



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO(A) EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**

**TEMA**

**ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA ZONA URBANA DEL  
CANTÓN MANTA**

**AUTORES**

Benavides Anchundia Katherine Johana

Salvatierra Guerrero Luis David

**TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Ing. Jimmy Cevallos Zambrano Mg. Sc.

**MANTA – MANABÍ – ECUADOR**

**2016**

## CERTIFICACIÓN

Ing. Jimmy Cevallos Zambrano Mg. Sc., certifica haber tutelado el Proyecto de Titulación “ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA ZONA URBANA DEL CANTÓN MANTA”, que ha sido desarrollada por: Benavides Anchundia Katherine Johana, con C.I. #131603444-4; y Salvatierra Guerrero Luis David, con C.I. #131497218-1, egresados de la carrera Ingeniería en recursos naturales y ambientales, previo a la obtención del título de Ingeniero(a) en Recursos Naturales y Ambiente, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Atentamente

---

Ing. Jimmy Cevallos Zambrano Mg. Sc.

C.I. #130905397-1

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, Geovanny Benavides y Lourdes Anchundia que han sido mi pilar fundamental toda mi vida y gracias al apoyo que me han brindado siempre este trabajo ha sido posible;

Mi hermana Bristney, que siempre he podido contar con ella para lo que he necesitado;

Y mi novio que ha sido mi sustento para cumplir mis propósitos, por enseñarme a no decaer y seguir adelante en todo lo que me plantee.

Todo este trabajo a sigo posible gracias a ellos.

**Katherine Johana Benavides Anchundia**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación fue posible gracias al apoyo de mis padres, por sus consejos motivadores que me han brindado durante toda mi vida quienes me enseñan que la educación es una herramienta principal para seguir escalando en la vida;

A mis hermanos, por su muestra de afecto y cariño a lo largo de los años;

A mi novia, quien me ha enseñado a seguir adelante y cumplir todo lo que me propongo.

Este gran logro no habría sido sin el apoyo de cada uno de ellos.

**Luis David Salvatierra Guerrero**

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**  
**ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA ZONA URBANA**  
**DEL CANTÓN MANTA**

**Proyecto de Titulación presentado a los Miembros del Tribunal de la**  
**Facultad Ciencias Agropecuarias como requisito para obtener el título de:**  
**INGENIERO(A) EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES**

---

**Yessenia García Montes Mg. Sc**  
**DECANA DE LA FACULTAD**

---

**Jimmy Cevallos Zambrano Mg. Sc.**  
**TUTOR DE TESIS**

---

**Ing. Ángel Pérez**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Blgo. Ricardo Castillo Ruperti**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Brígida Rodríguez**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Al terminar esta investigación queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos primero a Dios, que nos ha iluminado y guiado por el buen camino, pudiendo lograr una más de nuestras metas, asimismo agradecemos:

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y a su Facultad de Ciencias Agropecuarias; por cada oportunidad brindada en el transcurso de estudio para optar por el título de Ingenieros en Recursos Naturales y Ambientales.

Al Ingeniero Jimmy Cevallos Tutor de nuestra tesis, por brindarnos conocimientos nuevos para la realización de la misma;

A la Ingeniera, Yessenia García Decana de la Facultad de Ciencias Agropecuarias;

A los Ingenieros Ángel Pérez, Presidente de nuestro tribunal, Ing. Brígida Rodríguez y al Blog. Ricardo Castillo, miembros del tribunal por las observaciones realizadas para elaborar de mejor manera nuestra investigación;

Al ingeniero Hebert Vera, quien con sus grandes conocimientos en el área estadística fue de gran ayuda para nosotros en la interpretación de datos.

Al Departamento de Gestión Ambiental del Municipio de Manta, por brindarnos información requerida para realizar este trabajo de investigación;

Y a los docentes que de alguna manera compartieron su tiempo, brindándonos nuevos conocimientos durante nuestros años de estudio.

**Katherine Johana Benavides Anchundia**

**Luis David Salvatierra Guerrero**

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>1. GENERALIDADES</b> .....	<b>3</b>
1.1. INTRODUCCIÓN	3
1.2. OBJETIVOS	4
1.2.1. Objetivo general .....	4
1.2.2. Objetivos específicos .....	4
1.3. HIPÓTESIS	4
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>5</b>
<b>2. MARCO TEORICO</b> .....	<b>5</b>
2.1. MARCO LEGAL	5
2.1.1. La Constitución de la República del Ecuador, R.O. N° 449, del 20-10-2008. ....	5
2.1.2. Texto Unificado de Legislación Secundaria TULSMA, Decreto Ejecutivo No. 3516 Registro Oficial Suplemento # 2 Fecha: 31-3-2003 .....	5
2.1.3. Ley de Gestión Ambiental.....	6
2.1.4. Código Orgánico Integral Penal.....	6
2.1.5. Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial (Registro Oficial Suplemento 398 de 07-ago.-2008).....	6
2.1.6. Código del trabajo (Codificación No. 2005-017) .....	6
2.1.7. Decreto Ejecutivo 2393 - Reglamento de Seguridad y Salud De los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo .....	6
2.1.8. ANEXO 5 del libro VI del TULSMA - Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles – 4 de noviembre del 201510	
2.1.9. Ordenanza que regula la gestión ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta (2011) .....	11
2.2. MARCO CONCEPTUAL	20
2.3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	23
2.3.1. El ruido .....	23
2.3.2. San Pablo de Manta .....	40
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>51</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>51</b>
3.1. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA	51
3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	52
3.3. VARIABLES EN ESTUDIO	55
3.3.1. Composición del tráfico (de influencia directa).....	55
3.3.2. Variables ambientales y de construcción (de influencia indirecta).....	56
3.4. PROCEDIMIENTOS	56
3.4.1. PRIMERA FASE: Planificación y medición de niveles de ruido .....	56

3.4.2.	SEGUNDA FASE. Diseño Experimental y Estadística .....	58
3.4.3.	TERCERA FASE: Interpretación de resultados .....	59
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>60</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>60</b>
4.1.	NIVELES DE PRESIÓN SONORA OBTENIDOS	60
4.1.1.	Interpretación estadística.....	65
4.1.2.	Diferencia entre jornadas del ruido promedio.....	66
4.2.	MAPA DE RUIDO	67
4.3.	COMPARACIÓN CON LOS LÍMITES ESTABLECIDOS EN LA ORDENANZA QUE REGULA LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL GAD MANTA (2011):	69
4.4.	TABULACIÓN DE VARIABLES	73
4.4.1.	Correlación de datos entre el ruido y el tráfico vehicular .....	76
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>78</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>		<b>78</b>
5.1.	CORRELACIÓN DE DATOS ENTRE EL RUIDO Y EL TRÁFICO VEHICULAR	78
5.2.	ANÁLISIS CRÍTICO	78
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>82</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>82</b>
6.1.	CONCLUSIONES	82
6.2.	RECOMENDACIONES	83
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>84</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>89</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Transmisión del sonido de una fuente a un receptor .....	25
Figura 2: Ejemplo de forma de onda de ruido blanco .....	27
Figura 3: Fenómenos naturales generadores de ruido .....	29
Figura 4: Símbolos del cantón Manta .....	40
Figura 5: Mapa político de Manta .....	41
Figura 6: Balsa Manteña .....	43
Figura 7: Frecuencia de la distribución de la dirección del viento en rumbos .....	45
Figura 8: Hidrografía del cantón Manta .....	47
Figura 9: Mapa de Usos de Suelo municipal .....	48
Figura 10: Ubicación Geográfica del perímetro urbano de Manta.....	51
Figura 11: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo .....	52
Figura 12: Sonómetro EXTECH 407750.....	57
Figura 14: Mapa de ruido de la zona urbana del cantón Manta .....	68
Figura 15: Comparación de los límites máximos permisibles con los niveles de presión sonora obtenidos.....	72
Figura 16: Correlación de datos tráfico-ruido.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Nivel sonoro en dB vs Tiempo de exposición .....	8
Tabla 2: Ruido de impacto.....	8
Tabla 3: Tabla 1 - Niveles máximos de emisión de ruido (L <sub>keq</sub> ) para fuentes de ruido .....	10
Tabla 4: Tabla 2 - Niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido .....	11
Tabla 5: Valores límite expresados en LA eq (Nivel sonoro continuo equivalente) (dB) .....	15
Tabla 6: Valores límite expresados en LA eq (dB).....	15
Tabla 7: Valores límite expresados en LA eq (dB):.....	16
Tabla 8: Valores límite expresados en LA eq (dB) - Ambiente interior .....	16
Tabla 9: Valores límite de vibraciones expresados en valores "K".....	17
Tabla 10: Nivel de potencia sonora medida para varias fuentes acústicas .....	33
Tabla 11: Datos Generales de la ciudad de Manta .....	42
Tabla 12: Uso de Suelos Cantón Manta .....	47
Tabla 13: Coordenadas de los puntos de muestreo .....	52
Tabla 14: Ficha de medición de datos de ruido .....	58
Tabla 15: Información previa al diseño experimental.....	58
Tabla 16: Análisis de información.....	58
Tabla 17: Diseño de bloques completos al azar (ANOVA).....	59
Tabla 18: Valores de presión sonora de la zona urbana del cantón Manta.....	61
Tabla 19: Presión sonora promedio por jornadas .....	66
Tabla 20: Valores máximos permisibles de ruido en el cantón Manta .....	69
Tabla 21: División de los puntos de muestreo según el tipo de uso de suelo .....	71
Tabla 22: Tabulación de variables de estudio.....	74
Tabla 23: Cronograma de actividades.....	89
Tabla 24: Presupuesto .....	90

## RESUMEN

En el presente trabajo se establecen los niveles de presión sonora a lo largo de la zona urbana del cantón Manta, tomándose al azar 26 puntos estratégicos en la zona delimitada y las mediciones de ruido y del tráfico vehicular se hicieron 3 veces al día, con 5 réplicas cada 4-6 días. Para la toma de muestras de ruido se utilizó el sonómetro marca EXTECH modelo 407750.

Se obtuvieron registros entre los 60 y 80 dB, estando los más bajos niveles ubicados en zonas residenciales, y los más altos en zonas de uso comercial. El sector con el nivel de ruido más preocupante es en Tarqui, donde el ruido promedio está bordeando los 80 dB. Sin embargo, en casi todos los puntos de medición se obtuvieron niveles de ruido que superan los límites máximos permisibles, tanto del Anexo V del Libro VI del TULSMA, como de la ordenanza cantonal de regulación del mismo. El lugar con el valor más bajo de ruido fue el aeropuerto, con 59 dB. Este valor se debe a la casi nula presencia vehicular, el poco tráfico aéreo y al viento que es constante en este sector.

La causa principal, más no total, del ruido fue el tráfico vehicular, demostrado mediante el análisis de correlación entre estas dos variables, que dio como resultado un coeficiente de determinación de 0.67, lo que significa que el 67% del ruido medido en la zona urbana de la ciudad se debe a la presencia del tráfico vehicular.

## **ABSTRACT**

The present work establishes the sound pressure levels along the urban zone of Manta, taking at random 26 strategic points in the delimited area and the measurements of noise and vehicular traffic were made 3 times a day, with 5 replicates every 4-6 days. For noise sampling, the EXTECH model 407750 sound level meter was used.

The results were between 60 and 80 dB, with the lowest levels located in residential areas, and the highest in areas of commercial use. The sector with the most disturbing noise level is in Tarqui, where the average noise is bordering the 80 dB. However, noise levels exceeding the maximum permissible limits, for Annex V of TULSMA Book VI and the cantonal regulation of noise were obtained at almost all measurement points. The place with the lowest noise value was the airport, with 59 dB. This value is due to the almost null vehicular presence, the little air traffic and the wind that is constant in this sector.

The main, but not total, cause of noise was vehicle traffic, demonstrated by the correlation analysis between these two variables, which resulted in a coefficient of determination of 0.67, which means that 67% of the noise measured in the urban area development of the city is due to the presence of vehicular traffic.

# CAPÍTULO I

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las personas están familiarizados con los sonidos que escuchan en la vida cotidiana. La música fuerte, la televisión, la gente hablando en su teléfono, el tráfico, todos estos factores han llegado a ser parte de la cultura urbana y en pocas ocasiones nos molesta. Sin embargo, cuando el sonido de la música le impide dormir toda la noche o el tráfico comienza a ocasionar dolor de cabeza, ya no se habla de ruido sino de contaminación acústica. Para muchas personas, el concepto de contaminación se limita a la naturaleza y sus recursos, sin embargo, el ruido tiene a interrumpir el ritmo natural de la vida de las personas expuestas.

La contaminación acústica es producida por el ruido cuando este sobrepasa los niveles que permiten una adecuada calidad de vida para la población. Cuando la contaminación acústica afecta al ambiente de trabajo, se denomina ruido laboral, si se genera en el medio ambiente, se denomina ruido comunitario o ruido ambiental, se lo entiende también como un sonido indeseable que puede provocar perjudiciales efectos en la población expuesta, este tipo de contaminación se deriva directamente de las diferentes actividades que se desarrollan principalmente en los núcleos urbanos.

La contaminación acústica es un gran problema; sin embargo, no es común tener denuncias sociales sobre el mismo, esto se debe a que en el pasado tenía una apreciación positiva, donde se consideraba que una sociedad ruidosa era una sociedad viva. En la actualidad, este pensamiento está siendo superado, y el término contaminación acústica no solo ha logrado generar interés en la sociedad, también ha promovido el desarrollo de estudios que proporcionan información esencial sobre este tipo de contaminación y de normas legales y políticas encaminadas a combatirla. El entorno sonoro no solo es un elemento físico que rodea a las personas; sino también es un fenómeno complejo que tiene un origen social y causa serias dificultades en las personas.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1 *Objetivo general***

Determinar los niveles de presión sonora de la zona urbana de la ciudad de Manta.

### **1.2.2 *Objetivos específicos***

Realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos con lo que establecen la legislación vigente.

Realizar una correlación de datos entre las variables de estudio y los niveles de presión sonora obtenidos.

Mostrar mediante la elaboración de un mapa de ruido los puntos críticos de la ciudad de Manta con mayor contaminación acústica.

## **1.3. HIPÓTESIS**

Los niveles de ruido en la zona urbana ciudad de Manta superan los límites máximos permisibles establecidos por el TULSMA y el Municipio debido al tráfico vehicular.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. MARCO LEGAL

El marco normativo aplicable a la gestión del aire se caracteriza por su fundamento constitucional y de derecho internacional. A nivel nacional, hay normas legales, orgánicas y ordinarias; así como normas secundarias (reglamentos, acuerdos, etc.) que regulan la gestión del aire en materia de ruido, se citan los siguientes:

##### ***2.1.1. La Constitución de la República del Ecuador, R.O. N° 449, del 20-10-2008.***

Artículo 14

Artículo 15

Artículo 66 inciso 27

Artículo 395

##### ***2.1.2. Texto Unificado de Legislación Secundaria TULSMA, Decreto Ejecutivo No. 3516 Registro Oficial Suplemento # 2 Fecha: 31-3-2003***

Art. 1

Art. 224 inciso 1

Art. 225 inciso 1

Art. 226

### **2.1.3. Ley de Gestión Ambiental**

Art. 28

Art. 29

Art. 43 primeros 2 incisos

### **2.1.4. Código Orgánico Integral Penal**

Artículo 16 numeral 4

Artículo 392

### **2.1.5. Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial (Registro Oficial Suplemento 398 de 07-ago.-2008)**

Art. 30.5 literal j

Art. 80 numeral 11

Art. 88 literal h

Art. 211

### **2.1.6. Código del trabajo (Codificación No. 2005-017)**

Art. 428

### **2.1.7. Decreto Ejecutivo 2393 - Reglamento de Seguridad y Salud De los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo**

Art. 55. Ruidos y vibraciones

1. La prevención de riesgos por ruidos y vibraciones se efectuará aplicando la metodología expresada en el apartado 4 del artículo 53.

2. El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos o vibraciones se efectuará con las técnicas que permitan lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico, aislamiento de la estructura o empleo de soportes antivibratorios.

3. Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y serán objeto de un programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos.

4. (Reformado por el Art. 31 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se prohíbe instalar máquinas o aparatos que produzcan ruidos o vibraciones, adosados a paredes o columnas excluyéndose los dispositivos de alarma o señales acústicas.

5. (Reformado por el Art. 32 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Los conductos con circulación forzada de gases, líquidos o sólidos en suspensión, especialmente cuando estén conectados directamente a máquinas que tengan partes en movimiento siempre y cuando contribuyan notablemente al incremento de ruido y vibraciones, estarán provistos de dispositivos que impidan la transmisión de las vibraciones que generan aquéllas mediante materiales absorbentes en sus anclajes y en las partes de su recorrido que atraviesen muros o tabiques.

6. (Reformado por el Art. 33 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido.

7. (Reformado por el Art. 34 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Para el caso de ruido continuo los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla:



**Tabla 1:** Nivel sonoro en dB vs Tiempo de exposición

/dB (A-lento)	Tiempo de exposición
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

**Fuente:** Decreto ejecutivo 2393 - Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

**Elaborado:** Autores de la investigación

Ruido de Impacto. - Es aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquel cuya frecuencia sea superior, se considera continuo.

Los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerán del número total de impactos en dicho período de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 2:** Ruido de impacto

Número de impulsos o impacto por jornada de 8 horas	Nivel de presión sonora máxima (dB)
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

**Fuente:** Decreto Ejecutivo 2393 - Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

**Elaborado:** Autores de la investigación

8. (Agregado inc. 2 por el Art. 30 del D.E. 4217, R.O. R.O. 997, 10-VIII-88) Las máquinas-herramientas que originen vibraciones tales como martillos neumáticos, apisonadoras, remachadoras, compactadoras y vibradoras o similares, deberán estar provistas de dispositivos amortiguadores y al personal que los utilice se les proveerá de equipo de protección antivibratorio.

Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométrico.

9. (Reformado por el Art. 35, y agregado inc. 2 por el Art. 30 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Los equipos pesados como tractores, traillas, excavadoras o

análogas que produzcan vibraciones, estarán provistas de asientos con amortiguadores y suficiente apoyo para la espalda.

Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométrico.

#### Art. 165 numeral 3.- Tipos de señalización

“Cuando se empleen señales acústicas, intermitentes o continuas en momentos y zonas que por sus especiales condiciones o dimensiones así lo requieran, la frecuencia de las mismas será diferenciable del ruido ambiente y en ningún caso su nivel sonoro superará los límites establecidos en el presente Reglamento.”

#### Art. 179. Protección auditiva

1. Cuando el nivel de ruido en un puesto o área de trabajo sobrepase el establecido en este Reglamento, será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva.

2. Los protectores auditivos serán de materiales tales que no produzcan situaciones, disturbios o enfermedades en las personas que los utilicen. No producirán además molestias innecesarias, y en el caso de ir sujetos por medio de un arnés a la cabeza, la presión que ejerzan será la suficiente para fijarlos debidamente.

3. Los protectores auditivos ofrecerán la atenuación suficiente. Su elección se realizará de acuerdo con su curva de atenuación y las características de ruido.

4. Los equipos de protección auditiva podrán ir colocados sobre el pabellón auditivo (protectores externos) o introducidos en el conducto auditivo externo (protectores insertos).

5. Para conseguir la máxima eficacia en el uso de protectores auditivos, el usuario deberá en todo caso realizar las operaciones siguientes:

a) Comprobar que no poseen abolladuras, fisuras, roturas o deformaciones, ya que éstas influyen en la atenuación proporcionada por el equipo.

b) Proceder a una colocación adecuada del equipo de protección personal, introduciendo completamente en el conducto auditivo externo el protector en

caso de ser inserto, y comprobando el buen estado del sistema de suspensión en el caso de utilizarse protectores externos; y,

c) Mantener el protector auditivo en perfecto estado higiénico.

6. Los protectores auditivos serán de uso personal e intransferible.

Cuando se utilicen protectores insertos se lavarán a diario y se evitará el contacto con objetos sucios. Los externos, periódicamente se someterán a un proceso de desinfección adecuado que no afecte a sus características técnicas y funcionales.

7. Para una buena conservación los equipos se guardarán, cuando no se usen, limpios y secos en sus correspondientes estuches.

**2.1.8. ANEXO 5 del libro VI del TULSMA - Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles – 4 de noviembre del 2015**

Para cumplimiento de los reglamentos establecidos debemos seguir las pautas y las tablas mostradas a continuación para cumplir con la ley.

