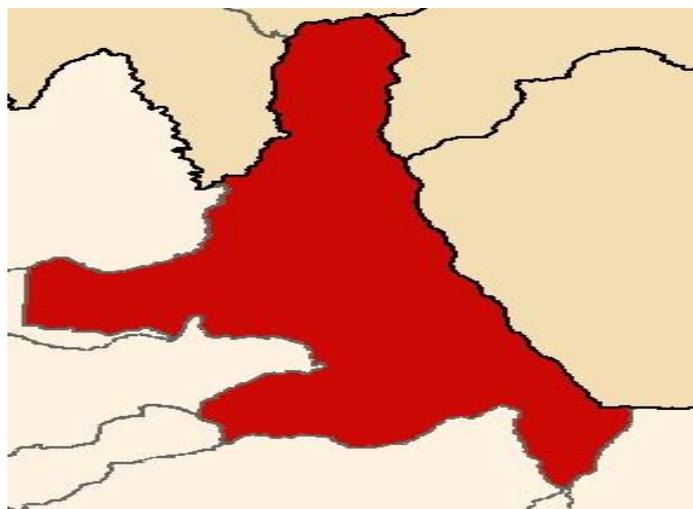


Figura 5. Ubicación de la provincia de Leoncio Prado.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

- Libreta de campo
- Wincha de 5m
- Trípode
- Planos

3.2.2. Equipos

- Sonómetro marca SEW, Modelo 2310, Tipo II, serie 1281255
- Cámara digital marca LUMIX, Modelo CMC-S1
- GPS marca GARMIN, Modelo DAKOTA 20
- Cronómetro Q&Q
- Laptop SAMSUNG

3.3. Metodología

La metodología utilizada fue la propuesta por el protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental AMC N°031-2011-minam/OGA MINAM (2012).

3.3.1. Identificación de la fuente y tipo de ruido a monitorear

3.3.1.1. Fuente de ruido

a.- Móviles Lineales

Una fuente lineal se refiere a una vía (avenida, calle, autopista, vía del tren, ruta aérea, etc.) en donde transitan vehículos. Cuando el sonido proviene de una fuente lineal, éste se propagará en forma de ondas cilíndricas, obteniéndose una diferente relación de variación de la energía en función de la distancia.

b.- Tipo de ruido

Para efectos del presente estudio, el tipo de ruido que se monitoreó en función al tiempo es el fluctuante y en función al tipo de actividad es el tráfico automotor (MINAM, 2012).

3.3.2. Ubicación de los puntos e instalación del sonómetro

a.- Ubicación de los puntos de monitoreo

Las estaciones de monitoreo seleccionadas se ubicaron en las cuadras de la calle principal representativas para las zonas urbanas de Afilador, Castillo Grande, asociación de viviendas “Los Laureles” y Naranjillo.

Con la ayuda de los planos de las diferentes zonas, se pudo seleccionar 4 estaciones de monitoreo por zona que se pueden observar en los ANEXOS y se indican en el Cuadro 1; con el fin de facilitar la evaluación de nuestros datos, el nombre de cada ubicación ha sido representado por un símbolo.

Cuadro 1. Ubicación de las estaciones de monitoreo.

Puntos de monitoreo	Ubicación	Coordenadas UTM	
		E	N
Afilador			
A1	Carretera Central Km 2.5-Lavadero motos	390902	8969466
A2	Carretera Central Km 2.5-Restaurant "El bosque"	390892	8969130
A3	Carretera Central Km 2.5-Hostal García M.	391046	8968782
A4	Carretera Central Km 3.5-Sauna "Clariza"	391228	8968457
Castillo Grande			
C1	Av. José Carlos Mariátegui cdra. 2	389365	8972047
C2	Av. Unión cdra. 2	389287	8972822
C3	Av. Iquitos cdra. 11	389169	8973499
C4	Av. Iquitos cdra.17	389177	8974261
Asociación de Viviendas “Los Laureles”			
L1	Av. José Abelardo Quiñones cdra. 2	389530	8971882
L2	Av. José Abelardo Quiñones cdra. 3	389711	8972180
L3	Av. San Martín cdra. 4	389746	8972557
L4	Av. San Martín cdra. 7	389775	8972931

Naranjillo

N1	Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. 8 de julio	391283	8975681
N2	Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. Naranjal	391174	8976656
N3	Carretera Fernando Belaúnde Km 6	391114	8977712
N4	Carretera Fernando Belaúnde Km 6-Grifo PRIMAX	391197	8978476

b.- Caracterización de los puntos de monitoreo

En la zona de Afilador, la Carretera Central es una vía de salida de la ciudad de Tingo María a otras ciudades, paraderos de volvos de carga pesada que se estacionan en la calzada, viviendas, hoteles, mecánica así mismo en esta zona se ubica la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo.

En Castillo Grande en los puntos monitoreados se encontraron bodegas, viviendas, mecánicas, restaurants, colegios, hospital, gimnasio y sirve de acceso a lugares turísticos.

En la Asociación de viviendas, se ubica el aeropuerto, viviendas, bodegas y es vía acceso a la base militar.

En Naranjillo la carretera Fernando Belaúnde Terry es otra vía de salida de la ciudad de Tingo María a otras ciudades, paraderos de volvos de carga de pesada que se estacionan en la calzada, viviendas, mecánicas, restaurants, hospital y también es vía de acceso a lugares turísticos.

c.- Instalación del sonómetro

- Colocamos el sonómetro en el trípode de sujeción entre 1,2 o 1,5 m sobre el piso el operador nos alejamos lo máximo posible del equipo, considerando las

características del mismo, para evitar apantallarlo. Se formó entre el sonómetro y el suelo un ángulo de 30 o 60 grados.

- No se realizaron mediciones en condiciones meteorológicas extremas que podrían afectar la medición (lluvia, tormentas, etc.).
- Para el caso de fuentes vehiculares, el punto se ubicó en el límite de la calzada como se muestra en la Figura 6:

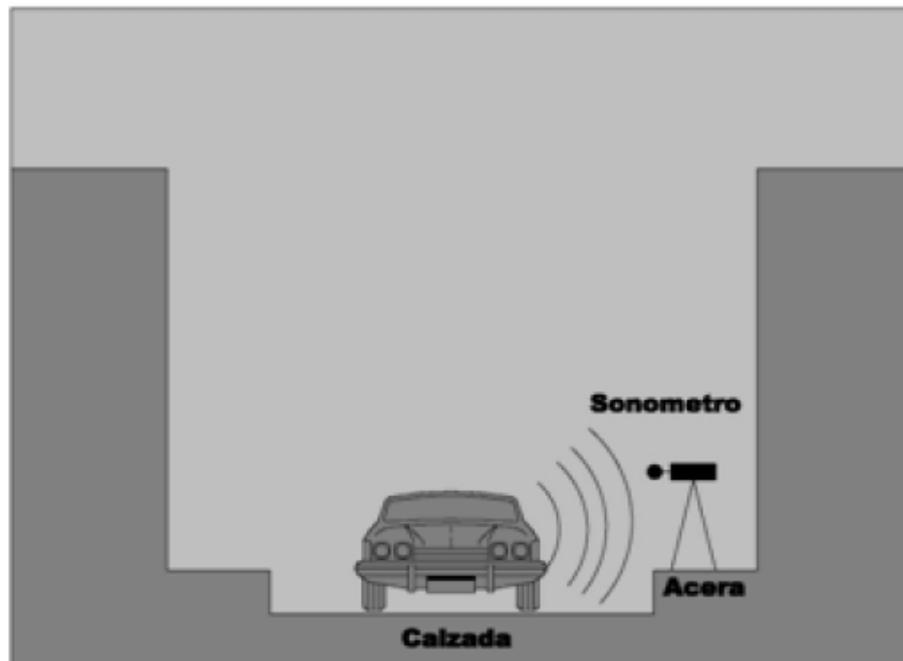


Figura 6. Ubicación del sonómetro en la medición para fuentes vehiculares (MINAM, 2012).

3.3.3. Identificación de las unidades del ruido

El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (LAeqT) es el parámetro que se midió para la comparación con la norma ambiental (ECA Ruido). También se midió los niveles de presión sonora máxima (L_{max}) y mínima (L_{min}).

3.3.4. Medición del ruido y tráfico vehicular

- Antes de iniciar la medición, se verificó que el sonómetro esté en ponderación A y función o modo "Fast".

- Dirigiremos el micrófono hacia la fuente emisora y se anotó los datos obtenidos en los 10 minutos por cada estación de monitoreo, para luego promediarlo.
- Al término de éste, nos desplazamos al siguiente punto elegido repitiendo la operación anterior.
- En el procesamiento de datos, se observaron los valores para el L_{max} y el L_{min} y se calculó el L_{AeqT} (siendo $T=1$ minuto), en base a la ecuación 1.

$$L_{AeqT} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right]$$

Dónde:

L_i = Nivel de presión sonora ponderado A instantáneo o en un tiempo T de la muestra i.

n = Cantidad de mediciones en la muestra i.

- Luego se contó el número de vehículos que pasaron en el intervalo de medición, distinguiéndose las categorías (motos, livianos y pesados) y se anotaron en la ficha de monitoreo.
- Se midió el ruido y el tráfico vehicular todos los días (Lunes a Domingo) durante los meses de setiembre a noviembre del 2015.

El D.S N° 085-2003-PCM, nos menciona que los turnos diurno y nocturno van de 07:01 horas hasta las 22:00 horas y 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Los turnos con sus respectivos intervalos de tiempo.

Turnos	Intervalos de tiempo
Diurno	07:01 - 22:00 horas
Nocturno	22:01 - 07:00 horas

Fuente: EL PERUANO (2003)

- Al ser tráfico automotor el ruido evaluado; las mediciones se realizaron en los horarios de mayor tráfico u horas punta, en todas las estaciones de monitoreo en los siguientes intervalos de tiempo que se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Intervalos de tiempo de monitoreo.

Turnos	Intervalos de tiempo
Diurno	12:00 - 15:00 horas
Nocturno	22:01 - 01:00 horas

3.3.5. Comparar los LAeqT con los ECA Ruido

Una vez obtenidos los datos se procedió a comparar con los estándares de calidad ambiental para el ruido según el tipo de zonificación al que corresponda (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tipos de zonas con sus niveles Max de LAeqT por cada turno.

Zonas de aplicación	Valores expresados en LAeqT	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: EL PERUANO (2003).

3.3.6. Determinación de los puntos con mayor tráfico vehicular

Se realizó el conteo del número de vehículos por categoría (motos, livianos y pesados) que transitan en el periodo de medición en todas las estaciones.

Los vehículos livianos son todos aquellos vehículos de pasajeros de uso particular o arrendamiento con máximo cuatro ruedas en contacto con el pavimento y los vehículos pesados son todos aquellos que tienen más de cuatro ruedas en contacto con el pavimento o los que ocupan un mayor espacio de calzada o de carril y que tienen pobres condiciones de operación (aceleración y desaceleración) (UNAM, 2008).

Cuadro 5. Categorización de las unidades móviles evaluadas.

Categorías	Unidades móviles
Motocicletas	Motos
Livianos	Bajaj, motocares, automóviles, camionetas, furgonetas, miniband
Pesados	Volvos, volquetes, tractores, buses, combis

3.3.7. Elaboración del mapa de ruido por interpolación IDW

Se extrajo los valores de ruido en el turno diurno y nocturno en la tabla de atributos; ingresar a Geostatistical Analyst para evaluar el modelo de interpolación que se ajustó para la elaboración del mapa de ruido. Se usó el modelo de interpolación IDW (Inverse Distance Weighting). Se ingresó a ArcToolbox → Spatial Analyst Tools → Interpolation IDW, luego se insertó el “shape” de valores de ruido del turno (diurno o nocturno), seguidamente click en Environment Settings para ajustar el área de interpolación y por último clasificar los rangos de los decibeles con sus respectivos colores.

