



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“RELACIÓN DEL TRÁNSITO Y CONGESTIÓN VEHICULAR CON LA
CONTAMINACIÓN SONORA EN VÍAS DE TRANSPORTE PÚBLICO
SATURADAS, DISTRITO DE TRUJILLO, 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR:

LAYZA CUEVA, MARITA DAFNE

ASESOR:

Ms. DANNY SOREL MEJÍA PARDO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

TRUJILLO – PERÚ

(2017)

JURADO EVALUADOR



Dr. Medardo Alberto Quezada Álvarez

PRESIDENTE



Dr. José Félix Rivero Méndez

SECRETARIO



MSc. Dany Sorel Mejía Pardo

VOCAL

TRUJILLO - PERÚ

2017

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres por su cariño y apoyo a lo largo de mi carrera universitaria. A los amigos y compañeros que ayudaron y acompañaron en el recorrido laborioso de este trabajo. Y finalmente a todas las personas que aportaron en mi crecimiento profesional y humano.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a Dios, que con su bendición llena siempre mi vida. A mis padres Apolonio y Fany por toda su confianza y sustento en todo momento, gracias por su trabajo y sacrificio a fin de darme las facilidades económicas para realizar esta investigación. Un agradecimiento especial al Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo (SEGAT) por su apoyo con los equipos de monitoreo de ruido. De igual manera al Ing. Danny Sorel Mejía Pardo, principalmente colaborador en esta investigación, quien con sus valiosos conocimientos y dirección permitió el desarrollo de este trabajo.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Marita Dafne Layza Cueva, estudiante de la escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad Cesar Vallejo sede/ filial TRUJILLO.; declaro:

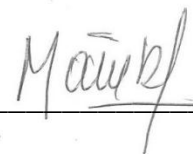
Que el trabajo académico titulado: “Relación del tránsito y congestión vehicular con la contaminación sonora en vías de transporte público saturadas, distrito de Trujillo, 2017”

Para la obtención del título profesional de INGENIERO AMBIENTAL es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda cita textual o de parafrasis proveniente de otras fuentes, de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Trujillo, 05 de diciembre del 2017



Firma

DNI: 70618692

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, presento ante ustedes la tesis titulada “Relación del tránsito y congestión vehicular con la contaminación sonora en vías de transporte público saturadas, distrito de Trujillo, 2017”, con la finalidad de evaluar el tipo de relación de las condiciones del parque automotor en las vías del distrito de Trujillo declaradas como saturadas con los niveles de ruido que se generas en estas. Todo ello, para dar fiel cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Por otro lado, el documento consta de 5 capítulos: iniciando el primer capítulo con la introducción, en el segundo se indica la metodología, en el tercer capítulo se muestran los resultados obtenidos y las discusiones respectivas, siguiendo con el cuarto capítulo donde se da a conocer las conclusiones, en el quinto ubicamos las recomendaciones y finalmente se presentan las referencias bibliográficas y los anexos como el instrumento de recolección de datos, cuadros e imágenes, los cuales refuerzan y complementan parte del contenido de la presente investigación.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El autor.

INDICE

Resumen	8
Abstract	10
I. Introducción	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Trabajos previos	12
1.3. Teorías relacionadas al tema	15
1.4. Formulación del problema	21
1.5. Justificación del estudio	21
1.6. Hipótesis	21
1.7. Objetivos.....	22
II. Método	22
2.1. Fases del proceso de investigación	22
2.2. Tipo de investigación	24
2.3. Diseño de investigación	24
2.4. Variables y operacionalización.....	25
2.5. Población y muestra.....	25
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	27
III. Resultados y discusiones.....	28
IV. Conclusiones	36
V. Recomendaciones	37
Referencias bibliográficas.....	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°1. Matriz de operacionalización de variables.....	25
--	----

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido.....	21
---	----

Tabla N°2. Correlación de los niveles de ruido con la velocidad y tránsito vehicular en vías saturadas del distrito de Trujillo.....	33
--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Velocidades promedio en vías de transporte publico saturadas, distrito de Trujillo, 2017.....	28
---	----

Figura N°2. Tránsito vehicular promedio en vías de transporte publico saturadas, distrito de Trujillo, 2017.....	30
--	----

Figura N°3. Niveles de ruido en vías de transporte publico saturadas, distrito de Trujillo, 2017.....	31
---	----

RESUMEN

El crecimiento del parque automotor de la ciudad de Trujillo es uno de los más dinámicos del país, a la fecha cuenta con aproximadamente 360 000 vehículos y representa una de las principales fuentes de ruido de la ciudad. En la presente tesis, se realizó la medición de los niveles de ruido en 10 puntos estratégicos de las vías saturadas del distrito de Trujillo, y a su vez en esos mismos puntos se ha recolectado información sobre el tránsito y congestión vehicular para determinar su relación con la contaminación sonora. La investigación ha sido de diseño no experimental y de alcance correlacional. Los días de medición fueron de lunes a viernes, monitoreando un sentido de vía por día; durante el periodo de hora punta de 12:00 – 2:00 pm. Para la medición de los niveles de ruido se utilizó un sonómetro Tipo I, en ponderación A y tiempo de respuesta Fast. El análisis de las variables se realizó mediante una prueba de correlación de Pearson, a partir de la cual se concluyó que, respecto a la relación del tránsito y congestión vehicular con la contaminación sonora, el 30% de tramos estudiados presentan una relación del tipo directa y significativa; seguido, del otro 30% de tramos que presenta una relación directa y significativa, pero solo entre las variables de tránsito vehicular y contaminación sonora.

Palabras clave: Tránsito vehicular, congestión vehicular, contaminación sonora.

ABSTRACT

The vehicle fleet's growth in Trujillo city is one of the most dynamic in the country with near 360 000 vehicles and one of the principal sources of noise in the city. In this thesis, measurement of noise levels was made in 10 strategic points of the saturated avenues of Trujillo district; and at the same time, information about traffic and vehicular congestion has been collected to determine its influence on noise pollution. The investment has been made under the non-experimental design and correlational scope. The measurement days were on weekdays (monday to friday), monitoring one-way direction per day; during the peak hour period (from 12:00 to 14:00). For the measurement of noise levels, a Type I sound level meter, in A weighting and Fast response time, was used. The variables' analysis was performed using a Pearson's correlation test; from which it was concluded that with respect to the relationship of traffic and vehicular congestion with noise pollution: 30% of the sections studied have a direct and significant relationship, followed by the other 30% of the sections that have a direct and significant relationship, but only between the variables of vehicular traffic and noise pollution.

Keywords: Vehicular traffic, vehicular congestion, noise pollution

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

El ruido es uno de los principales agentes contaminantes y preocupantes alrededor del mundo por sus efectos negativos sobre la salud, comportamiento y actividades de la población (Grijalfo, 2016, p.100). Se identifica como una de las principales fuentes de ruido, al transporte vehicular, el cual durante los últimos años ha ido en aumento de manera desordenada; realidad que se refleja en muchas ciudades donde los altos flujos vehiculares, principalmente en áreas urbanas, influyen de manera causal en los problemas de contaminación sonora. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 1999 a fin de abordar esta problemática dispuso límites de exposición al ruido de 35 dBA en interiores y 55 dBA para exteriores, a fin de prevenir molestias o problemas auditivos en la población. Sin embargo, en muchos países la población convive con niveles de ruido bastante altos. La realidad peruana, no es ajena a este problema, según un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), señala a Lima como una de las ciudades más ruidosas de América Latina (Mundiario, 2017). Y es que en el año 2015 el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental presentó un informe de estudio de la contaminación sonora en Lima y Callao, donde reportan que dicha población está expuesta a niveles de ruido de más de 80 dBA sobre todo en avenidas de mucho flujo vehicular. De igual forma, tal situación se aprecia en muchas ciudades del interior del país; tal es el caso de Trujillo, de manera general el problema radica en el aumento incontrolado de vehículos y de la demanda de transporte público cuyo impacto principal son los altos niveles de ruido que se perciben en las principales avenidas de alto flujo vehicular. Según el diario La República a la fecha el parque automotor de Trujillo cuenta con aproximadamente 360 000 vehículos y es uno de los más dinámicos del país con una tasa del 6% de crecimiento anual; sin embargo, el crecimiento del parque automotor en un contexto de un sistema de transporte deficiente, trae como consecuencia caos vehicular en muchas avenidas; estudios anteriores demuestran que en muchos puntos se

sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental con niveles de ruido de 60 dB y 80 dB, en especial en el centro histórico. Por ello, se hace necesario medidas de planificación del sistema de transporte trujillano y mecanismos de prevención y control de ruido; por lo que se debe caracterizar los diversos aspectos del tránsito en situación actual y su incidencia en los niveles de ruido que genera.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