**Tabla 3:** Tabla 1 - Niveles máximos de emisión de ruido (Lkeq) para fuentes de ruido

NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR		
Uso de suelo	LKeq (dB)	
	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
	07:01 hasta 21:00 horas	21:01 hasta 07:00 horas
Residencial (R1)	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial (CM)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Uso Múltiple	Cuando existan usos de suelo múltiple o combinados se utilizará el LKeq más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación. <b>Ejemplo:</b> Uso de suelo: Residencial + ID2 LKeq para este caso = Diurno 55 dB y Nocturno 45dB.	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación del LKeq para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4.	

**Fuente:** Anexo V del Libro VI del TULSMA

**Elaborado:** Autores de la investigación

**Tabla 4:** Tabla 2 - Niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MAXIMO (dBA)
	De hasta 200 c.c	80
Motocicletas	Entre 200 y 500 c.c.	85
	Mayores a 500 c. c.	86
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
Vehículos	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas, y potencia de motor mayor a 200 HP.	85
	Peso máximo hasta 3,5 toneladas.	81
Vehículo de Carga:	Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12 toneladas.	88

**Fuente:** Anexo V del Libro VI del TULSMA

**Elaborado:** Autores de la investigación

### ***2.1.9. Ordenanza que regula la gestión ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta (2011)***

Art 17.- Se prohíbe, bajo las prevenciones que esta Ordenanza establece, toda producción de ruidos y vibraciones en lugares públicos, sea cual fuere la forma en que se los provoque; y que, de algún modo sean capaces de ocasionar molestias, trastornos mentales o físicos a la ciudadanía en general.

Queda igualmente prohibido el uso de equipos de sonido, radios, televisores, disco móvil, altoparlantes, megáfonos o cualquier otro aparato o dispositivo similar, dentro de locales privados y aún en habitaciones, cuando el volumen empleado en tales aparatos perturbe la actividad laboral o el descanso colectivo.

Cuando por circunstancias excepcionales una entidad o un ciudadano requiera usar un instrumento o equipo que generen ruidos elevados, el interesado deberá solicitar por escrito el correspondiente permiso a la Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta, quien lo concederá previos estudios y con horas debidamente señaladas.

Art. 18.- Queda terminantemente prohibido el uso de pitos y bocinas, salvo en casos extraordinarios o por causas de fuerza mayor.

Art. 19.- Los propietarios de talleres, los representantes legales de compañía ubicadas en el cantón Manta, así como los constructores que utilizan maquinarias para el cumplimiento de sus actividades profesionales que generen

emisiones de ruidos y vibraciones que ocasionen molestias, trastornos mentales, físico o psicológicos a las personas y, los vendedores ambulantes que hacen uso de megáfonos para la propaganda y venta de sus productos, deberán solicitar por escrito el correspondiente permiso a la Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta, que lo concederá estableciendo un horario en que deberá funcionar la maquinaria o equipo sin excederse de ocho horas diarias en dos jornadas de cuatro horas cada una, con un intervalo entre si de una hora mínimo. Para lo cual deberá observarse estrictamente la Ordenanza de Reglamentación Urbana del Cantón Manta.

Art. 20.- La Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta establecerá un plan de acción en materia de ruido y vibraciones para concientizar a la ciudadanía. Dicho plan concretará las líneas de acciones a poner en práctica y que harán referencia a, entre otros, los siguientes aspectos:

- a) Prevención de la contaminación acústica.
- b) Control y corrección de la contaminación acústica.
- c) Información y conciencia del público.
- d) Elaboración de mapas de ruido.
- e) Establecimiento de un catálogo de actividades potencialmente contaminantes por ruido y vibraciones.
- f) Determinación de los objetivos de calidad acústica asociados a los índices de emisión e inmisión de ruidos y vibraciones.
- g) Duración de exposición al ruido,
- h) Procedimiento de revisión.
- i) Mecanismos de financiación de campañas de control de contaminación por ruido.

Art. 21.- A efecto de la aplicación de esta Ordenanza, las áreas de sensibilidad acústica se clasifican de acuerdo con la siguiente tipología:

a) Ambiente exterior

**Tipo I: Área de Silencio:** Zona de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una especial protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

Uso sanitario u hospitales.

Uso docente o educativo.

Uso cultural.

Espacios protegidos

**Tipo II: Área levemente ruidosa:** Zona de considerable sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección alta contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

Uso residencial.

Zona verde, excepto en casos en que constituyen zonas de transición.

**Tipo III: Área tolerablemente ruidosa:** Zona de moderada sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección, media contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

Uso de hospedaje.

Uso de oficinas o servicios.

Uso comercial.

Uso deportivo.

Uso recreativo.

**Tipo IV: Área ruidosa:** Zona de baja sensibilidad acústica, que comprende los sectores de menor protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo.

Uso industrial.

Servicios públicos.

**Tipo V: Área especialmente ruidosa:** Zona de nula sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio afectados por servidumbres sonoras a favor

de infraestructura de transporte (por carretera y aéreo) y áreas de espectáculos al aire libre.

b) Ambiente interior:

**Tipo VI: Área de trabajo:** Zona del interior de los centros de trabajo sin perjuicio de la normativa específica en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

**Tipo VII: Área de vivienda:** Zona del interior de las viviendas y usos equivalentes en la que se diferencia entre la sub zona residencial habitable, que incluye cocinas, baños, pasillos, y sus equivalentes funcionales; y, la sub zona de hospedaje.

A efectos de la delimitación de las áreas de sensibilidad acústica en ambiente exterior, las zonas que se encuadren en cada uno de los tipos señalados en el apartado anterior lo serán sin que ello excluya la posible presencia de otros usos del suelo distintos de los indicados en cada caso como mayoritarios.

Así mismo, a fin de evitar que colinden áreas de muy diferentes sensibilidades, se podrán establecer zonas de transición, salvo que una de las áreas implicadas sea del TIPO I, en cuyo caso no se admitirá la inclusión de tales zonas de transición.

Art. 22.- A los efectos de esta Ordenanza se establecen los siguientes niveles de evaluación sonora:

Nivel de emisión de ruido al ambiente exterior.

Nivel de inmisión de ruido en ambiente interior.

Nivel de emisión de ruido de vehículos a motor.

Nivel de emisión de ruido de maquinarias e instalaciones térmicas.

Nivel de inmisión de vibraciones en ambiente interior.

Art. 23.- Valores límites de emisión de ruido al ambiente exterior

1.- En aquellas zonas que a la entrada en vigor de esta Ordenanza se prevean nuevos desarrollos urbanísticos, ningún emisor acústico, podrá producir ruidos que hagan que el nivel de emisión al ambiente exterior sobrepase los valores límites fijados en la siguiente tabla.

**Tabla 5:** Valores límite expresados en LA eq (Nivel sonoro continuo equivalente) (dB)

Área de sensibilidad acústica	Período Diurno	Período Nocturno
Tipo I (Área de silencio)	50	40
Tipo II (Área levemente ruidosa)	55	45
Tipo III (Área tolerablemente ruidos)	65	55
Tipo IV (Área ruidosa)	70	60
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	75	65

**Fuente:** Ordenanza que regula la gestión ambiental GAD Manta 2011

**Elaborado:** Autores de la investigación

2.- En aquellas zonas en las que a la entrada en vigencia de esta Ordenanza estén consolidadas urbanísticamente los valores objetivos a alcanzar serán los fijados en la siguiente tabla.

**Tabla 6:** Valores límite expresados en LA eq (dB)

Área de sensibilidad acústica	Período Diurno	Período Nocturno
Tipo I (Área de silencio)	60	50
Tipo II (Área levemente ruidosa)	65	50
Tipo III (Área tolerablemente ruidos)	70	60
Tipo IV (Área ruidosa)	75	70
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	80	75

**Fuente:** Ordenanza que regula la gestión ambiental GAD Manta 2011

**Elaborado:** Autores de la investigación

3.- En las zonas a las que se refiere el apartado anterior, cuya situación acústica determine que no alcancen los valores objetivos fijados no podrá instalarse ningún nuevo foco emisor si su funcionamiento ocasiona un incremento de 3DB (A) o más en los valores existentes o si supieran los valores límites siguientes:



**Tabla 7:** Valores límite expresados en LA eq (dB):

Área de sensibilidad acústica	Período Diurno	Período Nocturno
Tipo I (Área de silencio)	55	45
Tipo II (Área levemente ruidosa)	60	50
Tipo III (Área tolerablemente ruidos)	65	70
Tipo IV (Área ruidosa)	75	70
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	80	75

**Fuente:** Ordenanza que regula la gestión ambiental GAD Manta 2011

**Elaborado:** Autores de la investigación

Art.24.- Valores límite de inmisión de ruido en ambiente interior

1.- Ningún emisor acústico podrá producir unos niveles de inmisión de ruido en ambientes interiores de los edificios propios o colindantes que superen los valores establecidos en la siguiente tabla.

**Tabla 8:** Valores límite expresados en LA eq (dB) - Ambiente interior

Área de sensibilidad acústica	Uso del Recinto	Período Diurno	Período Nocturno
Tipo VI (Área de Trabajo)	Sanitario	40	30
Tipo VI (Área de Trabajo)	Docente	40	30
Tipo VI (Área de Trabajo)	Cultural	40	40
Tipo VI (Área de Trabajo)	Oficinas	45	45
Tipo VI (Área de Trabajo)	Comercio	50	50
Tipo VI (Área de Trabajo)	Industria	60	55
Tipo VII (Área de Vivienda)	Residencial	35	30
Tipo VII (Área de Vivienda)	Residencial	40	35
Tipo VII (Área de Vivienda)	Hospedaje	40	30

**Fuente:** Ordenanza que regula la gestión ambiental GAD Manta 2011

**Elaborado:** Autores de la investigación

2.- Para actividades no mencionadas en el cuadro anterior, los límites de aplicación serán los establecidos por usos similares que sean regulados.

Art. 25.- Valores límites de emisión de ruido de los vehículos a motor, maquinarias e instalaciones de climatización o ventilación forzada.

1.- Los vehículos a motor que circulen en la jurisdicción del cantón Manta no podrán superar en más de 4 dB (A) los límites de emisión de ruidos.

2.- Ningún tipo de maquinaria o instalaciones de climatización o ventilación forzada utilizadas en la jurisdicción cantonal de Manta podrán superar en más de 4 dB (A) los límites de emisión de ruidos.

3.- La evaluación de los niveles citados en los apartados anteriores se efectuará en las instalaciones oficiales debidamente homologadas que se determine por decisión administrativa del Alcalde o Alcaldesa.

Art. 26.- Valores límites de transición de vibraciones al ambiente interior. - Ninguna fuente vibrante podrá transmitir unos niveles al ambiente interior cuyo índice de percepción vibratoria (K) supere los valores establecidos en la siguiente:

**Tabla 9:** Valores límite de vibraciones expresados en valores "K"

Área de sensibilidad acústica	Uso del Recinto	Período Diurno	Período Nocturno
Tipo VI	Sanitario	1	1
Tipo VI	Docente	2	2
Tipo VI	Cultural	2	2
Tipo VI	Oficinas	4	4
Tipo VI	Comercio	8	8
Tipo VII	Residencial Habitable	2	1,4
Tipo VII (Área de Vivienda)	Residencial Servicios	4	2
Tipo VII (Área de Vivienda)	Hospedaje	4	2

**Fuente:** Ordenanza que regula la gestión ambiental GAD Manta 2011

**Elaborado:** Autores de la investigación

Art 29.- Inspección, vigilancia y control. - La Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta, en el ámbito de su competencia adoptará las siguientes medidas en coordinación con las autoridades respectivas y la Policía del GAD-MANTA:

1. Exigir la adopción de medidas correctoras, señalar limitaciones, realizar cuantas inspecciones sean necesarias e imponer las sanciones correspondientes en caso de incumplimiento, de conformidad con lo previsto en la legislación aplicable.

2. Cuando para la realización de inspecciones sea necesario entrar a un domicilio y el residente se oponga a ello, será necesaria la correspondiente autorización judicial.

3. Los titulares o responsables legales de los establecimientos y actividades generadoras de ruidos y vibraciones están obligados a facilitar el acceso a sus instalaciones o focos de emisión de ruidos a la autoridad respectiva para lo cual se solicitará la colaboración de la Policía Nacional y/o la Policía del GAD-MANTA.

4. Durante la inspección, los titulares o responsables legales de las actividades implicadas dispondrán su funcionamiento en las condiciones que les indiquen los servidores de la Dirección Municipal de Gestión Ambiental, siempre que ello sea posible, pudiendo presenciar aquellos el proceso de inspección.

Art. 30.- Actuación inspectora. - Los inspectores usarán el siguiente mecanismo para la vigilancia o inspección:

1. Los Datos obtenidos de las actividades de vigilancia o inspección se consignarán en la correspondiente acta o documento público que, firmada por el funcionario y con las formalidades exigibles, gozará de presunción de certeza y el valor probatorio en cuanto a los hechos consignados en los mismos, sin perjuicio de las demás pruebas que los interesados puedan aportar en defensa de sus respectivos intereses.

2. Del acta que se levante y del informe preceptivo que la acompañe se entregará una copia al titular o al responsable legal de la actividad.

3. Los inspectores, en el ejercicio de sus funciones y para el desempeño de las mismas, podrán ir acompañados de asesores técnicos debidamente autorizados por la Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta.

Art. 32 - Responsables

1. Sólo podrán ser, sancionados por hechos constitutivos de infracciones administrativas por el incumplimiento de las obligaciones reguladas en esta Ordenanza las personas naturales o jurídicas que resulten responsables de los mismos, aún a título de mera inobservancia.

2. Cuando en la infracción hubieren participado varias personas y no sea posible determinar el grado de intervención de las mismas en la infracción, la responsabilidad de todas ellas será solidaria.

3. Los titulares o promotores de las actividades o establecimientos serán responsables solidarios por el incumplimiento de las obligaciones previstas en esta Ordenanza, por quienes estén bajo su dependencia.

Art 33.- Medidas cautelares. - Cuando se superen en más de 10 DB (A) en el periodo diurno y 7DB (A) en el nocturno, los valores límites establecidos en esta Ordenanza, durante la tramitación del correspondiente expediente, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Manta a través de la Dirección de Gestión Ambiental en el ejercicio de su competencia, podrá ordenar, mediante resolución motivada la suspensión o clausura del foco emisor del ruido.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

El trabajo a desarrollar está inmerso en una temática con terminología científica y muy poco usual lo cual involucra un espacio descriptivo de estos términos, por tanto; se ha establecido un marco conceptual que permita un mejor entendimiento de los procesos que se establecen:

**Antropogénico:** Resultante de la actividad de los seres humanos o producido por éstos (GreenFacts, 2016).

**Ruido Ambiental:** El ruido ambiental es un problema típico de las grandes ciudades. Se genera por acciones que realiza el ser humano, como determinadas actividades industriales o comerciales, el tránsito de vehículos a motor y la reproducción de música a un volumen elevado (Definición, 2016).

**Efecto Tóxico:** Es producido por uno o varios agentes tóxicos sobre un organismo, población o comunidad que se manifiesta por cambios biológicos. Su grado se evalúa por una escala de intensidad o severidad y su magnitud está relacionada con la dosis (cantidad de sustancia administrada, expresada generalmente por unidad de peso corporal) o la concentración (sustancia aplicada en el medio) del agente tóxico (SuperFund, 2016).

**Ondas sonoras:** Es una onda longitudinal que transmite lo que se asocia con sonido. Si se propaga en un medio elástico y continuo genera una variación local de presión o densidad, que se transmite en forma de onda esférica periódica o cuasi periódica. Mecánicamente las ondas sonoras son un tipo de onda elástica (Fisicanet, 2016).

**Presión Acústica:** Es producto de la propia propagación del sonido. La energía provocada por las ondas sonoras genera un movimiento ondulatorio de las partículas del aire, provocando la variación alterna en la presión estática del aire como pequeñas variaciones en la presión atmosférica (Anarkasis, 2016).

**Contaminación Acústica:** Es una de las formas de la contaminación atmosférica que puede afectar en mayor medida a la salud de las personas sin ser realmente consciente de ello (Ecologistas en acción, 2016).

**Aislamiento Acústico:** Es la protección de un recinto contra la penetración de sonidos que interfieran la actividad que se desea realizar, o bien para evitar que altos niveles de presión sonora generados en el interior puedan salir al exterior o pasar a terceros recintos en que no son deseables (Aislacustic, 2016).

**Infrasonidos:** Es onda sonora de tan baja frecuencia de vibración que no puede ser percibida por el oído humano. El infrasonido es una ventaja de la cual disfrutaban varios animales, especialmente los más grandes, tal es el caso de los elefantes, que lo emplean para comunicarse a través de importantes distancias. La capacidad de poder oír a enormes distancias es plausible gracias al importante tamaño de sus cabezas y la separación que presentan sus oídos, siendo ésta, directamente proporcional a la frecuencia que son capaces de captar. Cabe destacar, que los elefantes, incluso, logran captar el infrasonido al percibir las vibraciones que producen ellos mismos con los movimientos de sus patas, porque sus uñas hacen las veces de sensores conductores de los sonidos que presentan baja frecuencia (Infrasonidos y ultrasonidos, 2016)

**Claxon:** Bocina eléctrica. Se trata de un término tomado de la marca comercial registrada de bocinas Claxon, lo cual se convirtió en sinónimo coloquial de esta parte del automóvil.<sup>2</sup> Probablemente estaba basado en el término griego klazein ('rugir'), cognado del término latín clángere ('resonar').

Su plural es ambiguo: claxons (especialmente en Cuba) o cláxones. En Monterrey (México) hay un grupo de rock llamado Los Claxons. En Inglaterra existe también un grupo de rock llamado Klaxons (The Free Dictionary, 2016).

**Hertzios:** Es una unidad prefijada que sin embargo no tiene una cifra específica. Su símbolo es Hz, y es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades.<sup>3</sup>

Nombrado en honor al físico alemán Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), que descubrió la propagación de las ondas electromagnéticas. El nombre fue establecido por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC por sus siglas en inglés) en 1930.<sup>4</sup> Este fue adoptado en 1960 por la CGPM (Conférence Générale des Poids et Mesures: Conferencia General de Pesos y Medidas), reemplazando el nombre anterior de cps (ciclos por segundo), así como sus

múltiplos relacionados: kc/s (kilociclos por segundo), Mc/s (megaciclos por segundo), y Gc/s (gigaciclo por segundo).

El término ciclo por segundo fue completamente reemplazado por hercio en la década de 1970 (Real Academia Española, 2014).

**Polución:** Contaminación intensa y dañina del agua o aire, producida por los residuos de procesos industriales y biológicos. Polución es una noción que tiene su origen etimológico en el vocablo latino *pollutio*. Se trata de la contaminación ambiental que provocan ciertas sustancias y desechos. La polución, en este sentido, genera múltiples problemas para la naturaleza y para todos los seres vivos. Lo habitual es que la polución sea provocada por la acción del ser humano (Real Academia Española, 2014).

**Mitigar:** Intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero. Se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas (Gómez, 2009)

**Emisiones:** Son los residuos que son emanados por la actividad humana, ya sea industrial o doméstica, y que afectan al medio ambiente. La emisión de gases tóxicos por parte de los coches se conoce con el nombre de emisión vehicular, y contribuye considerablemente con la formación de smog en las ciudades, lo cual dificulta la respiración, así como la recuperación y el cuidado de quienes sufren enfermedades tales como el asma (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2016).

**Capa de Ozono:** La estratosfera contiene una capa en la que la concentración de ozono es máxima, denominada capa de ozono. Esta capa abarca aproximadamente desde los 12 km hasta los 40 km por encima de la superficie terrestre. La concentración de ozono alcanza un valor máximo entre los 20 km y los 25km aproximadamente. Esta capa está siendo mermada por efecto de las emisiones humanas de compuestos de cloro y de bromo. Este fenómeno se denomina agujero de ozono (Definición ABC, 2016).

## **2.3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

### **2.3.1. El ruido**

El ruido es un sonido no deseable que por sus propiedades constituye una molestia para los individuos (Martínez *et al*, 2013). Además, de acuerdo a Ojeda (2014) el ruido al igual que el sonido es una onda de frecuencia, pero su diferencia radica en los efectos que conlleva a su larga exposición, por lo que el ruido es considerado un elemento que causa contaminación acústica que puede ser considerado como una agresión continua la calidad de vida. También Taboada (2007) define: “El ruido es una sensación o percepción cuando una onda sonora, de suficiente magnitud y de frecuencia de onda adecuada, llega al oído. El ser humano no es capaz de percibir todas las frecuencias posibles, estando limitado a aquellas comprendidas entre los 16 y 20.000 Hz el llamado espectro auditivo, por similitud a la visual”

#### 2.3.1.1. Componentes del ruido

El ruido está compuesto por variaciones de amplitud o de frecuencia que se producen de forma más o menos aleatorias, y que se solapan con la onda principal, que es la que se va a necesitar escuchar nítidamente. No obstante, la mayoría de los “ruidos” tienen un patrón de frecuencias más o menos bien definido en la escala auditiva.