3.3.8. Evaluación estadística

Los resultados fueron analizados mediante un diseño completo al azar (DCA), se evaluaron en las distintas zonas (Afilador, Castillo Grande, asociación de viviendas “Los Laureles” y Naranjillo) en 2 turnos (diurno y nocturno) todos los días por un periodo de 3 meses con 52 y 48 repeticiones por turno respectivamente. Los tratamientos con diferencias significativas fueron tratados con la prueba de Tukey para comparación de medias.

Cuadro 6. Análisis de varianza

Fuente de variación	GL	SC	CM	Valor de F
Tratamiento	$t - 1$	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y^2}{tr}$	SC_{trat}/gl_{trat}	CM_{trat}/CM_{ee}
Error	$t(r - 1)$	$SC_{total} - SC_{trat}$	SC_{ee}/gl_{ee}	
Total	$t.r - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{tr}$		

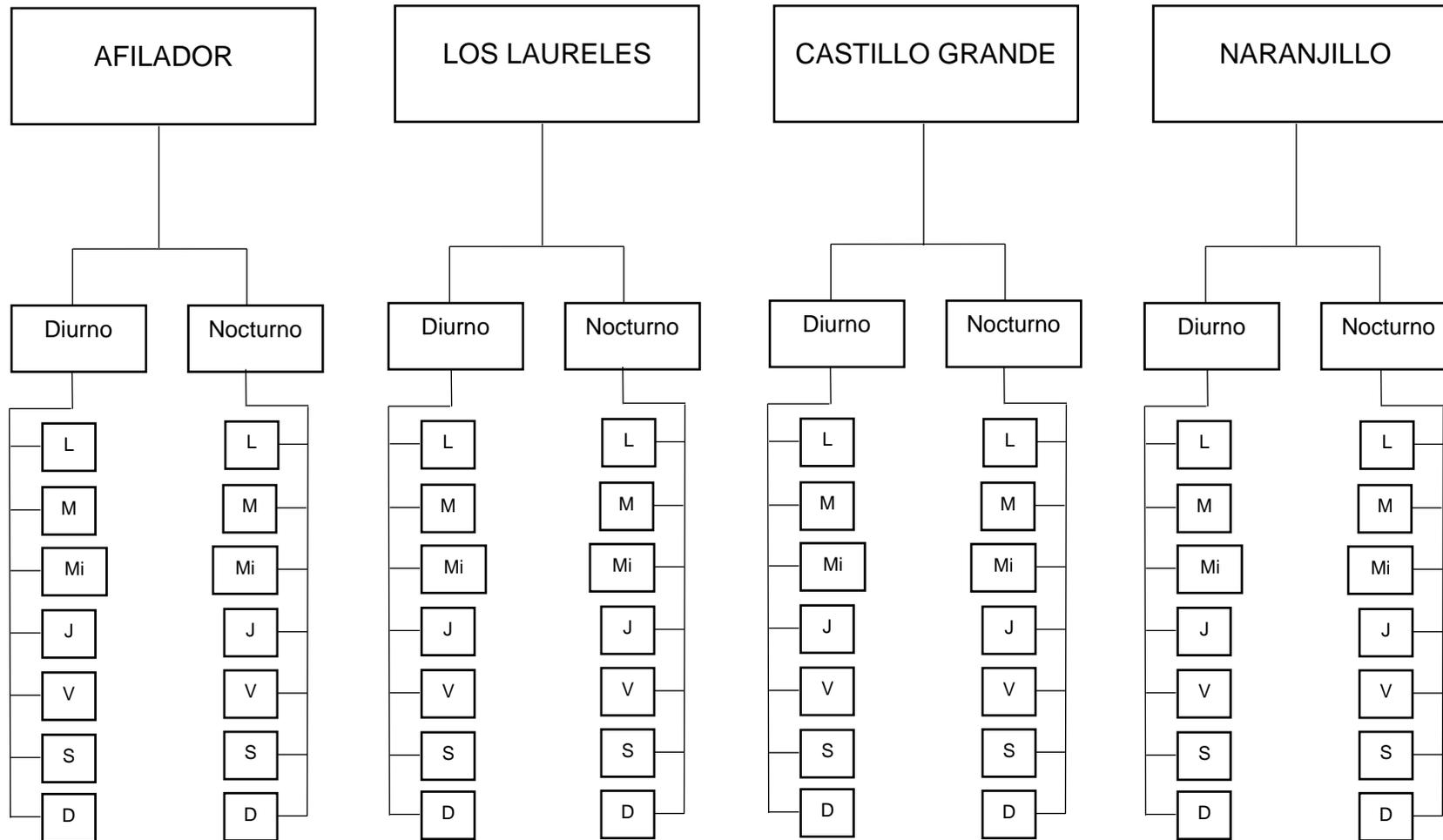


Figura 7. Diseño experimental para el LAeqT de las diferentes zonas

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación de los días y los turnos con mayores niveles de presión sonora continuo equivalente de los meses de setiembre a noviembre del 2015.

4.1.1. Determinación de los días en el turno diurno con mayor nivel de presión sonora continuo equivalente.

En la zona de Afilador el mayor LAeqT fue el día miércoles con 65,70 dB mientras el menor fue el viernes con 64,15 dB (Figura 8).

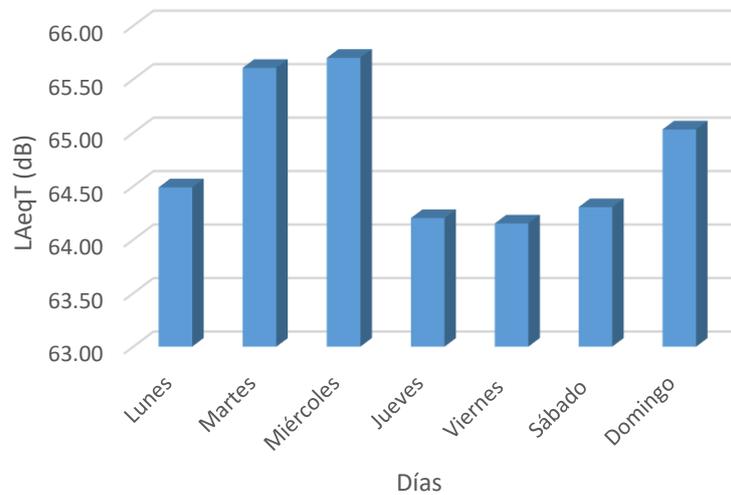


Figura 8. Valores del LAeqT promedio por día del turno diurno en la zona de Afilador.

En Castillo Grande el mayor LAeqT fue el día martes con 70,44 dB mientras el menor fue el lunes con 67,78 dB (Figura 9).

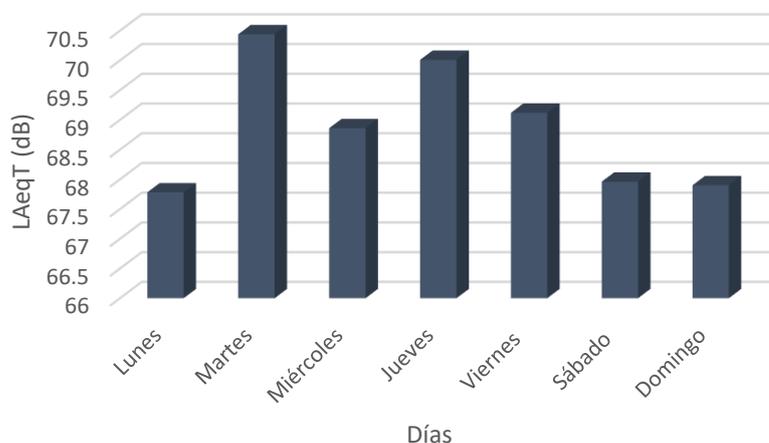


Figura 9. Valores del LAeqT promedio por día del turno diurno en Castillo Grande.

En la asociación de viviendas “Los Laureles” el mayor LAeqT fue el día jueves con 63,72 dB mientras el menor fue el domingo con 59,45 dB (Figura 10).

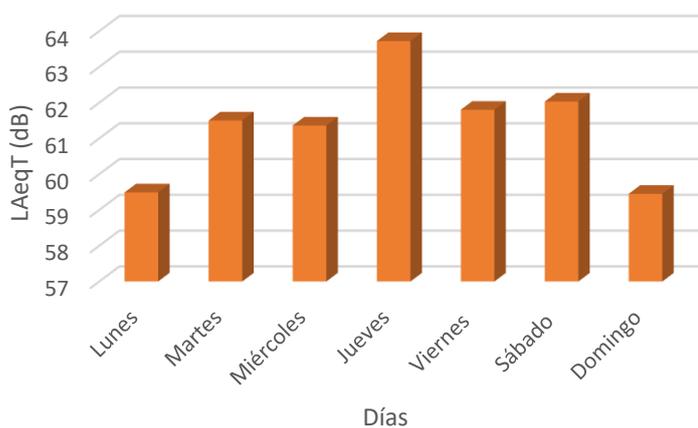


Figura 10. Valores del LAeqT promedio por día del turno diurno en la asociación de viviendas “Los Laureles”.

En Naranjillo el mayor LAeqT fue el día domingo con 67,90 dB mientras el menor fue el viernes con 63,68 dB (Figura 11).

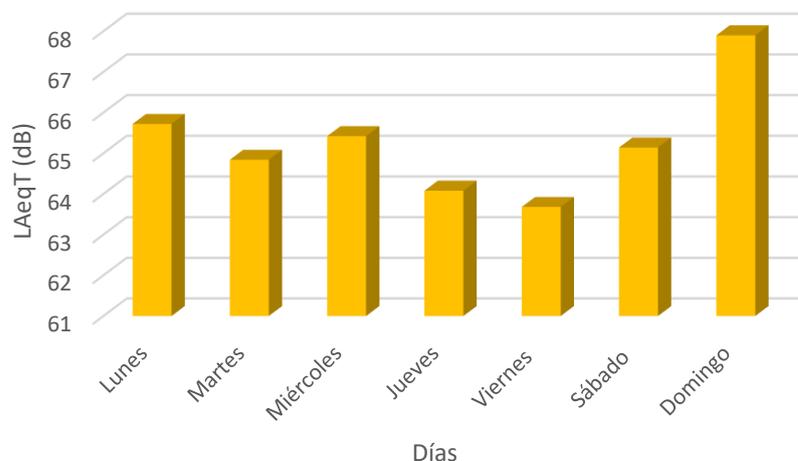


Figura 11. Valores del LAeqT promedio por día del turno diurno en “Naranjillo”.

4.1.2. Determinación de los días en el turno nocturno con mayor nivel de presión sonora continuo equivalente

En la zona de Afilador el mayor LAeqT fueron los días lunes y martes ambos con 64,92 dB mientras el menor fue el domingo con 62,69 dB (Figura 12).

