



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

Plan de Mitigación del Nivel de Ruido Ambiental producido por el tráfico vehicular en el área urbana del cantón Valencia.

Previo a la obtención del título de:
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Autora:
Katty Anabel Cabrera Rodríguez

Director de tesis:
Ing. Guillermo Law Blanco

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2014

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Katty Anabel Cabrera Rodríguez**, declaro que el trabajo aquí descrito de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Katty Anabel Cabrera Rodríguez

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. Guillermo Law, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la Egresada **Katty Anabel Cabrera Rodríguez**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera en Gestión Ambiental de grado titulada “**Plan de Mitigación del Nivel de Ruido Ambiental producido por el tráfico vehicular en el área urbana del cantón Valencia**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Guillermo Law Blanco
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

Plan de Mitigación del Nivel de Ruido Ambiental producido por el
tráfico vehicular en el área urbana del cantón Valencia.

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera en Gestión Ambiental

APROBADO:

Ing. Pedro Suatunce Cunuhay
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Mariela Díaz
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Darwin Salvatierra
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a las siguientes personas e instituciones, por el apoyo brindado para la culminación del presente trabajo de investigación.

A Dios por darme la fuerza y la voluntad para seguir luchando por mis objetivos, por llenar mi corazón humildad y alegría.

A mi familia quienes desde un principio de mi vida me motivaron y me apoyaron a crecer en lo largo de mi vida, por ser parte de ustedes compartiendo momentos inolvidables.

A mi novio por hacer que mis días sean llenos de felicidad, gracias por recordarme que siempre hay una luz al final del camino.

A la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ).

A los Docentes de la Facultad de Ciencias Ambientales, por compartir sus conocimientos con el fin de aportar en mi crecimiento profesional.

Al ingeniero Pedro Suatunce docente de la Facultad de Ciencias Ambientales, por haber compartido su tiempo cuando necesitaba su apoyo profesionalmente.

A todas aquellas personas que de una u otra forma han apoyado en el desarrollo, ejecución, y culminación del presente trabajo de investigación.

La felicidad es un artículo maravilloso: cuanto más se da, más le queda a uno"
Blaise Pascal

DEDICATORIA

A Dios por mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible, a mis padres por ser los pilares fundamentales en mi vida, quienes con su cuyo vivir me ha mostrado que en el camino hacia la meta se necesita de fortaleza para aceptar las derrotas y del sutil coraje para derribar miedos, porque estuvieron siempre junto a mí, a mis hermanos por el incondicional abrazo que me motiva y recuerda que detrás de cada detalle existe el suficiente alivio para empezar nuevas búsquedas, por compartir momentos inolvidables, a mi novio gracias por ser un fiel amigo y compañero, por tu amor, paciencia y dedicación, por levantarme en momentos de tristeza y llenarme de alegría porque sé que siempre contaré contigo incondicionalmente.

“Conocer el amor de los que amamos, es el fuego que alimenta la vida”.

Pablo Neruda

ÍNDICE

1.1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. HIPÓTESIS	3
2.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	5
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador	5
2.1.2. Ley de Gestión Ambiental.....	6
2.1.3. Libro VI, Anexo V – Límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones	6
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.2.1. Sonido	10
2.2.2. Propiedades del sonido	10
2.2.2.1. Intensidad	10
2.2.2.2. Amplitud.....	11
2.2.2.3. Frecuencia.....	11
2.2.2.4. Velocidad.....	12
2.2.2.5. Longitud de onda	12
2.2.2.6. Período	13
2.2.2.7. Potencia sonora.....	13
2.2.2.8. Presión sonora.....	13
2.2.3. Sonido y su propagación	13
2.2.4. Velocidad del sonido	14
2.2.5. Unidades de medida.....	14
2.2.5.1. Belio.....	14

2.2.5.2. Decibel (dB).....	14
2.2.6. Ruido.....	15
2.2.7. Características del ruido.....	15
2.2.8. Tipos de ruido.....	16
2.2.8.1. Según su intensidad.....	16
2.2.8.2. Según su frecuencia.....	16
2.2.8.3. Según su origen.....	17
2.2.9. Contaminación acústica.....	17
2.2.10. Causas de la contaminación acústica.....	18
2.2.10.1. Ruido urbano.....	18
2.2.10.2. Ruido por tráfico.....	18
2.2.10.3. Ruido industrial.....	21
2.2.11. Efectos sobre la salud.....	21
2.2.11.1. Efectos fisicopatológicos.....	21
2.2.11.2. Efectos psicológicos.....	22
2.2.11.3. Efectos lesivos.....	22
3.1. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	25
3.1.1. Localización de la investigación.....	25
3.1.1.1. Características climáticas y edafológicas.....	26
3.1.1.2. Sistema de movilidad y conectividad del área de investigación.....	26
3.1.2. Materiales.....	28
3.1.2.1. Materiales y equipos de oficina.....	28
3.1.2.2. Materiales de campo.....	28
3.1.3. Metodología.....	29
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31

4.1.	RESULTADOS	33
4.1.1.	Establecimiento de los puntos de muestreo de ruido	33
4.1.2.	Cuantificación de las fuentes móviles de ruido	34
4.1.3.	Determinación de los niveles de ruido ambiente	37
4.1.4.	Correlación entre el flujo vehicular y los niveles de ruido	39
4.2.	COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL TULSMA	43
4.3.	DISCUSIÓN.....	46
4.4.	PROPUESTA DEL PLAN DE MITIGACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL	47
4.4.1.	Introducción	47
4.4.2.	Objetivos.....	47
5.1.	CONCLUSIONES.....	51
5.2.	RECOMENDACIONES.....	52
6.1.	LITERATURA CITADA.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores	8
Tabla 2. Niveles de ruido y sus efectos.....	23
Tabla 3. Características climáticas y edafológicas.....	26
Tabla 4. Identificación de las fuentes móviles de ruido.	29
Tabla 5. Coordenadas UTM de los puntos de estudio.	34
Tabla 6. Cuadrados medios del número de vehículos de seis tipos de vehículos en doce puntos de muestreo.....	35
Tabla 7. Promedios del número de vehículos en los doce puntos de muestreo. ...	35
Tabla 8. Promedios del número de vehículos en el tipo de vehículo.	36
Tabla 9. Cuadrados medios del ruido (dB) de seis tipos de vehículos en doce puntos de muestreo.	37
Tabla 10. Promedios de ruido de los decibelios (dB) en los doce puntos de muestreo.	38
Tabla 11. Promedios de ruido de los decibelios (dB) en el tipo de vehículo.	38
Tabla 12. Coeficiente y probabilidad de la correlación entre los tipos de vehículos y los niveles de ruido (dB).....	39
Tabla 13. Comparación del promedio del ruido por tipo de vehículo registrado en los 12 puntos de muestreo con los límites permisibles del TULSMA.	43
Tabla 14. Programa propuesto para la mitigación de ruido producido por automotores.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Longitud de onda.	12
Figura 2. Esquicio del cantón Valencia.	25
Figura 3. Mapa de las coordenadas de los puntos de estudio.	33
Figura 4. Interacción entre punto de muestreo y tipo de vehículo.	36
Figura 5. Interacción del número de motocicletas con los decibelios.	40
Figura 6. Interacción del número de autos con los decibelios.	40
Figura 7. Interacción del número de furgonetas con los decibelios.	41
Figura 8. Interacción del número de buses con los decibelios.	41
Figura 9. Interacción del número de camionetas con los decibelios.	42
Figura 10. Interacción del número de camiones con los decibelios.	42
Figura 11. Esquema de mitigación del nivel de ruido ambiental.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Interacción de los decibelios entre punto de muestreo y tipo de vehículo. .58	58
Anexo 2. Promedios de los tipos de vehículos.....58	58
Anexo 3. Promedios de los tipos de vehículos.....59	59
Anexo 4. Promedios de los puntos de muestreo.....59	59
Anexo 5. Promedios de los puntos de muestreo.....60	60
Anexo 6. Promedios de las motocicletas.60	60
Anexo 7. Promedios de los autos.....61	61
Anexo 8. Promedios de las furgonetas.61	61
Anexo 9. Promedios de las camionetas.62	62
Anexo 10. Promedios de los camiones.62	62
Anexo 11. Medias de cuadrados mínimos de los decibelios.....63	63
Anexo 12. Medias de cuadrados mínimos de los vehículos.....65	65
Anexo 13. Datos recopilados de las mediciones con el sonómetro.68	68
Anexo 14. Datos recopilados de la cuantificación de los vehículos.74	74
Anexo 15. Sonómetro SLM (Sound Level Meter) modelo SL - 5868P.77	77
Anexo 16. Toma de datos en los diferentes puntos del cantón.....77	77

(DUBLIN CORE) ESQUEMAS DE CODIFICACIÓN			
1	Titulo/Title	M	“Plan de Mitigación del Nivel de Ruido Ambiental producido por el tráfico vehicular en el área urbana del cantón Valencia”.
2	Creador/Creator	M	Cabrera K. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
3	Materia/Subject	M	Ciencias Ambientales.
4	Descripción/Description	M	Se determinaron los niveles de ruido de seis tipos de vehículos en el cantón Valencia y se estableció el grado de asociación de los tipos de vehículo con los niveles de ruido, mediante la correlación. En algunos puntos muestreados, los niveles de ruido producidos por los vehículos sobrepasan los límites permitidos.
5	Editor/Publisher	M	FACAMB; Carrera de Ingeniería Forestal; Cervantes J.
6	Colaborador/Contributor	O	Ing. Guillermo Law Blanco
7	Fecha/Date	M	junio /2013
8	Tipo/Type	M	Tesis de grado.
9	Formato/Format	R	.docx MS Word 2010; .pdf
10	Identificador/Identifier	R	http://biblioteca.uteq.edu.ec
11	Fuente/Source	O	Investigación Ambiental.
12	Lenguaje/Language	O	Español
13	Relación/Relation	O	Ninguno
14	Cobertura/Coverage	O	Localización geoespacial electromagnética.
15	Derechos/Rights	M	Ninguno
16	Audiencia/Audience	O	Tesis de Pregrado/ BachelorThesis

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en el cantón Valencia provincia de Los Ríos, en el año 2013. Su principal objetivo fue determinar el ruido ambiental producido por el tráfico vehicular que se manifiesta en el área urbana. La medición de ruido, generados por los automotores en el cantón Valencia, se realizó en tres calles principales con mayor tráfico vehicular, las cuales fueron: la calle Sucre, la avenida 13 de Diciembre y la calle Rocafuerte. Se establecieron cuatro puntos en cada calle y se registró el ruido, en horarios de 7:00 a 10:00 am, de 12:00 a 3:00 pm y de 5:00 a 8:00 pm, por cada tipo de vehículo, los cuales fueron: motocicletas, autos, furgonetas, buses, camionetas y camiones. Además, se realizó la cuantificación de los tipos de vehículos. De acuerdo al estudio realizado en el cantón Valencia se determina que el nivel de ruido producido por el tráfico vehicular sobrepasa los límites máximos permisibles, por lo cual es necesario que el Municipio del cantón y las autoridades pertinentes implementen la propuesta del Plan de Mitigación del nivel de ruido ambiental enfocado en el tráfico vehicular, con la finalidad evitar problemas ambientales relacionados con el ruido y mejorar la calidad del ambiente del cantón Valencia.

ABSTRACT

The present research was carried out in the Valencia canton Los Ríos county, in the year 2013. Their main objective was to determine the environmental noise taken place by the vehicular traffic that is manifested in the urban area. The mensuration of the noise, generate by the vehicular traffic in the Valencia canton, was realized in three main streets with more vehicular traffic, which were: the Sucre street, the December 13 avenue and the Rocafuerte street. Four points was settled down in each street and the noise was registered, in the following schedules: 7:00 to 10:00 am, 12:00 to 3:00 pm and 5:00 to 8:00 pm, for each vehicle type, which were: motorcycles, cars, vans, buses, vans and trucks. Moreover, the quantification of the vehicles types was carried out. According to the study in the Valencia canton, it was determined that the noise level produced by the vehicular traffic surpasses to the permissible maximum limits, therefore it is necessary that the Municipality of the canton and the pertinent authorities implements the Plan of Mitigation of the environmental noise level focused in the vehicular traffic, with the purpose to avoid environmental problems related with the noise and improve the environmental quality of the Valencia canton.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Alrededor de todo el mundo, el desarrollo de la actividad del transporte genera impactos negativos como el consumo de energía, la contaminación por emisiones, partículas en suspensión, ruido, contaminación visual, ocupación del espacio público y accidentes. Entre estos, el ruido es uno de los que más efectos negativos ocasiona en la salud de las personas trayendo consigo enfermedades de tipo fisiológico y mental, debido a la afectación del entorno ambiental de quienes tienen contacto directo o se encuentran en áreas cercanas a las zonas dispuestas para el desarrollo de los flujos vehiculares en las ciudades (Ramírez, *et al.*, 2011).

Actualmente de las fuentes de ruido urbano existentes, los vehículos mecanizados aportan el 70% del ruido presente en las ciudades, y de él, el mayor aporte lo representan los vehículos de mayor tamaño. El transporte urbano produce impactos adversos que afectan el medio ambiente, la salud y la seguridad de los ciudadanos, la sociedad, la calidad de vida de la población (Quintero, 2012). El ruido es reconocido en la sociedad actual como una consecuencia de la urbanización, el crecimiento económico y el tráfico vehicular, que es la principal causa de molestia (Pacheco, *et al.*, 2009).