El sonido humanamente audible es captado por el oído que transforma energía acústica en mecánica y, más tarde, en eléctrica. El oído externo: oreja y canal auditivo, recoge el sonido y lo prepara. El oído medio: tímpano, martillo, yunque y estribo, transforma energía acústica en mecánica y el oído interno: cóclea, membrana basilar y nervio auditivo, transforma energía mecánica en eléctrica (Salazar, 2009).

El ruido, al estar formado por un conjunto de sonidos, viene definido por las mismas magnitudes físicas que identifican a este.

Las magnitudes que caracterizan un sonido puro son:



La amplitud del sonido, que está definida por la presión acústica, la intensidad acústica o la potencia acústica.

#### 2.3.1.2. La frecuencia del sonido y el período.

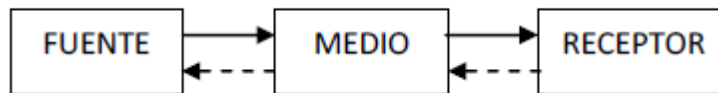
De estas magnitudes indicadas para definir la magnitud del sonido, la presión acústica es la más utilizada, esta se define como la diferencia de presión existente en un momento determinado y la presión en condiciones normales, se expresa en  $\text{N/m}^2$  (Newton/metro cuadrado) o Pascales (Pa).

$$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$$

La frecuencia del sonido se define como el número de veces que un sonido adquiere el mismo valor en la unidad de tiempo, se expresa en Hertzios (Hz). La inversa de la frecuencia es el período, y se identifica con T y es medido en segundos (s). Finalmente, como unidad de medida del nivel de presión acústica, se define el decibelio (dB). Esta es una unidad adimensional que expresa una relación entre dos energías (Salazar, 2009).

#### 2.3.1.3. Propagación del ruido

Para que se genere un ruido es necesario que la fuente libere una determinada cantidad de energía en el medio que lo rodea, esta energía liberada produce que las moléculas del medio de transmisión experimenten vibraciones bajo la forma de ondas de expansión y compresión que se propagan, finalmente emitiendo el sonido (Saquisilí, 2015). El ruido puede llegar al receptor por varias vías: aire, agua y paredes. La transmisión del sonido desde una fuente hacia el receptor está representada en la Figura 1, a través de las flechas continuas; donde, los componentes a pesar de ser presentados como elementos separados, tienen una interacción, es decir no son independientes (flechas discontinuas) (Harris, 1977).



**Figura 1:** Transmisión del sonido de una fuente a un receptor  
**Fuente:** Harris, 1977

A partir de la fuente las ondas sonoras propagan en todas las direcciones. Cuando las ondas sonoras chocan con un obstáculo cambia su dirección de propagación, y estas pueden ser absorbidas, reflejadas y transmitidas, llegando al receptor en una sucesión tan rápida que se escucha el sonido original prolongado después que la fuente ha dejado de emitir. Cuando el receptor se aleja de la fuente, la intensidad del sonido se reduce en 6 dB cada vez que se duplica la distancia hacia la fuente como consecuencia de la divergencia que experimentan las ondas sonoras emitidas (Harris, 1977).

#### 2.3.1.4. Clasificación del ruido

Para Salazar (2009), existen dos clasificaciones diferentes de ruido: En función de la potencia del ruido y en función de la frecuencia de trabajo

Según la potencia y el periodo

El ruido se clasifica en:

Ruido continuo o constante. - Es aquel que se manifiesta de manera ininterrumpida por más de 5 minutos (Harris, 1977), y cuya intensidad permanece constante o presenta pequeñas fluctuaciones (menores a 5 dB) a lo largo del tiempo. Una cosa bastante importante es que el ruido es homogéneo y superficial.

Ruido fluctuante. - El ruido fluctuante es aquel ruido cuya intensidad fluctúa (varia) a lo largo del tiempo. Las fluctuaciones pueden ser periódicas (ruido de línea AC) o aleatorias.

Ruido impulsivo. - El ruido impulsivo es aquel ruido cuya intensidad aumenta bruscamente durante un impulso. La duración de este impulso es breve, en comparación con el tiempo que transcurre entre un impulso y otro. Suele ser bastante más molesto que el ruido continuo (Salazar, 2009).

Ruido de fondo. - Es aquel ruido que predomina en ausencia del ruido emitido por la fuente que está siendo evaluada (MAE, 2015).

Ruido de impacto. - Es un ruido de muy corta duración, por lo tanto, el nivel de presión sonora aumenta rápidamente. Generalmente son producidos por el choque de superficies sólidas.

Ruido intermitente. - Son aquellos ruidos cuyos niveles de presión y espectro de frecuencia varían entre unos límites y además estas variaciones son constantes. Es el ruido más común.

Ruido Tonal. - Es aquél que manifiesta la presencia de componentes tonales, es decir, que mediante un análisis espectral de la señal en 1/3 de octava, si al menos uno de los tonos es mayor en 5 dB que los adyacentes, o es claramente audible, la fuente emisora tiene características tonales. Frecuentemente las máquinas con partes rotativas tales como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídos como tonos (Cárdenas *et al*, 2006).

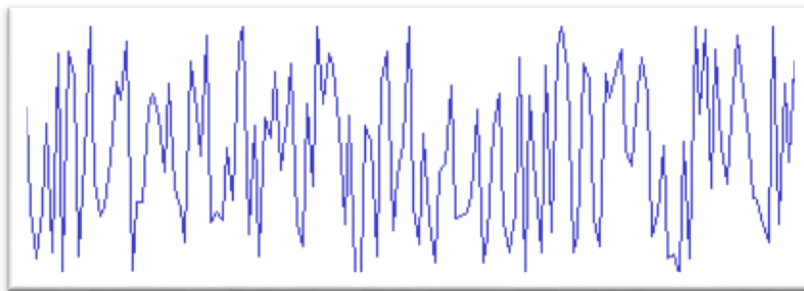
Según la frecuencia

El ruido se clasifica en:

Ruido de Baja Frecuencia. - El ruido de baja frecuencia tiene una energía acústica significativa en el margen de frecuencias de 8 a 100 Hz. Este tipo de ruido es típico en grandes motores diésel de trenes, barcos y plantas de energía y, puesto que este ruido es difícil de amortiguar y se extiende fácilmente en todas direcciones, puede ser oído a muchos kilómetros. El ruido de baja frecuencia es más molesto que lo que se cabría esperar con una medida del nivel de presión sonora ponderado A. La diferencia entre el nivel sonoro ponderado A y el ponderado C puede indicar la existencia o no de un problema de ruido de baja frecuencia (Salazar, 2009).

Ruido Blanco. - El ruido blanco, denominado así por asociación con la luz blanca, se caracteriza por su distribución del tipo Gaussiana en todo el espectro de frecuencia. Es decir, es un ruido cuya respuesta en frecuencia es plana, lo que significa que su intensidad (potencia de sonido) es constante para todas las

frecuencias. Fonéticamente: /Shshshshsh/ “unvoice” (como suenan las interferencias televisivas) (Salazar, 2009)



**Figura 2:** Ejemplo de forma de onda de ruido blanco  
**Fuente:** Salazar, 2009

Ruido rosa o rosado. - El ruido rosa que emiten los generadores de ruido se utiliza con filtros de 1/3 de banda de octava para medir la acústica de salas. Se elige 1/3 de octava para el filtro porque es a partir de ahí cuando el oído es capaz de detectar irregularidades en la respuesta en frecuencia.

La respuesta en frecuencia del ruido rosa no es plana, su intensidad decae 3 decibelios por octava. Fonéticamente: /Fsf sf sf sf sf sf sf/ (como suenan las interferencias radiofónicas) (Salazar, 2009).

Ruido marrón. - No es un ruido muy común pero existente en la naturaleza. El ruido marrón compuesto principalmente por ondas graves y medias. Fonéticamente: /Jfjfjfjfjfjfjfjf/ (como cuando se fríe un huevo) (Salazar, 2009).

#### 2.3.1.5. Características del ruido

Para la Comisión Nacional del Medio Ambiente (2001), el ruido se diferencia de otros contaminantes por las siguientes características: Es un contaminante barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido; es complejo de medir y cuantificar; no deja residuos, es decir, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el ser humano; es localizado, es decir, tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes; no se traslada a través de los sistemas naturales, como el aire

contaminado que es arrastrado por el viento; y, se percibe sólo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar sus efectos.

#### 2.3.1.6. Causas del ruido

Según el trabajo de Esteban Alonzo publicado en 2003, los problemas ocasionados por la contaminación acústica se deben a varias causas, como son:

Inadecuado planeamiento urbanístico: el ordenamiento del uso del suelo se debe realizar de la forma más adecuada posible, de tal manera que se garantice que los ruidos generados en las zonas comerciales o industriales no afecten o incrementen el ambiente sonoro de las zonas residenciales.

Mala distribución en el diseño de las vías que absorberán el tráfico vehicular: el trazado de las principales arterias viales que soportaran un alto tráfico no deberá atravesar los núcleos residenciales, además el tráfico pesado deberá circular por vías lo suficientemente alejadas de las zonas más silenciosas.

Falta de aislamiento acústico necesario conforme al uso al que están destinados las diferentes edificaciones.

#### 2.3.1.7. Principales fuentes de ruido

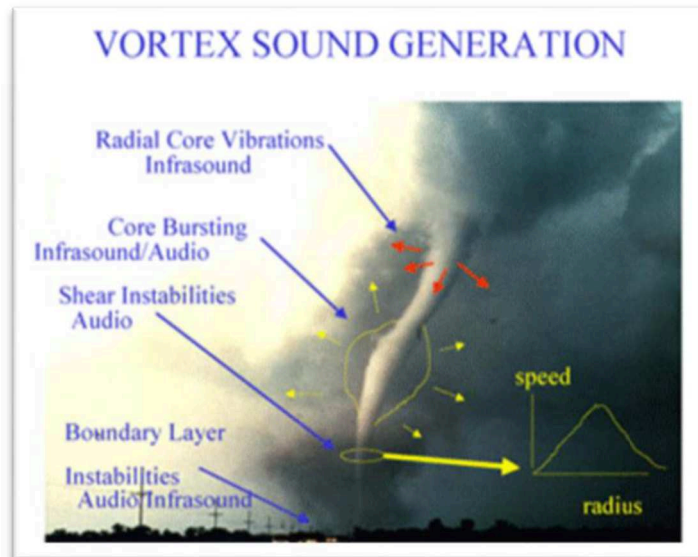
De acuerdo al trabajo realizado por Sarango en 2010, el ruido se puede generar de 2 fuentes principales:

##### **Fuentes naturales**

En la actualidad lo que se consideraba como “ruido natural” sin sentido y significado se ha transformado en señales asociadas a fenómenos naturales, de animales, etc., que revelan hechos que hasta ahora estaban vedados.

La generación de sonidos audibles por el ser humano en la naturaleza es un hecho innegable. Quien no ha oído la onda sonora de una descarga eléctrica: el trueno. Quizás es el más y mejor conocido, pero no el único. El propio viento cuando sopla intensamente sobre objetos, valles y montañas genera sonidos perceptibles e imperceptibles. En menor escala se han oído y medido ruidos

sonoros asociados a tornados en las cercanías del observado por otras redes convencionales (Figura 3). En esta línea se han escuchado ondas correspondientes a los rangos de ultra e infrasonidos (Sarango, 2010).



**Figura 3:** Fenómenos naturales generadores de ruido  
**Fuente:** Sarango, 2010

### **Fuentes antropogénicas**

Son aquellas que son causadas por las distintas actividades cotidianas que realiza el hombre para su subsistencia, se divide en las siguientes partes:

#### *Fuentes Antropogénicas Fijas*

La principal fuente generadora de ruido es por el parque industrial, ya sean estas textiles, de inyección de plásticos, metalúrgicas entre otras. La contaminación acústica generada por estas instalaciones industriales tiene su origen en la maquinaria existente en los procesos de producción, las características del ruido dependen en gran medida del tipo de industria que se esté considerando (Sarango, 2010).

#### *Fuentes antropogénicas móviles*

##### Automóviles

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

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

También existen otros elementos de incremento del ruido en el tráfico privado de vehículos de motor, como es la mala educación cívica de los conductores, que conduce al uso incontrolado de bocinas o a la instalación, propiciada por su libre venta, de cláxones con sonoridades incrementadas o estridentes, aparatos para eliminar los silenciadores de las motocicletas o incrementar el sonido del escape, etc.

A partir de los 70 a 80 km/h, el ruido provocado por los neumáticos al rodar por el firme de la carretera se hace superior al del motor del automóvil. En este caso adquiere especial relevancia el tipo de pavimento por el cual se circula. En efecto, cuando la calzada está en mal estado o el pavimento está mojado, la sonoridad del tráfico se hace mayor, llegándose a incrementar el ruido hasta 15 dB más de potencia (Sarango, 2010).

#### Aviones

Uno de los ruidos más molestos es el proveniente de los aviones, avionetas o helicópteros. Su máxima intensidad se produce en las operaciones de despegue y aterrizaje, por lo que en las inmediaciones de los aeropuertos es donde los niveles de contaminación acústica suelen ser más elevados. Su impacto y variedad no se limita a las proximidades de los grandes aeropuertos, sino que afecta también en mayor o menor medida, a un gran número de zonas urbanas y rurales en todos los países del mundo (Alonso, 2003).

#### Ferrocarril

El rozamiento de las ruedas de un tren sobre los rieles de la vía produce ruidos de frecuencias bajas molestos para la población. Generalmente, donde se producen los máximos niveles de intensidad sonora es en las estaciones. El paso de un tren produce un nivel sonoro medido a unos 30 m de distancia que puede oscilar entre los 80 y 100 dB (Sarango, 2010).

#### 2.3.1.8. Velocidad, período, frecuencia y longitud de onda

Se define como la velocidad de desplazamiento de las ondas sonoras. El valor de la velocidad a la que se propaga el sonido en un medio elástico depende de las propiedades del medio y se puede calcular mediante fórmulas características. El período se define como el tiempo en segundos que tarda en producirse un ciclo completo de oscilación de la onda sonora.

La frecuencia se define como el número de ciclos completos que se producen en un segundo. Es el inverso del período y se mide en hertzios, Hz (ciclos por segundo). El oído capta frecuencias entre 20 y 20 000 Hz. Dentro de esta escala, se entiende como sonidos graves los que poseen una frecuencia inferior a los 250 Hz; entre 500 y 1000 Hz los sonidos son medianos y, más allá de 1000 Hz, los sonidos son agudos.

La longitud de onda es la distancia recorrida por un frente de onda durante un tiempo completo de tiempo. Este parámetro se expresa en metros o centímetros y está relacionada con la frecuencia y la velocidad del sonido (Harris, 1995).

#### 2.3.1.9. Presión sonora

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

La presión sonora tolerable es muy pequeña comparada con la presión atmosférica nos provocará dolor en los oídos e incluso riesgo de pérdida auditiva (Flores, 1990).

#### 2.3.1.10. Medición del nivel de presión sonora

La unidad de medida del sonido es el decibel (dB) y el equipo que se emplea para medir el ruido se denomina sonómetro. El indicador más sencillo de medir



el ruido de manera instrumental es el Nivel de Presión Sonora (NPS), expresado en dB y corregido por el filtro (A) que permite que el sonómetro perciba las frecuencias sonoras de manera similar a como las escucha el oído humano (NPS dB(A)) (Asociación Chilena de Municipalidades *et al*, 1995).

De acuerdo a Bartí (2010), los sonómetros pueden ser de 4 tipos:

Tipo 0: estos tipos de sonómetros son usados como referencia en laboratorios.

Tipo 1: estos son equipos de precisión; es decir, nos proporcionan mediciones exactas.

Tipo 2: los sonómetros de este tipo se emplean con mayor frecuencia a nivel de industrias, se emplean para realizar estudios de supervisión.

Tipo 3: menos usados, son considerados únicamente como indicadores del nivel de ruido (medidas aproximadas).

A su vez, de acuerdo al trabajo de Floría *et al* (2008), un sonómetro puede ser integrador o no:

Sonómetro integrador: reporta el nivel de presión sonora equivalente a lo largo de todo el periodo de medición. Se emplean para medir el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (LAeq, T) de cualquier tipo de ruido

Sonómetro no integrador: este equipo se utiliza para medir solo el nivel de presión acústica ponderado A (LpA) del ruido estable.

**Tabla 10:** Nivel de potencia sonora medida para varias fuentes acústicas

Potencia, vatios (W)	Nivel de potencia sonora, dB re 1 pW	Fuente
100000 000	200	Motor de un cohete
10 000	160	Motor de un avión
1 000	150	
100	140	Aeroplano ligero en crucero
10	130	
1	120	
0.1	110	Tractor oruga 150 hp
0.01	100	Motor eléctrico 100hp, 2600 rpm
0.001	90	
0.0001	80	Aspiradora
0.00001	70	Gaita escocesa
0.000001	60	
0.0000001	50	
0.00000001	40	Hablar susurrada
0.000000001	30	
0.0000000001	20	Salida de aire 80,1 m <sup>2</sup> , velocidad de aire 1 m/s; registro abierto, rejillas paralelas

**Fuente:** (Harris, 1995)

**Elaborado:** Autores de la investigación

#### 2.3.1.11. Factores que hacen molestos los ruidos

Salazar (2009) destaca los siguientes: Su duración, intensidad, pureza (los sonidos más puros son nocivos), tono, sorpresa y discontinuidad.

#### 2.3.1.12. Efectos del ruido

##### **Efectos en el ambiente**

Cuando se habla de contaminación acústica se refiere al exceso de ruidos fuertes y continuos que logran sobrepasar el umbral de tolerancia de la mayoría de las especies, los seres humanos incluidos, lo que puede provocar trastornos físicos y psíquicos y repercusiones en el medio ambiente, Afectando drásticamente la calidad de vida de los seres vivos, en los seres humanos la contaminación acústica puede devenir en trastornos como estrés, insomnio, ansiedad o depresión, mientras que el común de los animales directamente se

ven obligados a dejar su hábitat natural, lo que perjudica y modifica el ecosistema en el que se encuentren (Sarango, 2010).

### **Efectos en el Ser Humano**

El efecto del ruido en las emociones humanas va de insignificante, pasando por molestia y enojo, hasta psicológicamente perturbador. Fisiológicamente el ruido puede ser inocuo o hasta doloroso y físicamente dañino. El ruido también puede tener efectos económicos al decrecer la eficiencia de un trabajador, afectando así los márgenes de ganancia (Quezada, 2002).

Los efectos del ruido sobre el hombre son múltiples, debido principalmente a la variedad de espectros e historias temporales desplegados por el ruido y, la variabilidad de las respuestas fisiológicas y psicológicas no sólo entre las personas sino también para la misma persona a tiempos diferentes (Quezada, 2002).

Se ha investigado que probablemente al menos el 14 por ciento de las sorderas sensorio neurales son evitables, señalan que el 7 % de éstas lo son por enfermedad infecciosa, el 3,9 % por traumatismo, el 0,8 % por exposición al ruido, el 1 % por cretinismo, y el 1 % por embarazo anormal o forzado (Little *et al*, 1993).

De acuerdo al Programa Internacional del Seguridad Química de la Organización Mundial de la Salud los efectos del ruido en el Ser humano se definen como “el cambio en la morfología y fisiología del organismo, que resultan en deterioro de la capacidad funcional del oído, stress, o el incremento de la susceptibilidad del organismo a otros tipos de contaminación ambiental”, e incluyen una pérdida temporal o permanente de funciones físicas, psicológicas o sociales (Bravo, 2002).

#### *Efectos fisiológicos*

Alteración temporal del umbral auditivo.

La alteración temporal del umbral auditivo, conocida como TTS (Temporary Threshold Shift), puede ser provocada por una exposición breve a sonidos intensos. Consiste en una disminución de la capacidad auditiva debido a la

presencia de un ruido, existiendo recuperación total al cabo de un período de tiempo, siempre que no se repita la exposición. Suele producirse durante la primera hora de exposición al ruido y su amplitud depende del tipo de ruido (Quezada, 2002).