- QUINTERO, J. (2013). En su artículo “Efecto de la velocidad en la contaminación por ruido del tráfico vehicular en la ciudad de Tunja, Colombia” su objetivo fue analizar la influencia de la velocidad de los vehículos en la generación de elevados niveles de ruido vehicular en seis de las principales vías de la ciudad de Tunja. La investigación fue con diseño no experimental, sin manipulación de sus variables. El material utilizado fue sonómetro de referencia modelo HD 600 de Extech Instruments en ponderación A y tiempo de respuesta *Slow*. La metodología consistió en la medición de los niveles de ruido en diferentes horas del día con condiciones de saturación de transporte público y la determinación de la velocidad media espacial en las principales vías de transporte de la ciudad. Para establecer una relación de ambas variables se hizo mediante un análisis de regresión lineal. Los resultados mostraron que la variación de la velocidad media espacial en las vías estudiadas podría explicar entre un 59,33% y el 77,86% la variación de los niveles de presión sonora de las vías de la ciudad de Tunja. Se concluyó con un nivel de confianza del 95% que existe una tendencia del incremento de los niveles de ruido respecto al aumento de la velocidad, a causa de los procesos de aceleración y deceleración que ocasionan ruido del motor.
- SALGUERO, A. [et a]. (2013). En su artículo “Estudio de niveles de ruido ambiental debido al tránsito automotor en sitios de la ciudad de Salta” su propósito fue estudiar la propagación del ruido, que es generado principalmente por el tránsito vehicular en sitios ubicados en el centro de la ciudad de Salta. La metodología consistió en la medición

de los niveles de ruido ambiental, utilizando un sonómetro Quest Technology 2400, en escala de ponderación A, modo de respuesta *slow* y en un lapso de 15 minutos. La autoridad metropolitana de transporte eligió 21 puntos no aleatorios distribuidos en la ciudad en base a tres criterios: calles angostas, poca vegetación y gran cantidad de transporte público masivo; calles angostas y con baja o casi nula circulación de transporte público masivo y finalmente, calles anchas con mucha vegetación y sin recorrido de líneas de transporte público. El total de mediciones fueron 504, durante las 24 horas de la jornada diaria para cada sitio, donde de forma paralela se registraron la cantidad de vehículos caracterizados por tipo y tamaño. Con los datos registrados se analizaron a través de un gráfico de dispersión con una línea de tendencia a fin de evaluar si había una correlación lineal entre los niveles sonoros equivalentes y la cantidad de vehículos. Además, se elaboró un mapa de ruido a fin de tener un perfil de ruido de la ciudad. Los resultados señalan un R^2 aproximado de 84.70%, lo que respalda que el modelo lineal si puede explicar el fenómeno. Se concluyó que la contaminación sonora es problema verdadero ya que los niveles de ruido medidos superaron la norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS), por tanto, es necesario que sea atendido por las autoridades de la ciudad.

- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA – 2015). En su estudio “La contaminación sonora en Lima y Callao” su objetivo fue obtener data actualizada de los niveles de ruido de Lima y Callao a fin de dar herramientas a los gobiernos locales para la implementación de planes de prevención y control de ruido. Las mediciones de ruido se hicieron utilizando un sonómetro digital y teniendo en cuenta las pautas del Decreto Supremo N° 085-2003-PCM - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido; así como los procedimientos de medición establecidos por las normas técnicas peruanas ISO 1996-1:1982 y la ISO 1996- 2:1987. Se tomaron en total 224 puntos de medición en las 43 jurisdicciones que tiene la capital peruana. Los resultados señalan que las zonas medidas exceden en

más de un 80% los límites establecidos por la OMS y la normativa peruana. Se concluyó que las zonas evaluadas se caracterizan por niveles de ruido mayores a 80 dBA y que la principal causa son los grandes flujos de tránsito vehicular.

- VISAGA, S. (2015). En su artículo “Influencia del flujo de tráfico vehicular en la contaminación sonora del Cercado de Lima” tuvo como objetivo evaluar los niveles de ruido y de flujo vehicular en diversos puntos del Cercado de Lima a fin de evaluar su relación. Para su estudio utilizó un sonómetro Tipo I, GPS, cámara digital y personal humano. Los puntos evaluados fueron 61, los cuales fueron estratégicos determinados con el método de la cuadrícula. La medición se desarrolló durante 11 semanas, considerando tres períodos: mañana, tarde y noche; los días de medición fueron lunes, martes, miércoles y jueves. Las mediciones de ruido fueron de 10 minutos durante la mañana y tarde y; de 20 minutos durante la noche. Para el estudio del flujo vehicular se consideró el tipo de vehículo (pesado y liviano). Los resultados mostraron que los puntos evaluados excedieron el ECA para ruido, el 80% de puntos en periodo diurno y el 82% en periodo nocturno. Para ver la influencia del flujo de tráfico se utilizaron gráficas donde muestra que hay relación directa del tráfico en los niveles medidos. A su vez con ayuda de software se realizaron mapas de ruido. Se concluyó que la influencia del flujo del tráfico en la contaminación sonora de la zona estudiada es directa y significativa.
- Transportes Metropolitanos de Trujillo. (2015). En su informe técnico “Evaluación de área saturada de la red vial metropolitana de Trujillo”, su objetivo fue evaluar las vías principales de Trujillo que cumplen con las condiciones de exceso de oferta de servicio de transporte público regular y alto nivel de contaminación sonora a fin de determinar si las vías en estudio son saturadas. En la metodología se consideró 11 tramos viales por los cuales se concentran la mayor parte de rutas de transporte público regular y evaluaron la oferta y demanda del servicio de transporte, la congestión vehicular a través de la medición de

velocidades, determinaron flujos vehiculares. Las mediciones se realizaron en horas punta con un acumulado de 16 horas. Los resultados muestran que el 50% de las vías evaluadas presentan niveles de servicio E y F, donde la circulación de los vehículos es inestable, forzada, intolerable y congestionada. El promedio de la velocidad de recorrido del transporte público en hora punta, en los tramos de vías estudiados, es 14 KPH; calificándose como vías congestionadas. Y en cuanto a la sobre oferta del servicio de transporte público el promedio en hora punta es de 28%. Se concluyó que las vías estudiadas están saturadas y como consecuencia se califica a Trujillo como un área saturada.

- MEJÍA, D. (2015). En su tesis “Determinación de la calidad ambiental acústica diurna del distrito de Trujillo durante el año 2012”, tuvo como objetivo caracterizar y determinar la calidad ambiental acústica diurna del distrito de Trujillo durante los meses de abril a setiembre del año 2012, teniendo en cuenta los usos de suelo de la ciudad. La metodología consistió en seleccionar 200 puntos de muestreo mediante el método de la cuadrícula propuesto por la ISO 1996-2:1987. Para la medición de los niveles de presión sonora continuo equivalente, se utilizó un sonómetro en modo de respuesta de ponderación A y tiempo *fast* por un periodo de medición de 15 minutos en horario diurno y días laborables. Los resultados mostraron que los niveles sonoros equivalente día (Leq, D), para los 62 de los puntos de monitoreo ubicados en zonificación de protección especial, se encuentran entre 62.7 y 76.1 dB(A); los 104 puntos en zonificación residencial, se encuentran entre 53.7 y 76.3 dB(A); en los 36 punto de zonificación comercial, se encuentran entre 54.1 y 80.2 dB(A). Se concluyó que para tres de las zonas evaluadas (protección especial, comercial y residencial) la calidad acústica no es la adecuada. Solo la zona industrial estuvo dentro de los estándares de calidad.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

A. Tránsito vehicular.

Referido a la circulación de vehículos en una vía o pista. Su análisis permite entender el comportamiento de sus variables como lo son su velocidad, densidad, espaciamiento, etc. Lo que a su vez son una herramienta para desarrollar modelos de gestión del transporte.

Este se mide a través del conteo del número de vehículos que pasan por un tramo determinado durante un intervalo de tiempo (Transportes Metropolitanos de Trujillo, 2015, p.37).

B. Congestión vehicular

Viene a ser el fenómeno por el cual un vehículo no puede desplazarse a una velocidad deseada. Es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás a medida que aumenta el tránsito y se debe ir reduciendo las velocidades de circulación (Thomson y Bull, 2002, citado por Transportes Metropolitanos de Trujillo, 2015, p.33). En referencia a ello su parámetro de medida viene a ser Kilómetros por hora (Kph).

Transportes Metropolitanos de Trujillo en su estudio de vías saturadas plantea la siguiente relación a fin de determinar cuándo se considera una vía como congestionada: Un espacio de vía será considerada congestionada si el tiempo que demora en recorrer dicho tramo se incrementa en un 50% respecto a su tiempo de normal de circulación ($T*1.5$) lo que para fines prácticos significa que una vía será congestionada si su velocidad es menor al 60% de su velocidad de flujo libre

- Velocidad de flujo libre

Velocidad promedio en una vía donde un vehículo puede desplazarse a la velocidad deseada sin restricciones de demoras (Mozo, 2012, p.15). Esta se encuentra establecida dependiendo del diseño de vía de las ciudades. La ciudad de Trujillo cuenta con la Ordenanza Municipal N° 036 – 2014 – MPT, en la cual su artículo

7, se establecen los límites de velocidad en el sistema vial Urbano Metropolitano de Trujillo, los cuales son los siguientes:

- Vías metropolitanas o arteriales: 60Km
- Vías principales o colectoras: 50Km
- Vías locales: 40Km
- Para zonas de hospitales: 30Km
- Para zonas escolares: 25 Km

▪ Velocidad media espacial

Para determinar la velocidad de un vehículo se necesita observar el tiempo y espacio, de ahí que se puede representar de la siguiente manera:

$$\bar{v}_e = \frac{d}{t}$$

Dónde:

\bar{v} : Velocidad instantánea

d : Longitud de tramo recorrido

t : Tiempo de recorrido por vehículos en ese tramo.

La evaluación trata entonces de calcular las velocidades de todos los automóviles a atraviesan un tramo determinado. A partir de ello la media aritmética de dichas velocidades es considerada como velocidad media espacial.