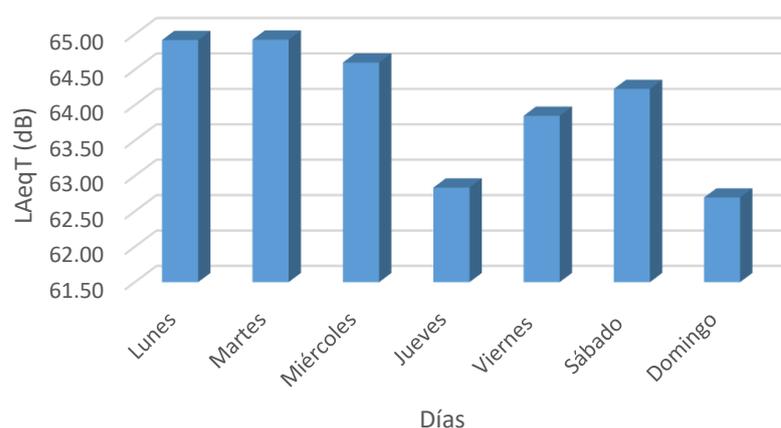


Figura 12. Valores del LAeqT promedio por día del turno nocturno en la zona de Afilador.

En Castillo Grande el mayor LAeqT fue el día domingo con 66,98 dB mientras el menor fue el lunes con 61,06 dB (Figura 13).

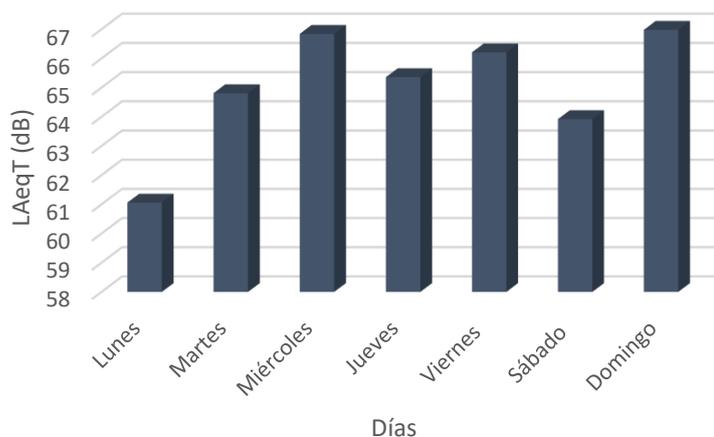


Figura 13. Valores del LAeqT promedio por día del turno nocturno en Castillo Grande.

En la asociación de viviendas “Los Laureles” el mayor LAeqT fue el día sábado con 61,15 dB mientras el menor fue el miércoles con 56,92 dB (Figura 14).

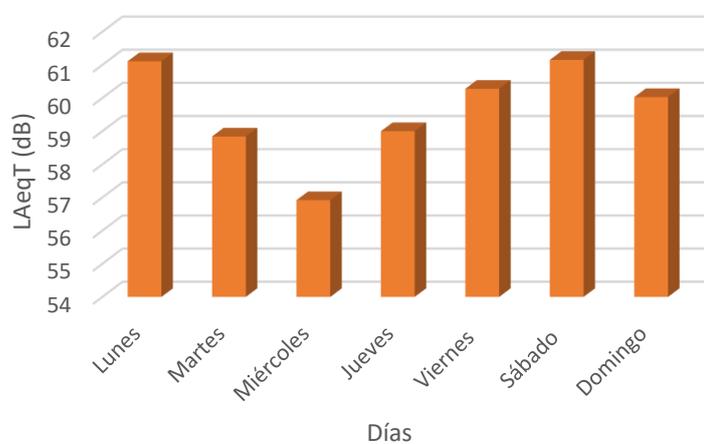


Figura 14. Valores del LAeqT promedio por día del turno nocturno en la asociación de viviendas “Los Laureles”.

En Naranjillo el mayor LAeqT fue el día miércoles con 62,60 dB mientras el menor fue el jueves con 60,34 dB (Figura 15).

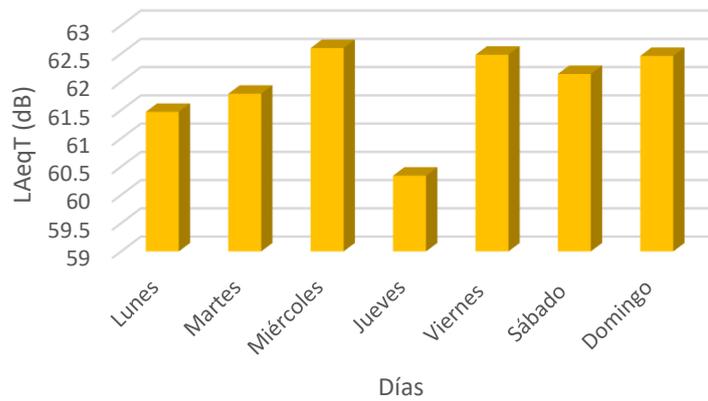


Figura 15. Valores del LAeqT promedio por día del turno nocturno en Naranjillo.

En las 4 zonas evaluadas (Afilador, Castillo Grande, asociación de viviendas “Los Laureles” y Naranjillo) se observa que en el turno diurno se obtuvo mayor LAeqT promedio con respecto al nocturno (Figura 16).

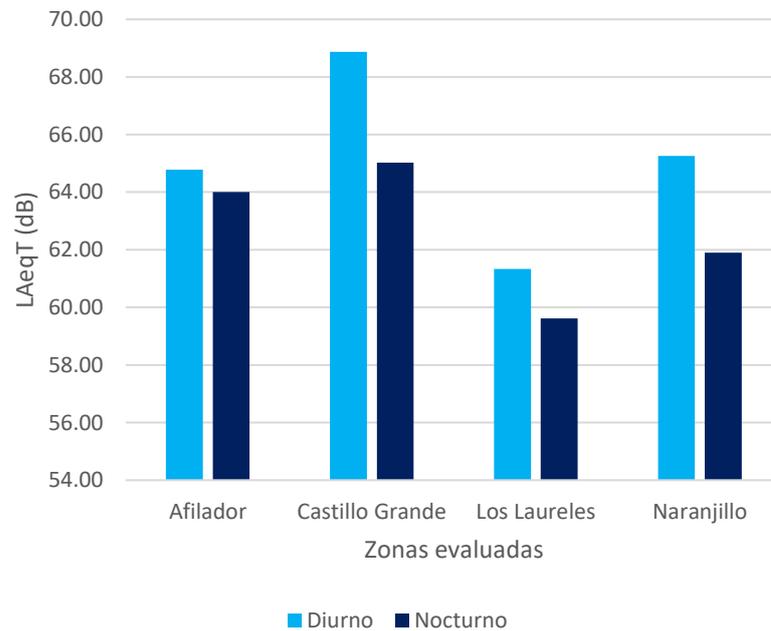


Figura 16. Valores del LAeqT promedio por turnos (diurno y nocturno) de las zonas evaluadas.

4.2. Comparación de los LAeqT con la normatividad ECA para ruido

4.2.1. Comparación del LAeqT en el turno diurno

El lunes y domingo son los únicos días que no exceden el ECA residencial en la asociación de viviendas “Los Laureles”, mientras que el martes excedió hasta el ECA comercial (Figura 17).

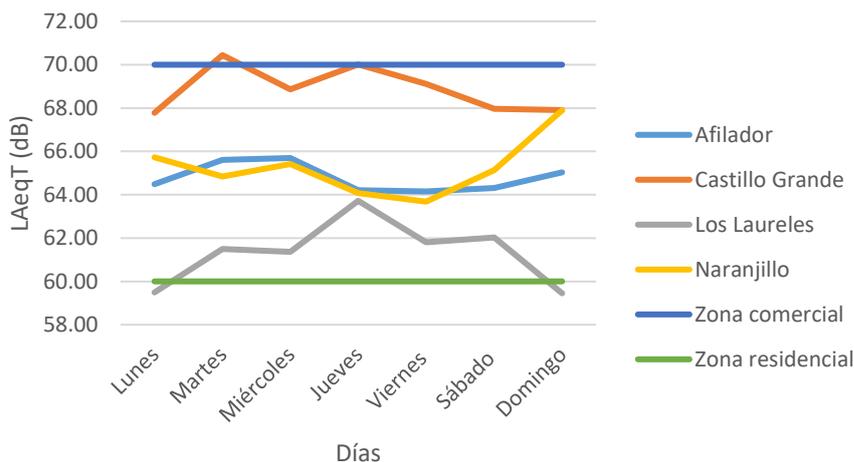


Figura 17. Valores del LAeqT promedio vs nivel permitido por la normatividad ECA en el turno diurno en las zonas evaluadas.

Cuadro 7. Valores del LAeqT en el turno diurno en las zonas evaluadas.

Zonas	Días						
	L	M	Mi	J	V	S	D
Afilador	64,49	65,61	65,69	64,20	64,15	64,30	65,03
Castillo Grande	67,78	70,44	68,86	70,01	69,12	67,96	67,90
Los Laureles	59,49	61,5	61,36	63,72	61,80	62,03	59,45
Naranjillo	65,72	64,84	65,42	64,08	63,68	65,14	67,90

Cuadro 8. Cumplimiento de la normatividad ECA con respecto a los LAeqT promedios por cada día en el turno diurno.

Zonas	Días						
	L	M	Mi	J	V	S	D
Afilador	X	X	X	X	X	X	X
Castillo Grande	X	XX	X	XX	X	X	X
Los Laureles	P	X	X	X	X	X	P
Naranjillo	X	X	X	X	X	X	X

X: Supera los límites de la zona residencial

XX: Supera los límites de la zona residencial y comercial

P: Permisible

4.2.2. Comparación del LAeqT en el turno nocturno

Todas las zonas evaluadas exceden el ECA residencial, mientras que solo los días martes, miércoles y jueves no exceden el ECA comercial (Figura 18).

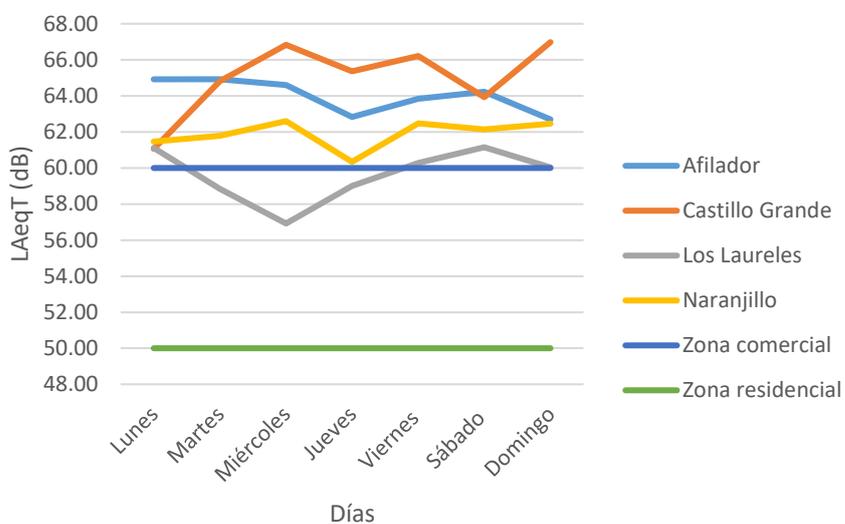


Figura 18. Valores de LAeqT promedio vs nivel permitido por la normatividad ECA en el turno nocturno en las zonas evaluadas.

Cuadro 9. Valores del LAeqT en el turno nocturno en las zonas evaluadas.

Cuadro 10. Cumplimiento de la normatividad ECA con respecto a los LAeqT promedios por cada día en el turno nocturno.

Zonas	Días						
	L	M	Mi	J	V	S	D
Afilador	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Castillo Grande	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Los Laureles	XX	X	X	X	XX	XX	XX
Naranjillo	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

X: Supera los límites de la zona residencial

XX: Supera los límites de la zona residencial y comercial

4.3. Determinación de los puntos con mayor tráfico vehicular

Se contabilizó el número de vehículos por categoría (motos, livianos y pesados) que transitaban en los 10 minutos de monitoreo en cada estación, obteniéndose como resultados promedios el Cuadro 11.