De acuerdo con lo anterior y atendiendo a las actuales tendencias en cuanto al estudio del comportamiento del ruido producido por el tráfico vehicular, la presente investigación tiene la finalidad de explicar dicho comportamiento a partir del estudio de los niveles de presión sonora encontrados en los puntos con mayores condiciones de movilidad crítica en la zona urbana del cantón Valencia y elaborar un Plan de Mitigación del nivel de ruido ambiental basado en la normativa del libro 6 anexo 5 del TULSMA que trata sobre el manejo del ruido, con la finalidad de mejorar el ambiente y la calidad de vida. Los principales beneficiarios de los resultados de esta investigación son los pobladores del cantón Valencia.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- Determinar el ruido ambiental producido por el tráfico vehicular que se manifiesta en el área urbana del cantón Valencia.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar y cuantificar las fuentes móviles de ruido mediante la caracterización del tráfico urbano en el área de estudio, por tipo y frecuencia del flujo vehicular.
- Determinar los niveles de ruido debido al tráfico urbano en los sitios de caracterización del flujo vehicular.
- Establecer la contribución de flujo vehicular en los niveles de ruido por tráfico, mediante el análisis de regresión y correlación.
- Proponer un plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en el cantón Valencia.

1.3. HIPÓTESIS

H₀: El ruido producido por el flujo vehicular en el área urbana del cantón Valencia no exceden los límites máximos permisibles del TULSMA.

H₁: El ruido producido por el flujo vehicular en el área urbana del cantón Valencia exceden los límites máximos permisibles del TULSMA.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador

Título II Derechos – Capítulo segundo, Derechos del buen vivir. Sección Segunda, Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Título II Derechos – Capítulo noveno, Responsabilidades

Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la Ley: (Numeral 6) Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

TÍTULO V Organización territorial del estado – Capítulo cuarto, Régimen de competencias

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

Numeral 1: Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.

Numeral 6: Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público dentro de su territorio cantonal.

2.1.2. Ley de Gestión Ambiental

TÍTULO I Ámbito y principios de la ley

Art. 1.- La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

2.1.3. Libro VI, Anexo V – Límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones

LIBRO V Anexo 5 – Introducción

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. La presente norma técnica determina o establece:

- Los niveles permisibles de ruido en el ambiente, provenientes de fuentes fijas

- Los límites permisibles de emisiones de ruido desde vehículos automotores
- Los valores permisibles de niveles de vibración en edificaciones
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido

La presente norma tiene como objetivo el preservar la salud y bienestar de las personas y del ambiente, mediante el establecimiento de niveles máximos permisibles de ruido. La norma establece además los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como disposiciones generales en lo referente a la prevención y control de ruidos.

Se establecen también los niveles de ruido máximo permisibles para vehículos automotores y de los métodos de medición de estos niveles de ruido. Esta norma establece los niveles máximos permisibles de ruido según la siguiente clasificación:

Límites máximos permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas.

a. Niveles máximos permisibles de ruido

- Medidas de Prevención y Mitigación de ruidos
- Consideraciones generales

b. De la medición de niveles de ruido producidos por una fuente fija.

c. Consideraciones para generadores de electricidad de emergencias.

d. Ruidos producidos por vehículos automotores.

e. De las vibraciones en edificaciones.

Ruidos producidos por vehículos automotores

La Entidad Ambiental de Control establecerá, en conjunto con la autoridad policial competente, los procedimientos necesarios para el control y verificación de los niveles de ruido producidos por vehículos automotores.

Se establecen los niveles máximos permisibles de nivel de presión sonora producido por vehículos, los cuales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores

Categoría de vehículo	Descripción	NPS Máximo (dBA)
Motocicletas		88
Vehículos livianos	Livianos con peso bruto menor a 2.500 kg, excepto los de tres o menor ruedas.	88
	Furgoneta con capacidad para 8 a 16 pasajeros.	88
Vehículos de pasajeros	Buseta con capacidad para 17 a 28 pasajeros.	90
	Bus con capacidad para 29 a 55 pasajeros.	90
Vehículos de carga	Peso neto de más de 3.500 kg.	90

Fuente: TULSMA, Libro VI, Anexo V.

De la medición de niveles de ruido producidos por vehículos automotores

Las mediciones destinadas a verificar los niveles de presión se efectuarán con el vehículo estacionado, a su temperatura normal de funcionamiento y acelerado a $\frac{3}{4}$ de su capacidad. En la medición se utilizará un instrumento decibelímetro, normalizado, previamente calibrado, con filtro de ponderación A y en respuesta lenta. El micrófono se ubicará a una distancia de 0,5 m del tubo de escape del vehículo y a una altura correspondiente a la salida del tubo de escape, pero en ningún caso será inferior a 0,2 m. El micrófono será colocado de manera tal que forme un ángulo de 45 grados con el plano vertical que contiene la salida de los gases de escape. En el caso de vehículos con descarga vertical de gases de escape el micrófono se situará a la altura del orificio de escape, orientado hacia lo alto y manteniendo su eje vertical, y a 0,5 m de la pared más cercana del vehículo.

Consideraciones generales: En la matriculación de vehículos por parte de la autoridad policial competente y en concordancia con lo establecido en las reglamentaciones y normativas vigentes, se verificará que los sistemas de propulsión y de gases de escape de los vehículos se encuentren conformes con el diseño original de los mismos; que se encuentren en condiciones adecuadas de operación los dispositivos silenciadores, en el caso de aplicarse y permitir la sustitución de estos dispositivos siempre que el nuevo dispositivo no sobrepase los niveles de ruido originales del vehículo.

La Entidad Ambiental de Control podrá señalar o designar en ambientes urbanos, los tipos de vehículos que no deberán circular o deberán hacerlo con restricciones en velocidad y horario, en calles, avenidas o caminos en que se determine que los niveles de ruido, debido a tráfico exclusivamente, superen los siguientes valores: nivel de presión sonora equivalente mayor a 65 dBA en horario diurno y 55 dBA en horario nocturno. La definición de horarios se corresponde con la descrita en esta norma.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. Sonido

Es una alteración física que es ocasionada por ondas sonoras, que puede ser detectada por el oído, esta alteración puede ser en un medio que sea gas, líquido o sólido por donde van a propagarse las ondas sonoras, la forma de propagación de las ondas sonoras puede ser de forma transversal o longitudinal (Reyes, 2001).

Mediante las vibraciones mecánicas se forma el sonido, por medio del aire estas vibraciones pueden llegar al oído interno.

Para que exista el sonido se requiere de tres elementos indispensables, que son:

- Fuente sonora
- Camino de transmisión
- Receptor

2.2.2. Propiedades del sonido

El sonido posee las propiedades siguientes:

2.2.2.1. Intensidad

Cuando el sonido es percibido la intensidad de este puede ser captada como fuerte o como débil. La intensidad está relacionada con la intensidad de la onda sonora correspondiente que también es llamada intensidad acústica, esta es una magnitud que da idea de la cantidad de energía que fluye por el medio como consecuencia de la propagación de la onda (Harris, 1995).

Una onda sonora posee una intensidad que es proporcional al cuadrado de su frecuencia y al cuadrado de su amplitud y disminuye con la distancia al foco. La magnitud de la sensación sonora depende de la intensidad acústica y 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 (Harris, 1995).

2.2.2.2. Amplitud

La onda del sonido posee una línea central, la amplitud es la distancia por encima y por debajo de esta línea, la cual es una línea horizontal, también llamada cero grados,

Para poder obtener el volumen del sonido se requiere de la mayor distancia de arriba y de abajo de la línea central (Harris, 1995).

2.2.2.3. Frecuencia

Los Hercios (Hertz, Hz) son utilizados para poder medir la frecuencia, estos nos permiten saber a cuantos ciclos por segundo va la 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.

Para el tono o altura de un sonido depende de su frecuencia, es decir, del número de oscilaciones por segundo (Harris, 1995).

2.2.2.4. Velocidad

Dentro del sonido la velocidad es la propiedad más simple y precisa del sonido, la velocidad del sonido en un medio puede medirse con gran precisión.

La velocidad es independiente de la frecuencia y la intensidad del sonido, dependiendo únicamente de la densidad y la elasticidad del medio. En la velocidad del sonido la temperatura del aire tiene un efecto significativo ya que por cada aumento de 1 °C en la temperatura, la velocidad aumenta en aproximadamente 0,61 m/seg (Harris, 1995).

2.2.2.5. Longitud de onda

A través de un medio elástico como puede ser el aire se propaga el sonido el cual es un movimiento ondulatorio.

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 (Harris, 1995).

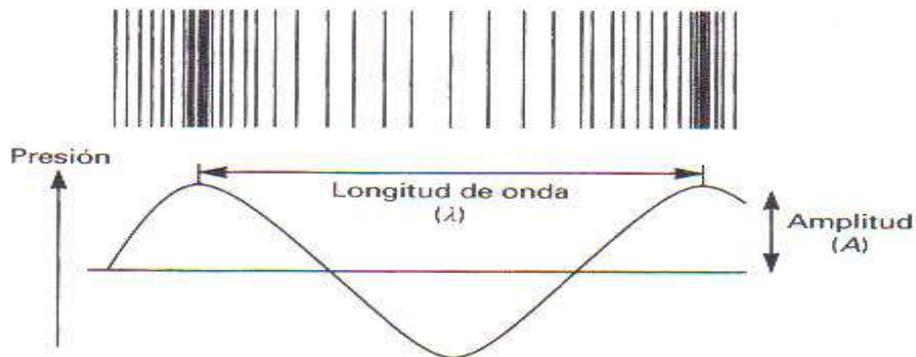


Figura 1. Longitud de onda.

Fuente: (Harris, 1995).

2.2.2.6. Período

El periodo del sonido consta en el tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de oscilación medido en segundos (Harris, 1995).

2.2.2.7. Potencia sonora

Esta es definida como la energía presentada en la unidad de tiempo por una fuente sonora determinada (Harris, 1995).

2.2.2.8. Presión sonora

Cuando un sonido es generado la presión del aire cambia ligeramente según avanza la onda de propagación, ya sea que va 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 es muy pequeña y tolerable, porque es mil veces es menor que la presión atmosférica que solamente provocará dolor en los oídos y riesgo de pérdida auditiva (Harris, 1995).

2.2.3. Sonido y su propagación

Las ondas que se propagan a lo largo de un muelle como consecuencia de una compresión longitudinal del mismo, constituyen un modelo de ondas mecánicas que se iguala a la forma en la que el sonido se genera y se propaga.

Las ondas sonoras se producen también como consecuencia de una compresión del medio a lo largo de la dirección de propagación, por lo tanto son ondas longitudinales (MAHEHA, 2001).

2.2.4. Velocidad del sonido

Cuando la temperatura es de 0 °C, la presión atmosférica es de 1 atm (nivel del mar) y una humedad relativa del aire seco de 0%, la velocidad del sonido es de 331,5 m/s.

En la velocidad del sonido depende el tipo de materia, el sonido tiene mayor velocidad en los sólidos que en los líquidos y la velocidad del sonido en los líquidos es más veloz que en los gases, esto es debido a que las partículas en los sólidos se encuentran más cerca (García, 2003).

2.2.5. Unidades de medida

En el sonido las unidades de medida son las siguientes:

2.2.5.1. Belio

El belio es la unidad con la que se miden diversas magnitudes relacionadas con la sensación fisiológica originada por los sonidos (Reyes, 2001).

Por ejemplo:

- Sonoridad
- Intensidad acústica
- Poder amplificador o atenuador

2.2.5.2. Decibel (dB)

El decibel es una unidad para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de

presión, de potencia o de intensidad sonora, es diez veces el logaritmo decimal de su relación numérica el belio (Reyes, 2001).

2.2.6. Ruido

El ruido es proveniente del vocablo latino “rugitus” el cual significa rugido, es un sonido no deseado conocido generalmente como un contaminante que distorsiona un ambiente estable, produciendo daños a la salud humana, La intensidad del ruido se expresa en decibeles (dB) y se miden con unos instrumentos llamados sonómetros (Garavito, 2007).

2.2.7. Características del ruido

Con respecto a otros contaminantes el ruido presenta grandes diferencias, sus características son las siguientes:

- Es el contaminante más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en sus efectos en el ser humano.
- Se percibe solo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto; (esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor, tacto y sabor).
- Es un contaminante localizado, afecta a un entorno limitado a la proximidad de la fuente sonora (Garavito, 2007).

2.2.8. Tipos de ruido

Para la clasificación del ruido existen tres tipos, a continuación se describe cada uno de ellos:

2.2.8.1. Según su intensidad

El ruido se puede clasificar en función de la intensidad, a continuación:

- **Ruido estable:** Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango inferior o igual a 5 dB (A) lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.
- **Ruido fluctuante:** Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dB (A) lento, observado en un período de tiempo igual a un minuto.
- **Ruido imprevisto:** Es aquel ruido fluctuante que presenta una variación de nivel de presión sonora superior a 5 dB (A) lento en un intervalo no mayor a un segundo.
- **Ruido de fondo:** Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación (TULSMA, Libro VI, Anexo V).

2.2.8.2. Según su frecuencia

El ruido también se puede clasificar en función de la frecuencia, a continuación:

- **Ruido blanco:** Es aquel con espectro plano, tiene la misma energía en todas las frecuencias.

- **Ruido rosa:** Es aquel con espectro no plano, su intensidad decae tres decibelios por octava.
- **Ruido tonal:** Es aquel que presenta en su espectro una marcada componente tonal, puede oírse en su tono puro (Madrid, 2009).

2.2.8.3. Según su origen

El ruido también se puede clasificar según su origen en que es producido, a continuación:

- **Ruido de la fuente:** Es aquel ruido producido por una fuente aislada y se lo mide en puntos bien definidos alrededor de la misma.
- **Ruido de la comunidad:** Es aquel ruido que se mide para evaluar las molestias en ambientes comunitarios, como en casa, la calle, entre otros.
- **Ruido en el ambiente laboral:** Es aquel ruido presente en el ambiente laboral y se mide para determinar el riesgo de pérdidas de la audición o las molestias que puede generar el ruido.
- **Ruido ambiente:** Es aquel ruido total en un ambiente dado.
- **Ruido de fondo:** Es el nivel de ruido ambiente sobre el que se deben presentar las señales o medir las fuentes de ruido (Madrid, 2009).

2.2.9. Contaminación acústica

Es el exceso de sonido provocado por las actividades humanas que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona, el término

“contaminación acústica” está estrechamente relacionado con el ruido debido a que esta se da cuando el ruido es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos negativos fisiológicos y psicológicos en las personas (Wikipedia, 2013).