C. Vía saturada

Es aquella vía o tramo de vía que tiene condiciones de mucha demanda de usuarios o exceso de oferta del servicio de transporte, altos niveles de congestión y/o contaminación ambiental lo que compromete el bienestar de la población (Transportes Metropolitanos de Trujillo, 2015, p.6)

D. Contaminación sonora

La contaminación sonora está definida como el exceso de ruido (sonido no deseado) que altera las condiciones ambientales de un determinado lugar y que genera un impacto negativo en su población (Grijalfo, 2016, p.103). Sus principales causas identificadas son la industria, actividad comercial, tráfico rodado, actividad de construcción, centros nocturnos.

La OMS en su guía para el ruido urbano establece referencias de sonido para evitar el daño a la salud, considera rangos de 55 - 60 dB(A) para sonidos que solo causan molestia, rangos de 61 – 65 dB(A) cuando la molestia ya es mayor y finalmente más de 66 dB(A) ya para sonidos perturbantes.

- **Ruido**

Se le denomina ruido a los sonidos molestos y que afectan de manera negativa el bienestar de la persona. Constituye una mezcla de diferentes frecuencias de sonido sin relación armónica y que a diferencia del sonido no tienen longitud de onda y distribución desordenada de frecuencias y amplitudes (Grijalfo, 2015, p.96)

- **Niveles de presión sonora continuo-equivalente.**

Según en D.S. 085-2003-PCM es el nivel de presión sonora constante, viene a ser la medición promedio que refleja los diversos valores instantáneos en un periodo de tiempo. Se representa como “LAeqT” y es el índice de referencia para evaluar la contaminación sonora, su unidad de medida es el decibelio (dB).

- **Tipos de respuesta**

Ramírez, en su investigación menciona los siguientes tipos de respuesta:

Ponderación “A”: El ruido lo mide como lo percibiría el oído humano y es el indicado para labores de monitoreo de ruidos ambientales.

Ponderación B: para niveles de presión intermedios

Ponderación “C”: utilizada para las mediciones de ruido proveniente de maquinarias, equipos, motores, etc.

- **Tiempo de respuesta**

Modo RÁPIDO (fast): Se utiliza cuando el ruido a medir se produce en forma discontinua, para captar los picos de ruido que ocurren de manera rápida y no son repetitivos.

Modo LENTO (slow): Se utiliza cuando la fuente de ruido se mantiene relativamente constante o para promediar niveles de ruido rápidamente variables, además es la que más se adapta al oído humano.

- **Sonómetro**

Los sonidos y vibraciones se miden con un sonómetro y es el instrumento más conveniente a utilizar cuando se trata de monitorear ruidos ambientales ya que están diseñados para responder al sonido como lo haría el oído humano y dar mediciones precisas (Grijalfo, 2015, p. 109).

En su libro reconoce 4 tipos de sonómetros:

- Tipo 0, son muy precisos y se utilizan en laboratorio.
- Tipo 1, de gran precisión y uso en terreno.
- Tipo 2, de gran precisión y de uso en campo.
- Tipo 3, su precisión es baja y se utiliza en campo

E. Ruido Vehicular

El nivel de ruido en una vía es el resultado de todos los ruidos emitidos por todos los vehículos que pasan por el punto de medición. (Ramírez, 2011, p.4)., en su investigación denomina ruido vehicular a aquellos sonidos excesivos y nocivos generados por el parque automotor de un determinado lugar, considerado uno de los principales contaminantes sonoros. Además, menciona como

principales factores que influyen en el ruido vehicular al flujo, la proporción de vehículos pesados y la velocidad.

- Mientras más vehículos circulen de manera simultánea por una vía hay mayor cantidad de fuentes de emisión de ruido
- El ruido causado por la interacción entre los neumáticos y el pavimento aumenta rápidamente con la velocidad (Salguero, 2013, p.2.)
- Otras variables vienen a ser la inclinación de la vía, tipo de asfalto, semaforización, etc.

EL ruido depende de las condiciones del tránsito vehicular y su estudio es importante para caracterizar este contaminante; de tal forma, que se pueda predecir los niveles de ruido asociados a las características de ese entorno (Subramani, Kavitha y Sivaraj, 2012, p.3).

La correlación del ruido y tráfico puede ser utilizada para estudiar el efecto de las medidas de gestión del tráfico, por ellos los efectos del flujo vehicular y del ruido van a depender siempre de la condición local, por lo que un estudio de este tipo debe hacerse individualmente de un caso a otro (Mardh, 2008, p.12).

F. Marco legal

La legislación peruana cuenta con un marco normativo de los niveles de ruido, el cual viene a ser el Decreto Supremo N° 085 – 2003 – PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, el cual en su artículo 4° establece que de los Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido, los niveles máximos de ruido en el ambiente no deben excederse, para proteger la salud humana. Esta norma considera zonas y horarios de aplicación

Tabla 1. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zonas de aplicación	Valores expresados en LAeqT	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de protección especial	50	40
Zona residencia	60	50
Zona comercial	70	60
Zona industrial	80	70

Fuente: D.S. N° 085 -2003-PCM

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se relaciona el tránsito y congestión vehicular con la contaminación sonora en vías de transporte público saturada, distrito de Trujillo, 2017?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación se justifica en la medida que busca aportar información significativa sobre la contaminación sonora generada por las condiciones del transporte urbano trujillano. Información que permitirá complementar estudios como los realizados por Transportes Metropolitanos de Trujillo (TMT) sobre vías saturadas en la ciudad. Y es que dentro de sus facultades y responsabilidades está el de declarar áreas o vías saturadas a aquellas secciones de tramos viales de su territorio o zonas de influencia, donde hay demanda de usuarios o exceso de oferta de servicio de transporte, congestionamiento vehicular y/o contaminación ambiental, pero sobre la base de estudios técnicos. Así mismo será una herramienta para que se puedan proponer acciones y/o medidas concretas para una gestión ordenada del transporte y hacer frente a la problemática de contaminación sonora generada por este y que perjudica silenciosamente a la población.

1.6. HIPÓTESIS

A mayor tránsito y condiciones de menor congestión vehicular, mayor contaminación sonora en vías de transporte público saturada, distrito de Trujillo, 2017.

Hipótesis Específicas:

- A mayor tránsito vehicular, mayor contaminación sonora en vías de transporte público saturada, distrito de Trujillo, 2017.
- A mayor velocidad, mayor contaminación sonora en vías de transporte público saturada, distrito de Trujillo, 2017.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo general

Relacionar el tránsito y congestión vehicular con la contaminación sonora en vías de transporte público saturadas del distrito de Trujillo.

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar la velocidad media espacial en vías de transporte público saturadas, distrito de Trujillo.
- Determinar el tránsito vehicular en vías de transporte público saturadas, distrito de Trujillo.
- Medir los niveles de ruido en las vías de transporte público saturadas del distrito de Trujillo.
- Evaluar los niveles de ruido respecto a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido en vías de transporte público saturadas, distrito de Trujillo.

II. MÉTODO

2.1. FASES DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

A. Primera fase

- Se identificó las vías denominadas saturadas en el distrito de Trujillo, en base a un estudio realizado por Transportes Metropolitanos de Trujillo.
- Reconocimiento de las vías saturadas y delimitación de tramos de estudio.

- Los puntos se eligieron teniendo en cuenta los criterios de puntos críticos y por conveniencia.

B. Segunda fase

- Las mediciones se realizarán por un tiempo de 2 horas (12:00pm – 2:00pm) en periodos de 10 min.
- Los días de monitoreo estarán comprendidos de lunes a viernes y se monitoreará un sentido de la vía por día.
- Se conformará un equipo de trabajo de campo, de 4 personas, a los cuales se les capacitará en la metodología para la toma de datos. Se les entregará un chaleco para que estén correctamente identificados.
- Para determinar la congestión vehicular se medirá a través de la velocidad media espacial, la cual según estudios anteriores es la manera cuantitativa de medir dicho fenómeno. Esta se hará de forma manual, dividiendo distancia y tiempo. La distancia se medirá en campo con una cinta métrica y para el tiempo, se utilizará dos cámaras filmadoras las cuales estarán al inicio y final de un tramo seleccionado, a fin de que estas permitan captar todos vehículos y la hora en que los vehículos inician y terminan de recorrer el tramo, a fin de obtener el tiempo de recorrido. Ya en gabinete estos serán procesados, se tomará una muestra de vehículos por cada periodo de 10 minutos de los cuales se calculará el tiempo que demoraron en recorrer el tramo seleccionado. Teniendo los datos de distancia y tiempo de cada vehículo, se procederá a determinar sus velocidades y después la media aritmética de dichas velocidades nos permitirá obtener la velocidad promedio del tramo.
Se considerará que hay congestión si las datos de velocidades registradas son menores al 60% de las velocidades de flujo libre establecidas en la Ordenanza Municipal N° 036 – 2014 – MPT.
- Para medir el tránsito vehicular se determinará el número de vehículos por hora, para lo cual se utilizará la modalidad de aforos manuales, que consiste en que un evaluador se colocará a la

mitad del tramo seleccionado e ira registrando en una ficha de campo el número de vehículos que pasan por el punto de control por periodos de 10 minutos durante las 2 horas de medición.