En la zona de Afilador se registró mayores números de motos, livianos y pesados en el punto A1.

En Castillo Grande se registró mayores números de motos y livianos en el punto C1 mientras que de pesados en el punto C2.

Zonas	Días						
	L	M	Mi	J	V	S	D
Afilador	64,92	64,92	64,60	62,84	63,85	64,23	62,69
Castillo Grande	61,06	64,81	66,84	65,36	66,21	63,92	66,98
Los Laureles	61,11	58,84	56,92	59,00	60,28	61,15	60,03
Naranjillo	61,47	61,79	62,60	60,34	62,48	62,14	62,46

En la asociación de viviendas “Los Laureles” se registró mayores números de motos, livianos y pesados en el punto L1 así también de pesados en el punto L2 y L3.

En Naranjillo se registró mayores números de motos y livianos en el punto N1 así también de livianos y pesados en el punto N2.

Cuadro 11. Número de vehículos promedio por categoría en cada estación de monitoreo.

Puntos de monitoreo	Motos	Livianos	Pesados
Afilador			
A1	32±3,51	45±4,37	9±1,40
A2	31±3,51	44±4,37	8±1,40
A3	29±3,51	39±4,37	7±1,40
A4	29±3,51	36±4,37	7±1,40
Promedio	30	41	8
Castillo Grande			
C1	103±27,60	104±27,90	3±1,41
C2	95±27,60	98±27,90	4±1,41
C3	56±27,60	61±27,90	2±1,41
C4	40±27,60	42±27,90	1±1,41
Promedio	74	76	3
Asociación de Viviendas "Los Laureles"			
L1	26±7,26	28±6,83	1±0,66
L2	25±7,26	25±6,83	1±0,66
L3	17±7,26	19±6,83	1±0,66
L4	10±7,26	11±6,83	0±0,66
Promedio	20	21	1
Naranjillo			
N1	33±5,28	40±5,94	7±1,27
N2	30±5,28	40±5,94	8±1,27
N3	29±5,28	36±5,94	7±1,27
N4	21±5,28	27±5,94	7±1,27
Promedio	28	36	7

Los datos representan (promedio \pm DS) datos provenientes del experimento (n=12)

4.4. Elaboración del mapa de ruido por interpolación IDW

Los mapas se observan en el Anexo II; de la zona de Afilador, Castillo Grande, asociación de viviendas “Los Laureles” y Naranjillo, en ambos turnos (diurno y nocturno).

4.5. Análisis estadístico

El ANVA del análisis estadístico (DCA) realizado indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza del LAeqT por días y turnos en la zona de Afilador.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Sig.
Tratamiento	486,883	13	37,453	4,597	*
Error Experimental	5588,791	686	8,147		
Total	6075,674	699			

*: Existe diferencia significativa al 95%

La prueba Tukey de comparación de medias se muestra en el Cuadro 13, éste indica que los días jueves y domingo el LAeqT en el turno nocturno son bajos mientras que en los días lunes y martes en el turno nocturno y los martes, miércoles y domingo en el turno diurno son altos estadísticamente.

Cuadro 13. Prueba de Tukey del LAeqT en la zona de Afilador.

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
Domingo Nocturno	48	62,69	
Jueves Nocturno	52	62,84	
Viernes Nocturno	52	63,85	63,85
Viernes Diurno	48	64,15	64,15

Jueves Diurno	52	64,20	64,20
Sábado Nocturno	48	64,23	64,23
Sábado Diurno	52	64,30	64,30
Lunes Diurno	53	64,49	64,49
Miércoles Nocturno	52	64,60	64,60
Lunes Nocturno	52		64,92
Martes Nocturno	48		64,92
Domingo Diurno	48		65,03
Martes Diurno	48		65,61
Miércoles Diurno	47		65,70

Los resultados de los días y turnos de LAeqT se presentan en el Cuadro 14.

Cuadro 14. LAeqT (dB) por días y turnos en la zona de Afilador.

Días	Turnos	
	Diurno	Nocturno
Lunes	64,49 ^{ab} ± 2,95	64,92 ^b ± 3,17
Martes	65,61 ^b ± 2,52	64,92 ^b ± 3,75
Miércoles	65,70 ^b ± 2,84	64,60 ^{ab} ± 2,63
Jueves	64,20 ^{ab} ± 3,17	62,84 ^a ± 1,93
Viernes	64,15 ^{ab} ± 1,76	63,85 ^{ab} ± 2,87
Sábado	64,30 ^{ab} ± 3,79	64,23 ^{ab} ± 2,20
Domingo	65,03 ^b ± 3,51	62,69 ^a ± 1,70

Los datos representan (promedio ± DS) datos provenientes del experimento (n=50) valores con superíndices diferentes indican diferencia estadística significativa ($p \leq 0,05$).

El ANVA del análisis estadístico (DCA) realizado indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis de varianza del LAeqT por días y turnos en Castillo Grande.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Sig.
Tratamiento	1899,207	13	146,093	8,533	*
Error Experimental	11744,715	686	17,121		
Total	13643,921	699			

*: Existe diferencia significativa al 95%

La prueba Tukey de comparación de medias se muestra en el Cuadro 16, éste indica que el día lunes el LAeqT en el turno nocturno es bajo mientras que el día martes en el turno diurno es alto estadísticamente.

Cuadro 16. Prueba de Tukey del LAeqT en Castillo Grande.

Tratamientos	N	Subconjunto						
		1	2	3	4	5	6	7
Lunes Nocturno	52	61,06						
Sábado Nocturno	48		63,92					
Martes Nocturno	48		64,81	64,81				
Jueves Nocturno	52		65,36	65,36				
Viernes Nocturno	52		66,21	66,21	66,21			
Miércoles Nocturno	52			66,84	66,84	66,84		
Domingo Nocturno	48			66,98	66,98	66,98		
Lunes Diurno	52				67,78	67,78	67,78	
Domingo Diurno	48				67,90	67,90	67,90	
Sábado Diurno	52				67,96	67,96	67,96	
Miércoles Diurno	48					68,86	68,86	68,86
Viernes Diurno	48					69,12	69,12	69,12
Jueves Diurno	52						70,01	70,01
Martes Diurno	48							70,44

Los resultados de los días y turnos de LAeqT se presentan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. LAeqT (dB) por días y turnos en Castillo Grande.

Días	Turnos	
	Diurno	Nocturno
Lunes	67,78 ^{def} ± 3,12	61,06 ^a ± 5,84
Martes	70,44 ^g ± 2,50	64,81 ^{bc} ± 2,76
Miércoles	68,86 ^{efg} ± 2,55	66,84 ^{cde} ± 3,90

Jueves	70,01 ^{fg} ± 3,19	65,36 ^{bc} ± 2,93
Viernes	69,12 ^{efg} ± 3,95	66,21 ^{bcd} ± 3,53
Sábado	67,96 ^{def} ± 3,51	63,92 ^b ± 4,40
Domingo	67,90 ^{def} ± 2,45	66,98 ^{cde} ± 2,16

Los datos representan (promedio ± DS) datos provenientes del experimento (n=50) valores con superíndices diferentes indican diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$).

El ANVA del análisis estadístico (DCA) realizado indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis de varianza del LAeqT por días y turnos en la asociación de viviendas “Los Laureles”.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Sig.
Tratamiento	4231,578	13	325,506	26,8	*
Error experimental	8331,857	686	12,146		
Total	12563,435	699			

*: Existe diferencia significativa al 95%

La prueba Tukey de comparación de medias se muestra en el Cuadro 19, éste indica que el día miércoles el LAeqT en el turno nocturno es bajo mientras que el día jueves en el turno diurno es alto estadísticamente.

Cuadro 19. Prueba de Tukey del LAeqT en la asociación de viviendas “Los Laureles”.

Tratamientos	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Miércoles Nocturno	52	56,92			
Martes Nocturno	48	58,84	58,84		
Jueves Nocturno	52	59,00	59,00		
Domingo Diurno	48	59,45	59,45	59,45	
Lunes Diurno	52	59,49	59,49	59,49	
Domingo Nocturno	48		60,03	60,03	
Viernes Nocturno	52		60,28	60,28	
Lunes Nocturno	52		61,11	61,11	61,11
Sábado Nocturno	48		61,15	61,15	61,15
Miércoles Diurno	48		61,36	61,36	61,36
Martes Diurno	48		61,50	61,50	61,50
Viernes Diurno	48		61,80	61,80	61,80

Sábado Diurno	52	62,03	62,03
Jueves Diurno	52		63,72

Los resultados de los días y turnos de LAeqT se presentan en el Cuadro 20.

Cuadro 20. LAeqT (dB) por días y turnos en la asociación de viviendas “Los Laureles”.

Días	Turnos	
	Diurno	Nocturno
Lunes	59,49 ^{abc} ± 3,39	61,11 ^{bcd} ± 4,60
Martes	61,50 ^{bcd} ± 3,53	58,84 ^{ab} ± 3,31
Miércoles	61,36 ^{bcd} ± 3,53	56,92 ^a ± 4,25
Jueves	63,72 ^d ± 4,32	59,00 ^{ab} ± 5,69
Viernes	61,80 ^{cd} ± 4,59	60,28 ^{bc} ± 2,36
Sábado	62,03 ^{cd} ± 3,93	61,15 ^{bcd} ± 2,79
Domingo	59,45 ^{abc} ± 3,89	60,03 ^{bc} ± 6,07

Los datos representan (promedio ± DS) datos provenientes del experimento (n=50) valores con superíndices diferentes indican diferencia estadística significativa (p≤0.05).

El ANVA del análisis estadístico (DCA) realizado indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis de varianza del LAeqT por días y turnos en Naranjillo.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Sig.
Tratamiento	2724,774	13	209,598	19,572	*
Error Experimental	7346,413	686	10,709		
Total	10071,187	699			

*: Existe diferencia significativa al 95%

La prueba Tukey de comparación de medias se muestra en el Cuadro 22, éste indica que el día jueves el LAeqT en el turno nocturno es bajo mientras que el día domingo en el turno diurno es alto estadísticamente.

Cuadro 22. Prueba de Tukey del LAeqT en Naranjillo.

Tratamientos	N	Subconjunto
--------------	---	-------------

		1	2	3	4	5	6
Jueves Nocturno	52	60,34					
Lunes Nocturno	52	61,47	61,47				
Martes Nocturno	52	61,79	61,79	61,79			
Sábado Nocturno	48	62,14	62,14	62,14	62,14		
Domingo Nocturno	48	62,46	62,46	62,46	62,46		
Viernes Nocturno	48	62,48	62,48	62,48	62,48		
Miércoles Nocturno	52		62,60	62,60	62,60		
Viernes Diurno	48			63,68	63,68	63,68	
Jueves Diurno	52				64,08	64,08	
Martes Diurno	48					64,84	
Sábado Diurno	52					65,14	
Miércoles Diurno	48					65,42	
Lunes Diurno	52					65,72	65,72
Domingo Diurno	48						67,90

Los resultados de los días y turnos de LAeqT se presentan en el Cuadro 23.

Cuadro 23. LAeqT (dB) por días y turnos en Naranjillo.