2.2.10. Causas de la contaminación acústica

Las principales causas de la contaminación acústica son las siguientes:

2.2.10.1. Ruido urbano

Es originado fundamentalmente por el tráfico vehicular y en menor cuantía por el tráfico aéreo, las actividades industriales o artesanas, las obras públicas, entre otros, a continuación se detallara más acerca del tráfico vehicular (Flores, 1990).

2.2.10.2. Ruido por tráfico

El ruido de tráfico es una secuencia de sumas simultáneas de los niveles sonoros variables, generados por los distintos vehículos que forman dicho tráfico. Si la intensidad de tráfico en una carretera es baja, el paso de los vehículos es casi independiente del resto, con periodos durante los cuales el ruido se mantiene casi constante, en el nivel de fondo. A medida que la intensidad de tráfico aumenta, cada vez se escucha menos el ruido de fondo, cuando el tráfico es muy elevado el ruido es constante (Flores, 1990).

Las continuas variaciones del nivel de sonido con el tiempo son debidas a:

- La fluidez del tráfico.
- El estado de conservación del vehículo.
- La pendiente de la carretera o autopista.
- La influencia de la forma de conducción.

- El carácter aleatorio del tráfico en calles y carreteras.
- Las condiciones de propagación sonora desde la vía de circulación al observador.
- La distinta velocidad de los vehículos, directamente relacionada con la emisión sonora.

Además, existen variables que determinan el ruido final ambiental del ruido por tráfico, entre ellas se encuentran las siguientes:

- **Motor**

Irradia el ruido de las explosiones y mecanismos en movimiento, entre los motores más ruidosos se encuentra el de diésel que supera al de gasolina, debido a que el proceso de combustión requiere mayor presión, a más de mayor velocidad de crecimiento en esta última fase de combustión; puede producir hasta 78 dB (A).

- **Admisión del aire**

Al pasar a través del filtro llega hasta los 75 dB (A).

- **Ventilador de refrigeración del motor**

Alcanza niveles hasta 82 dB (A)

- **Escape**

Emana ruido directamente hacia el exterior de hasta 85 dB (A).

- **Carrocería**

Produce ruido por efectos mecánicos, aerodinámicos o por algunas vibraciones, identificados principalmente en el transporte pesado.

- **Frenos**

Por lo general son poco ruidosos, a excepción de los usados por camiones y buses que son frenos de aire.

- **Los cláxones, bocinas, timbres, silbatos, campanas u otros aparatos análogos**

El uso de bocinas o cualquier otra señal acústica dentro del casco urbano es uno de los principales problemas, en cuanto evidencia la falta de respeto de los conductores hacia el peatón; salvo en los casos inminentes de peligro de atropello o colisión o que se trate de servicios públicos de urgencia (policía, bomberos y asistencia sanitaria, ambulancias), el uso de ellos debe ser limitado.

- **Neumáticos**

A ciertas velocidades su efecto es superior a las demás fuentes, ya que para velocidades menores a 60 km/h alcanzan hasta 75 dB (A) mientras que si se supera dicha velocidad pueden alcanzar 95 dB (A).

- **Por el pavimento**

El pavimento liso es más ruidoso que el pavimento drenante debido a que absorbe parte de la energía sonora emitida por las fuentes móviles.

2.2.10.3. Ruido industrial

El ruido industrial está originado fundamentalmente por el funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas de una industria y por toda su actividad interna. La progresiva molestia que produce el ruido industrial está relacionada directamente con toda una serie de factores objetivos, tales como el aumento del nivel de industrialización en todo el mundo, la paulatina concentración de la actividad industrial en espacios limitados y el aumento de la potencia de las máquinas. En líneas generales, el ruido industrial se caracteriza por presentar niveles de presión acústica relativamente elevados, con carácter impulsivo o ruidos de alta intensidad y corta duración (Flores, 1990).

Las obras públicas o la construcción tienen una gran importancia como causa de molestia, los compresores, martillos neumáticos, excavadoras y vehículos pesados de todo tipo producen unos niveles de ruido tan elevados que, al margen de la significación de prosperidad y desarrollo que puedan simbolizar, son el blanco de muchas de las quejas de los residentes de las ciudades (Flores, 1990).

2.2.11. Efectos sobre la salud

Los efectos del ruido en la salud se catalogan en tres tipos de efectos, a continuación se detallan las siguientes:

2.2.11.1. Efectos fisicopatológicos

Son aquellos que afectan físicamente al organismo en sus funciones, los síntomas que presentan son:

- Aumento de la presión arterial.
- Aceleración de la respiración y del pulso.

- Aumento de la fatiga y dificultad para dormir.
- Disminución del peristaltismo digestivo que ocasiona gastritis o colitis.
- Problemas neuromusculares que ocasionan dolor y falta de coordinación (Esmas, 2012).

2.2.11.2. Efectos psicológicos

Los síntomas que presentan son:

- Aumento de la irritabilidad, estados histéricos y neuróticos.
- Disminución de la concentración, la efectividad y la productividad (Esmas, 2012).

2.2.11.3. Efectos lesivos

Son aquellos que afectan cuando una persona está expuesta al ruido excesivo, los síntomas que presentan son:

- Pérdida auditiva.
- Silbido en los oídos, efecto que se presenta después de una intensa agresión acústica (Esmas, 2012).

En la siguiente tabla se presenta la escala numérica de decibeles así como los posibles efectos que esos niveles producen sobre las personas.

Tabla 2. Niveles de ruido y sus efectos.

Decibelios	Características especiales
130	Nivel percibido a unos 10 metros de distancia de un avión, el ruido es absolutamente insoportable y doloroso.
120	Nivel emitido por el reactor de un avión volando a 50 metros, muy peligroso, se necesita protección del oído.
110	Nivel de discotecas, conciertos de rock y a 100 metros de un avión aterrizando, son peligrosos y muy molestos.
90	Nivel de un vehículo pesado circulando a 60 km/h y percibido a unos 10 metros, muy peligroso si la exposición se produce por largo tiempo.
80	Nivel de ambientes bastante ruidosos, como una calle con tránsito intenso o electrodomésticos como aspiradoras o lavadoras.
70	Nivel de un ambiente ruidoso, habitual en zonas comerciales y muchos bares, en el interior de un tren o de un coche.
60	Nivel de un ambiente poco ruidoso y es el nivel habitual de sonido de la voz en una conversación normal.
50	Nivel de un ambiente tranquilo, es el nivel habitual en una sala de estudio.
40	Nivel de un ambiente de calma y admisibles para mantener el sueño.
Menor o igual a 30	Ambientes silenciosos.

Fuente: (García, 2003).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en cantón Valencia, ubicada en el norte de la Provincia de Los Ríos, Ecuador. Sus coordenadas geográficas son 0°57'9" Latitud Sur y 79°20'54" Longitud Oeste, expresado en el sistema UTM WGS84 Zona 17 Sur: 683789 y 9894675, tiene una extensión aproximada de 987 km² y limita con los siguientes cantones: Al norte con la provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas, al oeste con el cantón Buena Fe, al sur con el cantón Quevedo y al este con los cantones La Maná y Sigchos de la provincia de Cotopaxi.

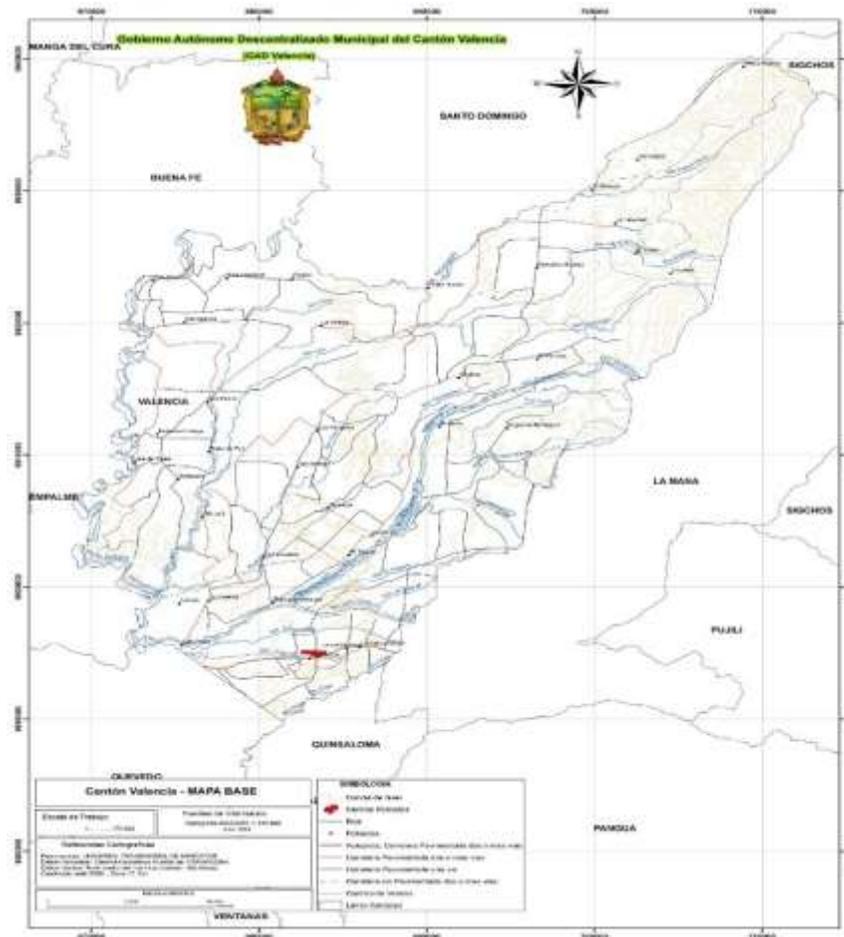


Figura 2. Esquicio del cantón Valencia.

Fuente: (Infoterra, 2012).

3.1.1.1. Características climáticas y edafológicas

Las características climáticas y edáficas del sitio de la investigación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Características climáticas y edafológicas.

Variables	Características Climáticas y Edafológicas
Altitud	95 msnm
Clima	Tropical monzónico
Heliofanía	870 horas anuales
Humedad relativa	79 y 84%
Temperatura media anual	24 °C
Nubosidad	7 a 8 octavos
Precipitación media anual	2.000 a 2.500 mm

Fuente: Estación Meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2007).

3.1.1.2. Sistema de movilidad y conectividad del área de investigación

En el cantón Valencia existe un sistema de movilidad y conectividad conformado de la manera siguiente:

- **Vialidad**

La red vial está compuesta mayormente por vías de tercer orden (343,02 km) que son caminos vecinales que conectan a la mayoría de los recintos y caseríos; las vías de segundo orden, con aproximadamente 205,21 km de carreteras lastradas en buen estado y finalmente las vías de primer orden que son aquéllas que tiene

recubrimiento de asfalto y actualmente cubren un red de 77,43 km principalmente entre el centro y sur del territorio cantonal.

- **Parque automotor**

El cantón Valencia cuenta con dos tipos de transporte que son los siguientes:

- **Transporte intercantonal**

Se encuentra la cooperativa de transporte Valencia con 67 unidades, la cooperativa de taxis “Gregorio Valencia” con 22 unidades.

Asimismo, en el cantón Valencia operan tres asociaciones de tricimotos que son: La asociación de tricimotos ejecutivos “Valencia” con 40 unidades, la compañía de tricimotos “Transtrival” con 32 unidades y la asociación de tricimotos y afines “ciudad de Valencia” con 32 unidades.

- **Transporte interprovincial**

Se encuentran las cooperativas de transporte Macuchi, Cotopaxi, Ciro, Ambato, La Mana.

3.1.2. Materiales

3.1.2.1. Materiales y equipos de oficina

- Anillados
- Bolígrafos
- Computador
- Cartuchos
- Calculadora
- Cartas IGM escala 1:50000
- Flash memory
- Hojas de papel formato A₄
- Internet
- Impresora
- Libreta
- Resmas de papel

3.1.2.2. Materiales de campo

- Bolígrafo
- Cámara fotográfica digital
- G.P.S. (Sistema de Posicionamiento Global)
- Libreta de campo
- Sonómetro SLM (Sound Level Meter) modelo SL - 5868P

3.1.3. Metodología

Mediante el mapa del cantón Valencia se estableció los puntos de estudio en las zonas con mayor tráfico vehicular, las cuales son la calle Sucre, la avenida 13 de Diciembre y la avenida Rocafuerte, en donde se realizó la identificación de los vehículos, mediante un formato previamente diseñado para el caso, el cual se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Identificación de las fuentes móviles de ruido.

Categoría de vehículo	Tipo de vehículo
Motocicletas	Motos
Vehículos livianos	Autos
Vehículos de pasajeros	Furgonetas, Buses
Vehículos de carga	Camionetas, Camiones

Elaborado por: Cabrera (2014).

Para la cuantificación de las fuentes móviles de ruido se procedió a cuantificar en horarios de 7:00 a 10:00 am, de 12:00 a 3:00 pm y de 5:00 a 8:00 pm, en un tiempo de 10 minutos, durante un mes, desde el 25 de noviembre hasta el 22 de diciembre del 2013. Para determinar los niveles de ruido se procedió a realizar las mediciones en los mismos horarios ya señalados, durante dos meses, desde el 2 de septiembre hasta el 24 de noviembre del 2013.

Se utilizó un sonómetro marca SLM (Sound Level Meter) modelo SL - 5868P que se encuentra normalizado y calibrado, con sus selectores en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta (slow). El micrófono del instrumento de medición se ubicó a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo y a una distancia de tres metros de la fuente, se determinó el Nivel Máximo (Lmax), durante un período de 5 minutos de medición y se realizó tres repeticiones en cada punto de estudio.

Para establecer la contribución de flujo vehicular con los niveles de ruido por tráfico se realizó un análisis de regresión y correlación con la finalidad de medir la el grado de asociación o contribución que tiene el flujo vehicular con los niveles de ruido por tráfico. El análisis de regresión se realizó utilizando el programa Excel versión 2013 y el análisis de correlación utilizando en el programa SAS 2004 versión 9.