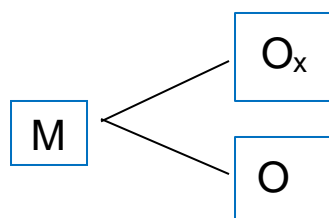
- Los niveles de ruido se medirán con un sonómetro integrador tipo I, el cual será calibrado en campo, cada día de medición. Este estará ubicado en un punto del tramo seleccionado a una distancia de 1.5 metros de cualquier superficie reflectante del ruido, en ponderación A y modo de respuesta fast. Se seguirán todas las especificaciones del “Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental”. Estas mediciones se harán en intervalos de 10 minutos durante 2 horas. En gabinete se evaluará si los decibeles registrados en campo superan el ECA para ruido en zona comercial, 70 dB(A), a fin de discutir la presencia de contaminación sonora en las zonas de estudio.

2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es del tipo descriptiva, de enfoque cuantitativo y de alcance correlacional.

2.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la presente investigación es del tipo No Experimental – Transversal – Correlacional. No experimental debido a que no se manipularan variables y se hará el estudio de una realidad en campo, transversal, porque la medición de las variables se realizará en un tiempo único, una sola vez para cada tramo de estudio y correlacional dado que evaluara la relación y/o interrelación de las variables en estudio.



Dónde:

M: Contaminación Sonora

Ox: Tránsito vehicular

Oy: Congestión vehicular

2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

2.4.1. Variables

- Variable Independiente: Tránsito vehicular y congestión vehicular
- Variable Dependiente: Contaminación sonora

2.4.2. Operacionalización

Cuadro 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala
Tránsito Vehicular	Referido al número de vehículos en un tramo de vía o pista por unidad de tiempo (TMT, 2015).	Mediante una ficha de registro se realizará el conteo de vehículos por periodos de 10 minutos durante las 2 horas de monitoreo.	$\frac{\# \text{vehículos}}{\text{hora}}$	Cuantitativa de razón
Congestión vehicular	Fenómeno por el cual un vehículo no puede desplazarse a la velocidad deseada, aumentando sus tiempos de viaje. (Thomson y Bull, 2002).	En el tramo de estudio se determinará la relación entre la distancia y el tiempo que demora un vehículo en recorrer un tramo seleccionado; con lo que se obtendrá la velocidad.	$\frac{\text{Km}}{\text{h}}$	Cuantitativa de razón
Contaminación Sonora	Es el exceso de ruido (sonido no deseado) que altera las condiciones ambientales (Grijalfo, 2016).	Utilizando un sonómetro se medirán los niveles de ruido por periodos de 10 minutos durante 2 horas de monitoreo.	dB	Cuantitativa de escala

Fuente: elaboración Propia

2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.5.1. Población: Vías saturadas del distrito de Trujillo.

2.5.2. Muestra: 10 vías saturadas del distrito de Trujillo.

Dentro de la cual se ha considerado sub-muestras:

1. Av. América Sur

Tramo 01: Calle India – Calle Filipinas (ambos sentidos)

2. Av. América Norte

Tramo 02: Calle Emilio Valdizán – Calle Chiriboga (ambos sentidos)

3. Av. Cesar Vallejo – Av. Los incas

Tramo 03: Av. Huayna Cápac – Calle Huáscar (ambos sentidos)

4. Av. Vera Enríquez – España – Eguren

Tramo 04: Av. Ejército – Calle Rimac (ambos sentidos)

5. Av. España – Pedro Muñiz

Tramo 05: Av. Alcides Carrión – Calle Nápoles (un sentido)

6. Av. Roma-Nazareth - España - 28Julio

Tramo 06: Calle Londres – Calle Alcides Carrión (ambos sentidos)

7. Av. Nicolás de Piérola

Tramo 07: Psj. Dunker Lavallo – Psj. Bernardo Alcedo (ambos sentidos)

8. Av. Perú

Tramo 08: Calle Urubamba – Calle Pastaza (ambos sentidos).

9. Av. La Marina

Tramo 9: Calle Inca Paulo – Calle Titu Cusi Huallpa (ambos sentidos).

10. Av. Víctor Larco

Tramo 10: Santa Lucia – Santa Clara (ambos sentidos).

2.5.3. Unidad de análisis: Cada uno de los tramos de estudio.

2.5.4. Muestreo: El muestreo es del tipo No Probabilístico – discrecional ya que se ha seleccionado las muestras de manera que estas sean representativas y de las cuales se puedan obtener los datos más precisos de utilidad para la presente investigación.

2.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

- **Técnicas**
 - Tránsito vehicular: Observación en campo
 - Congestión vehicular: Observación en campo
 - Contaminación sonora: Medición y observación en campo
- **Instrumentos**
 - Ficha para el registro de datos.

2.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Se realizará un análisis de relación entre la velocidad y tránsito vehicular con los niveles de ruido medidos en campo, para lo cual se utilizará la correlación de Pearson a un nivel de significancia de $p=0.05$, además de evaluar el grado de relación y si esta es directa o inversamente proporcional. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadísticos IBM-SPSS 24.0.

2.8. ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación se realizará teniendo en cuenta los principios de la ética en la investigación, respetando la autoría de otros trabajos y fuentes de información, mostrando parcialidad ante los intereses que pueda haber por la investigación, sin manipulación de datos o resultados ni cualquier otra práctica distante de la ética.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El trabajo de campo se desarrolló durante el mes de setiembre, donde se monitoreó las variables de tránsito vehicular, congestión vehicular y contaminación sonora en cada uno de los 10 tramos de vías saturadas propuestos; teniendo en cuenta que la variable “congestión vehicular” se caracterizó cuantitativamente a través de la medición de la velocidad y la variable “contaminación sonora” a través de la medición de los niveles de ruido comparados con el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido. El horario de medición fue en hora punta (12:00 pm – 2:00 pm), con intervalos de medición de 10 minutos, por lo que se obtuvo 24 valores para cada una de las variables en cada punto de monitoreo (12 por cada sentido); la base de datos general de las variables de velocidad, tránsito vehicular y niveles de ruido se encuentran en los Anexos N° 4; 5 y 6 respectivamente.

En tal sentido, se hizo un tratamiento estadístico (promedio) a los 24 valores obtenidos en cada uno de los puntos de monitoreo; obteniendo indicadores referenciales de las variables estudiadas en cada una de vías saturadas, los cuales se presentan a continuación:

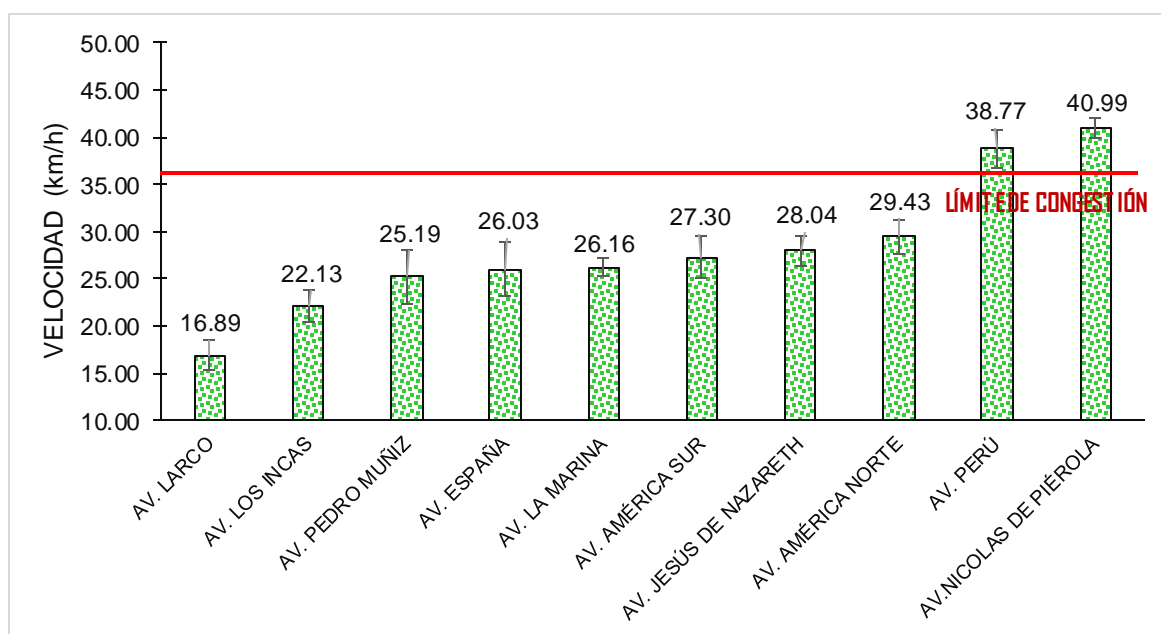


Figura 1. Velocidades promedio en vías de transporte público saturadas, distrito de Trujillo, 2017.

Elaboración propia

En la Figura 1 se aprecia que el menor valor de velocidad registrado en hora punta corresponde al tramo estudiado de la Av. Larco con 16.89 Km/h, mientras que el tramo de la Av. Nicolás de Piérola presenta el mayor valor de velocidad con 40.99 km/h.

Haciendo referencia a la variable congestión, de acuerdo con el sistema vial urbano de Trujillo, para vías metropolitanas las velocidades inferiores a 36 km/h son indicadores de congestión. En ese sentido, según los resultados de velocidad, los tramos estudiados de las avenidas Los Incas, América Sur, América Norte, Pedro Muñiz, La marina, Jesús de Nazaret, España y Larco presentaron congestión vehicular. Dicha situación podría deberse a diversas circunstancias específicas en cada uno de los tramos estudiados como malas maniobras de los conductores, vehículos estacionados ocupando parte de la vía y mayor circulación de vehículos, que de acuerdo con Thomson y Bull (2002) hacen que la capacidad de la vía se reduzca.