Días	Turnos	
	Diurno	Nocturno
Lunes	65,72 ^{ef} ± 2,49	61,47 ^{ab} ± 2,82
Martes	64,84 ^e ± 3,25	61,79 ^{abc} ± 3,66
Miércoles	65,42 ^e ± 3,72	62,60 ^{bcd} ± 3,55
Jueves	64,08 ^{de} ± 3,45	60,34 ^a ± 3,49
Viernes	63,68 ^{cde} ± 4,08	62,48 ^{abcd} ± 3,46
Sábado	65,14 ^e ± 3,89	62,14 ^{abcd} ± 2,24
Domingo	67,90 ^f ± 2,42	62,46 ^{abcd} ± 2,52

Los datos representan la media de n=50 ± DS. Superíndices diferentes indican diferencias significativas.

V. DISCUSIÓN

5.1. Determinación de los días y los turnos con mayores niveles de presión sonora continuo equivalente de los meses de setiembre a noviembre del 2015

En todas las zonas de estudio, el turno diurno es donde se obtuvo el mayor LAeqT con respecto al turno nocturno como se aprecia en la Figura 16; esto debido a que durante este periodo (12:00 – 15:00) el tráfico vial se incrementó porque los alumnos y trabajadores se desplazan de sus instituciones educativas y centro de labores, respectivamente; como indica MARTINEZ (2005), el nivel de ruido urbano tiende a aumentar por el aumento del tráfico vial, que en mayoría de los casos se da en el turno diurno; mientras que CATTANEO *et al.* (2011), indica que la percepción de ruidos molestos por parte de la población ocurre mayormente en el mencionado turno.

En la Figura 16 se observa que en Castillo Grande en comparación con las demás zonas se obtuvo un mayor LAeqT tanto en el turno diurno (68,87 dB) como nocturno (65,03 dB) esto puede deberse a que es la zona más transitada

como se observa en el Cuadro 8; GUTIÉRREZ (2010), indica en un estudio en la ciudad de Chiclayo que los niveles de ruido están en relación directa con el caudal vehicular y el uso indiscriminado del claxon, así mismo la UNIVERSIDAD DEL AZUAY (2015), en un estudio realizado en la provincia de Azuay indica que el mayor ruido es generado por el parque automotor que corresponde al 70% y GANDÍA (2003), dice que el ruido proveniente del transporte vehicular constituye la principal fuente emisora de este contaminante en las ciudades, producto de la necesidad de movilización diaria de millones de personas a la escuela o al trabajo, además de los requerimientos de transporte para soporte del sistema industrial, comercial, de servicios y administrativo.

5.2. Comparación de los LAeqT con la normatividad ECA para ruido

Debido que no existe zonificación territorial en las zonas de estudio, se tomó en cuenta lo mencionado en el artículo 6 del D.S 085-2013-PCM que dice que las zonas mixtas, si existe zona residencial y zona comercial, se aplicará los ECA para la zona residencial, por lo cual se compararon con estos los valores obtenidos, como se aprecia en los Cuadros 8 y 10, que en casi todas las zonas en los días de la semana en el turno diurno excedieron el ECA residencial (60 dB), excepto en los días lunes y domingo en la asociación de viviendas “Los Laureles”; mientras que ZAVALA (2014) encontró que para la ciudad de Tingo María excede el ECA residencial (60 dB) en el turno diurno todos los días, así mismo para el turno nocturno obtuvo el mismo comportamiento; una de las alternativas para la minimización de estos valores sería lo indicado por COHEN (2014), que los ruidos urbanos tales como parques urbanos pueden atenuar los niveles de ruido en 5 dB; así también Zhou *et al.* (2014) dice que la más directa y eficaz para reducir el ruido del tráfico urbano es controlar el ruido generado por estos, también estableciendo el cinturón verde (formado por árboles y plantas) ubicados en ambos lados de las carreteras.

Encuestas realizadas en Estocolmo han encontrado que quienes viven cerca de áreas verdes (menos de 400 m) y hacen uso regular de éstas, expresan mayor bienestar y menor molestia y estrés ante el ruido vehicular, lo cual denota

que las zonas verdes ejercen más importancia en la percepción del ruido, que el mismo ruido (GIDLÖ- GUNNARSSON Y ÖHRSTRÖM, 2007).

Por otra parte el ruido producido por el tráfico de vehículos se ha convertido en la actualidad en uno de los grandes problemas que afectan las condiciones de vida y en la salud (ESTEBAN, 2003). Así mismo SINGH AND DAVAR (2004), nos indican que un ruido de 55 dBA causa una tensión ligera, entusiasmo, dependencia e incomodidad; un ruido de 65 dBA causa una tensión profunda. A un 80 nivel dBA del ruido, el organismo probablemente soltará la morfina biológica en el cuerpo, causando un sentimiento de placer que puede llevar a un tipo de dependencia. En 100 dBA es posible tener una pérdida de la audición irreversible. También ESTEBAN (2003), menciona otros elementos del ruido en el tráfico privado de vehículos de motor, como es la mala educación cívica de los conductores, que conduce al uso incontrolado de bocinas, al desmantelamiento del silenciador del tubo de escape de las motocicletas, etc.

5.3. Determinación de los puntos con mayor tráfico vehicular

Para todas las zonas, el mayor número de vehículos registrados fueron en los puntos A1, C1, L1 y N1 como se indica en el Cuadro 11 esto pudiendo deberse a que son puntos que unen a los otros puntos con la ciudad de Tingo María; ya que las vías urbanas principales son las que comunican con diferentes distritos o lugares de la ciudad y en las cuales convergen las vías secundarias (LEXICOON, 2014).

En Castillo Grande que es la zona en vías de crecimiento que las demás se registró el mayor número de vehículos (motos, livianos y pesados) 153 unidades en promedio, esto puede deberse que existe una relación directa y exponencial entre el nivel de desarrollo de un lugar y el grado de contaminación acústica que impacta a su población, ello por cuanto aumenta el número de vías y el tráfico vehicular (OMS, 1999); esto se puede corroborar con el estudio realizado por ZAVALA (2014) que registró 199 vehículos en la ciudad de Tingo

María; siendo ésta ciudad más desarrollada que Castillo Grande. Por su parte CAMERON *et al.* (2004) indica que el incremento total de flujo vehicular en las ciudades, han encontrado entre sus causas principales, el incremento de la población, la expansión urbana, el incremento de propietarios de vehículos principalmente privados y la reducción de la ocupación vehicular.

5.4. Elaboración del mapa de ruido por interpolación IDW

MAGGIOLO (2010), indica que en el aire el sonido se propaga en forma de ondas longitudinales y esféricamente, es decir en todas las direcciones, que va aumentando cada vez su radio, esto se puede corroborar con los mapas de ruido que se realizaron en el presente estudio donde se observa la propagación del sonido.

VI. CONCLUSIONES

1. En la zona de Afilador el nivel mayor de presión sonora continuo equivalente fue el día miércoles con $65,70 \pm 2,84$ dB, en Castillo Grande el día martes con $70,44 \pm 2,50$ dB, en la asociación de viviendas “Los Laureles” el día jueves con $63,72 \pm 4,32$ y por último en Naranjillo el día domingo con $67,90 \pm 2,42$ todos estos valores en el horario diurno.

En la zona de Afilador el nivel mayor de presión sonora continuo equivalente fue los días lunes $64,92 \pm 3,17$ y martes con $64,92 \pm 3,75$ dB, en Castillo Grande el día domingo con $66,98 \pm 2,16$ dB, en la asociación de viviendas “Los Laureles” el día sábado con $61,15 \pm 2,79$ dB y por último en Naranjillo el día miércoles con $62,60 \pm 3,55$ dB todos estos valores en el horario nocturno.

2. El nivel de presión sonora continuo equivalente medido en las diferentes zonas de estudio nos indicó que en la asociación de viviendas “Los Laureles” los únicos días que no sobrepasan los niveles establecidos en el D.S 085-2003-PCM fueron los días lunes y domingo en el turno diurno, mientras que en el turno nocturno en todas las zonas y en todos los días sobrepasan los niveles establecidos en la norma.
3. Los puntos de monitoreo con mayor tráfico vehicular promedio fueron: en la zona de Afilador en la carretera central Km 2.5-Lavadero motos (A1) se

registró mayor caudal en motos, livianos y pesados con $32 \pm 3,51$, $45 \pm 4,3$ y $9 \pm 1,40$ vehículos respectivamente, en Castillo Grande en la Av. José Carlos Mariátegui cdra. 2 (C1) se registró mayor tráfico de motos y livianos con $103 \pm 27,60$ y $104 \pm 27,90$ vehículos respectivamente mientras que en la Av. Unión cdra. 2 (C2) de pesados con $4 \pm 1,41$ vehículos, en la asociación de viviendas “Los Laureles” en la Av. José Abelardo Quiñones cdra. 2 (L1) se registró mayor tráfico de motos, livianos y pesados con $26 \pm 7,26$, $28 \pm 6,83$ y $1 \pm 0,66$ vehículos respectivamente mientras que en la Av. José Abelardo Quiñones cdra. 3 (L2) y Av. San Martín cdra. 4 (L3) también de pesados con $1 \pm 0,66$ vehículo y en Naranjillo en la intersección de la intersección entre la carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. 8 de Julio (N1) se registró mayor tráfico de motos y livianos con $33 \pm 5,28$ y $40 \pm 5,94$ vehículos respectivamente mientras en la intersección entre la carretera Fernando Belaúnde Km 6 con Jr. Naranjal de livianos y pesados con $40 \pm 5,94$ y $8 \pm 1,27$ vehículos respectivamente.

4. Se realizó los mapas de ruido para las zonas de Afilador, Castillo Grande, asociación de viviendas “Los Laureles” y Naranjillo. En la zona que existe una mayor contaminación sonora fue en Castillo Grande en ambos turnos (diurno y nocturno) y menor, en la asociación de viviendas “Los Laureles” también en ambos turnos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Ampliar los puntos UTM de monitoreo en las calles secundarias, así como los meses de evaluación para tener una mayor cobertura del nivel de presión sonora que afectaría a la zona en estudio.
2. Desarrollar y ejecutar propuestas de educación ambiental a los conductores de los vehículos con respecto al ruido causado por el tráfico automotor.
3. Revisiones técnicas periódicas al parque automotor.
4. Promulgar una ordenanza municipal para la supresión y limitación de ruidos nocivos y molestos para la provincia de Leoncio Prado.

VIII. ABSTRACT

The development of this research work is because of the problem that society faces, it is about noise pollution and the damage caused to health by prolonged exposure to this type of contamination, the competent authorities should minimize this damage by generating less noisy technologies and developing systems of protection against this type of pollution. This research work was carried out in 4 areas: Afilador, Castillo Grande, housing association "Los Laureles" and Naranjillo in the province of Leoncio Prado, by having as main objective to assess levels of noise pollution in the peripheral zone of Tingo María. To achieve the objective proposed, it was made measurements of level equivalent to continuous sound pressure (LAIK) and vehicular traffic, taking 4 monitoring points on the main streets, it was assessed on day shifts (12:00 to 15:00 hours) and night (22:01 to 01:00 hours). The results indicate that the sound pressure levels at both day and night exceed the levels established in the environmental regulations (DS 085-2003-PCM) except on Mondays and Sundays at The housing association Laureles "on the day shift and finding more vehicular traffic in Castillo Grande.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARELLANO, A. 2009. Contaminación sonora. [En línea]: ZONA CATASTROFICA, (<http://www.zonacatastrofica.com/contaminacion-sonora.html>), 5 May. 2015).
- BRACK, A., MENDIOLA, C. 2000. Ecología del Perú. Editorial Bruño. Lima, Perú. 495 p.
- CAMERON, M., VECCHIO, R., LÓPEZ, M., NAVILLI, L., LUCIANO, F. 2011. Estudio de la contaminación sonora en la ciudad de Bueno Aires. [En línea]: PALERMO, (http://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/Trabajo_COIN_I_Cattaneo1.pdf), 10 Abr. 2016).
- CATTANEO, I., LYONS, T., KENWORTHY, J. 2004. Trends in vehicle kilometres of travel in world cities, 1960-1990: underlying drivers and policy responses. *Transport Policy* 11(3):287-298.
- CHUNCHO, G. 2006. Estudio de la contaminación acústica derivada del funcionamiento del parque automotor en las calles de mayor tránsito de la ciudad de Loja. Tesis Mag. Sc, UNP. Loja, Ec.
- COHEN, P., POTCHTER, O., SCHNELL, I. 2014. The impact of an urban park on air pollution and noise levels in the Mediterranean city of Tel – Aviv, Israel. [En línea]: ELSEVIER, (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749114003546>), 10 Jun. 2015).