La propuesta de plan de mitigación del nivel de ruido ambiental se elaboró utilizando las estrategias y técnicas enfocadas a minimizar el ruido producido por el tráfico vehicular, siguiendo los requisitos definidos en la normativa del Libro VI, anexo V del TULSMA que trata sobre el manejo del ruido.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es tipo exploratorio, porque se realizó la medición del ruido ambiente producido por el tráfico vehicular, con la finalidad de determinar si los niveles de ruido se encuentran dentro de los límites permisibles. Además, incluye la investigación correlacional, ya que se determinó el grado de asociación del ruido con el flujo vehicular y los tipos de vehículo. Se aplicó el proceso de análisis, síntesis y la inducción, mediante la inferencia estadística.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Los puntos de muestreo para la lectura del ruido se ubicaron de forma aleatoria. El registro del ruido se realizó de forma sistemática, en tres horarios de 7:00 a 10:00 am, de 12:00 a 3:00 pm y de 5:00 a 8:00 pm, en un tiempo de 10 minutos, durante un mes. Para las comparaciones de medias de los tratamientos se realizó la prueba de “F” al 5% de probabilidad de error, utilizando el programa estadístico SAS Versión 9 (2004).

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

El parque automotor del catón Valencia está conformado por 67 unidades de buses, 22 unidades de autos, 104 unidades de tricimotos y un indeterminado número de buses y camiones interprovinciales que circulan por la ciudad Valencia. La muestra constituyó el número de vehículo que circulaban durante las dos horas de registro de datos, en cada uno de los horarios establecidos.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Establecimiento de los puntos de muestreo de ruido

Se eligieron doce puntos de muestreo para la medición del ruido, que se encuentran ubicados en las tres calles principales. En la calle Sucre se eligieron cuatro puntos, en la avenida 13 de Diciembre se eligieron cuatro puntos y en la avenida Rocafuerte se eligieron cuatro puntos (Figura 3). Las coordenadas de los puntos de muestreo se indican en la tabla 5.

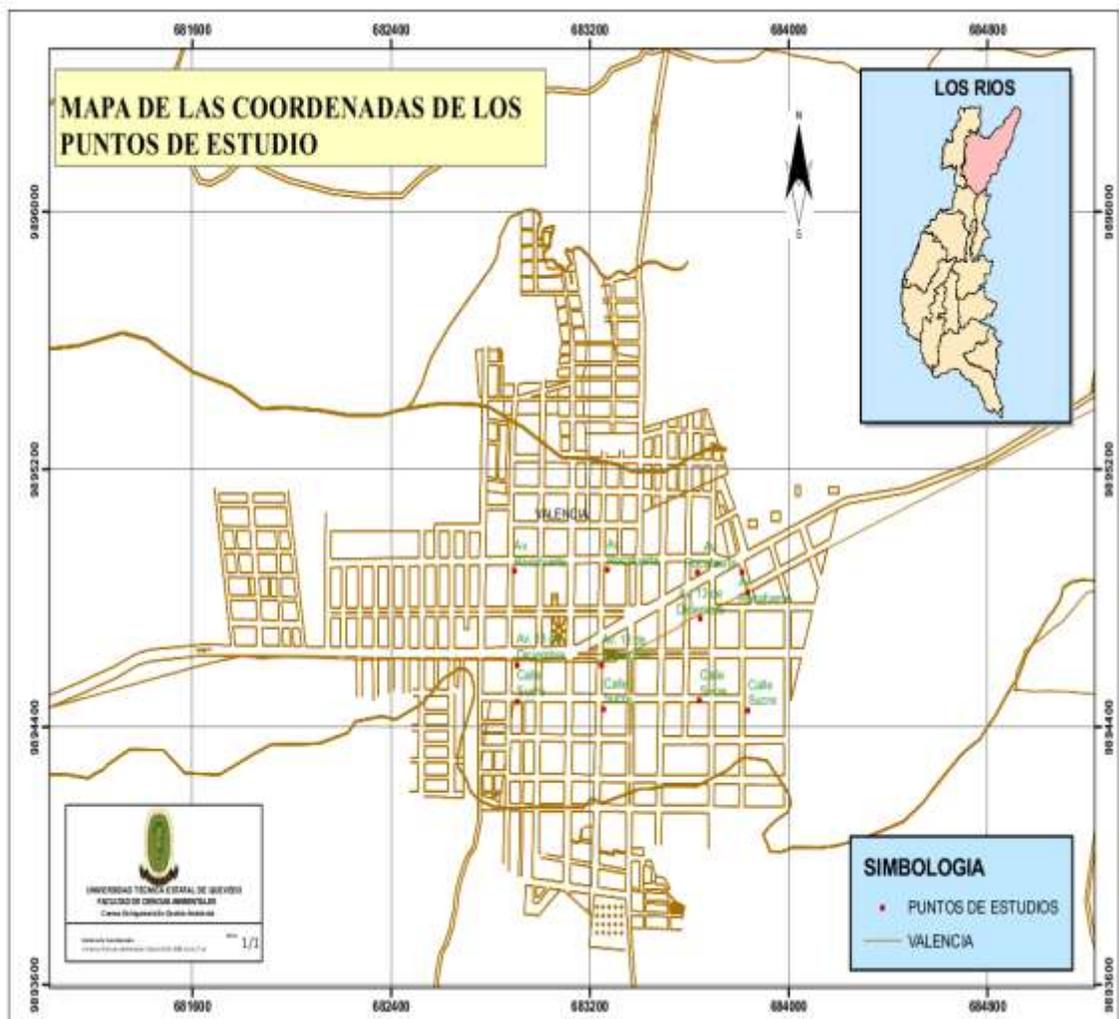


Figura 3. Mapa de las coordenadas de los puntos de estudio.

Elaborado por: Cabrera (2014).

Tabla 5. Coordenadas UTM de los puntos de estudio.

Puntos	Sitio de estudio	Coordenadas UTM		
		X	Y	
1	Calle Sucre	Calle Ing. Páez	682907	9894481
2		Calle 2 de Agosto	683256	9894457
3		Calle José Laborde	683641	9894483
4		Calle Nicolás Altamirano	683837	9894453
5	Av. 13 de Diciembre	Calle Ing. Páez	682906	9894594
6		Calle 2 de Agosto	683248	9894593
7		Calle José Laborde	683645	9894735
8		Calle Nicolás Altamirano	683835	9894817
9	Av. Rocafuerte	Calle Ing. Páez	682896	9894885
10		Calle 2 de Agosto	683269	9894889
11		Calle José Laborde	683633	9894881
12		Calle Nicolás Altamirano	683811	9894882

Elaborado por: Cabrera (2014).

4.1.2. Cuantificación de las fuentes móviles de ruido

En número de vehículos presento diferencias significativas entre puntos de muestreo, entre tipos de vehículos y la interacción. Los puntos de muestreo con mayor número de vehículos fueron: el punto seis que se encuentra ubicado en la avenida 13 de Diciembre en la calle 2 de agosto, el punto siete que se encuentra ubicado en la avenida 13 de Diciembre en la calle José Laborde y el punto ocho que se encuentra ubicado en la avenida 13 de diciembre en la calle Nicolás Altamirano; el punto de muestreo con menor número de vehículos fue el punto dos que se encuentra ubicado en la calle sucre en la intersección de la calle 2 de agosto. Los tipos de vehículos con mayor cantidad fueron: motocicletas y autos; el tipo de vehículo con menor número fue el de los buses (Tabla 7 y 8).

Tabla 6. Cuadrados medios del número de vehículos de seis tipos de vehículos en doce puntos de muestreo.

Fuente de Variación	G.L.	Ruido
Punto de muestreo (a)	11	14969.4924**
Tipo de vehículo (b)	5	38539.2738**
Punto de muestreo* Tipo de vehículo	55	2576.5227**
Error	936	
Total	1007	
CV(%)		36.11

Ns = no significativo; ** = altamente significativo.

Elaborado por: Cabrera (2014).

Tabla 7. Promedios del número de vehículos en los doce puntos de muestreo.

Puntos	Número de vehículos	Agrupamiento
1	8.0595	cd
2	7.2381	d
3	7.5119	d
4	6.8571	d
5	32.5119	b
6	36.3452	a
7	36.0119	a
8	36.2143	a
9	10.9643	c
10	9.5952	cd
11	8.6429	cd
12	7.6905	d

Fuente: Cabrera (2014).

Tabla 8. Promedios del número de vehículos en el tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	Número de vehículos	Agrupamiento
Motocicletas	33.6726	a
Autos	34.4286	a
Furgonetas	3.6369	c
Buses	3.2440	c
Camionetas	24.0298	b
Camiones	4.8095	c

Elaborado por: Cabrera (2014).

La cantidad de vehículos en los tipos camiones, furgonetas y buses mantienen una misma tendencia en los doce puntos muestreados. En cambio la cantidad de vehículos fueron más altos en los tipos motocicletas, autos y camionetas, en los puntos cinco, seis, siete y ocho (Figura 4).

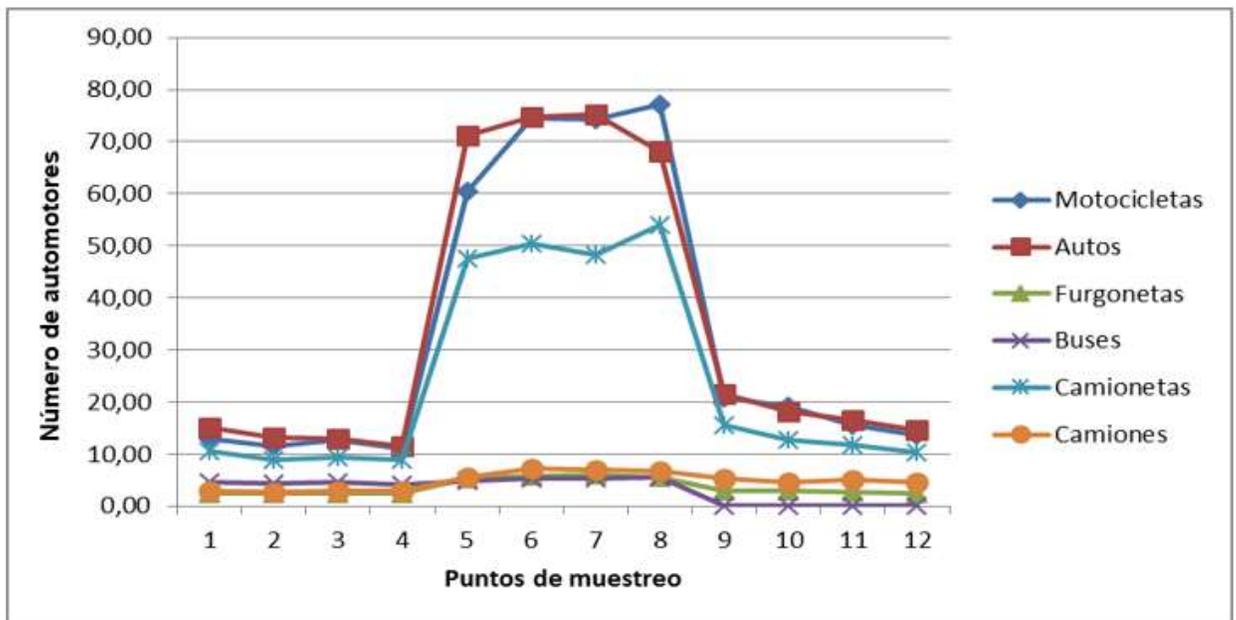


Figura 4. Interacción entre punto de muestreo y tipo de vehículo.

Elaborado por: Cabrera (2014).

4.1.3. Determinación de los niveles de ruido ambiente

El ruido no presento diferencias significativas para los puntos de muestreo ni la interacción; pero si presento diferencias significativas para el tipo de vehículos. El tipo de vehículo que presento mayor nivel de ruido fue el de los buses y el tipo de vehículo que presento menor nivel de ruido fue el de las motocicletas (Tabla 11).

Tabla 9. Cuadrados medios del ruido (dB) de seis tipos de vehículos en doce puntos de muestreo.

Fuente de Variación	G.L.	Ruido
Punto de muestreo (a)	11	0.3620 ns
Tipo de vehículo (b)	5	578.5938 **
Punto de muestreo* Tipo de vehículo	55	0.4225 ns
Error	936	
Total	1007	
CV (%)		0.69

Ns = no significativo; ** = altamente significativo.

Elaborado por: Cabrera (2014).

Tabla 10. Promedios de ruido de los decibelios (dB) en los doce puntos de muestreo.

Puntos	Decibelios	Significancia estadística
1	89.64024	a
2	89.68107	a
3	89.73905	a
4	89.52274	a
5	89.61655	a
6	89.62774	a
7	89.60488	a
8	89.69012	a
9	89.58762	a
10	89.68167	a
11	89.75250	a
12	89.60821	a

Elaborado por: Cabrera (2014).

Tabla 11. Promedios de ruido de los decibelios (dB) en el tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	Decibelios	Agrupamiento
Motocicletas	87.24649	f
Autos	88.48298	e
Furgonetas	88.97310	d
Buses	91.46000	b
Camionetas	89.54643	c
Camiones	92.16720	a

Elaborado por: Cabrera (2014).

4.1.4. Correlación entre el flujo vehicular y los niveles de ruido

La correlación entre el número de vehículos por tipo y los niveles de ruido no fue significativa ($P = 0,0759$) y presentó una mediana asociación, de tendencia negativa ($- 0,76572$). También la correlación entre el número de vehículos por punto de muestreo y los niveles de ruido no fue significativa ($P = 0,7281$) y presentó una débil asociación, de tendencia negativa ($- 0,76572$).

La correlación entre el número de motocicletas y el ruido no fue significativa y presento una débil asociación positiva. La correlación entre el número de autos y el ruido no fue significativa y presento una débil asociación de tendencia negativa. La correlación entre el número de furgonetas fue significativa y presento una mediana asociación de tendencia negativa. La correlación entre el número de buses y el ruido no fue significativa y presento una débil asociación de tendencia negativa. La correlación entre el número de camionetas y el ruido no fue significativa y presento una débil asociación positiva. La correlación entre el número de camiones y el ruido no fue significativa y presento una débil asociación positiva (Tabla 12 y figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10).