Por otro lado, los tramos de las avenidas Nicolás de Piérola y Perú, contrario a lo reportado por Transportes Metropolitanos de Trujillo (2015), no presentaron problemas de congestión vehicular ya que sus velocidades fueron superiores a los 36 km/h y en campo se observó que son vías amplias por lo que los vehículos se desplazaban con mayor orden y libertad. No obstante, dicha diferencia podría deberse a la metodología de evaluación en cada uno de los estudios, lo que condiciona las similitudes o diferencias que pueda haber en los resultados de campo respecto a las mismas variables estudiadas.

La siguiente variable evaluada fue el tránsito vehicular, cuyo estudio nos permite comprender su composición y sobre todo conocer los volúmenes vehiculares que están albergando actualmente las principales vías de Trujillo.

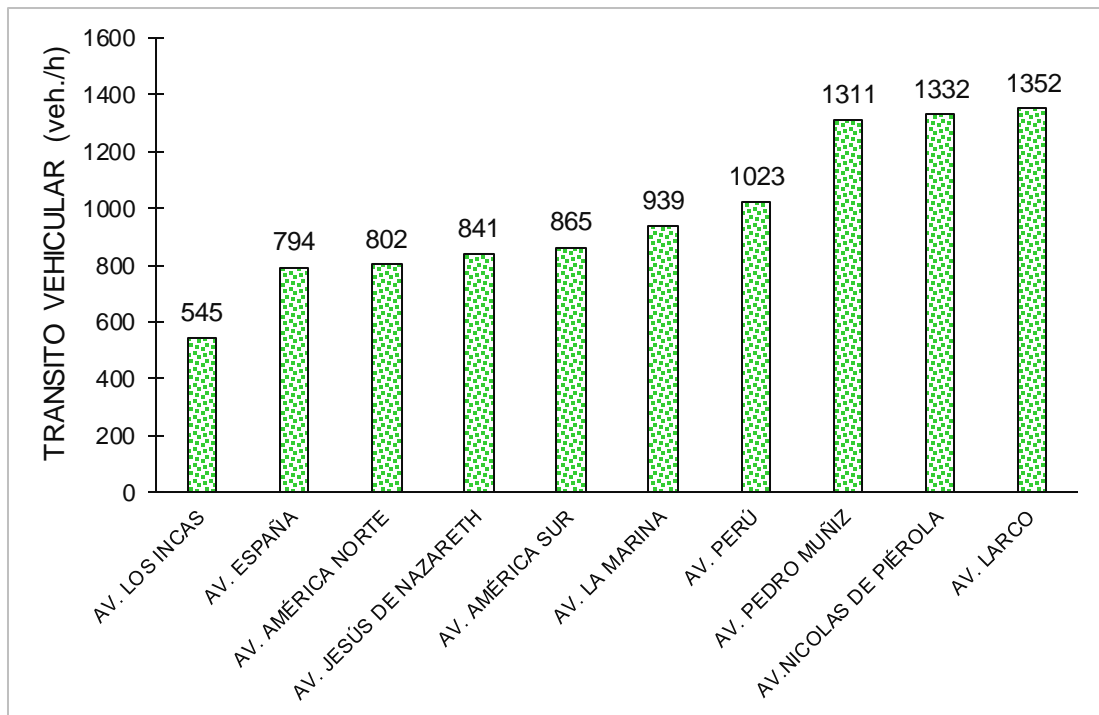


Figura 2. Tránsito vehicular promedio en vías de transporte público saturadas, distrito de Trujillo, 2017.
Elaboración propia

La figura presenta el tránsito vehicular promedio por sentido en cada uno de los tramos de vías estudiadas, donde se puede apreciar que el tramo estudiado de la Av. Los Incas presenta el menor tránsito vehicular (545 vehículos/hora), en comparación a los tramos de las avenidas Perú, Pedro Muñoz, Nicolás de Piérola y Larco que superan los 1300 vehículos/hora, siendo Larco la de mayor tránsito vehicular en hora punta (1352 vehículos); lo que coincide con lo reportado por Transportes Metropolitanos de Trujillo (2015) donde la avenida Larco y Nicolás de Piérola fueron las de mayor tránsito vehicular.

Por otra parte, se realizó las mediciones de los niveles de ruido Leq (A) (Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente) a fin de definir los tramos de vías saturadas que presentan contaminación sonora, así tenemos:

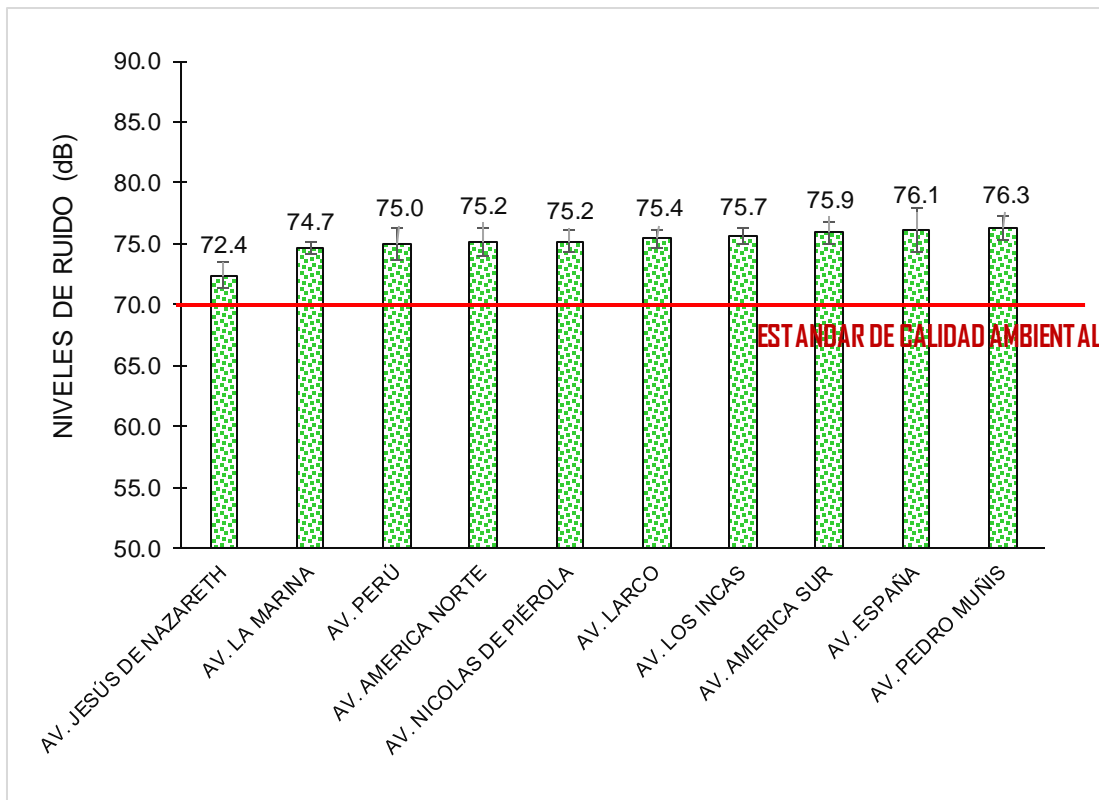


Figura 3. Niveles de ruido en las vías de transporte público saturadas del distrito de Trujillo, 2017.
Elaboración propia.

En la Figura 3 se aprecia que el menor nivel de ruido se registró en el tramo de la Av. Jesús de Nazareth con 72.4 dB(A), mientras que los valores más altos se presentaron en los tramos de las Av. Pedro Muñiz y Av. España con 76.3 dB(A) y 76.1dB(A) respectivamente. Así mismo, de acuerdo al cuarto objetivo específico se hace la comparación de los Niveles sonoros continuos equivalentes registrados con el Estándar de Calidad Ambiental de Ruido para zona Comercial en horario diurno (70 dB(A)), ante lo cual se aprecia que el total de vías exceden el estándar establecido, lo que evidencia y respalda la existencia de una problemática de contaminación sonora en vías declaradas como saturadas.

Por otra parte, haciendo un contraste con los resultados de las evaluaciones de ruido en zona comercial reportados por Mejía (2015) en su estudio de la calidad acústica diurna del distrito de Trujillo en el año 2012, se aprecia un aumento de los niveles de ruido en algunos puntos de estudio, tal es el caso de la Av. Jesús de Nazareth donde se reportó que los sus niveles de ruido variaban entre los 54.1 y 70.2 dB(A), mientras que actualmente se registra

un promedio de 72.4 dB(A). Quizás el incremento no sea mucho, pero se debe tener en cuenta que los valores de su estudio son referencia de los Niveles de Presión Sonora Día (Leq, D) mientras que en la presente tesis son referencia de un periodo de hora punta. Sin embargo, este aumento en un periodo de diferencia de 5 años (2012 – 2017) podría verse explicado por diversos factores entre ellos el crecimiento del parque automotor, aumento de líneas de transporte público en algunas vías, etc.