- EL PERUANO. 1993. Constitución política del Perú. [En línea]: CONGRESO, (<http://www.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Constitu/Cons1993.pdf>, 17 Jun. 2015).
- EL PERUANO. 1997. Ley General de Salud, Ley N° 26842. [En línea]: CONGRESO, (<http://www.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Leyes/26842.pdf>, 17 Jun. 2015).
- EL PERUANO. 2001. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446. [En línea]: OEFA, (http://www.oefa.gob.pe/documentos/marco_juridico/MJ004_L27446.pdf, 17 Jun. 2015).
- EL PERUANO. 2003. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. [En línea]: MINAM, (<http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds-085-2003-pcm-pdf>, 5 May. 2015).
- EL PERUANO. 2005. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611. [En línea]: Ingeniero Ambiental, (<http://www.ingenieroambiental.com/4014/ley28611-peru.pdf>, 17 Jun. 2015).
- ESTACIÓN METEREOLÓGICA ABELARDO QUIÑONES. 2016. Senamhi.
- ESTEBAN, A. 2003. Contaminación acústica y salud. [En línea]: (<http://www.lalunadelmediodia.es/wpcontent/uploads/2013/06/2003contaminacionacustica1.pdf>, 17 Jun. 2015).
- GANDÍA, S. 2003. Curso de contaminación acústica. [En línea]: Facultad de Física, (<http://www.uv.es/~segarra/docencia/apuntes%20contam%20sonora/Cont%20Ac%20A3st%2003-04t.pdf>, 12 Dic. 2015).
- GIDLÖF-GUNNARSSON, A., ÖHRSTRÖM, E. 2007. Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas. *Landscape and Urban Planning*, 83:115-126.
- GUTIÉRREZ, R. 2010. Relación entre la dimensión del parque automotor con la contaminación acústica en la ciudad de Chiclayo, julio – setiembre del 2007. [En línea]: (<http://es.slideshare.net/anterovasquez/ruido-en-chiclayo>, 1 Abr. 2016).

- HURTADO, S. 2010. Estudio de la contaminación acústica producida por el parque automotor en la ciudad de Catamayo. Loja, Ecuador. 123 p.
- HARRIS, C. 1995. Manual de medidas acústicas y control del ruido. XI edición. Madrid. 128 p.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. 20 p.
- IEC. 2002. CECI-61671. Norma Internacional de Electroacústica, Sonómetros. [En línea]: IEC, (<http://148.204.64.201/paginas%20anexas/PDSA/PROBLEMA%20SANTAGO/IEC%2061672-1.pdf>, 11 May. 2015).
- INDECOPI. 2008. NTP-ISO 1996-2. ACUSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental. Lima, Perú. 63 p.
- LEXICOON. 2014. Definición de avenida. [En línea]: LEXICOON, (<http://lexicon.org/es/avenida>, 1 Abr. 2016).
- MAGGIOLO, D. 2010. Propagación del sonido. [En línea]: EUMUS, (<http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/prp.html>, 1 Abr. 2016).
- MARTINEZ, A. 2005. RUIDO POR TRÁFICO URBANO: Conceptos, medidas descriptivas y valoración económica. [En línea]: (http://www.uao.edu.co/sites/default/files/RUIDO_0.PDF, 1 Abr. 2016).
- MINAM. 2012. Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. Lima, Perú. 19 p.
- MTC. 2009. Reglamento nacional de tránsito. [En línea]: MTC, (http://www.mtc.gob.pe/cnsv/area_legal/Normas%20Legales/2.-%20DECRETO%20SUPREMO%20N%C2%BA%200016-2009-MTC.pdf, 15 Jun. 2015).
- OMS. 1999. Guidelines for Community Noise. Birgitta Berglund, Thomas Lindvall, Dietrich H Schwela. [En línea]: SCIELO, (<http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>, 30 Mar. 2016).

- OMS. 2000. CRITERIOS SOBRE RUIDO DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. [En línea]: IEC, (<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/omscrit.htm>, 15 Jun. 2015).
- RUIZ, D. 2003. Sonómetros. [En línea]: COETICOR, (<http://www.coeticor.org/pdf/sonometros.pdf>, 11 May. 2015).
- SANCHEZ, J. 1998. Contaminación acústica. [En línea]: Contaminación acústica, (www.monografias.com/trabajos/contamacus/, documentos, 25 Feb. 2015).
- SINGH, NARENDRA & DAVAR, S.C. (2004). Noise pollution sources, effects and control. *Journal of Human Ecology*, 16(3), 181-187 p.
- SUÁREZ, E. 2006. MAPAS DE RUIDO importancia y metodologías. [En línea]: socha, (http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/01_Esuarez_2006.pdf, 11 May. 2015).
- UNIVERSIDAD DEL AZUAY. 2015. Efectos fisiológicos del ruido. [En línea]: La tarde, (<http://www.latarde.com.ec/2015/08/14/el-parque-automotor-es-la-que-mas-genera-contaminacion-auditiva/>, Ene. 2016).
- UNAM. 2008. TEORÍA DEL FLUJO VEHICULAR. [En línea]: Universidad Nacional Autónoma de México, (<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/417/A4.pdf?sequence=4>, 10 Jun. 2015).
- UNIÓN EUROPEA. 2002. DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. [En línea]: EURLEX, (<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0049:ES:HTML>, 11 May. 2015).
- ZAVALA, S. 2014. Niveles de contaminación acústica por tráfico automotor de marzo – julio en la zona urbana de la ciudad de tingo maría. Tingo María, Perú. 120 p.
- ZHOU, J., JIANG, Q., ZHANG, X. 2014. Monitoring and evaluation study on traffic noise of college road. [En línea]: EBSCO, (<http://connection.ebscohost.com/c/articles/96583693/monitoring-evaluation-study-traffic-noise-college-road>, 10 Jun. 2015).

ANEXO



Figura 19. Medición del LAeqT en el punto A1 de la zona de Afilador en el turno nocturno.



Figura 20. Medición del LAeqT en el punto C4 de Castillo Grande en turno diurno.



Figura 21. Medición del LAeqT en el punto L4 de la asociación de viviendas “Los Laureles” en turno diurno.



Figura 22. Medición del LAeqT en el punto N1 de Naranjillo en turno nocturno.



Figura 23. Conteo del número de vehículos (motos, livianos y pesados) que transitaban en el turno nocturno.



Figura 24. Sonómetro marca SEW, Modelo 2310, Tipo II, serie 1281255; utilizado en las mediciones.



Figura 25. GPS marca GARMIN, modelo DAKOTA 20; utilizado en la toma de las coordenadas.



Figura 26. Instalación del trípode.

Cuadro 24. Formato de la hoja de campo.

Cuadro 25. Formato para la contabilización del tráfico vehicular.

LUGAR:					
Número de medición	Lmin (1)	Lmax (2)	LAeqT	Observaciones/incidencias	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
LUGAR:					
Motos	Livianos	Pesados	Motos	Livianos	Pesados

LUGAR:					
Motos	Livianos	Pesados	Motos	Livianos	Pesados
LUGAR:					
Motos	Livianos	Pesados	Motos	Livianos	Pesados

--	--	--	--	--	--

CARGO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LUYANDO NARANJILLO	
MESA DE PARTES	
Folio <u>2</u>	N° <u>4683</u>
Hora <u>12.18</u>	Mes: <u>08</u> Año: <u>15</u>
Firma <u>B</u>	

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Solicita: Plano de zonificación del
distrito de Padre Felipe Luyando
Naranjillo

Señor: Alcalde Municipal del Distrito de Padre Felipe Luyando – Naranjillo

S.A

Yo Manuel Emilio Reátegui Inga identificado con
DNI 71868060 con domicilio fiscal en PP.JJ Santa Anita, TESISISTA de la Universidad
Nacional Agraria de la Selva.

Ante Ud. me presento y digo:

Que, siéndome de vital importancia para realizar
mi trabajo de investigación titulado "NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA EN
LAS ZONAS PERIFÉRICAS DE TINGO MARÍA" donde esta incluido su prestigioso
distrito, recurro a su despacho para que ordene a quien corresponda hacerme la
entrega del plano de zonificación del distrito de Padre Felipe Luyando Naranjillo.

POR LO TANTO:

Ruégole a Ud. hacer realidad mi petición ya que
es de vital importancia para realizar dicha TESIS.

Tingo María 14 de Agosto del 2015

ATTE

Reátegui

Manuel Emilio Reátegui Inga
DNI: 71868060
TESISTA

Figura 27. Solicitud del plano de zonificación del distrito de Luyando -
"Naranjillo".

“Año de la consolidación del Mar de Grau”

Solicita: Plano del Distrito de
Castillo Grande en digital

Señor: Alcalde Municipal del Distrito de Castillo Grande

S.A

Yo Manuel Emilio Reátegui Inga identificado con DNI 71868060 con domicilio fiscal en PP.JJ Santa Anita, TESISISTA de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Ante Ud. me presento y digo:

Que, siéndome de vital importancia para realizar mi trabajo de investigación titulado “NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA EN LAS ZONAS PERIFÉRICAS DE TINGO MARÍA” donde está incluido su jurisdicción, recorro a su despacho para que ordene a quien corresponda hacerme la entrega de los planos.

POR LO TANTO:

Ruégole a Ud. hacer realidad mi petición ya que es de vital importancia para realizar dicha TESIS.

Tingo María 21 de Marzo del 2016

ATTE



Manuel Emilio Reátegui Inga

DNI: 71868060

TESISTA


**Municipalidad Distrital de
Castillo Grande**
MESA DE PARTES

21 MAR 2016

Libro 001 Folio 48 N° 441
 Oficina 8-M. Hora 12:38 PM

Figura 28. Solicitud del plano de zonificación del distrito de Castillo Grande.



“Año de la consolidación del Mar de Grau”

Solicita: Plano de zonificación del Distrito
de Castillo Grande, Asociación
de Viviendas Los Laureles
y Afilador

Señor: Alcalde Municipal de la Provincia de Leoncio Prado

S.A

Yo Manuel Emilio Reátegui Inga identificado con
DNI 71868060 con domicilio fiscal en PP.JJ Santa Anita, TESISISTA de la
Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Ante Ud. me presento y digo:

Que, siéndome de vital importancia para realizar
mi trabajo de investigación titulado “NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA
EN LAS ZONAS PERIFÉRICAS DE TINGO MARÍA” donde está incluido su
jurisdicción, recorro a su despacho para que ordene a quien corresponda hacerme
la entrega de los planos.

POR LO TANTO:

Ruégole a Ud. hacer realidad mi petición ya que
es de vital importancia para realizar dicha TESIS.

Tingo María 28 de Enero del 2016

ATTE

Manuel Emilio Reátegui Inga

DNI: 71868060

TESISTA

Figura 29. Solicitud del plano de zonificación del distrito de Castillo Grande,
asociación de viviendas “Los Laureles” y Afilador.