Sin duda el efecto fisiológico de mayor gravedad es el deterioro de la audición, definido como un incremento en el umbral de audición, que ocurre generalmente en el rango de frecuencia entre 3000 y 6000 Hz. Sin embargo, para niveles  $L_{eq}$  muy superiores a 75 dB(A) y tiempos de exposición mayores a 8 horas, el deterioro puede ocurrir en frecuencias cercanas a los 2 kHz (Bravo, 2002).

Se estima que 120 millones de personas en todo el mundo presentan dificultades en su audición, producidas por la edad (presbiacusia), por ruido ocupacional y por ruido ambiental (Berglund *et al*, 1995).

#### Alteración permanente del umbral auditivo

En términos más simples, el experimentar frecuentemente cambios temporales de la audición, puede generar en el mediano plazo un desplazamiento permanente del umbral de audición. Asimismo, un ruido que no produce TTS, rara vez o quizá nunca, es causa de un PTS en la misma persona (Quezada, 2002).

#### Efectos en el sistema nervioso central

El ruido continuado o momentáneo es generador de una tensión muscular transmitida por la activación de la médula espinal denominada misotomía muscular. Este efecto se puede observar experimentalmente mediante la aplicación sobre los músculos de electrodos que responden a excitaciones sonoras, contrayéndose repetitivamente. Si el ruido es constante, la tensión del músculo una vez finalizado éste puede durar unas horas (García, 2000).

### Efectos vestibulares

Se han llevado a cabo muchas investigaciones cuantitativas de laboratorio, sobre los efectos del ruido de alta intensidad sobre el equilibrio. Se ha observado que las tareas de equilibrio se ven alteradas por el ruido de banda ancha con niveles de presión sonora por encima de 100 dB, pudiéndose apreciar vértigos, pérdida del equilibrio, marcha inestable y náuseas (Quezada, 2002).

### Efectos sobre el sistema cardiovascular

El ruido produce alteraciones en el ritmo cardíaco debidas al efecto de alarma que experimenta el organismo. En mayores de 40 años, con una larga exposición al ruido, hay un aumento significativo de morbilidad cardiovascular por infarto de miocardio (Quezada, 2002).

### Efectos sobre el aparato respiratorio

El mecanismo respiratorio es un elevado sistema de control reflejo diseñado para regular el contenido gaseoso de la sangre, incluyendo las presiones gaseosas parciales de dióxido de carbono y oxígeno, y para estabilizar varios aspectos de la química sanguínea. La respiración puede verse influida por un corto estímulo sonoro repentino. Los experimentos con sujetos humanos muestran que después de pulsaciones cortas (2s) con una frecuencia de 1 KHz, a niveles de presión sonora de 70, 90 y 120 dB, se producen movimientos respiratorios mayores y más lentos, que en algunos casos, alcanzan el máximo entre 15 y 20s después del inicio del tono (Quezada, 2002).

### Efectos sobre la visión

En personas expuestas a 110 dB se observa un estrechamiento del campo visual y modificaciones en la percepción del color hacia la protanomalia (déficit para el color rojo alrededor de un 10%). En otras situaciones se ha apreciado dificultad y molestia para la visión nocturna. Los aumentos de niveles de ruido disminuyen la velocidad del movimiento para ciertos ángulos de cobertura visual (afección

de músculos ciliares). También ocurre una disminución de la sensibilidad a la luz: el estímulo sonoro en un oído da lugar a la disminución a la sensibilidad a la luz y a un retraimiento del campo visual en el ojo contrario al oído estimulado (Quezada, 2002).

### Los Acufenos

Se describen como ruidos que aparecen en el interior del oído por la alteración del nervio auditivo y hacen al enfermo escuchar un pitido interior constante causando ansiedad y cambio de carácter. Los acufenos se estudian desde hace pocos años y su origen se atribuye al ruido urbano, si bien sus causas están por determinar de un modo concluyente y científico, tampoco aparece claro su tratamiento (Quezada, 2002).

### Ruido y embarazo

Entre los estímulos sensoriales a los que el feto está expuesto, el universo sonoro es uno de los más importantes (corazón, voz de la madre, sonidos del exterior). En una investigación realizada en zonas próximas a aeropuertos, se estudiaron las reacciones de los recién nacidos al ruido de los aviones y se estableció que cuando la madre ha pasado desde el principio el embarazo allí, no se presentan alteraciones, pero, cuando la madre se ha instalado después de cinco meses de gestación (que es cuando el oído del feto se hace funcional) los niños no soportan el ruido de un avión tras el parto, lloran cada vez que pasa uno y su tamaño en el nacimiento es inferior al normal (Quezada, 2002).

### *Efectos psicológicos*

#### Molestia

Dentro de los factores que influyen en la molestia inducida por el ruido, existen factores acústicos tales como el nivel absoluto, la duración y distribución espectral de la energía sonora, así como sus fluctuaciones. Los factores no acústicos incluyen la adaptación (habitación o sensibilización), grado de

implicaciones en las actividades que se realizan en el momento de la exposición al ruido, actitudes hacia las fuentes de ruido y sus operadores entre otras cosas. En las décadas de los 60 y los 70, se realizaron una serie de estudios llevados a cabo en Estados Unidos y varios países de Europa, tendientes a correlacionar la respuesta de una comunidad frente a diversos niveles de ruido (Quezada, 2002).

### Perturbación del sueño

la perturbación en el sueño, que presenta características primarias como: la dificultad de conciliar el sueño, insomnio, incremento de la presión arterial, latidos cardiacos de mayor amplitud, cambios en la respiración, arritmia cardiaca e incremento de fatiga. Para conseguir un sueño placentero no debe existir un  $L_{eq}$  superior a 35 dB(A) como ruido de fondo, y eventos individuales de ruido que excedan los 45 dB(A) deberían prohibirse (Bravo, 2002).

Algunos estudios han indicado que la perturbación del sueño se manifiesta cada vez más a medida que los niveles de ruido sobrepasan los 35 dB(A) de  $L_{eq}$ . Está ampliamente demostrado que los efectos acumulativos producen disminución en el rendimiento, baja en el nivel de vigilancia del sujeto, cansancio, cambios de humor, irritabilidad, y pueden convertir en crónico, a largo plazo, un sueño irregular (Quezada, 2002).

### Enmascaramiento e interferencia en la comunicación oral

Se sabe que el ruido es un factor de riesgo para la salud de los niños y tiene repercusiones negativas para su aprendizaje. La hipótesis más comúnmente considerada es la que los niños criados en un ambiente ruidoso se transforman en niños menos atentos a las señales acústicas en general y se advierten perturbaciones en su capacidad de escuchar (Quezada, 2002).

En los centros escolares más expuestos a los ruidos procedentes del exterior (tráfico, aeropuertos, etc.) los niños presentan un retraso en el aprendizaje de la lectura. Se cree también que el ruido que normalmente hace difícil la

comunicación hablada puede favorecer un sentimiento de aislamiento, dificultar la sociabilidad de los niños y perturbar su forma de relacionarse con los demás (Quezada, 2002).

### Estrés

El ruido, como agente estresante que es, provoca diferentes reacciones conductuales que, aunque normalmente son pasajeras en tanto dura el estímulo adverso, pueden cronificarse y constituirse en enfermedad (depresión, conductas paranoides, etc.) si el ruido como elemento agresor persiste en el tiempo. Las posibles reacciones ante el ruido incluyen: inquietud, inseguridad, impotencia, agresividad, desinterés, abulia o falta de iniciativa, siendo variables en su número e intensidad según el tipo de personalidad. Tampoco es raro que aparezcan problemas en las relaciones interpersonales e intrafamiliares (Quezada, 2002).

En este sentido es esperable que las personas modifiquen su conducta y sus hábitos para defenderse del ruido, en un intento de conseguir su bienestar físico y psíquico; esto es, evitando zonas especialmente ruidosas, poniendo ventanas o cristales dobles, cambio del dormitorio hacia el interior, cambio de domicilio (el que puede), o recurriendo a fármacos hipnóticos y antidepresivos (Taboada, 2007).

### Efectos sociales y de comportamiento

La molestia, es uno de los efectos sociales y de comportamiento que presentan los altos niveles de ruido, y puede ser evaluada por medio de encuestas o calificando el disturbio que produce en actividades específicas. La capacidad de causar molestia de un ruido depende sus características físicas; sin embargo también influyen factores de carácter social, psicológico o económico (Bravo, 2002).

Se produce además interferencia en la comunicación, y puede ser causa de accidentes en el ámbito laboral. Esta interferencia es básicamente el



enmascaramiento de procesos, que se traducen en que la comunicación no sea entendida. El ruido ambiental puede enmascarar a otras señales acústicas que tienen importancia en la vida cotidiana como los timbres, los sonidos telefónicos, alarmas, avisos de fuego o alerta, música, etc. (Bravo, 2002).

### **2.3.2. San Pablo de Manta**

El Cantón Manta se encuentra en la costa Pacífica central de la provincia de Manabí, constituyéndose en términos costeros la Bahía de Manta en el Océano Pacífico, lo que le permite una ubicación ideal, considerándose como el principal puerto del país. Se ubica entre las coordenadas geográficas 0°57' de latitud Sur y 80°42' de longitud Oeste.



**Figura 4:** Símbolos del cantón Manta  
**Fuente:** GAD Manta, 2012

Se localiza en la costa ecuatoriana al oeste del país a una distancia de 419 km de Quito, 196 km de la segunda ciudad más importante que además está en la región Costa, Guayaquil; y a una distancia de 35 km de la ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí, de la cual se ubica en el sur – oeste.



**Figura 5:** Mapa político de Manta  
**Fuente:** GAD Manta, 2012

El área central de la ciudad tiene una altitud media de 6 m.s.n.m. y se sitúa geográficamente en el paralelo 0°57' de latitud sur y en el meridiano 80°43' de longitud oeste. Su extensión territorial es de 306 Km<sup>2</sup>. Limita al norte, sur y al oeste con el océano Pacífico, al sur con el cantón Montecristi, y al este con los cantones Montecristi y Jaramijó.

Los datos del censo de Población y Vivienda del 2001 establecieron una población total para el Cantón Manta de 192.322 habitantes con una tasa de crecimiento de 3.4 sobre la media nacional. La población actual según el Censo del 2010 corresponde a 226.477 habitantes en todo el cantón, centrándose en el área urbana de la ciudad del mismo nombre una población de 217.553 habitantes. Aunque bien en datos reales de población, se determina una aglomeración urbana y conurbación formada con las ciudades de Montecristi y Jaramijó, así con las áreas suburbanas de las mismas, con lo que Manta llega a tener una población real actual para el 2010 de 307.450 habitantes. (GAD Manta, 2012).

**Tabla 11:** Datos Generales de la ciudad de Manta

---

Coordenadas	0°57'0,08" S 80°42'58,32" O
Idioma oficial	Español
Entidad	Ciudad
País	Ecuador
Provincia	Manabí
Cantón	Manta
Alcalde	Ing. Jorge Zambrano
Superficie total	306 km <sup>2</sup>
Altitud media	6 m.s.n.m. 226477 hab.
Población total	217533 hab. (Área administrativa urbana) 307450 hab. (Aglomeración urbana)
Densidad	657 hab/km <sup>2</sup>
Gentilicio	Mantense
Moneda	Dólar Estadounidense
Huso horario	UTC-5

---

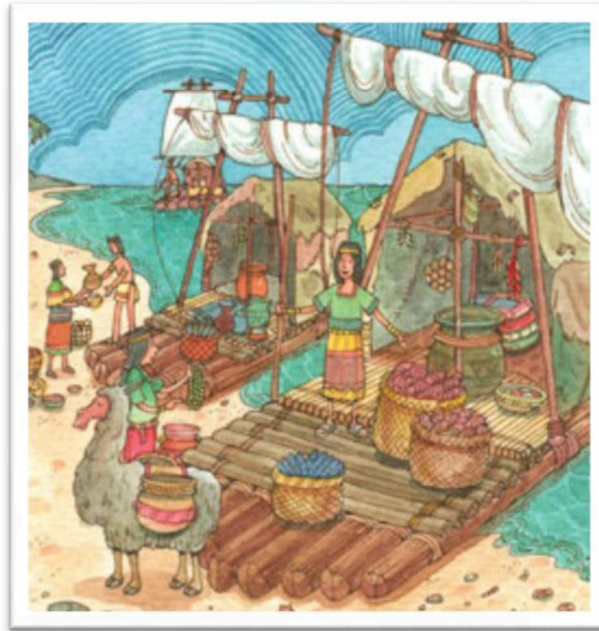
**Fuente:** (GAD Manta, 2012)

**Elaborado:** Autores de la investigación

#### 2.3.3.1. Antecedentes Históricos de Manta

San Pablo de Manta es el primer puerto turístico, marítimo y pesquero del Ecuador. Está asentado en una espléndida bahía, que le ha dado la característica de puerto internacional en el Océano Pacífico. La ciudad de Manta está comunicada con todo el país por vía aérea, terrestre y marítima. Su aeropuerto internacional Eloy Alfaro, facilita el flujo constante de turistas y visitantes; por otro lado, las carreteras que la comunican con las más importantes ciudades del país y la provincia dan las debidas facilidades a la transportación (GAD Manta, 2012).

En la época aborígen Manta se llamaba Jocay, que quiere decir casa de los peces. En la época prehispánica fue el centro administrativo y religioso de una gran parcialidad llamada Cultura Manteña (GAD Manta, 2012).



**Figura 6:** Balsa Manteña  
**Fuente:** GAD Manta, 2012

El conquistador Pedro Pizarro describió a Jocay como “una ciudad muy grande, en la que se llegaba al templo por una gran avenida, a cuyos lados se levantaban estatuas de hasta 2.5 metros de altura, construidas en piedra, que representaban a sus jefes y sacerdotes, desnudos de cuerpo, por lo cual los conquistadores españoles las destruyeron”. Se dice que Manta fue fundada en 1534 por Francisco Pacheco, y en 1563 por el presidente Santillán de la Real Audiencia de Quito, quien ordenó que se la fundara con el nombre de San Pablo de Manta (GAD Manta, 2012).

Manta fue parroquia de Montecristi por muchos años, pero la idea de cantonización surgió, y un 8 de julio de 1922 se pensó en firme con la integración del primer comité. Las gestiones se iniciaron con Wilfrido Loor Moreira, como abogado consultor del proyecto. Entonces el puerto de Manta contaba con 12 agencias navieras, de compañías nacionales y extranjeras, 2 bancos, 17 casas importadoras, 44 embarcaciones menores y el censo de población del 18 de junio de 1922 era de 4.161 habitantes (GAD Manta, 2012).

El proyecto de cantonización contemplaba como parroquias a Manta, La Ensenada y San Lorenzo. El 30 de agosto de 1922 se presentó ante la Cámara de Diputados el proyecto de cantonización de Manta. El 7 de septiembre fue aprobado y pasó al Senado. El 22 de septiembre se aprobó en tercera discusión en el Senado y pasó al Ejecutivo para su sanción, que fue autorizada por José

Luis Tamayo, primer magistrado de la nación, a las 17h00 del 29 de septiembre de 1922 (GAD Manta, 2012).

Participaron arduamente en la lucha por la cantonización: Luis Cantos, Carlos Klaschen, Aquiles Paz, Antonio Hanze, Pedro Elio Cevallos, Efraín Alava, Ramón Miranda Alarcón, Pablo Delgado Pinto, Celio Ripalda, Luis Alfonso Moreno, Ricardo Delgado Pinto, Carlos Caravedo y Barreiro, José Adolfo Farfán, José Braulio Escobar y Luis Camacho (GAD Manta, 2012).

#### 2.3.3.2. Clima

En la Zona de Planificación 4 que incluye a la provincia de Manabí, existe una variedad de climas, desde tropical mega térmico semiárido, a tropical mega térmico semihúmedo. La pluviosidad promedio anual en el sector oscila entre 200 y 4000 m.s.n.m.; y la temperatura, entre 18°C y 36°C. Existen dos estaciones bien diferenciadas: el invierno entre enero y abril; y el verano entre mayo y diciembre (GAD Manta, 2012).

En la zona costanera donde se encuentra el Cantón Manta el clima está influenciado por dos corrientes atmosféricas: la corriente de Humboldt, que viene del Sur, es fría y propicia la disminución de temperatura en el verano y las lloviznas en la zona seca y semiárida, que permite crear microclimas como los de las zonas de Ayampe, Pacoche, Montecristi y las Piñas. La otra corriente llamada Tropical, viene del Norte y Oeste del Pacífico y produce el fenómeno de “El Niño”, con lluvias y temperaturas altas, que aparece en forma cíclica y se caracteriza por pluviosidades altas (GAD Manta, 2012).

#### 2.3.3.3. Precipitaciones, temperatura y humedad.

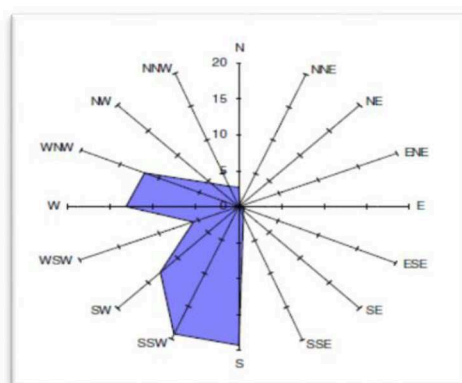
Usando el concepto de zonas climáticas, se puede catalogar al Cantón Manta como de CLIMA TROPICAL MEGATÉRMICO SEMI-ÁRIDO, con precipitaciones promedio de 300,2 mm, temperaturas medias de 24,8° C, y humedad relativa media anual del 77% (GAD Manta, 2012).

Para una serie de 50 años de datos registrados en la estación Manta (longitud 80° 41' oeste, latitud 0°57' sur, elevación 12 msnm.), se tiene un promedio anual de 300,2 mm siendo los meses más lluviosos Febrero con 78,2 mm, marzo con 73,3 mm, enero con 56,7 mm; y, abril con 38,7 mm. En contraparte los meses más secos son octubre con 0,90 mm, agosto con 1,00 mm; y, septiembre con 1,69 mm (GAD Manta, 2012).

Dos variables climáticas adicionales son importantes relacionar ya que tienen incidencia directa en la temperatura. La primera se relaciona a la nubosidad, el promedio que presenta Manta es de 6 octavos, lo que determina que las 2/3 partes del cielo están cubiertos durante el año. La segunda es la cantidad de brillo solar presente, estableciéndose que los meses de mayor heliofanía son Marzo – Abril con 137,40 horas y Agosto – Septiembre con 140,15 horas (GAD Manta, 2012).

#### 2.3.3.4. Vientos

Usando el concepto de Manta al encontrarse frente al océano Pacífico, con regímenes térmicos altos y lluvias bajas, tiene en la velocidad y dirección del viento un aliado para regular las temperaturas. La velocidad media del viento alcanza los 3,4 m/s con predominancia de la dirección Sur; Sur Suroeste y Suroeste con frecuencias de porcentajes del orden del 16.7%, 18.7% y 14.1% respectivamente, lo que también es importante en la zona urbana para la dispersión de efluentes contaminantes de tipo móvil (automotores) o fijos (fábricas, efluentes líquidos) (GAD Manta, 2012).



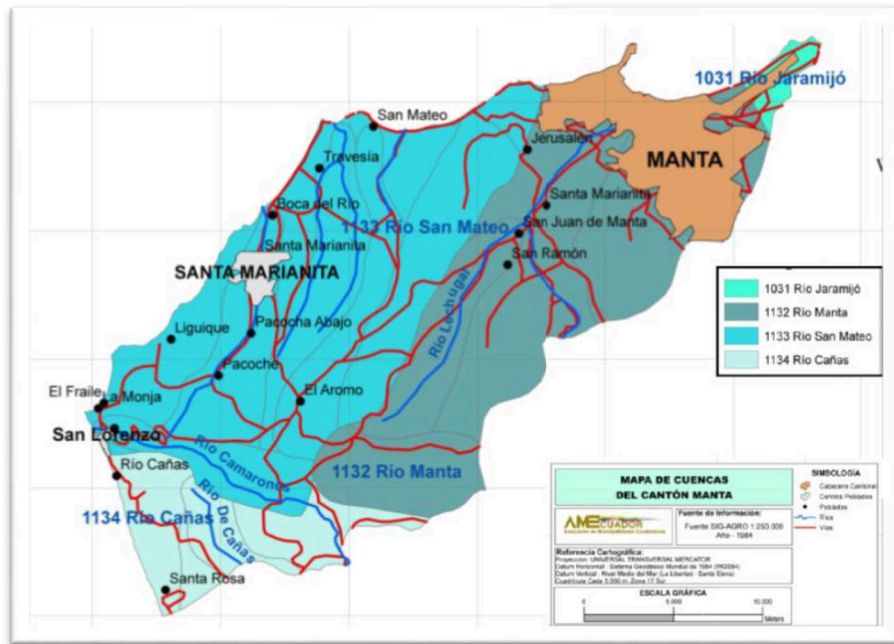
**Figura 7:** Frecuencia de la distribución de la dirección del viento en rumbos  
**Fuente:** GAD Manta, 2012

La época de mayor temperatura corresponde a la de menor velocidad de los vientos (Enero–Abril), y en contraste la de mayores velocidades del viento pertenece a la de menor temperatura (Agosto–Octubre). (GAD Manta, 2012).