Relación de variables

A fin de responder al objetivo general propuesto, mediante la prueba estadística de Correlación de Pearson a un 95% de confiabilidad, se realizó un análisis de relación entre la contaminación sonora con la congestión y tránsito vehicular. Cabe resaltar, que para efectos de la presente prueba estadística se utilizará los términos que hacen referencia al modo cuantitativo en que se midió algunas variables; tal es el caso, de la congestión vehicular que será representada por la “velocidad” y, la contaminación sonora por los niveles de ruido.

El tratamiento reporta un grado de relación (r) y nivel de significancia (p), donde:

- **Hipótesis**

H₀: No hay relación ($p > 0.05$)

H₁: Hay relación significativa ($p < 0.05$)

- **Grado de relación**

0 – 0.2 Deficiente

0.2 – 0.4 Bajo

0.4 – 0.6 Regular

0.6 – 0.8 Bueno

0.8 – 1.0 Excelente

- **Signos**

(+) Directamente proporcional

(-) Inversamente proporcional

A continuación, se presenta los resultados del tratamiento estadístico:

Tabla 2. Correlación de los niveles de ruido con la velocidad y tránsito vehicular en vías saturadas del distrito de Trujillo.

Vías Saturadas	Relación	r	p
Av. Los Incas	Velocidad – Ruido	-0.625	0.030
	Tránsito vehicular - Ruido	0.795	0.002
Av. Pedro Muñís	Velocidad – Ruido	-0.680	0.015
	Tránsito vehicular - Ruido	0.663	0.019
Av. España	Velocidad – Ruido	-0.713	0.009
	Tránsito vehicular - Ruido	0.752	0.005
Av. La marina	Velocidad – Ruido	-0.160	0.619
	Tránsito vehicular - Ruido	0.631	0.028
Av. Perú	Velocidad – Ruido	0.215	0.501
	Tránsito vehicular - Ruido	0.763	0.004
Av. Jesús de Nazareth	Velocidad – Ruido	-0.504	0.094
	Tránsito vehicular - Ruido	0.687	0.014
Av. Nicolás de Piérola	Velocidad – Ruido	-0.367	0.241
	Tránsito vehicular - Ruido	0.236	0.461
Av. América Norte	Velocidad – Ruido	0.067	0.837
	Tránsito vehicular - Ruido	-0.072	0.824
Av. América Sur	Velocidad – Ruido	-0.193	0.548
	Tránsito vehicular - Ruido	0.004	0.991
Av. Larco	Velocidad – Ruido	-0.158	0.624
	Tránsito vehicular - Ruido	0.419	0.175

Elaboración propia.

En la Tabla N° 2 se observa que los tramos estudiados pertenecientes a las avenidas Los Incas, Pedro Muñís y España presentan un nivel de significancia ($p < 0.05$), por lo que se rechaza H_0 y se acepta que existe una relación significativa y de grado bueno en las dos relaciones propuestas, velocidad-ruido y tránsito vehicular-ruido. Mientras que las avenidas Perú, La Marina y Jesús de Nazareth presentan una relación significativa ($p < 0.05$) solo entre las variables de tránsito vehicular y ruido.

De las evidencias anteriores, respecto a la relación tránsito vehicular – ruido, se aprecia que es del tipo directa, es decir, que ante el incremento del tránsito vehicular habrá un incremento de los niveles de ruido o en este caso de la contaminación sonora, ello teniendo en cuenta que en todos los puntos de evaluación los niveles de ruido superaron el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido. Estos resultados coinciden con lo reportado por Visaga (2015) y Salguero, et al. (2013) en sus respectivos estudios en las localidades del Cercado de Lima y Salta – Argentina respectivamente.

Por otra parte, contrario a lo planteado en la hipótesis, la relación velocidad – ruido es del tipo inversa; donde sí las velocidades disminuyen, los niveles de ruido tienden a aumentar. De acuerdo con Salguero, et al. (2013), el ruido causado por el tránsito urbano proviene de los ruidos intrínsecos del vehículo como sonidos del tubo de escape, motor y fricción de los neumáticos con el pavimento, siendo este último el que aumenta con la velocidad de desplazamiento. Sin embargo, en el trabajo de campo se evidenció bajas velocidades y niveles de ruido altos; esto podría explicarse por la presencia de otro factor muy común en nuestra realidad local y nacional: el uso de la bocina, ya que ante situaciones de circulación vehicular lenta (bajas velocidades), el conductor recurre al uso de esta para abrirse paso o llamar la atención de otro vehículo. En este sentido, volviendo la mirada hacia el tipo de relación inversa entre la velocidad y ruido, si hablamos en términos de congestión, ello equivale a decir que a mayor congestión (menores velocidades) mayor será la contaminación sonora y en ese sentido decimos que la relación entre congestión y contaminación sonora es directa.

Finalmente, respecto a los tramos estudiados de las avenidas América Sur, América Norte, Nicolás de Piérola y Larco no existió evidencia suficiente para determinar una relación significativa ($p > 0.05$) entre la contaminación sonora con el tránsito y congestión vehicular. De los resultados se observó que para un mismo valor de tránsito o congestión vehicular existen diferentes valores posibles de niveles de ruido. Y esto es porque en estos tramos estudiados hubo diversos factores que probablemente influenciaron en los niveles de ruido medidos, como el tipo de vía, tipo de vehículo, bocinazos,

frenadas y aceleraciones innecesarias que hacen que el ruido que se percibe se deba al funcionamiento del transporte, sino que se relacione al comportamiento de los conductores y ello atañe a un problema de cultura y educación vial de nuestra localidad, Salguero, et al. (2013).

IV. CONCLUSIONES

- Los tramos de estudio de las Av. Los Incas, América Sur, América Norte, Pedro Muñiz, La marina, Jesús de Nazaret, España y Larco presentaron velocidades medias espaciales menores a los 36 km/h, lo que las cataloga como congestionadas.
- Los tramos de estudio de las Av. Pedro Muñis, Nicolás de Piérola y Larco fueron los de mayor tránsito vehicular con 1311, 1332 y 1352 vehículos/hora respectivamente.
- Los niveles de ruido para los 10 tramos de vías saturadas evaluadas se encuentran entre 72.4 – 76.3 dB(A).
- Los niveles de ruido registrados en los 10 tramos de vías saturadas evaluados superaron los 70 dB(A) – Estándar de Calidad Ambiental para el Ruido para zona comercial en horario diurno.
- El tránsito y congestión vehicular se relaciona directa y significativamente con la contaminación sonora en el 30% de tramos de vías saturadas estudiadas; seguido, de otro 30% de tramos que presenta una relación directa y significativa, pero solo entre las variables de tránsito vehicular y contaminación sonora.

V. RECOMENDACIONES

Una vez concluida la presente tesis, se considera interesante tener en cuenta otros aspectos como:

- Adicionar más puntos de monitoreos, a lo largo de cada vía saturada, para tener información más precisa de la situación de la vía.
- Variar los periodos de medición, distribuyéndolos de manera estratégica durante todo el día, ya que ello permitirá comprender mejor el comportamiento de las variables en caso se quiera ejecutar una medida de gestión de tránsito.
- En un futuro estudio, sería interesante considerar la variable de cultura vial de los conductores, de tal forma que se pueda evaluar su influencia en los niveles de ruido que se registran.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú. 31 de enero de 2003.
- GRIJALBO Fernández, Lucía. Elaboración de inventarios de focos contaminantes UF 1941 [en línea]. España: Tutor formación, 2016 [fecha de consulta: 09 de mayo de 2017].
Disponible en:
https://books.google.com.pe/books/about/Elaboraci%C3%B3n_de_inventarios_de_focos_con.html?id=pJ8mDAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
ISBN: 8416482276, 9788416482276
- MARDH, Selina [et al]. Noise Reduction in Urban Areas from Traffic and Driver Management. Report to European Commission silence project. 2008 [Fecha de consulta: 19 de junio de 2017]
Disponible:
https://www.researchgate.net/profile/Selina_Mardh/publication/265108157_Noise_Reduction_in_Urban_Areas_from_Traffic_and_Driver_Management/links/56c72bcb08ae408dfe52d1ac/Noise-Reduction-in-Urban-Areas-from-Traffic-and-Driver-Management.pdf
- MEJÍA Sorel, Danny. Determinación de la Calidad Ambiental Acústica Diurna del Distrito de Trujillo durante el Año 2012. Tesis (Maestro en Gestión Ambiental). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Post Grado, 2015.
- MONARCA, Nicolás y SILVA, Enrique. “Métodos de simplificación para la elaboración de mapas de ruido de ciudades”. En: TECNIACUSTICA 2015, 46 ° Congreso Español de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y Simposio Europeo sobre acústica virtual y Ambisonics. Vol. 46. Valencia, 2015. 43 – 50 pp. ISBN: 978-84-87985-26-3. ISSN: 2340-7441.