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Tingo María, 01 de febrero de 2016

DATOS METEOROLÓGICOS

REC-001-0448478

ESTACIÓN : TINGO MARIA

MES : SETIEMBRE ✓

AÑO : 2015

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud: 09° 18' 00" Sur Longitud: 76°01' 00" Oeste Altitud: 660 m.s.n.m.

DIAS	PRECIPITACION (mm)		
	7pm - 7am 07 - horas	7am - 7pm 19 - horas	total
01/09/15	-	-	-
02/09/15	-	-	-
03/09/15	-	-	-
04/09/15	0.7	-	0.7
05/09/15	-	-	-
06/09/15	12.7	-	12.7
07/09/15	-	-	-
08/09/15	1.3	-	1.3
09/09/15	-	-	-
10/09/15	-	-	-
11/09/15	1.3	-	1.3
12/09/15	-	-	-
13/09/15	62.5	-	62.5
14/09/15	-	-	-
15/09/15	-	-	-
16/09/15	-	-	-
17/09/15	-	0.2	0.2
18/09/15	-	-	-
19/09/15	-	0.6	0.6
20/09/15	2.2	-	2.2
21/09/15	-	-	-
22/09/15	-	-	-
23/09/15	2.7	2.1	4.8
24/09/15	-	-	-
25/09/15	0.8	-	0.8
26/09/15	-	-	-
27/09/15	7.1	5.5	12.6
28/09/15	0.1	5.1	5.2
29/09/15	-	-	-
30/09/15	-	-	-


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

 Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez
JEFE

Figura 30. Datos meteorológicos de precipitación del mes de setiembre del 2015 de la ciudad de Tingo María.

Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Tingo María, 01 de febrero de 2016

DATOS METEOROLÓGICOS

REC.001-0448478

ESTACIÓN : TINGO MARIA
MES : OCTUBRE
AÑO : 2015
COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud: 09° 18' 00" Sur Longitud: 76°01' 00" Oeste Altitud: 660 m.s.n.m.

DIAS	PRECIPITACION (mm)		
	07 – horas- am.	07 – horas- pm.	Total
01/10/15	1.1	-	1.1
02/10/15	-	0.7	0.7
03/10/15	27.3	0.8	28.1
04/10/15	1.2	-	1.2
05/10/15	-	-	-
06/10/15	-	-	-
07/10/15	-	-	-
08/10/15	-	-	-
09/10/15	0.5	-	0.5
10/10/15	-	-	-
11/10/15	8.6	1.0	9.0
12/10/15	4.7	1.7	6.4
13/10/15	-	-	-
14/10/15	2.9	-	2.9
15/10/15	-	-	-
16/10/15	-	12.9	12.9
17/10/15	15.1	0.2	15.3
18/10/15	-	3.2	3.2
19/10/15	-	-	-
20/10/15	-	-	-
21/10/15	-	-	-
22/10/15	-	-	-
23/10/15	-	-	-
24/10/15	4.6	-	4.6
25/10/15	-	4.8	4.8
26/10/15	-	-	-
27/10/15	-	9.8	9.8
28/10/15	-	-	-
29/10/15	-	-	-
30/10/15	-	-	1.9
31/10/15	14.7	4.6	19.3


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
INSTRUMENTO DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA
 Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez
JEFE

Figura 31. Datos meteorológicos de precipitación del mes de octubre del 2015 de la ciudad de Tingo María.

Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Tingo María, 01 de Febrero de 2016

DATOS METEOROLÓGICOS

REC.001-0448478

ESTACIÓN : TINGO MARIA

MES : NOVIEMBRE

AÑO : 2015

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud: 09° 18' 00" Sur Longitud: 76°01' 00" Oeste Altitud: 660 m.s.n.m.

DIAS	PRECIPITACION (mm)		
	07 – horas- am.	07 – horas- pm.	Total
01/11/15	26.7	5.7	32.4
02/11/15	3.6	0.2	3.8
03/11/15	1.5	-	1.5
04/11/15	7.3	-	7.3
05/11/16	0.6	5.7	6.3
06/11/15	3.2	2.7	5.9
07/11/15	-	1.7	1.7
08/11/15	-	-	-
09/11/15	38.3	1.1	39.4
10/11/15	-	0.2	0.2
11/11/15	28.5	0.9	29.4
12/11/15	4.5	0.7	5.2
13/11/15	-	-	-
14/11/15	-	-	-
15/11/15	-	-	-
16/11/15	7.8	-	7.8
17/11/15	-	19.5	19.5
18/11/15	0.2	-	0.2
19/11/15	4.0	0.3	4.3
20/11/15	-	-	-
21/11/15	7.7	0.9	8.6
22/11/15	56.7	-	56.7
23/11/15	-	8.1	8.1
24/11/15	-	-	-
25/11/15	6.6	7.0	13.6
26/11/15	0.4	-	0.4
27/11/15	0.6	4.9	5.5
28/11/15	0.2	-	0.2
29/11/15	-	-	-
30/11/15	-	0.3	0.3


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez
JEFE

Figura 32. Datos meteorológicos de precipitación del mes noviembre del 2015 de la ciudad de Tingo María.

"Año de la consolidación de Mar de Grau"

Tingo María, 2 de junio del 2016

DATOS METEOROLÓGICOS

001-0447924

ESTACIÓN : TINGO MARIA

MESES : SETIEMBRE

AÑO : 2015

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud: 09° 18' 00" Sur Longitud: 76°01' 00" Oeste Altitud: 660 m.s.n.m.

DÍAS	TEMPERATURAS (°C)			PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mb)
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	
1	32.6	18.1	25.3	944.3
2	32.6	19.5	26.0	944.9
3	33.0	19.8	26.4	943.1
4	30.3	20.1	25.2	942.6
5	30.8	19.8	25.3	943.5
6	32.5	20.4	26.4	942.8
7	32.0	20.6	26.7	941.4
8	32.5	20.2	26.3	940.6
9	32.0	20.6	26.3	940.5
10	33.4	20.6	27.5	940.9
11	32.5	20.2	26.3	942.7
12	32.6	20.6	26.6	942.9
13	32.2	19.7	25.9	944.3
14	32.2	20.6	26.4	943.9
15	33.7	19.8	26.7	942.5
16	34.5	19	26.7	941.3
17	34.2	19.8	27	939.8
18	34.0	21.3	27.6	939.4
19	33.1	20.4	26.7	943
20	30.4	20.8	25.6	942.4
21	32.8	18.6	25.7	942.1
22	33.3	20.5	26.9	941
23	30.7	21.8	26.2	940
24	35.3	20.7	27.0	940.6
25	33.8	20.9	27.3	941
26	32.2	20.1	26.1	941.3
27	29.5	20.8	25.1	942.3
28	31.3	19.0	25.1	940.6
29	32.8	18.5	25.6	938.1
30	30.8	20.1	25.4	938.4


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

 Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez
JEFE

Figura 33. Datos meteorológicos de T° y P° del mes setiembre del 2015 de la ciudad de Tingo María.

"Año de la consolidación de Mar de Grau"

Tingo María, 2 de junio del 2016

DATOS METEOROLÓGICOS

001-0447924

ESTACIÓN : TINGO MARIA

MESES : OCTUBRE

AÑO : 2015

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud: 09° 18' 00" Sur Longitud: 76°01' 00" Oeste Altitud: 660 m.s.n.m.

DÍAS	TEMPERATURAS (°C)			PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mb)
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	
1	29.8	19.9	24.8	940.2
2	32.6	20.1	26.3	939.3
3	31.0	20.6	25.8	940.6
4	29.5	20.4	24.9	942.8
5	33.5	21.4	27.4	941.7
6	33.5	21.0	27.2	941.7
7	33.4	20.4	26.9	940.6
8	32.8	20.4	26.6	939.7
9	32.7	20.8	26.7	939.3
10	32.3	21.2	26.7	939.5
11	28.8	21.6	25.2	940.2
12	31.2	21.2	26.2	940.7
13	32.7	21.2	26.9	940.1
14	33.6	21.9	27.7	938.9
15	32.5	22.0	27.2	939.7
16	32.9	20.4	26.6	940.9
17	27.4	20.9	24.1	943.4
18	26.8	20.6	25.7	944.7
19	32.5	19.6	26.0	942.6
20	33.3	20.4	26.8	941.3
21	31.7	21.9	26.8	940.9
22	33.4	19.9	26.6	940.1
23	34.5	21.1	27.8	938.9
24	32.9	20.4	26.6	941
25	31.2	20.2	25.7	941.4
26	31.6	18.5	25.2	941.3
27	28.8	20.9	24.8	942.7
28	32.9	18.3	25.6	941.3
29	33.6	21.1	27.6	940.1
30	31.5	20.6	26	939.7
31	27.6	20.9	24.2	938.9


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

 Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez
JEFE

Figura 34. Datos meteorológicos de T° y P° del mes octubre del 2015 de la ciudad de Tingo María.

"Año de la consolidación de Mar de Grau"

Tingo María, 2 de junio del 2016

DATOS METEOROLÓGICOS

001-0447924

ESTACIÓN : TINGO MARIA

MESES : NOVIEMBRE

AÑO : 2015

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud: 09° 18' 00" Sur Longitud: 76°01' 00" Oeste Altitud: 660 m.s.n.m.

DÍAS	TEMPERATURAS (°C)			PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mb)
	MÁXIMA	MÍNIMA	MEDIA	
1	29.3	20.0	24.6	938.5
2	30.5	21.0	25.7	937.3
3	30.4	21.0	25.7	938.9
4	31.1	21.0	26.0	938.7
5	30.2	21.1	25.7	939.7
6	28.2	21.4	24.8	940.5
7	29.3	21.7	25.5	939.7
8	30.5	21.4	25.9	939.1
9	28.3	20.9	24.6	941.9
10	32.0	20.5	26.2	941.3
11	32.7	20.4	26.5	940.2
12	30.2	20.4	25.3	941.1
13	31.8	21.4	26.6	939.4
14	32.8	20.7	26.7	940.3
15	30.5	20.8	25.6	941.1
16	31.8	21.0	26.4	940.2
17	32.3	21.6	26.9	937.7
18	32.9	21.6	27.2	937.3
19	31.4	21.9	26.6	937.3
20	32.7	21.7	28.2	938.4
21	33.6	21.4	28.5	936.7
22	31.2	21.0	26.1	939.3
23	28.1	21.9	28.0	938.9
24	33.5	21.6	28.5	936.9
25	30.7	23.0	26.8	938.5
26	33.8	21.0	28.4	938.1
27	33.4	22.5	28.9	939.3
28	33.1	20.4	26.7	938
29	33.2	22.0	27.6	938
30	31.2	21.8	26.5	939.3


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA



Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez

JEFE

Figura 35. Datos meteorológicos de T° y P° del mes noviembre del 2015 de la ciudad de Tingo María

Cuadro 26. Valores de L_{\min} diurno promedio por día de los meses de setiembre a noviembre del 2015.