#### 2.3.3.5. Hidrografía

El Cantón Manta tiene tres principales microcuencas que la conforman: el Río Manta, el Río San Mateo y el Río Cañas, todas incluidas dentro de la cuenca Manta que abarca una extensión de 1.024 km<sup>2</sup> con un potencial de escurrimiento medio anual de 79,26 millones de m<sup>3</sup>, lo que determina un rendimiento específico anual de 80.000 m<sup>3</sup> por kilómetro cuadrado, que lo ubica entre los más bajos de la Provincia, situación que establece la imposibilidad de mantener un caudal mínimo de mantenimiento ecológico de algunos de los ríos que atraviesan la cuenca y peor aún la posibilidad de mantener agua para consumo o riego (GAD Manta, 2012).

Los ríos Manta, Burro y Muerto que cruzan la ciudad de Manta, no presentan un caudal permanente, a la vez que son aguas no aptas para el consumo humano ya que contienen altas concentraciones de sales en disolución, adicionalmente sus aluviales tienen predominio de sedimentos finos y sus cursos medios y bajos están severamente contaminados por la presencia de descargas directas industriales y domésticas (GAD Manta, 2012).



**Figura 8:** Hidrografía del cantón Manta  
**Fuente:** GAD Manta, 2012

#### 2.3.3.6. Suelo

El relieve de Manta se caracteriza por ser bastante irregular, con presencia de pequeñas colinas y montañas bajas de cúspides planas y redondeadas, en el sector de Pacoche y San Lorenzo las montañas alcanzan alturas de 350 msnm, las que se puede considerar como las de mayor altitud del cantón (GAD Manta, 2012).

El uso del suelo por efectos de las limitaciones físico-biológicas está bien determinado. La mayoría corresponde a:

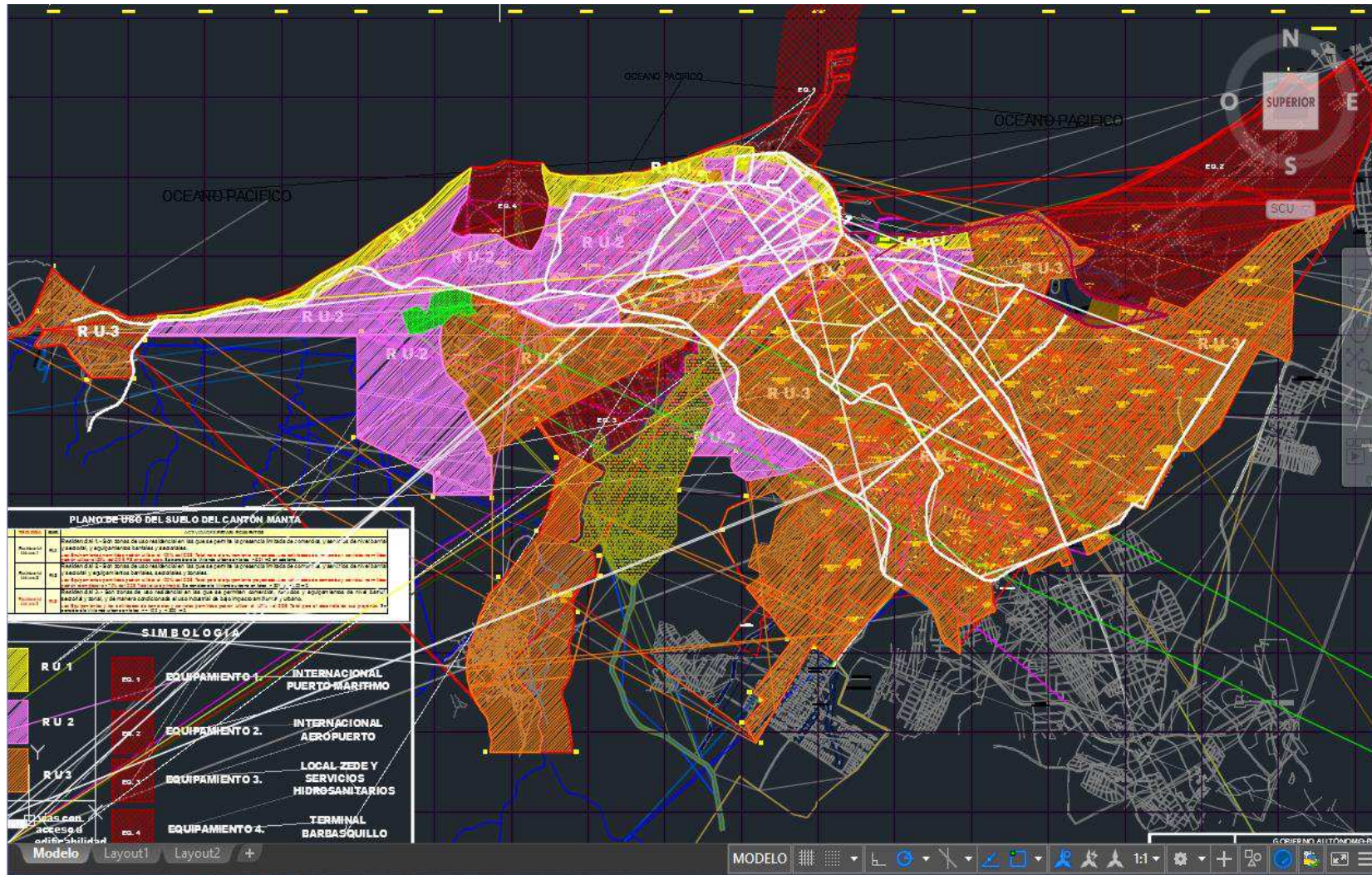
**Tabla 12:** Uso de Suelos Cantón Manta

Vegetación arbustiva	60% del total territorial, de poco valor para actividades
Zona Urbana	15%
Bosque intervenido	10%, comprende el bosque de Pacoche y San Lorenzo
Área erosionada	4%, donde encontramos una formación de bancos de arena con el 0,59% del total del sector de Sta. Marianita
Cultivos indeterminados	2%

**Fuente:** (GAD Manta, 2012)

**Elaborado:** Autores de la investigación





**Figura 9:** Mapa de Usos de Suelo municipal  
**Fuente:** GAD Manta, 2016

#### 2.3.3.7. Aire

De acuerdo a la información proporcionada por la Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Manta, son dos las fuentes contaminantes del aire: las móviles que provienen de los vehículos y las fijas que provienen de los calderos y chimeneas de fábricas y actividades que requieren combustión térmica para sus actividades (GAD Manta, 2012).

En cuanto a las fuentes móviles, en Manta no se han realizado estudios que evidencien resultados concluyentes de concentración de material particulado 2,5 y de plomo (dos indicadores principales de medición de calidad de aire) de los sitios de mayor concentración vehicular. Sin embargo, se han determinado la existencia de 10 puntos críticos de afluencia vehicular, que corresponden a los de mayor contaminación de aire por fuentes móviles (GAD Manta, 2012).

En lo que respecta a las fuentes fijas así mismo no hay un control exhaustivo de los efluentes gaseosos, del registro que lleva el Municipio a través de la Unidad de Control Ambiental existen 315 empresas que realizan algún proceso de transformación industrial, de las cuales las que causan mayor impacto de emisión de efluentes gaseosos, son las dedicadas a las actividades de procesamiento de productos de mar y las de transformación de grasas y aceites.

Estas fábricas están siendo monitoreadas periódicamente por el Municipio, lamentablemente no se cuenta con todos los recursos técnicos y financieros para cumplir adecuadamente el rol. De las conclusiones realizadas, el principal problema que las fábricas tienen para el control de gases, es su limitada respuesta tecnológica para tratar los efluentes gaseosos y aprovechar de mejor manera la diferenciación térmica que se produce en los procesos de combustión (GAD Manta, 2012).

#### 2.3.3.8. Parque automotor

En la ciudad la cantidad de vehículos y motocicletas ha aumentado considerablemente los últimos años. De acuerdo al diario El Telégrafo en el 2015, en la ciudad, con un aproximado de 41 mil carros cerró la matriculación 2015 en Manta; mientras que en el 2011 fueron matriculadas 16 mil motocicletas, según la Agencia Municipal de Tránsito (El Mercurio, 2012).

Esto nos da un preámbulo de la gran densidad automotora presente en la ciudad, dándonos un alrededor de un medio de transporte, ya sea automóvil o motocicleta, por cada 4 personas en la ciudad. En materia de contaminación acústica, estas cifras son alarmantes, ya que refleja a una ciudad saturada de medios de transporte, donde cada uno de ellos es una fuente móvil de ruido potencial.

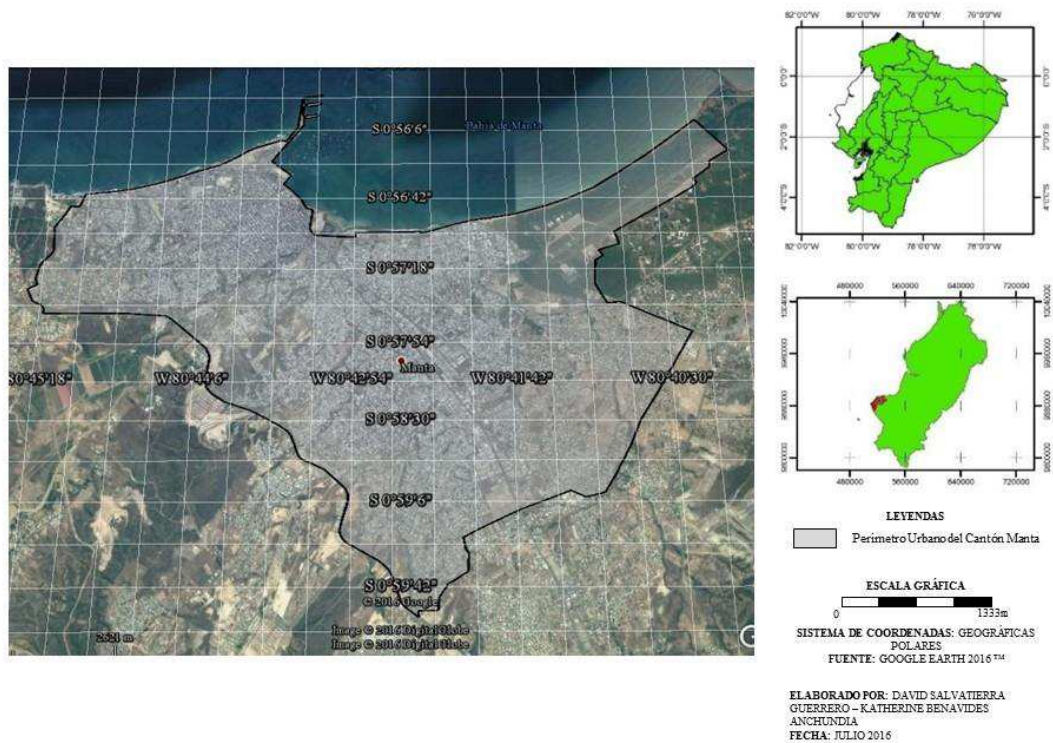


## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

##### PERÍMETRO DE LA ZONA URBANA DEL CANTÓN MANTA



**Figura 10:** Ubicación Geográfica del perímetro urbano de Manta

La zona de estudio está ubicada en la provincia de Manabí, cantón Manta, comprende las parroquias urbanas de Manta, Tarqui, Los Esteros y Eloy Alfaro, en su extremo norte desde el semáforo del sector de Costa Azul, por la vía Puerto-Aeropuerto, malecón, Flavio Reyes hasta la vía a Barbasquillo; en su extremo Oeste hasta la ruta Spondylus en dirección al Sureste, luego hacia el Norte desde la entrada al barrio Cielito Lindo hasta encontrarse con la vía Interbarrial, finalmente en sentido Norte hasta el punto de inicio. La zona de estudio tiene un área de 3195,2 hectáreas.

### 3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

#### UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

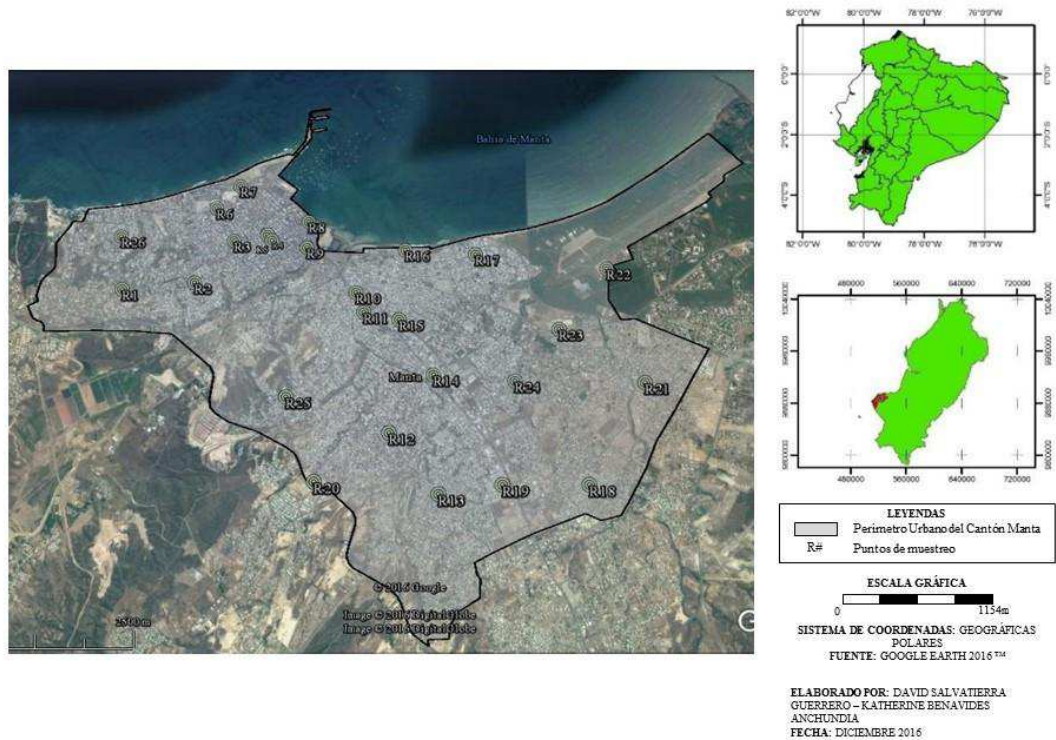


Figura 11: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

Tabla 13: Coordenadas de los puntos de muestreo

PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS "S"	COORDENADAS "W"
R1 ULEAM	0°57'21.60" S	80°44'42.32" W
R2 Santa Martha	0°57'18.46" S	80°44'9.83" W
R3 Av. 24 Calle 15	0°56'57.86" S	80°43'53.00" W
R4 Mercado Central	0°56'57.55" S	80°43'35.63" W
R5 Calle 13 Av. 15	0°56'54.65" S	80°43'37.77" W
R6 Flavio Reyes	0°56'41.21" S	80°44'2.06" W
R7 Playa Murciélago	0°56'29.92" S	80°43'51.51" W
R8 Parque Central	0°56'47.99" S	80°43'19.05" W
R9 Terminal Terrestre	0°57'0.93" S	80°43'19.51" W
R10 Tarqui	0°57'22.93" S	80°42'56.68" W
R11 Jocay	0°57'32.42" S	80°42'52.97" W
R12 María Auxiliadora	0°58'27.87" S	80°42'41.41" W
R13 Cuba	0°58'54.36" S	80°42'20.34" W
R14 Av. 4 de noviembre	0°58'1.82" S	80°42'21.85" W
R15 Avenida 113	0°57'36.01" S	80°42'37.06" W
R16 Los Esteros	0°57'2.18" S	80°42'34.23" W

<b>R17</b> Playita Mía	0°57'4.47" S	80°42'2.04" W
<b>R18</b> La Pradera	0°58'50.52" S	80°41'16.06" W
<b>R19</b> La Aurora	0°58'50.47" S	80°41'53.05" W
<b>R20</b> Urbirríos	0°58'49.02" S	80°43'13.24" W
<b>R21</b> Costa Azul	0°58'5.63" S	80°40'48.83" W
<b>R22</b> Aeropuerto	0°57'11.64" S	80°41'2.17" W
<b>R23</b> El Palmar	0°57'40.71" S	80°41'25.47" W
<b>R24</b> Altagracia	0°58'4.71" S	80°41'46.08" W
<b>R25</b> Las Cumbres	0°58'11.76" S	80°43'26.49" W
<b>R26</b> Ciudadela Universitaria	0°56'55.48" S	80°44'45.20" W

**Fuente:** Google Earth

**Elaborado:** Autores de la investigación

### **Descripción de los puntos de muestreo**

Se tomaron 26 puntos para la toma de muestreos respectiva, ubicados en la zona urbana de la ciudad de Manta, tomando en cuenta el diferente tipo de uso de suelo, su densidad vehicular y la afluencia normal de la ciudadanía. La descripción geográfica referencial de cada punto es:

**R1:** Se encuentra la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en el cual se procederá a realizarse dicho muestreo en el semáforo de la entrada principal.

**R2:** Se encuentra el sector de Santa Martha, en el cual el muestreo se realizará en el semáforo de la esquina de la Calle 12 Av. 30.

**R3:** Su ubicación es en la Av. 24 Calle 15. La medición se realizará en el semáforo de La esquina de Ales de dicha dirección.

**R4:** Situado en la Calle 12 y Av. 16, tomando como referencia el Mercado Central. La toma de muestra se realizará frente al mercado, del otro lado de la calle.

**R5:** Se sitúa muy cerca de la agencia del Banco del Pichincha de la calle 13 Av. 15. La esquina exterior de esta agencia será el punto de muestreo.

**R6:** Se hace referencia a la Av. Flavio Reyes, y el punto de muestreo será el redondel de Manicentro.

**R7:** Se localiza en la Playa "El Murciélago" y se tomarán los datos en el semáforo ubicado cerca al Museo.

**R8:** Aquí encontramos el Parque Central y los muestreos se realizarán frente a la fuente de agua ubicada en el.

**R9:** Tenemos de referencia el Terminal Terrestre de la ciudad, y en el cual se tomará como punto de referencia el punto de salida de los buses intercantonales e interprovinciales.

**R10:** Se busca como referencia a Tarqui, aunque aún no recupera su estilo normal de funcionamiento, se tomarán los muestreos en la parte frontal del determinado “terminal chiquito” en la avenida 4 de noviembre.

**R11:** Se localiza en el Sector Jocay, y la medición se realizará en la esquina del parque adyacente a la calle principal del sector.

**R12:** Ubicado en el barrio María Auxiliadora, parroquia Tarqui, y el muestreo se llevará a cabo en el semáforo de la intersección de la calle 309 con la vía Interbarrial.

**R13:** Ubicado en el sector de Cuba 1, se tomará como punto de muestreo frente a la Iglesia San Patricio, a los lados del parque en reconstrucción del sector.

**R14:** Se hará referencia a la Av. 4 de Noviembre, y las mediciones serán frente al Paseo Shopping.

**R15:** Servirá de referencia a la Av. 113 y el punto para la toma de datos será la intersección de la misma con la calle 114, en una esquina de la Industria Ales.

**R16:** Se tomará como referencia acústica al mercado de mariscos de Playita Mía en el redondel de la Vía Puerto-Aeropuerto, y las mediciones serán frente al mercado.

**R17:** Se localiza en el sector de Los Esteros, se tomará la medición en el semáforo ubicado en la intersección de la Av.103 con la calle 121.

**R18:** Se ubica en el sector La pradera, se tomarán los datos en la Farmacia Cruz Azul de la calle principal del sector.

**R19:** Hace referencia a La Aurora, se llevará a cabo la medición en el Parque de recreaciones del sector, en la esquina donde también se encuentra el negocio GreenFrost.

**R20:** Se encuentra el Sector Urbirríos 1, y la toma de datos se hará en el semáforo de la entrada al Registro Civil.

**R21:** En el sector de Costa Azul, en la esquina de las instalaciones de la catequesis será tomado como punto de referencia para los muestreos.