- MOZO Sánchez, José. Análisis de nivel de servicio y capacidad de segmentos básicos de autopistas, segmentos trenzados y rampas de acuerdo al manual de capacidad de carreteras HCM2000 aplicando MATHCAD. Tesis (Ingeniero Civil). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. 179 pp.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Informe de monitoreo ruido ambiental realizado del 8 al 10 de Julio de 2015 en el distrito de Trujillo. [en línea]. Trujillo, 2015. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2017].
 Disponible en: <http://sial.segat.gob.pe/documentos/informe-monitoreo-ruido-ambiental-realizado-8-10-julio-2015-distrito>
- QUINTERO, Julián. Efecto de la velocidad en la contaminación por ruido del tráfico vehicular en la ciudad de Tunja, Colombia. Revista Científica PUENTE [en línea]. Vol. 7, n°.2. Colombia, 2013. [Fecha de consulta: 3 de mayo del 2017]
 Disponible en: <https://revistas.upb.edu.co/index.php/puente/article/view/7204>
 ISSN: 1909 9851.
- RAMÍREZ. Alberto y DOMÍNGUEZ, Efraín. El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales [en línea]. Vol. 35, n°. 137. Bogotá, 2011. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2017].
 Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400009
 ISSN 0370-3908.
- SALGUERO, Argenti [et al]. Estudio de niveles de ruido ambiental debido al tránsito automotor en sitios de la ciudad de Salta. Energías Renovables y Medio Ambiente [en línea]. Vol. 31. Julio, 2013. [Fecha de consulta: 14 de mayo del 2017].
 Disponible en: <http://erma.asades.org.ar/index.php/ERMA/article/view/84>
 ISSN 0328-932X.

- SUBRAMANI, T.; KAVITHA, M.; SIVARAJ, K. P. Modelling Of Traffic Noise Pollution. International journal of engineering research and applications (IJERA) [en línea]. Vol. 2, n° 3. India, 2012. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2017]

Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/267803547_Modelling_Of_Traffic_Noise_Pollution
 ISSN: 2248-9622.
- Transportes Metropolitanos de Trujillo (TMT). Evaluación de área saturada de la red vial metropolitana de Trujillo. Octubre, 2015. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2017].

Disponible en: <http://sial.segat.gob.pe/documentos/informe-tecnico-evaluacion-area-saturada-red-vial-metropolitana>
- VISAGA, Sandra. Influencia del flujo de tráfico vehicular en la contaminación sonora del Cercado de Lima. CONCYTEC [en línea]. Vol. 4. Lima, 2015. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2017].

Disponible en:
http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPEU_e487a1c66d187ae7daf749a6a61dfed6
 ISSN: 2078-4015.

ANEXO N°1: Mapa de ubicación de puntos de monitoreo de ruido.



LEYENDA	
TRAMO 1: AV. AMÉRICA SUR	
TRAMO 2: AV. AMÉRICA NORTE	
TRAMO 3: AV. CÉSAR VALLEJO-LOS INCAS	
TRAMO 4: AV. VERA ENRIQUEZ-ESPAÑA-EGUREN	
TRAMO 5: AV. ESPAÑA-PEDRO MUÑIZ	
TRAMO 6: AV. ESPAÑA-28 JULIO	
TRAMO 7: AV. NICOLAS DE PIÉROLA	
TRAMO 8: AV. PERÚ	
TRAMO 9: AV. LA MARINA	
TRAMO 10: AV. VÍCTOR LARCO	

		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL	
CURSO: PROYECTO DE TESIS		ASESOR: ING. DANIEL MELÉN SORIEL	
ALUMNA: DANIE LAYZA CUEVA		LABOR: P-1	
PLANO: PUNTOS DE MONITOREO EN VÍAS SATURADAS DISTRITO DE TRUJILLO			
Fecha: INDICADA	Fecha: JUNIO, 2017		

ANEXO N°2: Ficha de registro para el monitoreo de ruido

FICHA DE REGISTRO PARA EL MONITOREO DE RUIDO							
Avenida:			Coordenadas:				
Código de punto:			Fecha:				
Responsable:							
FUENTE GENERADORA DE RUIDO							
Fija <input type="checkbox"/>			Móvil <input type="checkbox"/>				
N° de mediciones	Lmin	Lmax	LeqT	Hora	Observaciones	DESCRIPCION DE SONÓMETRO	
1						MARCA:	
2						MODELO:	
3						CLASE:	
4						SERIE:	
5						CALIBRACIÓN DE LABORATORIO	
6						FECHA	
7						CALIBRACION DE CAMPO	
8						ANTES DE MEDICIÓN	
9						DESPUES DE MEDICIÓN	
10							
11							
Descripción del entorno ambiental:							

Fuente: Resolución Jefatural N° 227-2013-MINAM, la cual dispone la publicación, para fines de Consulta Pública, del Proyecto de Decreto supremo que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental.

Modificado por: Layza Cueva, Marita Dafne

ANEXO N° 3: FICHA DE REGISTRO DEL TRÁNSITO VEHICULAR

TRAMO DE CARRETERA		
SENTIDO	←	→
RESPONSABLE		

PUNTO DE CONTROL		
COORDENADAS	NORTE:	ESTE:
DÍA Y FECHA		

HORA	INICIO	FIN	MICROS	COMBIS	COLECTIVOS	TAXIS	AUTOS Y CAMIONETAS	TRANSPORTE PESADO	MOTOS	TOTAL
1	12:00	12:10								
	12:10	12:20								
	12:20	12:30								
	12:30	12:40								
	12:40	12:50								
	12:50	1:00								
2	1:00	1:10								
	1:10	1:20								
	1:20	1:30								
	1:30	1:40								
	1:40	1:50								
	1:50	2:00								
TOTAL										

Elaboración Propia

ANEXO N° 4: BASE DE DATOS GENERAL DE RESULTADOS DE VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL

AVENIDA	SENTIDO	DISTANCIA DEL TRAMO (m)	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL (Km/h)											
			12:00	12:10	12:20	12:30	12:40	12:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50
Av. Los Incas	S1	68.70	24.0	22.9	23.7	24.2	20.8	22.4	26.8	23.6	22.4	24.9	28.9	25.9
	S2	118.85	22.1	20.4	19.2	21.2	16.9	19.0	20.2	19.5	17.3	21.7	19.1	23.9
Av. Perú	S1	85.40	33.5	40.8	42.3	39.6	33.8	38.7	36.2	39.7	37.9	40.4	38.4	40.9
	S2	91.16	37.6	42.1	38.8	41.6	36.8	38.3	39.4	37.2	40.0	41.9	36.0	38.5
Av. América Sur	S1	299.30	20.5	17.8	16.9	17.8	20.6	24.1	19.2	20.3	23.1	23.9	22.4	24.0
	S2	294.15	30.1	29.6	37.3	34.2	32.8	36.8	30.8	32.8	35.8	34.6	34.3	35.1
Av. América Norte	S1	105.80	24.9	26.8	28.1	26.6	30.5	28.7	26.7	26.0	29.3	29.1	32.4	31.7
	S2	108.20	29.8	31.8	30.5	33.2	33.9	29.2	26.9	27.8	29.4	29.7	30.4	32.7
Av. Pedro Muñiz	S1	144.80	24.3	21.6	22.9	26.5	19.1	26.4	26.9	26.0	25.9	25.0	27.8	29.9
Av. La Marina	S1	80.52	24.9	25.8	27.1	27.1	26.8	25.9	27.0	26.9	28.3	26.5	27.4	27.3
	S2	78.50	25.5	24.3	24.6	25.0	24.0	23.7	24.8	26.0	25.5	26.9	27.8	28.3
Av. Nicolás de Piérola	S1	110.75	39.7	43.4	40.1	39.3	40.3	41.4	42.6	41.9	43.1	42.3	41.4	42.7
	S2	105.40	41.1	39.9	41.9	40.6	39.1	40.8	42.4	40.4	38.9	38.0	39.2	43.3
Av. Jesus de Nazareth	S1	84.70	20.8	24.0	24.6	24.9	23.3	22.8	23.6	24.5	25.2	25.4	26.4	27.2
	S2	90.50	32.6	28.8	29.9	29.4	31.0	30.7	29.6	33.2	32.9	34.3	36.2	31.6
Av. España	S1	100	31.0	25.7	23.8	21.2	24.3	25.2	26.1	23.5	24.0	27.9	31.6	30.3
	S2	91.80	27.5	23.6	22.0	22.5	25.4	25.8	27.3	24.3	25.6	26.9	28.2	30.9
Av. Larco	S1	89.30	19.4	18.9	17.0	15.5	15.3	16.4	16.2	15.4	18.1	18.9	19.3	20.2
	S2	120.44	17.8	17.4	15.8	14.5	14.3	15.2	15.1	14.4	16.7	17.3	17.7	18.5

Elaboración propia

ANEXO N° 5: BASE DE DATOS GENERAL DE LOS RESULTADOS DE TRÁNSITO VEHICULAR

AVENIDA	SENTIDO	FLUJO VEHICULAR (# vehículos)											
		12:00	12:10	12:20	12:30	12:40	12:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50
Av. Los Incas	S1	85	82	108	100	99	92	88	94	108	104	82	99
	S2	94	100	95	85	99	80	78	91	82	72	75	82
Av. Perú	S1	142	161	184	180	171	185	187	180	182	153	162	145
	S2	193	211	187	159	168	187	174	178	197	139	130	127
Av. América Sur	S1	132	143	136	137	131	106	91	123	155	147	146	129
	S2	156	159	135	168	184	151	163	158	157	145	148	153
Av. América Norte	S1	128	142	131	159	167	137	146	147	139	141	118	128
	S2	140	122	131	133	130	123	139	120	129	105	132	117
Av. Pedro Muñís	S1	191	239	242	202	246	233	217	215	213	226	214	184
Av. La Marina	S1	168	158	140	158	137	162	156	155	160	142	158	149
	S2	131	140	137	169	181	197	149	176	137	152	177	158
Av. Nicolás de Piérola	S1	225	221	238	240	260	282	286	238	252	255	251	260
	S2	149	183	221	226	196	199	173	200	203	178	170	214
Av. Jesus de Nazareth	S1	214	183	164	168	183	203	201	193	169	179	164	167
	S2	92	118	106	111	100	103	104	77	90	83	97	87
Av. España	S1	143	179	186	221	177	173	169	182	188	163	153	154
	S2	85	100	115	103	98	84	87	100	76	79	88	67
Av. Larco	S1	215	212	233	256	252	247	243	252	222	218	211	209
	S2	234	200	213	230	247	223	231	219	205	225	201	202