PUNTOS DE MONITOREO	DÍAS						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Afilador							
Carretera Central Km 2.5 (Lavadero motos)	53,8	55,0	55,4	53,7	51,1	55,3	52,0
Carretera Central Km 2.5 (Restaurant "El bosque")	54,3	53,2	53,6	50,6	52,9	52,7	55,4
Carretera Central Km 2.5 (Hostal García M.)	54,9	52,7	53,8	50,2	51,1	47,4	53,1
Carretera Central Km 3.5 (Sauna "Clariza")	52,4	52,2	54,2	53,0	53,0	52,5	55,4
Av. José Carlos Mariátegui cdra 2	59,4	62,6	61,1	61,9	59,5	60,9	62,2
Castillo Grande							
Av. Unión cdra 2	61,3	62,5	59,4	60,2	59,5	59,5	62,6
Av. Iquitos cdra 11	57,1	59,6	57,3	58,4	58,6	57,7	57,5
Av. Iquitos cdra 17	54,2	57,4	57,2	52,1	51,9	53,8	53,2
Av. José Abelardo Quiñones cdra 2	49,6	51,0	51,8	51,6	50,8	50,7	50,7
Asociación de Viviendas "Los Laureles"							
Av. José Abelardo Quiñones cdra 3	50,3	51,5	49,8	51,5	50,9	50,9	49,9
Av. San Martín cdra 4	49,2	48,7	49,4	47,4	49,9	48,3	49,9
Av. San Martín cdra 7	49,3	48,3	48,7	47,9	49,0	46,5	46,6
Naranjillo							
Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. 8 de julio	58,7	55,6	55,3	57,4	55,0	54,3	54,0
Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. Naranjal	52,6	52,6	51,5	48,7	52,3	51,8	53,6
Carretera Fernando Belaúnde Km 6	51,2	51,8	50,7	53,1	52,1	51,5	52,5
Carretera Fernando Belaúnde Km 6 (Grifo PRIMAX)	51,2	48,5	47,0	48,0	49,5	50,7	50,2

Cuadro 27. Valores de L_{max} diurno promedio por día de los meses de setiembre a noviembre del 2015.

PUNTOS DE MONITOREO	DÍAS						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Afilador							
Carretera Central Km 2.5 (Lavadero motos)	73,4	73,7	74,6	72,3	72,8	73,9	72,4
Carretera Central Km 2.5 (Restaurant "El bosque")	73,5	72,6	73,1	75,1	75,4	73,4	73,6
Carretera Central Km 2.5 (Hostal García M.)	73,0	72,4	71,6	73,7	73,5	72,8	72,3
Carretera Central Km 3.5 (Sauna "Clariza")	72,9	72,3	74,0	71,7	72,3	72,2	69,1
Castillo Grande							
Av. José Carlos Mariátegui cdra 2	76,2	78,1	76,5	77,6	77,4	77,4	73,7
Av. Unión cdra 2	76,7	77,1	75,9	77,7	75,9	76,6	74,3
Av. Iquitos cdra 11	74,6	74,7	75,4	74,6	74,2	73,3	74,5
Av. Iquitos cdra 17	73,6	74,4	74,1	73,2	72,2	72,6	72,5
Asociación de Viviendas "Los Laureles"							
Av. José Abelardo Quiñones cdra 2	70,0	73,3	71,3	72,7	70,3	72,3	71,7
Av. José Abelardo Quiñones cdra 3	72,0	72,6	70,0	71,6	70,3	71,2	71,3
Av. San Martín cdra 4	68,9	71,1	71,7	69,5	70,6	69,6	73,2
Av. San Martín cdra 7	71,1	70,7	72,2	68,3	70,2	69,3	68,1
Naranjillo							
Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. 8 de julio	74,1	74,2	74,8	73,6	74,4	74,2	72,1
Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. Naranjal	73,7	73,7	74,0	73,6	74,0	71,4	73,3
Carretera Fernando Belaúnde Km 6	73,8	71,7	71,9	73,4	72,6	71,3	74,3
Carretera Fernando Belaúnde Km 6 (Grifo PRIMAX)	74,1	72,6	73,9	72,7	72,6	72,4	74,7

Cuadro 28. Valores de L_{\min} nocturno promedio por día de los meses de setiembre a noviembre del 2015.

PUNTOS DE MONITOREO	DÍAS						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Afilador							
Carretera Central Km 2.5 (Lavadero motos)	53,7	54,0	53,0	53,2	51,0	53,8	53,9
Carretera Central Km 2.5 (Restaurant "El bosque")	54,3	54,9	51,8	52,1	50,9	56,7	49,9
Carretera Central Km 2.5 (Hostal García M.)	51,8	50,3	50,6	48,8	49,2	49,6	51,8
Carretera Central Km 3.5 (Sauna "Clariza")	52,9	51,9	54,0	55,1	54,6	56,3	54,4
Castillo Grande							
Av. José Carlos Mariátegui cdra 2	59,8	58,1	58,8	58,4	59,5	59,1	60,6
Av. Unión cdra 2	58,2	58,3	56,1	59,4	58,7	61,7	61,3
Av. Iquitos cdra 11	48,4	54,5	55,0	52,5	53,0	55,3	60,2
Av. Iquitos cdra 17	55,1	60,5	59,9	58,5	58,8	59,9	61,3
Asociación de Viviendas "Los Laureles"							
Av. José Abelardo Quiñones cdra 2	49,1	50,9	52,1	50,8	49,0	51,7	53,5
Av. José Abelardo Quiñones cdra 3	50,5	50,5	50,0	50,1	50,4	52,6	53,6
Av. San Martín cdra 4	52,2	48,3	48,1	47,0	46,6	49,4	50,0
Av. San Martín cdra 7	51,7	47,3	47,2	46,8	46,4	47,7	47,4
Naranjillo							
Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. 8 de julio	50,9	50,8	50,4	51,8	50,6	51,0	52,9
Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. Naranjal	49,2	49,3	49,5	49,1	50,0	51,5	53,6
Carretera Fernando Belaúnde Km 6	48,9	49,5	49,4	49,3	51,1	51,9	52,5
Carretera Fernando Belaúnde Km 6 (Grifo PRIMAX)	50,5	51,2	48,5	48,6	50,5	52,1	49,0

Cuadro 29. Valores de L_{\max} nocturno promedio por día de los meses de setiembre a noviembre del 2015.

PUNTOS DE MONITOREO	DÍAS						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Afilador							
Carretera Central Km 2.5 (Lavadero motos)	72,3	73,0	72,5	70,8	71,1	71,5	71,1
Carretera Central Km 2.5 (Restaurant "El bosque")	73,2	71,3	71,8	69,8	72,8	72,2	70,8
Carretera Central Km 2.5 (Hostal García M.)	71,5	71,9	72,1	72,5	71,2	67,7	70,2
Carretera Central Km 3.5 (Sauna "Clariza")	71,9	71,7	71,4	70,2	71,6	71,5	71,1
Castillo Grande							
Av. José Carlos Mariátegui cdra 2	73,5	73,3	73,8	74,4	75,0	74,0	73,2
Av. Unión cdra 2	72,4	74,1	73,7	73,1	73,9	72,8	73,0
Av. Iquitos cdra 11	68,2	72,9	73,4	72,9	71,0	71,9	73,6
Av. Iquitos cdra 17	64,8	69,5	71,0	70,0	71,5	70,9	71,1
Asociación de viviendas "Los Laureles"							
Av. José Abelardo Quiñones cdra 2	67,6	68,0	68,7	70,3	69,3	71,9	72,2
Av. José Abelardo Quiñones cdra 3	67,7	68,8	68,8	70,4	68,1	70,5	70,8
Av. San Martín cdra 4	70,0	68,1	70,2	68,4	66,0	66,3	66,8
Av. San Martín cdra 7	66,8	64,2	63,6	63,6	63,4	65,2	62,0
Naranjillo							
Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. 8 de julio	71,5	71,4	72,6	71,0	72,5	72,7	71,1
Intersección carretera Fernando Belaúnde Km 4 con Jr. Naranjal	68,7	70,7	71,0	69,2	71,0	70,9	70,8
Carretera Fernando Belaúnde Km 6	66,7	68,0	70,0	69,8	71,4	69,9	69,6
Carretera Fernando Belaúnde Km 6 (Grifo PRIMAX)	64,3	69,1	68,7	68,7	70,9	71,1	66,4



VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN

CYVLM0017-100216



Fecha de emisión: 2015-06-15

Laboratorio de Metrología

1.- SOLICITANTE

Razón social : CAM INGENIEROS & CONSULTORES S.A.C.

Dirección : AV. OSCAR R. BENAVIDES NRO. 3008 DPTO. 1104 LIMA - LIMA - LIMA

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: SONÓMETRO

Marca	: SEW	Rango	: 30 dB a 100 dB
Modelo	: 2310SL	Resolución	: 0,1 dB
N° de Serie	: 01281255	Procedencia	: TAIWAN
Código	: N/I		

3.- METODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa según NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA: Sonómetros/Parte 3: Ensayos Periódicos" del SNM-INDECOPI (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- * El equipo fue recepcionado el 09/06/2015
- * La calibración se realizó en el Area de Acústica del laboratorio Calibraciones y Verificaciones SAC el 15/06/2015

5.- PATRONES DE REFERENCIA

Certificado	Equipo	Marca	Modelo	Número de Serie
530924	Calibrador Acústico	3M	AC-300	AC-300001927
BSWA-IV-C021-09-P0274	Sonómetro	BSWA TECH	BSWA 309	530140

6.- CONDICIONES AMBIENTALES

Proceso	Temperatura Ambiental	Humedad Relativa	Presión Atmosférica
INICIO	21,1 °C	61,9 %	999,8 mbar
TERMINO	21,2 °C	61,3 %	1000 mbar

7.- RESULTADOS

- * Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
- * La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95%



JUAN D. ARRIBASPLATA HUAMAN
JEFE DE LABORATORIO
CYV DEL PERU SAC



Pág. 1 de 2

Calle. Turmalina Nro. 125 Urb. Benjamin Doig Lossio Provincia. Const. del Callao - La Perla
Telf. (01) 454-3009 RPC: 987289637 / 992624706 | E-mail: jarribasplata@cyvsac.com | www.cyvsac.com

Figura 36. Certificado de calibración del sonómetro utilizado en el presente estudio (1).



VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN
CYVLM0017-100216



Laboratorio de Metrología

8.- RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

8.1.- Resultados antes del ajuste

Frecuencia (Hz)	Resultados de calibración				tolerancia (*) (dB)
	Valor nominal (dB)	Valor obtenido (dB)	Desviación Real (dB)	Desviación Teórica (*) (dB)	
250,0	114,0	104,6	-9,4	-8,6	± 1,9
1000,0		113,3	-0,7	0,0	± 1,4
1000,0	94,0	93,8	-0,2	0,0	± 1,4
INCERTIDUMBRE				0,5 dB	

8.2.- Resultados despues del ajuste

Frecuencia (Hz)	Resultados de calibración				tolerancia (*) (dB)
	Valor nominal (dB)	Valor obtenido (dB)	Desviación Real (dB)	Desviación Teórica (*) (dB)	
250,0	114,0	105,1	-8,9	-8,6	± 1,9
1000,0		113,9	-0,1	0,0	± 1,4
1000,0	94,0	93,9	0,0	0,0	± 1,4
INCERTIDUMBRE				0,5 dB	

8.3.- Observaciones

- * Todos los ensayos se realizaron con su Micrófono Modelo: MP-21
- * (*) Tolerancias tomadas de la IEC 61672-1:2002

8.4.- NOTA

- * Los datos obtenidos son el resultado del promedio de 10 mediciones por punto de calibración
- * Se colocó una etiqueta en el equipo indicando la fecha de calibración
- * La periodicidad de la calibración esta en función al uso y mantenimiento del equipo de medición



Laboratorio de Metrología

Pág. 2 de 2

Calle. Turmalina Nro. 125 Urb. Benjamin Doig Lossio Provincia. Const. del Callao - La Perla
Telf. (01) 454-3009 RPC: 987289637 / 992624706 | E-mail: jarribasplata@cyvsac.com | www.cyvsac.com

Figura 37. Certificado de calibración del sonómetro utilizado en el presente estudio (2).

ANEXO II