**R22:** Se encuentra en el aeropuerto, y la toma de muestras se dará en el parqueadero frente a la puerta del ingreso principal de las antiguas instalaciones aéreas.

**R23:** En el barrio El Palmar, las mediciones se darán en la esquina del semáforo diagonal al nuevo Terminal Terrestre.

**R24:** Ubicado en el sector de Altagracia, el punto de muestreo será en la esquina del parque del sector.

**R25:** La toma de muestras será frente a las instalaciones del Centro de Salud de Las Cumbres.

**R26:** Las mediciones de ruido se realizarán en la intersección de la avenida U4 y la calle U8 manzana N.

### **3.3. VARIABLES EN ESTUDIO**

El factor estudiado en éste trabajo será el ruido, ya que es determinante para los objetivos del mismo. Además, se considerarán también variables que puedan influir directa o indirectamente en el resultado obtenido, y éstas variables son:

#### ***3.3.1. Composición del tráfico (de influencia directa)***

Será registrado el número de vehículos a motor que circulen en el momento de la toma de muestras. Con éstos información se hará una correlación de datos con los niveles de presión sonora obtenidos.



### **3.3.2. Variables ambientales y de construcción (de influencia indirecta)**

#### 3.3.2.1. Entorno urbano

Contemplando la existencia de arbolado y de áreas de recreación pública (parques) se darán 3 posibles resultados: bajo, mediano o alto.

Será bajo si no tiene ninguno de los dos (árboles o parques), mediano si existe al menos uno, y alto si hay los dos.

#### 3.3.2.2. Altura de edificios

Considerándose aquí el número de metros de altura de los edificios del entorno de medición.

Será bajo si ningún edificio supera los cinco metros (2 plantas); mediano si al menos uno de los edificios tiene entre cinco y diez metros (4 plantas); y alta si al menos uno de los edificios supera los 10 metros (4 plantas).

## **3.4. PROCEDIMIENTOS**

Para la captación, análisis y evaluación de datos se dividirá en tres fases:

### **3.4.1. PRIMERA FASE: Planificación y medición de niveles de ruido**

Se tiene planificado realizar los muestreos tomando en cuenta lo siguiente:

#### 3.4.1.1. Día de muestreo

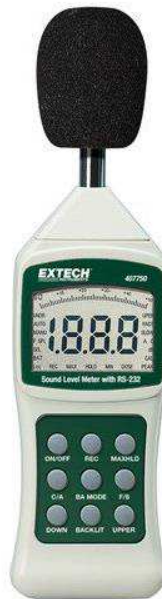
Se realizó cinco muestreos, todos en días laborales, con una frecuencia de entre 4-6 días aproximadamente.

#### 3.4.1.2. Hora de muestreo

Las mediciones se realizaron en horarios diferentes, agrupándose en tres tiempos: mañana (7:00 horas), tarde (13:00 horas) y noche (19:00 horas). La duración que tarde la toma de muestras variará dependiendo del tráfico y la distancia entre todos los puntos (1:30 - 2:00 horas).

#### 3.4.1.3. Información del equipo (Sonómetro)

El sonómetro a utilizar para tomar los niveles de presión sonora es de la marca EXTECH INSTRUMENTS código 407750, con un rango de entre 30 y 130 dB, con tiempo de respuesta rápido y lento, y con un filtro para absorber ruido ambiental.



**Figura 12:** Sonómetro EXTECH 407750  
**Fuente:** Autores de la investigación

#### 3.4.1.4. Proceso para la toma de muestras

En primer lugar, se colocará el sonómetro orientándolo preferentemente hacia la calle, a 1,5 metros de altura y a pie de calle, vigilando que no se encuentre cerca de un lugar por el que transitasen peatones a escasa distancia para que las mediciones no se vieran alteradas por circunstancias ocasionales. Una vez colocado, se cronometrará **1 minuto** para que el sonómetro realice la toma de muestras (Anexo V - Libro VI TULSMA, 2015).

#### 3.4.1.5. Ficha de medición de datos de ruido

Se utilizarán unas fichas de campo en las cual se incluyen información general (el día y la hora de muestreo, el tiempo de duración, el punto de medición), y las variables establecidas anteriormente, tanto como las variables directas como el

tráfico vehicular, así como las indirectas como son el entorno urbano y la altura de edificios. (Véase Tabla 14).

**Tabla 14:** Ficha de medición de datos de ruido

FICHA DE MEDICIÓN DE DATOS DE RUIDO						
<b>PUNTO DE MEDIDA #</b>		<b>Db</b> Leq		Lmáx		
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
<b>HORA DE MEDICIÓN</b>		<b>DURACIÓN DE LA MEDICIÓN (MIN)</b>				
<b>TRÁFICO</b>		<b>VARIABLES AMBIENTALES</b>				
LIVIANO		ENTORNO URBANO				
MODERADO		ALTURA DE EDIFICIOS				
PESADO		TEMPERATURA				
<b>CONDICIÓN METEREOLÓGICA</b>		DESPEJADO	NUBLADO	LLUVIOSO		

**Fuente:** Factores en estudio - Procedimientos

**Elaborado:** Autores de la investigación

### 3.4.2. SEGUNDA FASE. Diseño Experimental y Estadística

#### Diseño experimental

La información requerida para el diseño experimental es la siguiente:

**Tabla 15:** Información previa al diseño experimental

Diferentes puntos	26
Jornadas/día	3
Frecuencia	$\frac{c}{3d} * \frac{c}{4} * c/4 - 6 \text{ días} / 5/4 - 6 \text{ días}$

**Fuente:** Metodología de evaluación

**Elaborado:** Autores de la investigación

Entonces:

**Tabla 16:** Análisis de información

Cada 4-6 días	5	Repeticiones
Evaluaciones/día	3	Factor A
Puntos de evaluación	26	Factor B

**Fuente:** Metodología de evaluación

**Elaborado:** Autores de la investigación

Se puede concluir con la aplicación del Diseño de bloques complejos al azar (ANOVA por sus siglas en inglés):

**Tabla 17:** Diseño de bloques completos al azar (ANOVA)

Fuente de variación	Grados de libertad
Total (Rt-1)	389
Repeticiones (Cada 4-6 días) (r-1)	4
Tratamiento [(Factor A * Factor B) -1]	77
Factor A	2
Factor B	25
A*B	50
Error	308

**Fuente:** Metodología de evaluación

**Elaborado:** Autores de la investigación

### **Análisis estadístico**

Luego de la recopilación de los datos de muestreo, a éstos se les aplicará el análisis estadístico respectivo. El mismo será realizado en el programa informático *GraphPad InStat* (programa de análisis estadístico de datos), con Copyright © 1992-1998 creado por GraphPad Software, Inc.

Con este programa se podrá someter a los datos al test de distribución Gaussiana (test Kolmogorov and Smirnov), Análisis de Varianza (ANOVA), test de Tukey-Kramer (si cumple los parámetros paramétricos y de normalidad necesarios).

Además, se realizará también el test de correlación de Pearson entre los datos de ruido y tráfico vehicular, para obtener la relación directa que una tenga con la otra.

### **3.4.3. TERCERA FASE: Interpretación de resultados**

En esta fase se realizará el respectivo estudio de los resultados, correlación de variables y análisis del estado actual de la ciudad respecto al ruido.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS**

#### **4.1. NIVELES DE PRESIÓN SONORA OBTENIDOS**

El proceso de toma de datos se hizo respetando los parámetros establecidos en la metodología. Las mediciones se realizaron en los días miércoles 12 de octubre, martes 18 de octubre, viernes 18 de octubre, jueves 3 de noviembre y lunes 7 de noviembre del presente año.

La condición meteorológica determinante fue el cielo despejado, luego nublado y por último lluvioso; y la temperatura varió entre los 19°C y los 30 °C.

La toma de muestras tuvo una variación de tiempo entre 1h30 y 2 horas, dependiendo mucho del tráfico del momento y de la facilidad de movilidad por la ciudad.

A continuación, se detalla los puntos de muestreo, con sus resultados de presión sonora obtenidos se muestran a continuación:

**Tabla 18:** Valores de presión sonora de la zona urbana del cantón Manta

		Medición 1 - Miércoles 12/10				Medición 2 - Martes 18/10				Medición 3 - Viernes 28/10				Medición 4 - Jueves 3/11				Medición 5 - Lunes 7/11			
		Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.
R1	7:00	58,2	81,8	70,0		61,9	93	77,5		63,3	94,3	78,8		62,1	84,7	73,4		76,3	90,4	83,4	
	13:00	60	86,6	73,3	72,0	63,7	85,5	74,6	74,6	65,6	90,8	78,2	76,9	58,3	89,9	74,1	71,667	65,6	84,7	75,2	78,5
	19:00	60,7	84,6	72,7		59,2	84,4	71,8		63	84,1	73,6		57,6	77,4	67,5		68,1	85,6	76,9	
R2	7:00	66	96,8	81,4		66,9	91,5	79,2		63,8	96,4	80,1		60,5	82,4	71,5		63,7	81,4	72,6	
	13:00	63,1	89,6	76,4	77,5	64,7	85,3	75,0	76,6	63,6	92,1	77,9	75,9	59,5	82,8	71,2	72	62,8	88,4	75,6	74,3
	19:00	61,3	88,4	74,9		59,5	91,8	75,7		58,8	80,9	69,9		59,4	87,4	73,4		61,7	87,9	74,8	
R3	7:00	65,8	86,2	76,0		63,5	85,8	74,7		64,2	93,2	78,7		56,8	76,8	66,8		67,4	84,7	76,1	
	13:00	66,9	96,4	81,7	78,6	65,3	95,4	80,4	75,5	66,1	98,1	82,1	81,8	65,4	90	77,7	72,917	61,8	86,7	74,3	75,2
	19:00	64,8	91,4	78,1		61,6	81,6	71,6		66,2	102,8	84,5		62,2	86,3	74,3		60,2	90,1	75,2	
R4	7:00	59,9	79,1	69,5		62,8	93,6	78,2		66,6	89,1	77,9		62,4	86,2	74,3		61,5	93,7	77,6	
	13:00	65,6	90,5	78,1	73,0	63,3	82,9	73,1	73,7	66,4	80,1	73,3	74,2	67,2	87,7	77,5	74,65	65,7	87	76,4	74,7
	19:00	61,7	81,4	71,6		59,3	80,5	69,9		63,5	79,4	71,5		60,7	83,7	72,2		59,7	80,6	70,2	
R5	7:00	70,5	89,3	79,9		57,5	87,4	72,5		63,1	83,3	73,2		51,4	74,3	62,9		54,3	80,8	67,6	
	13:00	60,9	81,5	71,2	74,4	60,7	88,2	74,5	73,8	70,4	85,2	77,8	76,8	62	85,5	73,8	70,05	61,4	88,2	74,8	72,6
	19:00	58	85,9	72,0		59,6	89,2	74,4		73,3	85,4	79,4		58,3	88,8	73,6		58,1	92,6	75,4	
R6	7:00	57,9	88,5	73,2		55,7	83,9	69,8		63,9	90,4	77,2		56,7	73,1	64,9		62	78,6	70,3	
	13:00	62,3	79	70,7	73,0	62,5	77,8	70,2	71,2	63,2	86,9	75,1	74,3	59,3	83,4	71,4	70,017	65,2	79,8	72,5	71,4
	19:00	61	89,1	75,1		61,4	86,1	73,8		60,8	80,3	70,6		61	86,6	73,8		60,6	82,1	71,4	
R7	7:00	60,6	93,1	76,9		61,5	94,5	78,0		59,9	98,7	79,3		58,6	89,2	73,9		61,7	80,5	71,1	
	13:00	57,3	87,6	72,5	73,4	57,1	93,3	75,2	75,0	62,4	89	75,7	76,0	58,9	87,3	73,1	74,417	56	97	76,5	72,0
	19:00	57,1	84,9	71,0		56,4	87,3	71,9		56,1	89,8	73,0		62,6	89,9	76,3		53,2	83,3	68,3	
R8	7:00	60,7	71,8	66,3	72,1	62,7	77,5	70,1	69,8	62,5	80	71,3	70,9	59,9	72,7	66,3	68,2	61,7	80,5	71,1	70,5

		Medición 1 - Miércoles 12/10				Medición 2 - Martes 18/10				Medición 3 - Viernes 28/10				Medición 4 - Jueves 3/11				Medición 5 - Lunes 7/11			
		Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.
	13:00	69	90,9	80,0		62,3	74,9	68,6		63,5	78,4	71,0		60,7	83,1	71,9		61,2	77	69,1	
	19:00	60,4	80	70,2		65	76,5	70,8		61,1	80	70,6		58,9	73,9	66,4		61,5	80,9	71,2	
R9	7:00	64,6	89,9	77,3		63,4	101,6	82,5		67,3	90,4	78,9		63,8	87,5	75,7		65,3	89,9	77,6	
	13:00	66,6	85,4	76,0	75,4	62,7	89,4	76,1	78,4	63,8	91	77,4	78,0	62,3	88,1	75,2	74,667	62,7	110,9	86,8	79,4
	19:00	61,2	84,6	72,9		58,9	94,2	76,6		61,2	94,3	77,8		61,8	84,5	73,2		60,9	86,8	73,9	
R10	7:00	66,2	88,9	77,6		66,5	95,7	81,1		70,2	112,4	91,3		61,1	90,8	76,0		66,5	93,3	79,9	
	13:00	65,3	87,5	76,4	78,1	66,1	98,3	82,2	79,3	68,6	89	78,8	83,4	67,8	88,8	78,3	76,517	61	89,4	75,2	78,5
	19:00	65,4	95,3	80,4		62,6	86,3	74,5		65,3	94,6	80,0		66,5	84,1	75,3		65,9	94,7	80,3	
R11	7:00	55,1	76,5	65,8		55,9	82,8	69,4		60,3	91,4	75,9		53,9	83,5	68,7		56,5	82,5	69,5	
	13:00	58,8	86,4	72,6	68,7	57,2	86,1	71,7	69,2	57	72,5	64,8	70,5	58,2	91,7	75,0	72,9	60,3	79,6	70,0	69,8
	19:00	59	76,2	67,6		55,8	77,2	66,5		61	80,8	70,9		60,2	89,9	75,1		58,7	81,3	70,0	
R12	7:00	55,1	88,5	71,8		63,3	96,2	79,8		60	82,5	71,3		61,9	88,7	75,3		26,5	93,1	59,8	
	13:00	61	90,5	75,8	75,2	60,1	93,5	76,8	76,3	61,6	93,3	77,5	75,7	77,6	86,4	82,0	77,567	67	91,9	79,5	74,6
	19:00	63,6	92,5	78,1		60,5	84,1	72,3		66,1	90,8	78,5		59,5	91,3	75,4		72	97,2	84,6	
R13	7:00	55,6	85,5	70,6		58,2	87,2	72,7		62	78,7	70,4		57,2	87,4	72,3		61,4	85,1	73,3	
	13:00	59,5	79,9	69,7	70,8	58,1	87,2	72,7	72,8	60,5	82,5	71,5	72,9	56,9	74,4	65,7	70,833	59,1	89,7	74,4	73,1
	19:00	58,3	85,9	72,1		59	86,9	73,0		59,7	93,8	76,8		60,9	88,2	74,6		58,7	84,6	71,7	
R14	7:00	66,5	87,7	77,1		63	89,3	76,2		62,3	87,7	75,0		62,7	92,9	77,8		63	85,4	74,2	
	13:00	60,7	89,9	75,3	76,4	58,4	88,2	73,3	75,2	58,3	91,7	75,0	74,0	61	85,4	73,2	74,867	61,2	96,8	79,0	77,0
	19:00	55,8	97,6	76,7		58,7	93,3	76,0		55,9	87,8	71,9		62,4	84,8	73,6		60,8	94,6	77,7	
R15	7:00	62,6	80,3	71,5		65,3	97,2	81,3		65,2	86,9	76,1		60,6	79,2	69,9		63	85,9	74,5	
	13:00	61,4	86	73,7	71,5	62,8	80,1	71,5	75,1	65	85	75,0	74,4	62,8	94,6	78,7	73,517	62,6	87,4	75,0	74,6

		Medición 1 - Miércoles 12/10				Medición 2 - Martes 18/10				Medición 3 - Viernes 28/10				Medición 4 - Jueves 3/11				Medición 5 - Lunes 7/11			
		Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.
	19:00	60,3	78,6	69,5		62,5	82,4	72,5		57,8	86,3	72,1		57,9	86	72,0		62	86,7	74,4	
R16	7:00	65,8	85,7	75,8		62,9	90,8	76,9		65,2	86,9	76,1		65,1	85,1	75,1		68,1	87,9	78,0	
	13:00	65,2	88,1	76,7	71,2	64,1	89,3	76,7	76,1	68,1	88,4	78,3	75,5	59,4	89,8	74,6	74,733	66,3	88,7	77,5	75,7
	19:00	51,5	71,1	61,3		59	90,4	74,7		57,8	86,3	72,1		60,4	88,6	74,5		57	86,1	71,6	
R17	7:00	60,6	87,1	73,9		60,3	83,8	72,1		60,8	86,8	73,8		58	86,3	72,2		73,6	90,7	82,2	
	13:00	58,8	82,1	70,5	72,2	59,6	85	72,3	72,9	62	84,8	73,4	72,4	64	86,8	75,4	74,65	62,6	85,3	74,0	77,0
	19:00	61	83,6	72,3		60,2	88,5	74,4		61,1	78,9	70,0		60,9	91,9	76,4		59	90,8	74,9	
R18	7:00	55,3	84,5	69,9		56,5	92,9	74,7		61	75,5	68,3		52	76,1	64,1		56,7	82,8	69,8	
	13:00	56,2	87,9	72,1	69,9	58,5	80,7	69,6	72,0	53	89,9	71,5	70,6	59,7	83,1	71,4	67,767	45,8	68,5	57,2	67,0
	19:00	56,7	79	67,9		56,9	86,4	71,7		60,7	83,3	72,0		53	82,7	67,9		57,7	90,6	74,2	
R19	7:00	52,2	77,6	64,9		55,4	79,1	67,3		59	82,4	70,7		51,3	82,3	66,8		55,4	84,3	69,9	
	13:00	59,4	84,9	72,2	68,4	58,5	81,5	70,0	68,4	53,5	79,1	66,3	68,9	55,6	84,1	69,9	68,917	59,7	99,4	79,6	73,4
	19:00	57,5	78,8	68,2		53,7	81,9	67,8		58,4	81,1	69,8		57,2	83	70,1		57,5	83,9	70,7	
R20	7:00	22,3	96,5	59,4		60,4	96,1	78,3		58,6	98,5	78,6		25,7	89,7	57,7		61,6	93,3	77,5	
	13:00	58,7	90,1	74,4	68,5	62,3	89,6	76,0	77,3	62,7	90,1	76,4	76,3	56,3	95,7	76,0	69,8	28,3	93,6	61,0	71,4
	19:00	55	88,4	71,7		59	96,6	77,8		65,5	82,6	74,1		59,7	91,9	75,8		62,1	89,5	75,8	
R21	7:00	29,6	75,3	52,5		49,5	84,3	66,9		46,4	72,5	59,5		51,2	78,3	64,8		48,6	91,4	70,0	
	13:00	55	81	68,0	60,5	57,4	86,3	71,9	66,5	27,2	74,1	50,7	57,7	52,8	82,2	67,5	64,6	21,5	77,5	49,5	62,5
	19:00	50,3	71,9	61,1		51,5	70,2	60,9		49,2	76,5	62,9		48,2	74,7	61,5		52,4	83,8	68,1	
R22	7:00	53,6	73,4	63,5		61,7	72,1	66,9		21,9	59,6	40,8		55,8	78,3	67,1		61,4	85,4	73,4	
	13:00	22,4	68,3	45,4	60,7	47,7	71,5	59,6	65,2	20,3	62,3	41,3	44,6	22,4	65,1	43,8	60,4	22,1	60,4	41,3	60,7
	19:00	65,3	81,2	73,3		60,5	77,5	69,0		45,6	57,7	51,7		57,7	83	70,4		50,1	84,6	67,4	



		Medición 1 - Miércoles 12/10				Medición 2 - Martes 18/10				Medición 3 - Viernes 28/10				Medición 4 - Jueves 3/11				Medición 5 - Lunes 7/11			
		Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.	Lmin	Lmax	Leq	Prom.
R23	7:00	61	82,4	71,7		59	82,9	71,0		53,8	83,1	68,5		60,5	88,6	74,6		60,6	83,6	72,1	
	13:00	21,5	82,1	51,8	67,0	55,6	82,1	68,9	69,9	55,5	83,6	69,6	70,5	59,3	87,8	73,6	73,8	58,3	92,3	75,3	73,2
	19:00	63,4	89,4	76,4		58,8	80,9	69,9		58,6	88,3	73,5		58,1	88,2	73,2		61,3	83	72,2	
R24	7:00	61,4	78,4	69,9		61,3	83	72,2		56,8	89,5	73,2		65,4	83	74,2		59,4	86,7	73,1	
	13:00	59,4	85,7	72,6	71,8	63,9	87,9	75,9	72,4	63,2	94,9	79,1	74,8	59,6	84,4	72,0	71,4	55,8	82,6	69,2	71,3
	19:00	59,4	86,3	72,9		59,6	78,6	69,1		58,8	85,4	72,1		57,2	78,6	67,9		58,9	84,3	71,6	
R25	7:00	53,4	97,9	75,7		50,3	75,7	63,0		50,2	75,2	62,7		54,3	81,2	67,8		53,3	74	63,7	
	13:00	21,1	83,2	52,2	62,7	52,1	75,6	63,9	65,0	28,3	72,5	50,4	58,5	53	85	69,0	62,7	48,8	80,2	64,5	65,7
	19:00	46,9	73,4	60,2		52,2	84	68,1		51,7	73	62,4		24,1	78,5	51,3		52,6	85	68,8	
R26	7:00	62,2	89	75,6		56,8	81,5	69,2		47,6	82,4	65,0		52,4	94,6	73,5		56,8	82,4	69,6	
	13:00	56,4	81,4	68,9	71,5	56,2	84,9	70,6	68,8	56,2	77,7	67,0	65,5	56,9	81,5	69,2	68,9	24,9	86	55,5	65,1
	19:00	54,4	85,5	70,0		53,5	79,7	66,6		48,9	80,4	64,7		50,3	77,9	64,1		57,8	82,7	70,3	

**Fuente:** Fichas de medición de datos de ruido

**Elaborado:** Autores de la investigación

Lmin: Valor mínimo de ruido registrado por el sonómetro durante el tiempo de muestreo

Lmax: Valor máximo de ruido registrado por el sonómetro durante el tiempo de muestreo

Leq: Valor promedio entre Lmin y Lmax

Prom.: Valor promedio entre los valores de Leq de las 3 jornadas

Los puntos marcados con rojo en la tabla 18 indican que en el momento de muestreo hubo maquinarias trabajando, ya sea en actividades de obra civil o de obra potable y alcantarillado, por lo que reflejaron un ascenso el nivel de ruido medido.