Tabla 12. Coeficiente y probabilidad de la correlación entre los tipos de vehículos y los niveles de ruido (dB).

Tipo de Vehículo	Coeficiente de correlación (Pearson)	Probabilidad
Motocicletas	0,3579	0,2533 ns
Autos	-0.2744	0.3879 ns
Furgonetas	-0.7054	0.0104 *
Buses	-0.09201	0.7761 ns
Camionetas	0.24570	0.4415 ns
Camiones	0.03833	0.9059 ns

Elaborado por: Cabrera (2014).

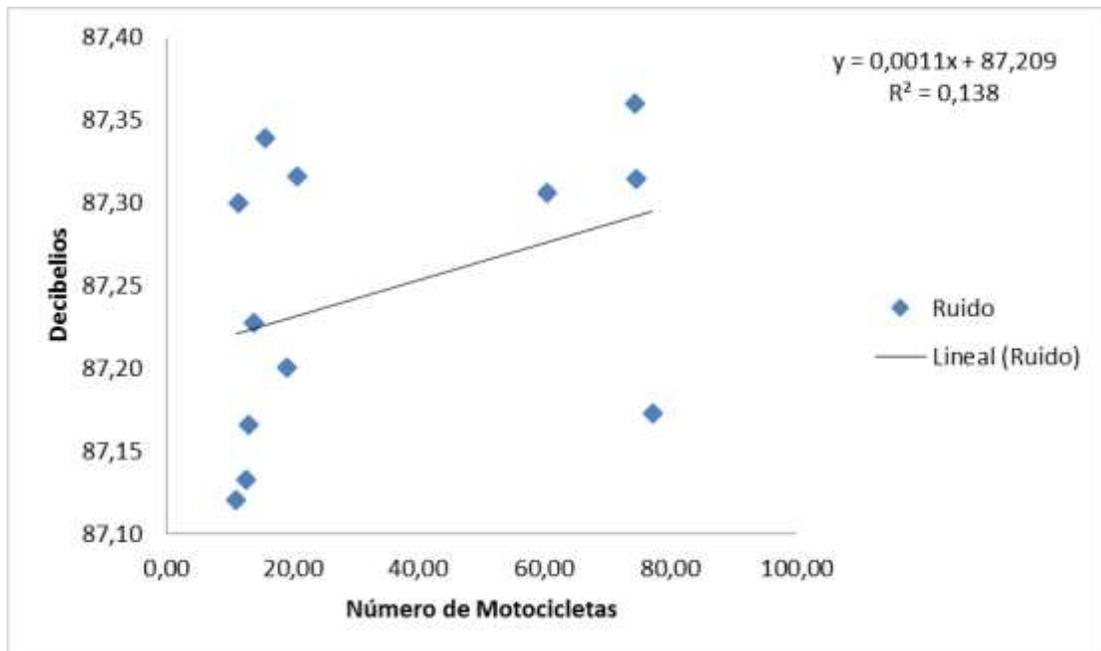


Figura 5. Interacción del número de motocicletas con los decibelios.

Elaborado por: Cabrera (2014).

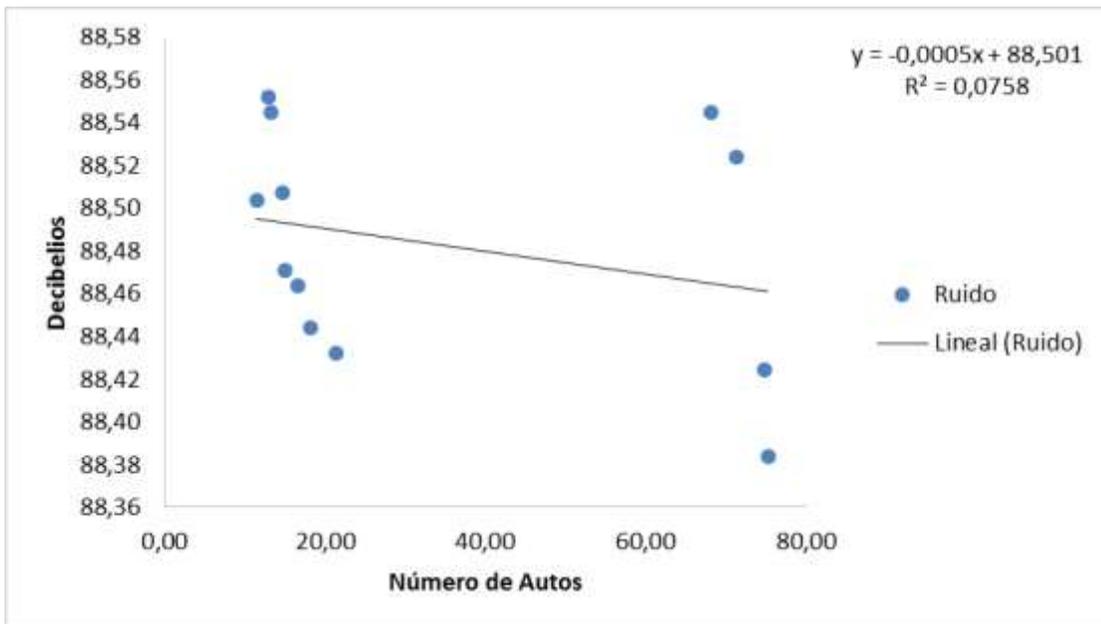


Figura 6. Interacción del número de autos con los decibelios.

Elaborado por: Cabrera (2014).

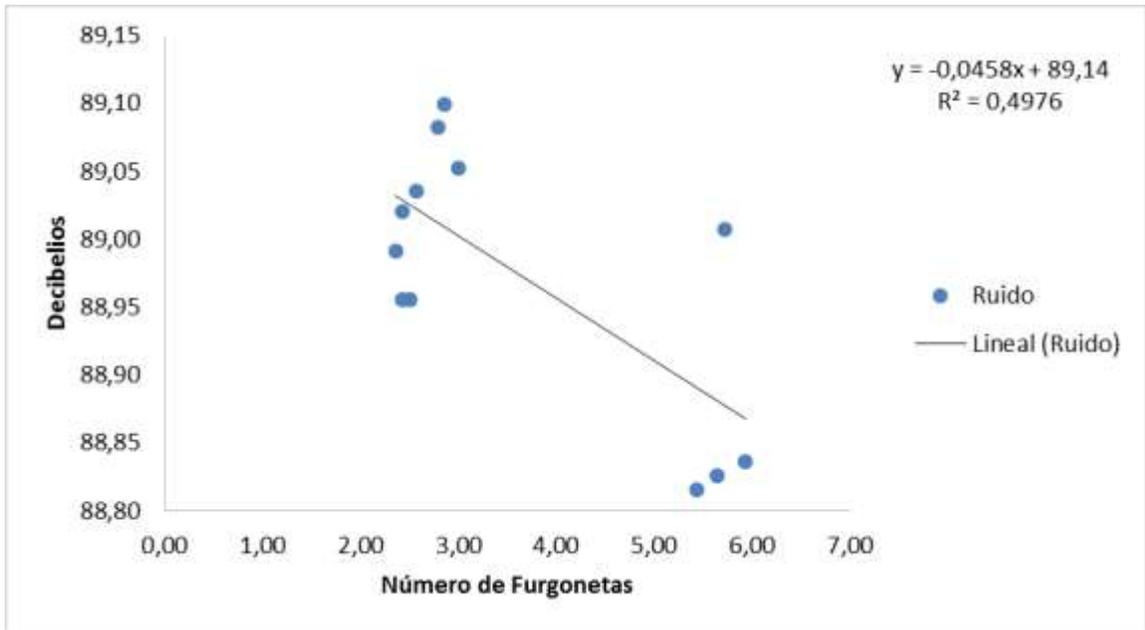


Figura 7. Interacción del número de furgonetas con los decibelios.

Elaborado por: Cabrera (2014).

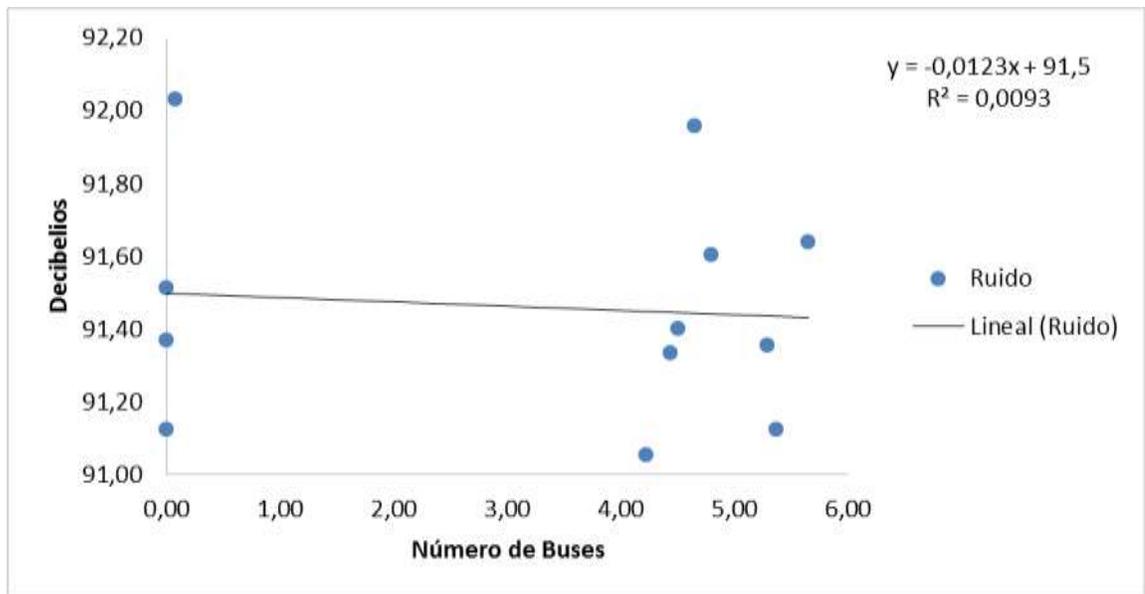


Figura 8. Interacción del número de buses con los decibelios.

Elaborado por: Cabrera (2014).

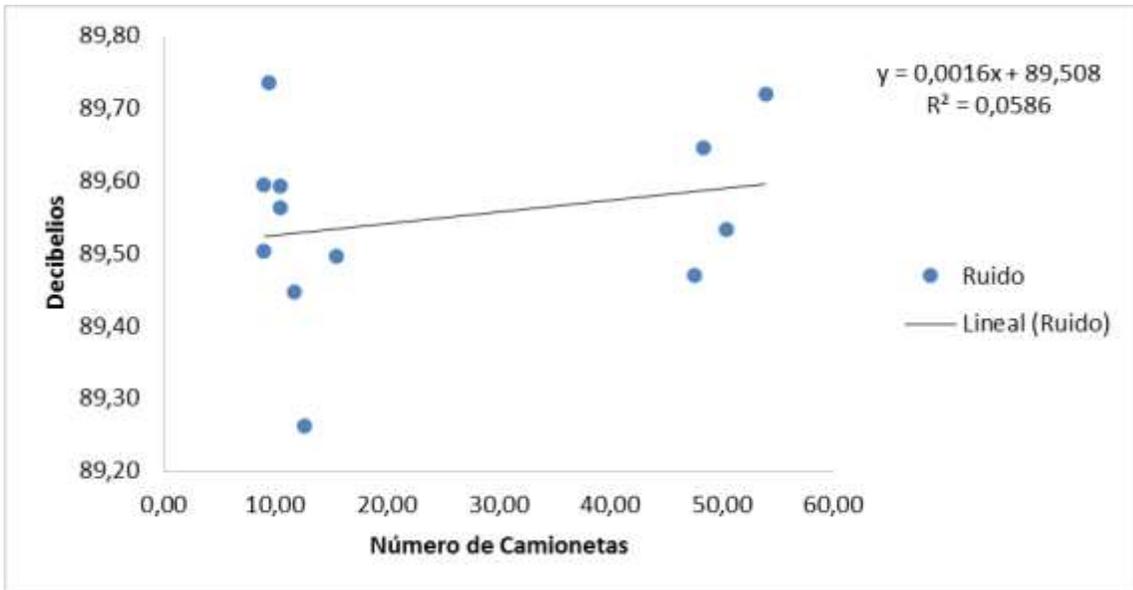


Figura 9. Interacción del número de camionetas con los decibelios.

Elaborado por: Cabrera (2014).

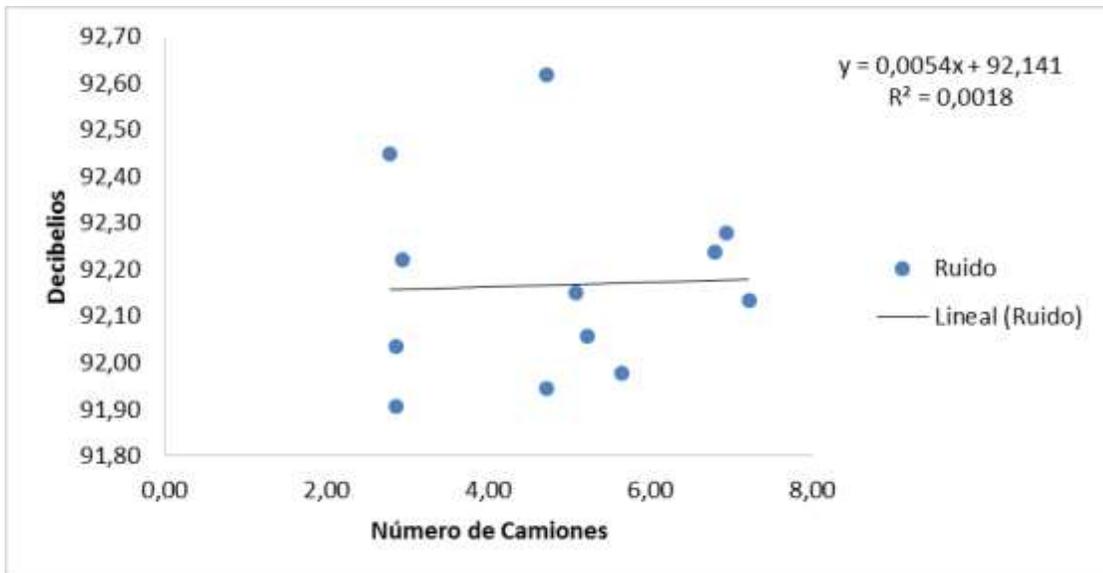


Figura 10. Interacción del número de camiones con los decibelios.