Elaboración propia

ANEXO N°6: BASE DE DATOS GENERAL DE LOS RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO

AVENIDAS	NIVEL	NIVELES DE RUIDO (dB)																								
		SENTIDO 1												SENTIDO 2												
		12:00	12:10	12:20	12:30	12:40	12:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50	12:00	12:10	12:20	12:30	12:40	12:50	1:00	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50	
Av. Los Incas	Lmin	63.2	60.7	58.9	60.8	61.1	62.0	61.1	61.9	62	61.6	60.3	61.9	59.9	60.3	58.9	99.5	60	59.9	59.9	59.2	56.6	64.2	57.4	60.4	
	LeqT	74.9	74.7	76.3	76.6	76.1	75.3	75.2	76.2	77.2	76.3	75.0	75.2	76.0	77.0	75.2	76.1	77.8	74.8	74.3	75.8	73.4	74.6	74.2	75.4	
	Lmax	93.7	94.3	94.3	99.0	96.0	98.4	95.3	90.4	97.8	95.2	92.6	93.1	99.9	100	92	114	101	90.1	97.5	99.2	95.6	99	96.8	94.9	
Av. Perú	Lmin	53.6	60.0	54.5	60.1	60.1	59.2	58.1	58.5	57.6	57.8	59.3	58.5	61.1	58.2	56.6	59.5	58.4	57.2	61	60.3	61.5	58.8	57.8	60.3	
	LeqT	72.9	74.1	74.4	75.2	73.1	76.8	73.6	77.3	75.3	73.2	73.3	73.3	74.2	76.1	75.8	74.6	74.9	75.6	74.6	75.2	78.9	73.8	73.5	73.6	
	Lmax	91.8	94.2	95.5	101	92.9	107	88.6	107	96.5	92.9	94.6	96.3	90.9	103	96.7	93.4	90.6	97.3	93.9	93.9	99.9	96.9	92.2	95.8	
Av. América Sur	Lmin	53.7	53.7	57.1	55.2	52.4	56.5	56.6	53.1	55.9	54.1	55.1	53.7	59.4	59.2	56.4	55.7	58.6	57.6	60.6	58.5	57.1	51.8	56.3	54.9	
	LeqT	75.3	75.9	76.3	75.8	76.2	77	76.4	74.9	76.6	75.9	75.4	74.6	76.3	75.1	74.6	75.4	78.1	73.7	78.9	73.7	76.6	74.5	75.2	75.7	
	Lmax	101	92.8	95.4	92.9	94.1	97.4	103	90.2	95.7	91.4	99.0	94.4	103	117	94.3	94.9	104	91.9	113	95.8	102	92.2	96.1	96.6	
Av. América Norte	Lmin	67.7	68.2	68.5	59.4	60.3	56.8	56.9	56.1	57.7	56.5	557	56.1	57.1	56.0	58.1	55.8	55.5	56.1	59.1	55.3	55.7	57.2	56.1	53.9	
	LeqT	74.6	75.6	76.1	75.9	72.9	79.1	74.4	74.6	75.5	74.3	73.4	74.7	74.3	74.1	74.2	77.6	74.1	74.9	74.2	73.5	75.8	73.5	74.9	76.8	
	Lmax	92.7	92.3	101	106	89.7	106	91.9	94.2	104	88.1	89.9	101	96.2	95.1	96.9	109	96.2	96.5	89.3	93.2	97.1	90.9	98.8	108	
Av. Pedro Muñis	Lmin	58.3	54.4	55.5	52.3	57.1	57.4	55.1	55.1	56.2	54.5	53.8	64.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LeqT	74.4	75.2	78.5	75	80.3	76.6	74.7	75.2	76.6	74.9	74.1	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Lmax	91.3	94	100	96.5	105	94.2	96.2	94.6	96.1	94.4	91.2	95.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Av. La Marina	Lmin	60.9	59.5	59.6	58.1	64.7	61.1	69.9	61.4	59.8	58.5	60.6	55.7	59.0	59.8	60.2	60.0	59.9	62.0	62.8	60.8	60.2	58.9	59.9	58	
	LeqT	75.9	74.6	74.8	74.1	75.4	76.1	73.9	74.3	75.7	74.6	74.6	76	73.2	73.6	73.7	74.4	75.1	75.6	74.3	74.7	73.4	73.9	75.0	73.8	
	Lmax	96.6	94.9	97.0	96.1	94.9	98.8	91.6	90.0	95.9	96.4	96.2	101	93.8	89.8	92.8	91.8	92.2	93.6	89.1	92.4	90.6	95.3	97.1	101	
Av. Nicolás de Piérola	Lmin	59.4	58.6	63.6	61.3	61.7	63.4	63.3	63.7	62.8	60.7	59.1	61.5	61.3	56.8	59.7	59.8	98.8	61.3	60.4	60.8	59.6	61.5	59.1	62.0	
	LeqT	73.5	74.1	74.7	74.6	75.2	77	75.8	74.5	75.5	74.6	74.7	73.9	74.7	74.0	75.2	75.6	75.4	74.3	73.1	74.6	75.3	74.7	79.0	74.8	
	Lmax	96.5	95.3	90.9	91.5	96.0	102	95.1	94.6	98.4	92.8	96.7	93.1	98.8	100	102	96.1	61.1	94.6	97.0	89.5	101	94.7	105	98.6	
Av. Jesus de Nazareth	Lmin	58.3	59.1	54.3	57.8	58.0	58.8	53.6	57.6	57.1	55.7	53.8	56.7	58.4	54.9	55.8	56.4	55.4	58.5	56.5	53.9	52.9	51.9	55.8	55.8	
	LeqT	73.7	72.6	72.6	72.5	72.1	74.4	76.6	73.8	73.5	71.5	73	71.4	70.6	71.6	70	74.1	70.2	72.7	70.5	69.4	69.8	70.3	70.9	69.9	
	Lmax	93.0	93.1	95.4	93.6	92.3	94.0	106	94.2	95.6	91.9	90.2	84.9	90.4	98.9	90.1	91.8	90.3	89.8	90.6	84.5	87.0	87.7	88.4	92.1	
Av. España	Lmin	62.7	64.4	64.0	63.3	60.8	59.7	61.1	60.7	61.2	61.6	58.6	58.8	60.0	64.2	65.9	64.3	62.3	60.9	60.3	59.4	59.1	59.3	59.5	58.3	
	LeqT	75.7	72.1	76.5	74.9	76.6	73.0	76.1	73.6	76.0	74.7	73.2	73.5	74.6	79.2	79.6	77.6	76.7	77.4	75.5	76.7	75.4	75.7	76.5	76.0	
	Lmax	96.8	91.7	102	93	98.5	92.9	94.8	91.8	100	94.4	91.1	93.2	89.1	101	107	97.7	94.1	100	95.1	96.1	90.8	90.7	104	99.5	
Av. Larco	Lmin	59.3	59.1	59.9	61.2	60.2	60.8	60.6	58.4	59.0	59.8	59.9	59.1	60.7	56.8	61.4	62.4	66.5	61.8	62.0	56.7	59.3	62.0	61.4	59.6	
	LeqT	74.0	73.4	73.9	76.2	74.4	74.3	75.2	75.1	76.1	74.4	75.5	73.6	77.1	73.7	74.0	75.5	77.2	76.3	75.6	75.3	75.7	76.7	75.3	76.6	
	Lmax	91.6	90.0	90.0	94.5	91.9	94.6	92.6	95.2	94.1	92.4	99.0	91.6	100	93.6	95.2	101	98.3	96.9	94.5	94.6	97.2	95.1	96.7	94.3	

ANEXO N°7: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE SONÓMETRO.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LAC - 162 - 2016

Laboratorio de Acústica

Página 1 de

Expediente	91322	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la Metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Inter comparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	SERVICIO DE GESTION AMBIENTAL DE TRUJILLO SEGAT	
Dirección	Av. Manuel Vera Enriquez N° 171 Urb. Jorge Chávez - Trujillo	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	SVANTEK	
Modelo	957	
Procedencia	POLONIA	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	
Número de Serie	14544	
Micrófono	7052H	
Serie del Micrófono	38906	
Fecha de Calibración	2016-11-08 al 2016-11-09	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Responsable del Área de Electricidad y Termometría	Responsable del laboratorio
2016-11-09	Original Firmado por: EDWIN FRANCISCO GUILLEN MESTAS	Original Firmado por: HENRY DIAZ CHONATE



Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 815, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8020 Anexo 8601
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe

ANEXO N°8: FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO



Fotografía N°1: Equipo de Trabajo
Fuente: Propia



Fotografía N°2: Medición de los niveles de ruido en la Av. América Norte
Fuente: Propia



Fotografía N°3: Medición de la distancia de los tramos de estudio.
Fuente: Propia



Fotografía N°4: Calibración del sonómetro en campo.
Fuente: Propia