Los resultados indican que los niveles de ruido oscilan entre los 70 y 80 dB en la mayoría de los puntos muestreados, sin embargo, en los lugares que tienen una predominancia residencial podemos notar un descenso del ruido, entre 60 y 70 dB.

El lugar con el nivel de ruido más alto fue en el R10 ubicado en Tarqui, con 91,3 dB medidos en la mañana del viernes 28 de octubre, mientras que el nivel más bajo fue de 40,8 dB en el R22 ubicado en el Aeropuerto, medido la mañana del viernes 25 de noviembre.

#### ***4.1.1. Interpretación estadística***

De acuerdo al análisis estadístico (Véase en Anexo 4), mediante el test de Kolmogorov & Smirnov se comprobó que todos los datos tienen una distribución Gaussiana, por lo que aprobaron el test de normalidad.

Los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) dieron que el **valor de P** es menor a **0.0001**, lo que equivale a extremadamente significativa. Esto conlleva a interpretar que la diferencia entre los promedios de los puntos es estadísticamente importante.

El test de comparación múltiple de Tukey-Kramer nos dice que, si el valor de  $q$  es mayor que 5.361, entonces el valor P es menor de 0,05. Tomando en cuenta esto, los resultados del test de Tukey-Kramer muestran que no hay una diferencia estadística significativa entre los puntos de muestreo, a excepción de los siguientes casos:

##### **4.1.1.1. Debido a sus valores bajos**

El punto de medición que tiene una diferencia estadística más significativa con el resto de puntos debido a su bajo nivel de presión sonora es el aeropuerto (R22), ya que el ruido en este lugar difiere con todos los otros puntos, a excepción del barrio Costa Azul (R21) y barrio Las Cumbres (R25).

Luego sigue el barrio Costa Azul, que por su bajo nivel de presión sonora difiere del ruido registrado en todos los otros lugares a excepción del Parque Central

(R8), barrio Jocay (R11), la Pradera (R18), la Aurora (R19), el aeropuerto y el barrio las Cumbres (R24).

El siguiente lugar diferente al resto por sus niveles bajos de ruido es el Barrio las Cumbres, ya que difiere con todos a excepción del Parque Central, Jocay, la Pradera, Aurora, Costa Azul y el aeropuerto.

Otro punto que destaca por su bajo ruido medido es el Parque Central (R8), pero sin embargo solo es diferente estadísticamente del sector Tarqui (R10) por su nivel muy alto, y el aeropuerto por su nivel muy bajo.

#### 4.1.1.2. Debido a sus valores altos

El sector de Tarqui (R10), es el punto con los valores más altos de ruido, tanto que difieren estadísticamente de los valores obtenidos en el Parque Central (R8), barrio Jocay (R11), la Pradera (R18), Aurora (R19), Costa Azul (R21), el aeropuerto (R22), barrio las Cumbres (R25) y la ciudadela Universitaria (R26).

El otro lugar con valores altos de ruido es el Terminal (R9), y se tiene una diferencia estadística significativa con el ruido de los barrios Costa Azul y las Cumbres, la ciudadela Universitaria y el aeropuerto.

Vale destacar a los puntos ubicados en el barrio Jocay, la Pradera y la Aurora, ya que estos puntos difieren estadísticamente solo del aeropuerto.

#### **4.1.2. Diferencia entre jornadas del ruido promedio**

Para una mejor interpretación, los resultados fueron divididos por jornada y se calcularon los valores promedio de los datos de presión sonora y sus desviaciones estándar de la tabla 18, quedando de la siguiente manera:

**Tabla 19:** Presión sonora promedio por jornadas

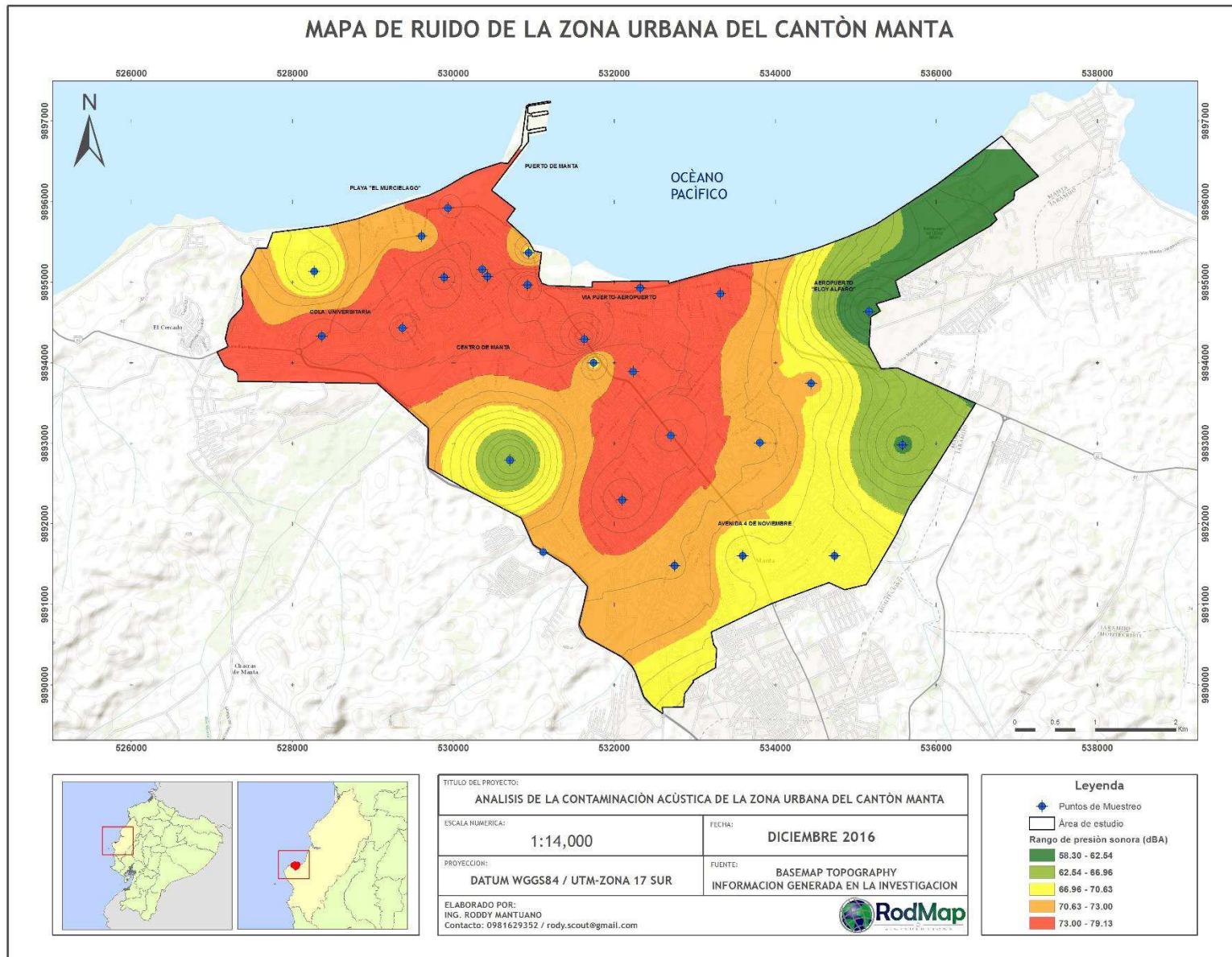
	Mañana	SD	Tarde	SD	Noche	SD
<b>R1</b>	76,60	5,1216	75,07	1,8774	72,47	3,3739
<b>R2</b>	76,94	4,5934	75,19	2,4973	73,71	2,3047
<b>R3</b>	74,44	4,5163	79,21	3,2591	76,72	4,9298
<b>R4</b>	75,49	3,6967	75,64	2,332	71,05	0,983
<b>R5</b>	71,19	6,4089	74,40	2,3656	74,92	2,7739
<b>R6</b>	71,07	4,5216	71,94	1,9495	72,90	1,8762

<b>R7</b>	75,83	3,3124	74,59	1,7358	72,06	2,9168
<b>R8</b>	69,00	2,5266	72,10	4,589	69,82	1,9457
<b>R9</b>	78,37	2,5755	78,29	4,8224	74,84	2,179
<b>R10</b>	81,16	6,0122	78,18	2,6743	78,07	2,9361
<b>R11</b>	69,84	3,6775	70,78	3,8245	70,01	3,3287
<b>R12</b>	71,58	7,408	78,29	2,4742	77,76	4,5477
<b>R13</b>	71,83	1,306	70,78	3,3393	73,60	2,0797
<b>R14</b>	76,05	1,4748	75,16	2,3501	75,17	2,3936
<b>R15</b>	74,62	4,426	74,77	2,6324	72,05	1,7479
<b>R16</b>	76,35	1,1164	76,74	1,3645	70,82	5,5062
<b>R17</b>	74,80	4,1985	73,10	1,8551	73,59	2,4871
<b>R18</b>	69,33	3,8204	68,33	6,3167	70,70	2,7722
<b>R19</b>	67,90	2,3598	71,57	4,9298	69,30	1,2624
<b>R20</b>	70,27	10,723	72,74	6,6349	75,03	2,2863
<b>R21</b>	62,71	6,9057	61,50	10,572	62,87	3,0242
<b>R22</b>	62,32	12,577	46,25	7,6613	66,32	8,4811
<b>R23</b>	71,55	2,1963	67,81	9,3472	73,00	2,368
<b>R24</b>	72,49	1,62	73,74	3,8052	70,71	2,109
<b>R25</b>	66,55	5,4792	59,98	8,2136	62,14	7,0955
<b>R26</b>	70,57	4,1191	66,21	6,151	67,11	2,8852

La tabla muestra que los niveles de ruido varían muy poco entre jornadas, se mantienen con una diferencia de 10 dB aproximadamente a excepción del aeropuerto, demostrando una vez más que es el punto con menor ruido en el área de estudio.

## 4.2. MAPA DE RUIDO

Para realizar el mapa de ruido, la tabulación de los datos se realizó en el programa Excel para generar una tabla con todas las variables consideradas como ubicación del punto de monitoreo, coordenadas, Nivel de Presión Sonora Equivalente (Leq), desviaciones estándar (SD) y tráfico vehicular. Posteriormente se exportó dicha tabla al software ArcGIS 10.1 para la generación del mapa acústico para los distintos horarios de levantamiento de datos. El método de estimación espacial utilizado fue el Inverse Distance Weighted (IDW), que asume que la variable a interpolar tiene un comportamiento de aumento o disminución de su valor en función de un cambio de la distancia desde una fuente, es decir, que se asigna un peso mayor a fuentes o puntos cercanos a la variable en estudio y este peso disminuye a medida que aumenta la distancia (ESRI, 2003).



**Figura 13:** Mapa de ruido de la zona urbana del cantón Manta

Como se puede observar en el mapa, los niveles altos de ruido predominan en la zona centro occidental del área de estudio, mientras que a medida que se dirige hacia la zona oriental de la zona de estudio los niveles de ruido disminuyen. Esto se atribuye a que los puntos que se encuentran dentro del área centro occidental pertenecen a áreas donde predominan las actividades comerciales y zonas de asistencia masiva de personas como instituciones bancarias o gubernamentales, lo que conlleva a que haya una gran aglomeración de personas y vehículos; mientras que en la zona oriental predominan las áreas de uso residencial, donde no se encuentran zonas comerciales o de aglomeración de personas y vehiculares de importancia.

#### 4.3. COMPARACIÓN CON LOS LÍMITES ESTABLECIDOS EN LA ORDENANZA QUE REGULA LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL GAD MANTA (2011):

Los límites máximos permisibles de ruido que tenemos de referencia de acuerdo a las condiciones del trabajo (zona urbanísticamente establecida) son los siguientes:

**Tabla 20:** Valores máximos permisibles de ruido en el cantón Manta

VALORES LÍMITE EXPRESADOS EN LA eq (dB)		
Área de sensibilidad acústica	Período Diurno	Período Nocturno
Tipo I (Área de silencio)	60	50
Tipo II (Área levemente ruidosa)	65	50
Tipo III (Área tolerablemente ruidos)	70	60
Tipo IV (Área ruidosa)	75	70
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	80	75

**Fuente:** Ordenanza que regula la gestión ambiental del GAD Manta (2011)

**Elaborado:** Autores de la investigación

De esta tabla se tomó como los límites a utilizar los valores del período diurno, ya que ninguna de las tres jornadas de medición coincidía totalmente con los horarios de pernociación general, que es la base de los límites dados en el período nocturno.

Cabe mencionar que, para el análisis del ruido conforme a los límites máximos permisibles establecidos en la ordenanza, no se pudo utilizar de manera total el mapa de uso de suelo de la ciudad, debido a que el mismo está direccionado hacia otro tipo de actividades, como permisos de construcción, funcionamiento, apertura de locales comerciales, etc.; y no muestra de forma clara una concordancia entre las divisiones de uso de suelo establecidas en la ordenanza con las del presente mapa.

Debido a lo anterior, y ya que la ordenanza señala los parámetros a tomar en cuenta para evaluar el tipo de uso de suelo, a nuestro criterio se determinó el tipo de suelo de cada punto de muestreo analizando espacialmente el tipo de actividades y usos de cada uno de ellos. Es decir, se evaluó en cada punto la presencia de comercios, industrias, escuelas, centros de salud, etc.; todas y cada una de las actividades y/o usos del suelo en cada uno de los puntos.

La división del tipo de uso de suelo va dada de la siguiente manera:

**Tipo I: Área de Silencio:** Zona de alta sensibilidad acústica, con el uso preferencial de establecimientos sanitarios u hospitales, uso docente o educativo, uso cultural y/o espacios protegidos.

**Tipo II: Área levemente ruidosa:** Comprende los sectores del territorio con uso residencial y/o zonas verdes, excepto en casos en que constituyen zonas de transición.

**Tipo III: Área tolerablemente ruidosa:** Incluye las zonas con predominio de uso de hospedaje, oficinas o servicios, comercial, deportivo y recreativo.

**Tipo IV: Área ruidosa:** En ella se incluyen las zonas con predominio de uso industrial y servicios públicos.

**Tipo V: Área especialmente ruidosa:** Comprende los sectores del territorio afectados por servidumbres sonoras a favor de infraestructura de transporte (por carretera y aéreo) y áreas de espectáculos al aire libre.

Como resultado, la división de los puntos de muestreo respecto al tipo de uso de suelo es la siguiente:

**Tabla 21:** División de los puntos de muestreo según el tipo de uso de suelo

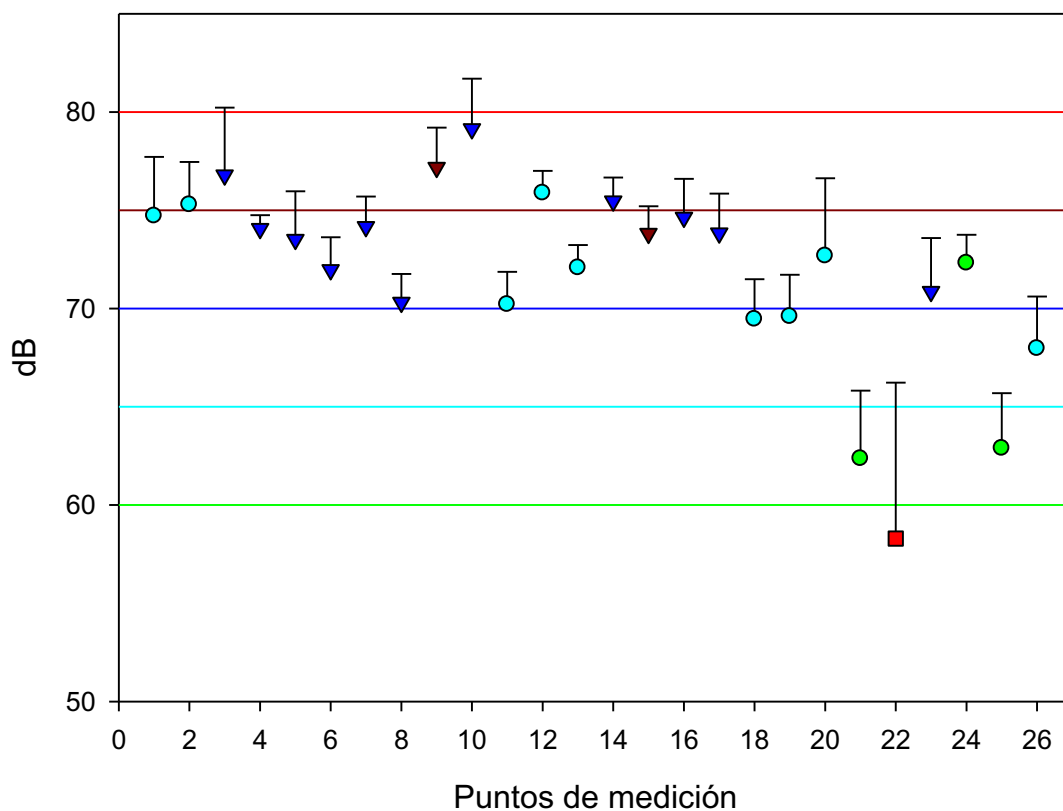
TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TIPO V
60 dB	65 dB	70 dB	75 dB	80 dB
R21	R1	R3	R9	R22
R24	R2	R4	R15	
R25	R11	R5		
	R12	R6		
	R13	R7		
	R18	R8		
	R19	R10		
	R20	R14		
	R26	R16		
		R17		
		R23		

**Fuente:** Fichas de medición de datos de ruido – Ordenanza GAD Manta (2011)

**Elaborado:** Autores de la investigación

Con los puntos divididos y ya determinado el límite máximo permisible de cada uno, el resultado de la investigación lo reflejará el siguiente gráfico:





- Ruido TIPO I
- Ruido TIPO II
- ▼ Ruido TIPO III
- ▼ Ruido TIPO IV
- Ruido TIPO V
- TIPO I (Área de silencio)
- TIPO II (Área levemente ruidosa)
- TIPO III (Área tolerablemente ruidosa)
- TIPO IV (Área ruidosa)
- TIPO V (Área especialmente ruidosa)

**Figura 14:** Comparación de los límites máximos permisibles con los niveles de presión sonora obtenidos

El gráfico refleja que solo existen 3 puntos que cumplieron con los niveles de ruido permitido: el Parque Central, correspondiente al suelo de tipo III; la esquina de la industria Ales, correspondiente al suelo de tipo IV; y el aeropuerto que se ubica en suelo de tipo V.