Elaborado por: Cabrera, K. (2014).

4.2. COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL TULSMA

En los doce puntos de muestreo, el ruido de las motos y camionetas no exceden a los límites permisibles del TULSMA. El ruido producido por los demás tipos de vehículo fue superior a los límites permisibles del TULSMA (Tabla 13).

Tabla 13. Comparación del promedio del ruido por tipo de vehículo registrado en los 12 puntos de muestreo con los límites permisibles del TULSMA.

Puntos	Tipo de vehículo	Nivel de ruido registrado	NPS Máximo (dBA) TULSMA	Exceden TULSMA
1	Motocicletas	87,17	88	No
	Autos	88,47	88	Si
	Furgonetas	88,99	88	Si
	Buses	91,40	90	Si
	Camionetas	89,59	90	No
	Camiones	92,22	90	Si
2	Motocicletas	87,30	88	No
	Autos	88,55	88	Si
	Furgonetas	88,96	88	Si
	Buses	91,34	90	Si
	Camionetas	89,50	90	No
	Camiones	92,45	90	Si
3	Motocicletas	87,13	88	No
	Autos	88,55	88	Si
	Furgonetas	89,02	88	Si
	Buses	91,96	90	Si
	Camionetas	89,74	90	No
	Camiones	92,04	90	Si
4	Motocicletas	87,12	88	No
	Autos	88,50	88	Si
	Furgonetas	88,96	88	Si

	Buses	91,06	90	Si
	Camionetas	89,59	90	No
	Camiones	91,91	90	Si
5	Motocicletas	87,31	88	No
	Autos	88,52	88	Si
	Furgonetas	88,82	88	Si
	Buses	91,61	90	Si
	Camionetas	89,47	90	No
	Camiones	91,98	90	Si
6	Motocicletas	87,31	88	No
	Autos	88,42	88	Si
	Furgonetas	89,01	88	Si
	Buses	91,36	90	Si
	Camionetas	89,53	90	No
	Camiones	92,13	90	Si
7	Motocicletas	87,36	88	No
	Autos	88,38	88	Si
	Furgonetas	88,84	88	Si
	Buses	91,13	90	Si
	Camionetas	89,65	90	No
	Camiones	92,28	90	Si
8	Motocicletas	87,17	88	No
	Autos	88,55	88	Si
	Furgonetas	88,83	88	Si
	Buses	91,64	90	Si
	Camionetas	89,72	90	No
	Camiones	92,24	90	Si
9	Motocicletas	87,32	88	No
	Autos	88,43	88	Si
	Furgonetas	89,10	88	Si
	Buses	91,13	90	Si
	Camionetas	89,50	90	No
	Camiones	92,06	90	Si
10	Motocicletas	87,20	88	No
	Autos	88,44	88	Si

	Furgonetas	89,05	88	Si
	Buses	91,51	90	Si
	Camionetas	89,26	90	No
	Camiones	92,62	90	Si
11	Motocicletas	87,34	88	No
	Autos	88,46	88	Si
	Furgonetas	89,08	88	Si
	Buses	92,03	90	Si
	Camionetas	89,45	90	No
	Camiones	92,15	90	Si
12	Motocicletas	87,23	88	No
	Autos	88,51	88	Si
	Furgonetas	89,04	88	Si
	Buses	91,37	90	Si
	Camionetas	89,56	90	No
	Camiones	91,95	90	Si

Elaborado por: Cabrera, K. (2014).

4.3. DISCUSIÓN

La contaminación acústica, producida especialmente por el transporte vehicular, se ha constituido en una problemática creciente que se percibe principalmente en las áreas urbanas de las pequeñas y grandes ciudades (Austroads, 2005). En las zonas urbanas la congestión y el ruido de los motores de los vehículos causan molestias y alteran la tranquilidad. El crecimiento constante del parque automotor es hoy una de las causas principales de la contaminación acústica y hace que desmejore significativamente la calidad de la vida de los habitantes de las ciudades y poblaciones cercanas a las grandes vías (Tapia, 1998). El problema descrito por los autores, antes mencionados, también ocurre en el cantón Valencia, donde el ruido producido por los automotores, especialmente buses, camiones y furgonetas, causan ruidos superiores a los límites permisibles del TULSMA.

El promedio del ruido obtenido en este estudio (89,65 dB) fue superior a los reportados por Flores y Sánchez (2005), quienes obtuvieron ruidos de 71 dB, en un estudio de ruido de tránsito vehicular realizado en el año 2005 en París, Francia. También fue superior a los obtenidos por Logroño (2010), quien registró valores máximos de 72 dB en la mañana y 71 dB al mediodía y tarde, en un estudio de ruido en el cantón La Maná. El promedio de ruido de este estudio fue inferior a los reportados por Flores y Sánchez (2005), quienes registraron valores de 100 dB, en un estudio de ruido de tránsito vehicular realizado en el año 2001 en San Francisco, Estados Unidos.

A pesar de que la cantidad promedio de motocicletas, autos y camionetas, fueron superiores, éstos no generaron mayor ruido; en cambio los buses, furgonetas y camiones fueron los que generaron mayor ruido. Estos resultados coinciden con los con los obtenidos por Pacheco *et al.* (2009), quien registró valores más altos de ruido para los tipos de vehículo pesados que incluyen buses y camiones, en un estudio de ruido realizado en Bogotá, Colombia.

4.4. PROPUESTA DEL PLAN DE MITIGACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL

4.4.1. Introducción

El presente Plan de Mitigación del nivel de ruido ambiental está estructurado en base a los requisitos definidos en la normativa del Libro VI, anexo V del TULSMA que trata sobre el manejo del ruido e incluye estrategias y prioridades para manejar niveles de ruido en el área urbana del cantón Valencia. Mediante la presente investigación se determina que los niveles de ruido producidos por los automotores en los puntos de estudio sobrepasan los niveles máximos permisibles de la norma, en el Plan de Mitigación se considera la planificación urbanística y promover la educación ambiental relacionada en este tema, por lo cual las autoridades del Municipio del cantón Valencia deben realizar la aplicación del plan de mitigación que está enfocado al control y cumplimiento de las normas de emisión para fuentes móviles que se establezcan a futuro.

4.4.2. Objetivos

- Elaborar proyectos de planificación urbanística en el cantón Valencia.
- Fomentar el cumplimiento de las normas según lo establecido en la ley de gestión ambiental regulado por el TULSMA del libro VI anexo V.
- Fomentar la educación en el tema acústico en la población del cantón Valencia.

Para el cumplimiento de estos objetivos se propone el siguiente esquema:



Figura 11. Esquema de mitigación del nivel de ruido ambiental.

Elaborado por: Cabrera (2014).

Tabla 14. Programa propuesto para la mitigación de ruido producido por automotores.

PROGRAMA	AMBITO	OBJETIVO	ACTIVIDAD	META	RESPONSABLE
Mitigación del nivel de ruido ambiental	Normativa y control	Cumplir con las normas según lo establecido en el libro VI, anexo V del TULSMA.	Charlas a la población en general del cantón sobre la normativa vigente. Establecer multas y sanciones para conductores y vehículos que no cumplan con la norma Crear ordenanzas destinadas al control de los niveles de ruido basadas en la legislación ambiental vigente.	Para 2019, se reducirá el 90% del incumplimiento de los niveles de ruido producidos por el tráfico vehicular de la normativa vigente.	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Valencia. Autoridad Ambiental: Oficina Técnica del Ministerio del Ambiente en Quevedo. Comisión Nacional de Transito.
	Monitoreo de ruido	Planificar y ejecutar programas de monitoreo de los niveles de ruido de los automotores.	Realizar mediciones periódicas de ruido en los diferentes tipos de vehículos y por puntos establecidos; utilizando equipos de medición debidamente calibrados.	Para el 2018, se constará con una red de monitoreo que permita controlar los niveles de ruido de los automotores del cantón.	Autoridad Ambiental: Oficina Técnica del Ministerio del Ambiente en Quevedo. Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGA).
	Educación ambiental	Planificar y ejecutar campañas de educación formal y no formal acerca del problema del ruido, sus causas, sus efectos y sus soluciones.	Elaborar charlas y campañas educativas permanentes en todos los niveles, incluyendo los medios de comunicación tales como la radio, la televisión, el periodismo, etc. acerca del problema del ruido, sus causas, sus efectos, y sus soluciones.	Para el 2019, el 90% de la población habrá obtenido conocimientos del problema del ruido producido por los automotores.	Autoridad Ambiental: Oficina Técnica del Ministerio del Ambiente en Quevedo. Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGA). Institución rectora encargada de implementar: Ministerio de Educación.
	Planificación urbanística	Reducir el exceso de vehículos pesados en las calles principales	Reordenamiento de tránsito y recorridos de las líneas de transporte público y transporte pesados.	Para el 2020, se habrá rediseñados un 100% los recorridos de transporte público y transporte pesado del cantón.	Comisión Nacional de Transito Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Valencia.

Elaborado por: Cabrera (2014).

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Las principales fuentes móviles de ruido en el cantón Valencia fueron las motocicletas, autos, furgonetas, buses, camionetas y camiones. De estos, los que circulan en mayor cantidad fueron las motocicletas, autos y camionetas, especialmente en los puntos de muestreo 5, 6, 7 y 8.

En general, el ruido producido por los vehículos que circulan por el cantón Valencia fue bastante alto, en todos los puntos muestreados, y superan a los límites permisibles del TULSMA. Por lo tanto se acepta la hipótesis planteada: “El flujo vehicular que se manifiesta en el área urbana del cantón Valencia, contribuye a que los niveles de ruido ambiente excedan los límites máximos permisibles”.

Según el análisis de correlación, el nivel del ruido no depende de la cantidad de vehículo que circulan en el área urbana de Valencia, sino del tipo de vehículo.

El Plan de Mitigación del Nivel de ruido ambiental para el cantón Valencia se elaboró de acuerdo a las normas de contaminación acústica vigentes en nuestro país, especialmente del TULSMA.

5.2. RECOMENDACIONES

Debido a los elevados niveles de ruido detectados en este estudio, en el cantón Valencia se debe informar este resultado al responsable del Departamento Ambiental, del gobierno autónomo descentralizado del cantón Valencia, para que tomen las medidas respectivas para minimizar este problema.

Ordenar y mejorar la distribución del tráfico motorizado en el área urbana del cantón Valencia.

Fomentar alternativas para movilizarse, en el área urbana del cantón Valencia, tales como el uso de la bicicleta y triciclos sin motor.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. LITERATURA CITADA

- Austroroads. 2005. Modelling, measuring and mitigating road traffic noise. Project No. TP1085 Sydney (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en <http://www.austroroads.com.au/>.
- Eruditos. Wiki. 2012. Cantón Valencia. (en línea). Consultado el 4 de diciembre del 2012. Disponible en:
<http://www.eruditos.net/mediawiki/index.php?title=Imagen:13losrioscvalencia mapa.gif#file>.
- Esmas. 2012. Efectos del ruido en la salud. (en línea). Consultado el 5 de diciembre del 2012. Disponible en:
<http://www.esmas.com/salud/enfermedades/ambientales/381086.html>
- Flores, P. 1990. Manual de acústica, ruido y vibraciones. Barcelona. España. GYC. 339 – 403. Consultado el 24 de julio del 2013.
- Flores, G; Sánchez, M. 2005. Contaminación acústica (en línea). Consultado 12 mar. 2014. Disponible en: <http://contaminaciónacústica-monografías.com.html>.
- Garavito, J. 2007. Niveles de ruido (en línea). Consultado el 4 de diciembre del 2012. Disponible en:
<http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOL O%20DE%20RUIDO1.pdf>
- García, S. 2003. La contaminación acústica en nuestras ciudades. (en línea). Consultado el 6 de diciembre del 2012. Disponible en:
http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/portal_social_old/index/assoc/flacai00.dir/flacai0001.pdf

Harris, C. 1995. Manual de medidas acústicas y control del ruido. 3ª ed. Madrid. España. McGraw – Hill. 656 - 657 p. Consultado el 24 de julio del 2013.

Libro VI Anexo 5. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. (en línea). Consultado el 4 de diciembre del 2012. Disponible en:
<http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%205.pdf>

Logroño, J. 2010. Estudio de ruido urbano en la ciudad de La Maná, provincia de Cotopaxi y sus efectos en el bienestar de la población. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales. Quevedo, Ecuador. 143 p.

Madrid, G. 2009. Sisma. Información en gestión ambiental. Clasificación de ruidos. (en línea). Consultado el 4 de diciembre del 2012. Disponible en:
http://www.sisma.net63.net/index_archivos/Page1868.htm

MAHEHA, M. 2001. Seguridad e Higiene en el Trabajo. 3ª.ed. Bogotá-Colombia. 15-34 p. Consultado el 5 de julio del 2013.

Pacheco, J; Franco J; Behrentz, E. 2009. Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto. Revista de Ingeniería 30: 72 - 80.

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial “PDOT”. 2011. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Valencia. Ecuador. 31 – 39, 127 – 133 p. Consultado el 27 de julio del 2013.

Quintero, J. 2012. Revista virtual Universidad Católica del Norte. Latindex. Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. (en línea). Consultado el 25 de abril del 2013. Disponible en:

<http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/download/382/717>

Ramírez, A; Domínguez, E; Borrero, I. 2011. El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 35 (135): 143-156.

Reyes, H. 2001. Estudio y plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad de Puyo. (en línea). Consultado el 22 de febrero del 2012. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2009/1/236T0064.pdf>

Tapia, J. 1998. La reducción del tráfico de automóviles: una política urgente de promoción de la salud. Revista Panamericana de Salud Pública 3 (3): 137-151.

TULSMA. Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente. Libro VI, Anexo 5. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones (en línea). Consultado el 20 de julio del 2013. Disponible en:
<http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdfLIBRO%20VI%20Anexo%205.pdf>.

Wikipedia. 2013. La enciclopedia libre. Contaminación acústica. (en línea). Consultado el 5 de julio del 2013. Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%A1stica

Wikilibros. 2012. Física, Acústica, Sonido. (en línea). Consultado el 6 de julio del 2013. Disponible en:
<http://es.wikibooks.org/w/index.php?title=F%C3%ADsica/Ac%C3%A1stica/Sonido&oldid=192072>

CAPITULO VII
ANEXOS

Anexo 1. Interacción de los decibelios entre punto de muestreo y tipo de vehículo.

Puntos	Motocicletas	Autos	Furgonetas	Buses	Camionetas	Camiones
1	13,07	15,00	2,36	4,50	10,50	2,93
2	11,50	13,29	2,43	4,43	9,00	2,79
3	12,71	13,00	2,43	4,64	9,43	2,86
4	11,07	11,50	2,50	4,21	9,00	2,86
5	60,43	71,29	5,43	4,79	47,50	5,64
6	74,57	74,86	5,71	5,29	50,43	7,21
7	74,29	75,29	5,93	5,36	48,29	6,93
8	77,14	68,14	5,64	5,64	53,93	6,79
9	20,79	21,43	2,86	0,00	15,50	5,21
10	19,07	18,14	3,00	0,00	12,64	4,71
11	15,64	16,57	2,79	0,07	11,71	5,07
12	13,79	14,64	2,57	0,00	10,43	4,71

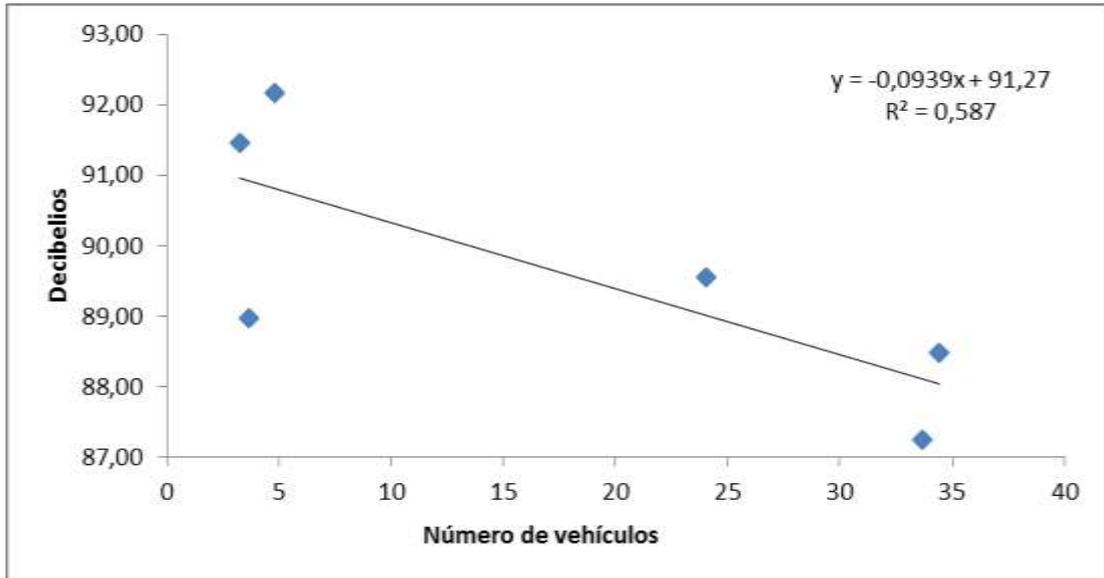
Elaborado por: Cabrera (2014).

Anexo 2. Promedios de los tipos de vehículos.

Tipo de vehículo	Vehículo	Ruido (dB)
Motocicletas	33,67	87,25
Autos	34,43	88,48
Furgonetas	3,64	88,97
Buses	3,24	91,46
Camionetas	24,03	89,55
Camiones	4,81	92,17

Elaborado por: Cabrera (2014).

Anexo 3. Promedios de los tipos de vehículos.



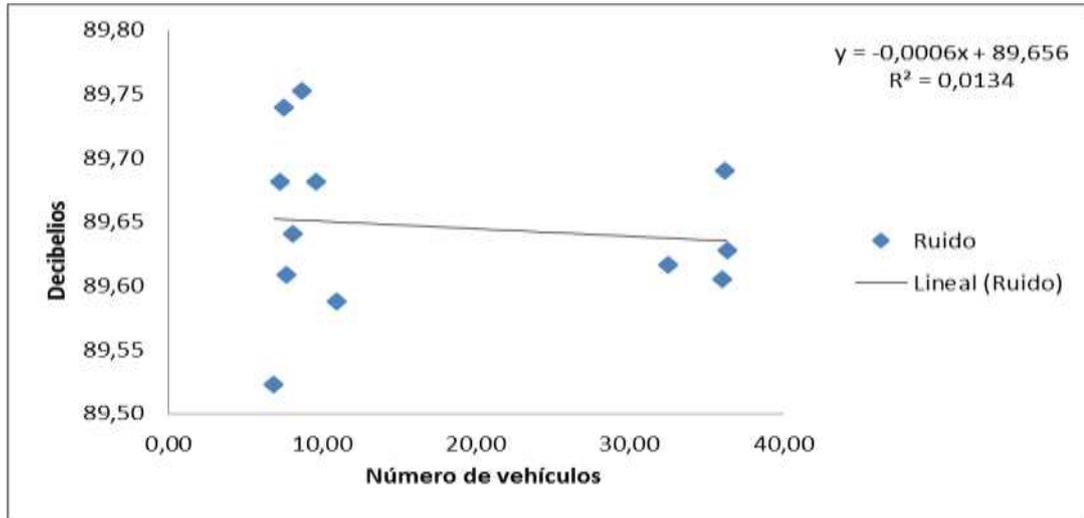
Elaborado por: Cabrera (2014).

Anexo 4. Promedios de los puntos de muestreo.

Puntos	Decibelios	Vehículos
1	8,06	89,64
2	7,24	89,68
3	7,51	89,74
4	6,86	89,52
5	32,51	89,62
6	36,35	89,63
7	36,01	89,60
8	36,21	89,69
9	10,96	89,59
10	9,60	89,68
11	8,64	89,75
12	7,69	89,61

Elaborado por: Cabrera (2014).

Anexo 5. Promedios de los puntos de muestreo.



Elaborado por: Cabrera (2014).

Anexo 6. Promedios de las motocicletas.

Decibelios	Vehículo
13,07	87,17
11,50	87,30
12,71	87,13
11,07	87,12
60,43	87,31
74,57	87,31
74,29	87,36
77,14	87,17
20,79	87,32
19,07	87,20
15,64	87,34
13,79	87,23

Elaborado por: Cabrera (2014)

Anexo 7. Promedios de los autos.

Decibelios	Vehículos
15,00	88,47
13,29	88,55
13,00	88,55
11,50	88,50
71,29	88,52
74,86	88,42
75,29	88,38
68,14	88,55
21,43	88,43
18,14	88,44
16,57	88,46
14,64	88,51

Elaborado por: Cabrera (2014).

Anexo 8. Promedios de las furgonetas.

Decibelios	Vehículos
2,36	88,99
2,43	88,96
2,43	89,02
2,50	88,96
5,43	88,82
5,71	89,01
5,93	88,84
5,64	88,83
2,86	89,10
3,00	89,05
2,79	89,08
2,57	89,04

Elaborado por: Cabrera (2014).

Anexo 9. Promedios de las camionetas.

Decibelios	Vehículos
10,50	89,59
9,00	89,50
9,43	89,74
9,00	89,59
47,50	89,47
50,43	89,53
48,29	89,65
53,93	89,72
15,50	89,50
12,64	89,26
11,71	89,45
10,43	89,56

Elaborado por: Cabrera (2014).

Anexo 10. Promedios de los camiones.

Decibelios	Vehículos
2,93	92,22
2,79	92,45
2,86	92,04
2,86	91,91
5,64	91,98
7,21	92,13
6,93	92,28
6,79	92,24
5,21	92,06
4,71	92,62
5,07	92,15
4,71	91,95

Elaborado por: Cabrera (2014).

Anexo 11. Medias de cuadrados mínimos de los decibelios.

Procedimiento GLM					
Medias de cuadrados mínimos					
	DECIBELIOS	Error	Número		
PUNTOM	TIPOV	LSMEAN	estándar	Pr > t	LSMEAN
1	1	87.1664286	0.1662729	<.0001	1
1	2	88.4707143	0.1662729	<.0001	2
1	3	88.9914286	0.1662729	<.0001	3
1	4	91.4007143	0.1662729	<.0001	4
1	5	89.5921429	0.1662729	<.0001	5
1	6	92.2200000	0.1662729	<.0001	6
2	1	87.3000000	0.1662729	<.0001	7
2	2	88.5450000	0.1662729	<.0001	8
2	3	88.9557143	0.1662729	<.0001	9
2	4	91.3350000	0.1662729	<.0001	10
2	5	89.5028571	0.1662729	<.0001	11
2	6	92.4478571	0.1662729	<.0001	12
3	1	87.1328571	0.1662729	<.0001	13
3	2	88.5521429	0.1662729	<.0001	14
3	3	89.0207143	0.1662729	<.0001	15
3	4	91.9578571	0.1662729	<.0001	16
3	5	89.7350000	0.1662729	<.0001	17
3	6	92.0357143	0.1662729	<.0001	18
4	1	87.1207143	0.1662729	<.0001	19
4	2	88.5035714	0.1662729	<.0001	20
4	3	88.9557143	0.1662729	<.0001	21
4	4	91.0564286	0.1662729	<.0001	22
4	5	89.5942857	0.1662729	<.0001	23
4	6	91.9057143	0.1662729	<.0001	24
5	1	87.3064286	0.1662729	<.0001	25
5	2	88.5242857	0.1662729	<.0001	26

5	3	88.8150000	0.1662729	<.0001	27
5	4	91.6057143	0.1662729	<.0001	28
5	5	89.4692857	0.1662729	<.0001	29
5	6	91.9785714	0.1662729	<.0001	30
6	1	87.3142857	0.1662729	<.0001	31
6	2	88.4242857	0.1662729	<.0001	32
6	3	89.0071429	0.1662729	<.0001	33
6	4	91.3550000	0.1662729	<.0001	34
6	5	89.5321429	0.1662729	<.0001	35
6	6	92.1335714	0.1662729	<.0001	36
7	1	87.3600000	0.1662729	<.0001	37
7	2	88.3835714	0.1662729	<.0001	38
7	3	88.8364286	0.1662729	<.0001	39
7	4	91.1264286	0.1662729	<.0001	40
7	5	89.6450000	0.1662729	<.0001	41
7	6	92.2778571	0.1662729	<.0001	42
8	1	87.1728571	0.1662729	<.0001	43
8	2	88.5450000	0.1662729	<.0001	44
8	3	88.8257143	0.1662729	<.0001	45
8	4	91.6407143	0.1662729	<.0001	46
8	5	89.7192857	0.1662729	<.0001	47
8	6	92.2371429	0.1662729	<.0001	48
9	1	87.3164286	0.1662729	<.0001	49
9	2	88.4321429	0.1662729	<.0001	50
9	3	89.0992857	0.1662729	<.0001	51
9	4	91.1257143	0.1662729	<.0001	52
9	5	89.4950000	0.1662729	<.0001	53
9	6	92.0571429	0.1662729	<.0001	54
10	1	87.2007143	0.1662729	<.0001	55
10	2	88.4442857	0.1662729	<.0001	56
10	3	89.0521429	0.1662729	<.0001	57
10	4	91.5135714	0.1662729	<.0001	58
10	5	89.2621429	0.1662729	<.0001	59

10	6	92.6171429	0.1662729	<.0001	60
11	1	87.3392857	0.1662729	<.0001	61
11	2	88.4635714	0.1662729	<.0001	62
11	3	89.0821429	0.1662729	<.0001	63
11	4	92.0328571	0.1662729	<.0001	64
11	5	89.4471429	0.1662729	<.0001	65
11	6	92.1500000	0.1662729	<.0001	66
12	1	87.2278571	0.1662729	<.0001	67
12	2	88.5071429	0.1662729	<.0001	68
12	3	89.0357143	0.1662729	<.0001	69
12	4	91.3700000	0.1662729	<.0001	70
12	5	89.5628571	0.1662729	<.0001	71
12	6	91.9457143	0.1662729	<.0001	72

Anexo 12. Medias de cuadrados mínimos de los vehículos.

Procedimiento GLM

Medias de cuadrados mínimos

PUNTOM	NVIHICULO TIPOV	Error		Número Pr > t	LSMEAN
		LSMEAN	estándar		
1	1	13.0714286	1.6701331	<.0001	1
1	2	15.0000000	1.6701331	<.0001	2
1	3	2.3571429	1.6701331	0.1585	3
1	4	4.5000000	1.6701331	0.0072	4
1	5	10.5000000	1.6701331	<.0001	5
1	6	2.9285714	1.6701331	0.0798	6
2	1	11.5000000	1.6701331	<.0001	7
2	2	13.2857143	1.6701331	<.0001	8
2	3	2.4285714	1.6701331	0.1462	9
2	4	4.4285714	1.6701331	0.0081	10
2	5	9.0000000	1.6701331	<.0001	11
2	6	2.7857143	1.6701331	0.0957	12

3	1	12.7142857	1.6701331	<.0001	13
3	2	13.0000000	1.6701331	<.0001	14
3	3	2.4285714	1.6701331	0.1462	15
3	4	4.6428571	1.6701331	0.0055	16
3	5	9.4285714	1.6701331	<.0001	17
3	6	2.8571429	1.6701331	0.0875	18
4	1	11.0714286	1.6701331	<.0001	19
4	2	11.5000000	1.6701331	<.0001	20
4	3	2.5000000	1.6701331	0.1348	21
4	4	4.2142857	1.6701331	0.0118	22
4	5	9.0000000	1.6701331	<.0001	23
4	6	2.8571429	1.6701331	0.0875	24
5	1	60.4285714	1.6701331	<.0001	25
5	2	71.2857143	1.6701331	<.0001	26
5	3	5.4285714	1.6701331	0.0012	27
5	4	4.7857143	1.6701331	0.0043	28
5	5	47.5000000	1.6701331	<.0001	29
5	6	5.6428571	1.6701331	0.0008	30
6	1	74.5714286	1.6701331	<.0001	31
6	2	74.8571429	1.6701331	<.0001	32
6	3	5.7142857	1.6701331	0.0006	33
6	4	5.2857143	1.6701331	0.0016	34
6	5	50.4285714	1.6701331	<.0001	35
6	6	7.2142857	1.6701331	<.0001	36
7	1	74.2857143	1.6701331	<.0001	37
7	2	75.2857143	1.6701331	<.0001	38
7	3	5.9285714	1.6701331	0.0004	39
7	4	5.3571429	1.6701331	0.0014	40
7	5	48.2857143	1.6701331	<.0001	41
7	6	6.9285714	1.6701331	<.0001	42
8	1	77.1428571	1.6701331	<.0001	43
8	2	68.1428571	1.6701331	<.0001	44
8	3	5.6428571	1.6701331	0.0008	45

8	4	5.6428571	1.6701331	0.0008	46
8	5	53.9285714	1.6701331	<.0001	47
8	6	6.7857143	1.6701331	<.0001	48
9	1	20.7857143	1.6701331	<.0001	49
9	2	21.4285714	1.6701331	<.0001	50
9	3	2.8571429	1.6701331	0.0875	51
9	4	0.0000000	1.6701331	1.0000	52
9	5	15.5000000	1.6701331	<.0001	53
9	6	5.2142857	1.6701331	0.0019	54
10	1	19.0714286	1.6701331	<.0001	55
10	2	18.1428571	1.6701331	<.0001	56
10	3	3.0000000	1.6701331	0.0728	57
10	4	0.0000000	1.6701331	1.0000	58
10	5	12.6428571	1.6701331	<.0001	59
10	6	4.7142857	1.6701331	0.0049	60
11	1	15.6428571	1.6701331	<.0001	61
11	2	16.5714286	1.6701331	<.0001	62
11	3	2.7857143	1.6701331	0.0957	63
11	4	0.0714286	1.6701331	0.9659	64
11	5	11.7142857	1.6701331	<.0001	65
11	6	5.0714286	1.6701331	0.0025	66
12	1	13.7857143	1.6701331	<.0001	67
12	2	14.6428571	1.6701331	<.0001	68
12	3	2.5714286	1.6701331	0.1240	69
12	4	-0.0000000	1.6701331	1.0000	70
12	5	10.4285714	1.6701331	<.0001	71
12	6	4.7142857	1.6701331	0.0049	72

Anexo 13. Datos recopilados de las mediciones con el sonómetro

			7 am - 10 am	12 pm - 3 pm	5 pm - 8 pm
Día 1 2/09/2013	P1	Motocicletas	83,4	82,1	88,2
			86,9	90,2	86,5
			89,9	80,5	89,9
		Autos	86,2	86,5	88,4
			89,9	84,2	87,1
			90,1	89,9	86,9
		Furgonetas	87,1	90,1	88,6
			89,6	88,3	90,7
			90,5	89,2	87,2
		Buses	87,8	90,7	94,3
			93,6	89,4	90,8
			89,6	88,2	93,5
		Camionetas	88,7	91,5	91,1
			90,8	89,7	88,9
			89,3	88,1	90,6
		Camiones	89,8	91,2	90,9
			93,7	89,2	91,3
			89,6	94,7	89,2
	P2	Motocicletas	80,6	89,3	90,1
			88,1	90,7	85,2
			89,9	83,9	84,8
		Autos	87,3	88,2	90,2
			89,9	86,6	89,3
			88,5	90,1	87,1
Furgonetas		88,9	91,2	89,4	
		87,9	88,4	88,3	
		90,9	89,1	90,7	
Buses		94,3	87,2	89,9	
		88,5	93,8	92,8	
		92,7	88,9	91,7	
Camionetas		89,5	89,1	90,2	

Día 2 3/09/2013		Camiones	88,2	88,6	89,7
			90,1	88,3	90,6
			89,7	94,6	90,8
			90,5	93,4	89,3
			91,8	92,8	94,8
	P3	Motocicletas	90,2	89,4	88,6
			83,9	84,6	87,1
			85,7	90,1	83,9
		Autos	84,9	89,2	86,3
			90,2	88,5	88,4
			86,7	90,1	87,3
		Furgonetas	90,2	88,5	89,9
			88,3	91,2	87,1
			87,4	89,6	88,6
		Buses	92,7	89,9	88,4
			88,2	87,5	92,3
			93,9	94,2	87,4
		Camionetas	89,1	91,7	89,3
			91,5	89,9	88,4
			88,6	90,8	91,2
		Camiones	90,2	91,2	90,8
89,9			94,4	90,4	
93,6			91,3	89,8	
P4	Motocicletas	84,8	83,6	90,1	
		90,2	89,9	87,2	
		85,7	84,7	88,3	
	Autos	89,5	88,3	87,3	
		86,7	86,8	88,9	
		90,2	89,5	88,2	
	Furgonetas	87,3	90,1	90,9	
		89,2	88,4	89,2	
		81,3	90,1	90,8	
	Buses	88,6	89,4	94,3	

Día 3 4/09/2013			93,5	87,6	83,6
			90,8	88,5	89,7
			88,8	89,5	90,2
		Camionetas	91,1	90,9	87,6
			88,2	90,4	88,5
			89,9	89,6	92,9
		Camiones	94,5	92,4	89,7
			93,2	94,8	90,5
	P5	Motocicletas	84,5	83,7	88,3
			86,2	90,9	83,4
			89,1	87,8	89,9
		Autos	87,4	89,2	89,2
			89,9	88,6	87,2
			96,3	86,3	86,8
		Furgonetas	90,5	88,3	88,6
			81,2	87,1	89,2
			88,8	90,5	89,6
		Buses	88,4	88,5	89,6
92,8			88,1	94,5	
89,6			91,2	90,9	
Camionetas		88,5	88,7	88,5	
		89,3	91,4	89,6	
		91,9	89,3	91,9	
Camiones		94,2	92,7	94,9	
		90,1	93,4	91,3	
		89,6	89,8	94,5	
P6	Motocicletas	90,1	89,7	87,8	
		84,3	92,4	90,2	
		89,9	85,6	89,9	
	Autos	88,8	87,9	90,1	
		90,3	88,5	87,4	
		86,2	90,6	86,9	

Día 4 5/09/2013		Furgonetas	88,9	87,9	89,6
			91,3	90,3	88,9
			87,8	91,7	90,1
		Buses	88,7	87,3	94,8
			94,5	90,6	89,9
			89,6	90,2	94,7
		Camionetas	90,2	89,7	90,8
			88,6	91,6	89,9
			89,9	88,4	88,7
		Camiones	94,6	93,7	92,7
			89,9	94,8	89,8
			93,6	89,9	94,3
	P7	Motocicletas	84,5	89,9	90,6
			90,2	90,4	85,4
			83,9	89,7	87,3
		Autos	86,9	87,8	90,7
			90,3	85,7	89,9
			88,2	90,2	86,4
		Furgonetas	87,4	89,3	88,4
			91,6	90,1	91,7
			88,7	87,4	89,9
		Buses	94,6	89,8	93,6
			89,4	94,7	89,5
			88,7	93,8	93,9
		Camionetas	90,6	91,4	88,5
			88,4	89,6	89,7
			89,7	90,2	88,3
Camiones	94,8	89,9	94,7		
	89,6	94,5	93,4		
	93,4	92,6	89,6		
P8	Motocicletas	87,6	91,4	85,9	
		84,6	88,2	90,1	
		90,2	86,3	87,6	

Día 5 6/09/2013	P9	Autos	88,5	89,4	86,7
			90,3	87,6	88,6
			86,9	90,1	89,9
		Furgonetas	91,2	88,9	87,6
			88,5	90,4	88,3
			87,3	89,8	89,2
		Buses	88,9	94,7	93,7
			94,5	89,9	94,8
			93,6	90,9	90,6
		Camionetas	89,9	91,7	89,9
			90,2	88,5	88,7
			88,4	90,1	89,3
	Camiones	93,8	90,9	94,6	
		89,9	92,8	93,7	
		94,5	89,7	94,8	
	P9	Motocicletas	83,5	85,7	90,2
			88,4	89,6	84,6
			90,1	83,4	91,2
		Autos	87,4	89,4	90,2
			90,1	88,5	89,2
			86,3	86,7	88,6
		Furgonetas	88,4	87,6	89,9
			91,1	88,2	90,1
			87,2	91,2	88,6
Buses		87,8	94,5	90,3	
		90,3	92,6	93,2	
		93,2	89,9	89,4	
Camionetas	89,2	91,6	88,6		
	88,7	89,9	90,4		
	90,5	90,7	91,2		
Camiones	89,9	93,9	92,5		
	93,8	89,9	93,7		
	94,5	94,6	89,6		

Día 6 7/09/2013	P10	Motocicletas	85,6	89,9	84,7	
			90,1	86,9	86,4	
			88,7	90,2	85,7	
		Autos	87,6	90,3	85,7	
			90,1	86,4	87,2	
			86,5	88,3	88,5	
		Furgonetas	88,5	90,2	88,4	
			91,3	87,3	90,1	
			87,6	89,9	87,6	
		Buses	94,3	89,9	93,8	
			88,9	94,6	94,9	
			93,5	92,9	89,9	
		Camionetas	88,6	90,1	89,6	
			89,8	90,4	81,2	
			90,2	89,9	88,7	
		Camiones	89,9	94,3	94,7	
			94,5	89,8	92,9	
			89,2	93,6	94,5	
		Motocicletas	P11	90,1	88,2	88,1
				83,4	90,2	89,9
				85,6	86,3	83,8
			Autos	90,1	88,4	86,2
				86,5	87,3	89,9
				90,2	86,7	88,1
			Furgonetas	81,2	87,6	87,3
				87,5	90,1	89,4
				88,3	88,6	87,3
Buses	94,6		94,9	94,6		
	89,9		92,9	93,9		
	83,7		89,9	92,8		
Camionetas	91,2		88,9	88,5		
	88,6		90,3	90,3		
	80,9		88,7	88,2		

		Camiones	89,9	94,5	89,9	
			90,6	93,8	94,5	
			94,7	90,7	93,2	
	P12		Motocicletas	90,1	88,7	83,6
				84,5	90,2	85,4
				86,9	83,4	87,6
			Autos	90,2	89,9	90,1
				86,3	90,1	88,5
				88,4	86,7	87,4
			Furgonetas	87,6	89,6	91,2
				91,2	87,2	87,3
				88,5	90,1	88,9
			Buses	93,5	94,7	93,8
				89,9	92,8	90,9
				94,6	94,5	94,7
			Camionetas	88,5	88,7	91,6
				91,2	89,4	89,7
				89,6	90,3	88,9
			Camiones	89,9	92,7	89,7
				94,6	94,8	94,2
				93,8	90,9	93,7

Anexo 14. Datos recopilados de la cuantificación de los vehículos.

			7 am - 10 am	12 pm - 3 pm	5 pm - 8 pm
Día 1 25/11/2013	P1	Motocicletas	6	4	2
		Autos	2	5	3
		Furgonetas		1	
		Buses	3	1	1
		Camionetas	4	3	2
		Camiones	3	2	1
	P2	Motocicletas	5	3	3
		Autos	3	4	3

		Furgonetas	1		
		Buses	2	2	
		Camionetas	2	1	3
		Camiones	2	1	1
	P3	Motocicletas	4	5	2
		Autos	3	2	1
		Furgonetas		1	
		Buses	1	3	2
		Camionetas	2	1	1
		Camiones	1	2	1
	P4	Motocicletas	4	3	1
		Autos	3	2	1
		Furgonetas	1		
		Buses	2	1	1
		Camionetas	2	1	1
		Camiones	1	2	1
	P5	Motocicletas	35	40	25
		Autos	15	20	25
		Furgonetas	3	2	2
		Buses	2	3	1
		Camionetas	10	14	13
		Camiones	4	5	1
	P6	Motocicletas	30	51	29
		Autos	25	40	22
		Furgonetas	3	4	
		Buses	2	2	1
Camionetas		20	32	19	
Camiones		5	8	2	
Día 2 26/11/2013	P7	Motocicletas	32	46	22
		Autos	21	33	15
		Furgonetas	6	4	2
		Buses	2	2	1
		Camionetas	18	21	10

	Camiones	6	9	3
P8	Motocicletas	29	42	18
	Autos	26	32	20
	Furgonetas	2	3	1
	Buses	2	2	1
	Camionetas	22	25	15
	Camiones	8	6	3
P9	Motocicletas	9	11	5
	Autos	9	12	7
	Furgonetas	2	2	2
	Buses			
	Camionetas	7	9	6
	Camiones	5	3	1
P10	Motocicletas	18	17	6
	Autos	8	6	4
	Furgonetas	1	2	2
	Buses			
	Camionetas	6	8	3
	Camiones	2	3	1
P11	Motocicletas	9	6	3
	Autos	6	8	3
	Furgonetas	2	1	
	Buses			
	Camionetas	5	4	2
	Camiones	3	4	
P12	Motocicletas	7	3	2
	Autos	7	8	5
	Furgonetas	2	3	1
	Buses			
	Camionetas	6	7	4
	Camiones	3	4	1

Anexo 15. Sonómetro SLM (Sound Level Meter) modelo SL - 5868P.



Anexo 16. Toma de datos en los diferentes puntos del cantón.