Estos resultados reflejan que la zona urbana de la ciudad de Manta en su gran mayoría se encuentra por encima de los valores límites de ruido, siendo de preocupación que el gobierno cantonal no cumpla con actividades para poder

evitar que esto suceda, y más aún, ni si quiera tenga los registros y la información pertinente para poder monitorear este problema ambiental.

#### 4.4. TABULACIÓN DE VARIABLES

Las variables de las que también se tomó información fueron el entorno urbano, la altura de edificios y el tráfico vehicular. Los datos fueron tomados al mismo tiempo que el ruido, y el conteo de tráfico se hizo durante el mismo minuto que duraba el muestreo del ruido. Respecto al entorno urbano y la altura de edificios, la información fue tomada una sola vez, ya que son variables constantes, sin muchos cambios a lo largo del tiempo.

Para mayor facilidad de espacio, en la tabla siguiente se abreviaron los siguientes términos:

**Tráf:** Trafico

**Prom:** Promedio

**SD:** Desviación estándar

**Ent Urb:** Entorno Urbano

**Alt Edif:** Altura de Edificios

Y los datos que se obtuvieron son:

**Tabla 22:** Tabulación de variables de estudio

		Medición 1 - Miércoles 12/10					Medición 2 - Martes 18/10					Medición 3 - Viernes 28/10					Medición 4 - Jueves 3/11					Medición 5 - Lunes 7/11				
		Tráf	Prom	SD	Ent Urb	Alt Edif	Tráf	Prom	SD	Ent Urb	Alt Edif	Tráf	Prom	SD	Ent Urb	Alt Edif	Tráf	Prom	SD	Ent Urb.	Alt Edif.	Tráf	Prom	SD	Ent Urb	Alt Edif
R1	7:00	22					24					25				14					24					
	13:00	32	30,33	7,64	Bajo	Medio	30	26,67	3,06	Bajo	Medio	28	25,33	2,52	Bajo	Medio	23	17,67	4,73	Bajo	Medio	31	29,00	4,36	Bajo	Medio
	19:00	37					26					23				16					32					
R2	7:00	23					22	23,33	1,53	Medio	Bajo	24				8					23					
	13:00	26	23,00	3,00	Medio	Bajo	22	23,33	1,53	Medio	Bajo	26	23,67	2,52	Medio	Bajo	20	13,33	6,11	Medio	Bajo	18	23,33	5,51	Medio	Bajo
	19:00	20					23					21				12					29					
R3	7:00	27					18					26				13					25					
	13:00	18	22,00	4,58	Bajo	Medio	24	19,00	4,58	Bajo	Medio	24	25,67	1,53	Bajo	Medio	18	15,00	2,65	Bajo	Medio	22	25,33	3,51	Bajo	Medio
	19:00	21					15					27				14					29					
R4	7:00	25					30					31				21					22					
	13:00	27	20,33	9,87	Bajo	Medio	25	20,33	12,66	Bajo	Medio	22	19,67	12,66	Bajo	Medio	31	19,67	12,06	Bajo	Medio	23	17,33	8,96	Bajo	Medio
	19:00	9					6					6				7					7					
R5	7:00	6					9					5				9					6					
	13:00	5	4,67	1,53	Bajo	Alto	18	10,33	7,09	Bajo	Alto	23	11,67	9,87	Bajo	Alto	16	9,33	6,51	Bajo	Alto	28	13,67	12,42	Bajo	Alto
	19:00	3					4					7				3					7					
R6	7:00	24					20					23				10					25					
	13:00	26	26,67	3,06	Medio	Medio	21	21,67	2,08	Medio	Medio	28	26,00	2,65	Medio	Medio	24	20,00	8,72	Medio	Medio	28	21,33	9,07	Medio	Medio
	19:00	30					24					27				26					11					
R7	7:00	21					18					29				10					19					
	13:00	12	17,00	4,58	Medio	Medio	25	21,00	3,61	Medio	Medio	24	24,00	5,00	Medio	Medio	25	18,67	7,77	Medio	Medio	28	23,67	4,51	Medio	Medio
	19:00	18					20					19				21					24					
R8	7:00	26					24					23				12					26					
	13:00	34	29,33	4,16	Alto	Medio	29	25,33	3,21	Alto	Medio	25	23,33	1,53	Alto	Medio	21	20,33	8,02	Alto	Medio	18	18,00	8,00	Alto	Medio
	19:00	28					23					22				28					10					
R9	7:00	19					28					33				25					23					
	13:00	33	21,67	10,26	Bajo	Alto	30	23,67	9,29	Bajo	Alto	23	27,00	5,29	Bajo	Alto	27	22,00	7,00	Bajo	Alto	28	20,67	8,74	Bajo	Alto
	19:00	13					13					25				14					11					
R10	7:00	34					30					29				14					26					
	13:00	14	25,67	10,41	Medio	Medio	29	30,00	1,00	Medio	Medio	32	29,33	2,52	Medio	Medio	29	18,33	9,29	Medio	Medio	24	23,33	3,06	Medio	Medio
	19:00	29					31					27				12					20					
R11	7:00	6					4					6				9					8					
	13:00	8	5,67	2,52	Medio	Medio	8	8,00	4,00	Medio	Medio	10	10,00	4,00	Medio	Medio	23	14,00	7,81	Medio	Medio	6	8,67	3,06	Medio	Medio
	19:00	3					12					14				10					12					
R12	7:00	23					25					23				18					24					
	13:00	29	25,67	3,06	Bajo	Bajo	27	24,00	3,61	Bajo	Bajo	29	26,33	3,06	Bajo	Bajo	27	19,33	7,09	Bajo	Bajo	23	24,00	1,00	Bajo	Bajo
	19:00	25					20					27				13					25					
R13	7:00	17					18					22				7					19					
	13:00	19	19,33	2,52	Medio	Medio	26	21,33	4,16	Medio	Medio	10	18,67	7,57	Medio	Medio	14	10,67	3,51	Medio	Medio	25	22,33	3,06	Medio	Medio
	19:00	22					20					24				11					23					

R14	7:00	26					24					22					13						26					
	13:00	24	26,00	2,00	Medio	Bajo	29	26,67	2,52	Medio	Bajo	20	23,33	4,16	Medio	Bajo	25	16,00	7,94	Medio	Bajo	20	22,33	3,21	Medio	Bajo		
	19:00	28					27					28					10					21						
R15	7:00	20					20					24					14					23						
	13:00	24	20,00	4,00	Medio	Bajo	22	20,33	1,53	Medio	Bajo	26	21,00	7,00	Medio	Bajo	23	16,00	6,24	Medio	Bajo	21	23,33	2,52	Medio	Bajo		
	19:00	16					19					13					11					26						
R16	7:00	35					31					31					28					33						
	13:00	30	32,00	2,65	Medio	Bajo	27	26,33	5,03	Medio	Bajo	23	26,00	4,36	Medio	Bajo	24	21,00	8,89	Medio	Bajo	24	25,67	6,66	Medio	Bajo		
	19:00	31					21					24					11					20						
R17	7:00	17					19					24					6					5						
	13:00	8	15,33	6,66	Bajo	Medio	20	20,33	1,53	Bajo	Medio	20	20,67	3,06	Bajo	Medio	15	9,67	4,73	Bajo	Medio	10	12,00	8,19	Bajo	Medio		
	19:00	21					22					18					8					21						
R18	7:00	6					6					18					9					5						
	13:00	7	9,67	5,51	Bajo	Bajo	21	11,33	8,39	Bajo	Bajo	5	13,00	7,00	Bajo	Bajo	13	10,00	2,65	Bajo	Bajo	12	7,67	3,79	Bajo	Bajo		
	19:00	16					7					16					8					6						
R19	7:00	4					5					6					6					9						
	13:00	7	10,00	7,94	Medio	Medio	13	10,00	4,36	Medio	Medio	10	8,33	2,08	Medio	Medio	8	8,33	2,52	Medio	Medio	12	11,67	2,52	Medio	Medio		
	19:00	19					12					9					11					14						
R20	7:00	33					22					23					13					25						
	13:00	25	26,67	5,69	Bajo	Bajo	30	25,33	4,16	Bajo	Bajo	31	26,33	4,16	Bajo	Bajo	26	16,33	8,50	Bajo	Bajo	20	22,00	2,65	Bajo	Bajo		
	19:00	22					24					25					10					21						
R21	7:00	6					2					1					5					2						
	13:00	2	3,00	2,65	Bajo	Bajo	4	3,00	1,00	Bajo	Bajo	3	1,67	1,15	Bajo	Bajo	2	4,00	1,73	Bajo	Bajo	3	3,00	1,00	Bajo	Bajo		
	19:00	1					3					1					5					4						
R22	7:00	3					0					0					0					4						
	13:00	0	3,00	3,00	Medio	Bajo	1	4,00	6,08	Medio	Bajo	0	0,00	0,00	Medio	Bajo	1	1,67	2,08	Medio	Bajo	0	1,67	2,08	Medio	Bajo		
	19:00	6					11					0					4					1						
R23	7:00	36					26					13					28					19						
	13:00	21	29,33	7,64	Medio	Bajo	16	24,00	7,21	Medio	Bajo	23	21,00	7,21	Medio	Bajo	21	22,00	5,57	Medio	Bajo	27	21,67	4,62	Medio	Bajo		
	19:00	31					30					27					17					19						
R24	7:00	27					18					7					26					26						
	13:00	25	23,33	4,73	Bajo	Bajo	25	21,33	3,51	Bajo	Bajo	25	15,33	9,07	Bajo	Bajo	22	22,67	3,06	Bajo	Bajo	18	21,67	4,04	Bajo	Bajo		
	19:00	18					21					14					20					21						
R25	7:00	18					4					5					10					12						
	13:00	6	8,33	8,74	Bajo	Bajo	6	5,33	1,15	Bajo	Bajo	6	6,33	1,53	Bajo	Bajo	4	7,00	3,00	Bajo	Bajo	3	7,67	4,51	Bajo	Bajo		
	19:00	1					6					8					7					8						
R26	7:00	27					1					5					14					11						
	13:00	10	16,33	9,29	Bajo	Bajo	11	7,33	5,51	Bajo	Bajo	10	7,33	2,52	Bajo	Bajo	12	10,33	4,73	Bajo	Bajo	4	7,67	3,51	Bajo	Bajo		
	19:00	12					10					7					5					8						

Fuente: Fichas de medición de datos de ruido

Elaborado: Autores de la investigación

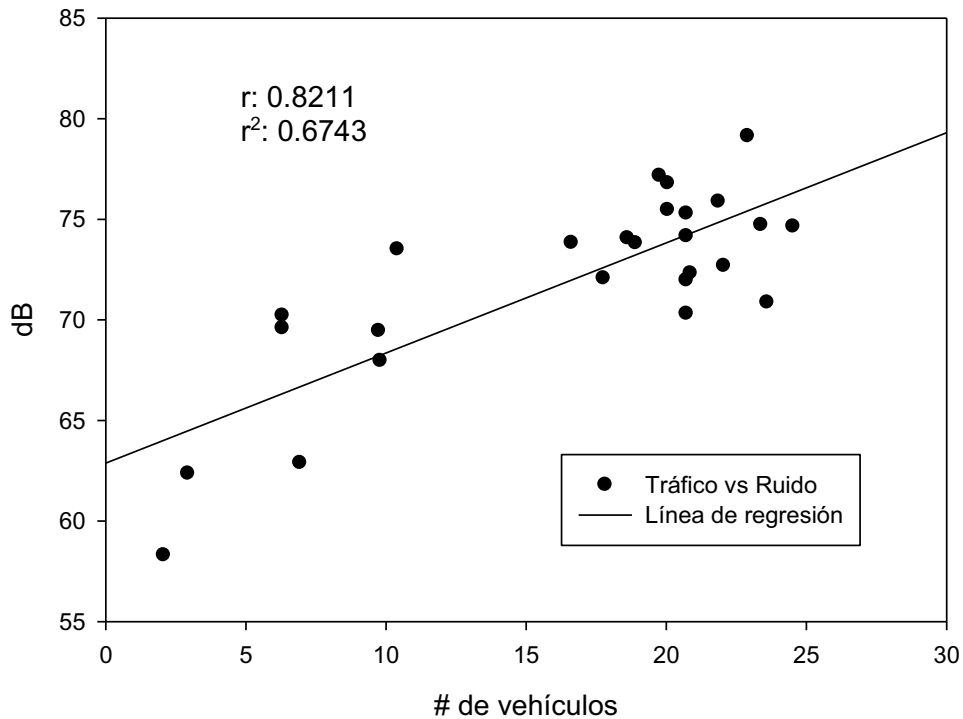
De manera general se puede decir que el entorno urbano en la ciudad de Manta es muy bajo, ya que son muy pocas las áreas verdes significativas que ayuden a los peatones a circular a una distancia prudente del tráfico vehicular, sin embargo, en el único lugar que cumple con un alto entorno urbano que es el Parque Central, el nivel de ruido promedio fue bajo, incluso por debajo del límite máximo permisible de la ordenanza local, lo que nos lleva a la conclusión de que valdría la pena estudiar más a fondo este parámetro para verificar si en realidad una ciudad con un alto número de áreas verdes protege a sus ciudadanos de los efectos del ruido.

Con respecto a la altura de edificios, no se visualiza algún efecto que éste pueda tener sobre la dispersión de las ondas sonoras, ya que el análisis estadístico demostró que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre puntos con una gran altura de edificios y pocos espacios abiertos como por ejemplo la intersección de la calle 13 con la Av. 15 y la terminal terrestre, con puntos con una baja altura de edificios y amplios espacios libres como en Urbirríos o Playita Mía.

El tráfico vehicular debe ser estudiado más a fondo, debido a que tiene una relación directa con los niveles de ruido obtenidos.

#### ***4.4.1. Correlación de datos entre el ruido y el tráfico vehicular***

Para realizar éste análisis, se compararon entre sí los resultados del tráfico vehicular con los de ruido, y los resultados fueron los siguientes:



**Figura 15:** Correlación de datos tráfico-ruido

El análisis estadístico (véase en Anexo 4) nos da como resultado un valor  $r$  de 0.8211, y como este valor es muy cercano a 1, demuestra una muy fuerte relación entre los valores de ruido obtenidos y el tráfico vehicular.

Explicado de otra manera, el valor del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) es de 0.67, lo que significa que el 67% del ruido medido en la zona urbana del cantón Manta tuvo una relación directa con el tráfico vehicular presente.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

#### **5.1. CORRELACIÓN DE DATOS ENTRE EL RUIDO Y EL TRÁFICO VEHICULAR**

Los resultados estadísticos de la correlación de datos fueron concluyentes al demostrar que el 67% del ruido muestreado en la zona urbana de la ciudad de Manta se debió a la presencia de tráfico vehicular. Desde el punto de vista ambiental podemos tomar dos posturas al respecto:

Primero, este resultado debe significar una preocupación para las autoridades cantonales y ciudadanos en general, ya que los niveles de presión sonora dados en la ciudad no se encuentran dentro del rango permisible, además de que pueden causar un potencial daño a la calidad de vida de la población.

Segundo, considerando que se ha demostrado que el 67% del ruido está relacionado directamente con el tráfico vehicular; existe la expectativa de que ésta realidad puede cambiar, si las autoridades cantonales toman medidas al respecto (para evitar el ruido proveniente del tráfico vehicular), los niveles de presión sonora disminuirán, por lo tanto, se cumpliría con los parámetros y se mejoraría la calidad de vida.

Si las autoridades cantonales toman la propuesta y voluntad de monitorear y controlar el ruido, el problema se puede solucionar.

#### **5.2. ANALISIS CRITICO**

Durante el proceso de toma de muestras, a lo largo de la zona urbana de la ciudad de Manta se pudo notar que existe muy poca variabilidad entre los puntos, la diferencia se comienza a notar cuando nos alejamos del centro urbano, donde comienza a predominar las zonas residenciales.

Esto es evidenciado con el análisis estadístico realizado donde se comparan todos los puntos entre si y hay una tendencia en que los puntos ubicados en

zonas de predominancia residencial tienen valores más bajos de ruido que aquellos puntos que tienen presencia comercial o de instituciones de carácter gubernamental. Estos resultados son atribuidos y demostrados mediante el análisis de correlación, al número de vehículos presentes que circulaban en el momento de muestreo.

Los resultados del trabajo de Saquisilí en la ciudad de Azogues en el año 2015 son muy similares. Este trabajo revela una oscilación del ruido entre 60 y 70 dB, y tiene una correlación con el tráfico vehicular del 67%. Esto da a entender que el ruido pasa a ser un problema ambiental de origen cultural, debido al pesado tráfico que se forma y además por el uso agresivo de cláxones, pitos, accesorios de sonido, escape, los que hacen que el nivel de ruido aumente.

Del trabajo realizado en Azogues, se evidenció un equilibrio general entre los puntos de medición que cumplieron y los que no cumplieron los límites máximos permisibles. En la ciudad de Manta no es el caso, debido a que el 88% de los puntos medidos sobrepasa el límite permisible.

Esto puede deberse a dos motivos: la ciudad de Azogues tiene un número de habitantes menor, lo que conlleva a que haya un parque automotor reducido; y; en Azogues se toma como referencia los límites del Libro VI del TULSMA, mientras que en Manta los límites los establece la ordenanza local. Esto puede conllevar a que un valor X en dB signifique una cosa en Azogues y otra cosa en Manta. La diferencia radica en la clasificación de los límites máximos permisibles dependiendo del tipo de uso de suelo.

Para nuestro trabajo, los puntos de medición se clasificaron de acuerdo al tipo de uso de suelo donde se ubicaban, en total cinco, y cada uno con sus límites propios.

- Para el tipo de suelo I, se registraron niveles de ruido mayor o encima de los 60dB (valor límite). Puede ser atribuido a que las mediciones se realizaron en horario de entrada y salida de los estudiantes en el caso de los centros educativos; en el caso del centro de salud ubicado en Las Cumbres la medición matutina y nocturna se hallaron fuera de los horarios normales de trabajo de esta institución, y la medición vespertina se dio en horarios de almuerzo, por lo que es probable que los niveles de ruido



medidos hayan sido poco influenciados por la presencia del centro de salud.

- Para el suelo de tipo II de ocupación residencial, el ruido registrado supero el límite máximo permisible de 65 dB, y en el 67% de los puntos el exceso fue por encima los 5 dB. Teniendo en cuenta que la zona residencial carece o posee muy poca actividad comercial o alguna otra que conlleve a una conglomeración de personas, el ruido se atribuye en su mayoría al tráfico vehicular presente.
- El suelo de uso comercial, con 70 dB como límite, tuvo el mayor número de puntos de medición, entre los cuales se encuentra el punto con el mayor valor de ruido, Tarqui, con 79 dB. Este es un punto muy problemático, debido a que es uno de los lugares con mayor aglomeración pública en la ciudad; esto se da porque además de ser el corazón comercial de la ciudad, luego del desastre telúrico ocurrido el 16 de abril, una gran parte de los comerciantes minoristas del mercado de Tarqui, se trasladaron a este lugar. Eso conlleva a que exista un tráfico vehicular pesado durante muchas horas del día, además del ruido producido por las actividades propias del comercio, como parlantes con música publicitaria, y, en ciertos casos el pito utilizado por los agentes de tránsito que son muy frecuentes en el lugar.

No obstante, dentro del área comercial encontramos también el parque central de la ciudad con un valor de ruido por debajo del límite. Este resultado demuestra el efecto positivo que tienen las zonas arboladas sobre la percepción de ruido, ya que otorgan una barrera natural para la dispersión de las ondas sonoras (IES & Cajal), y las personas tienen un libre espacio por donde transitar a una distancia moderada del tráfico vehicular.

- En zonas industriales, correspondientes al suelo tipo IV, solo dos puntos fueron ubicados, más, sin embargo, teniendo fuentes capaces de generar valores considerables de ruido, el ruido medido en Los Esteros se ubicó dentro del límite máximo permisible. Este resultado puede tener dos atribuciones posibles: o no se debería considerar exclusivamente a la presencia industrial como la fuente de ruido principal, sino, nuevamente al tráfico vehicular; o, las actividades industriales generadoras de ruido no

se realizaron en los horarios de medición. Por lo evidenciado en el trabajo de campo, ninguna de las razones supera a la otra.

- La zona especialmente ruidosa, con su único punto de medición en el Aeropuerto, reflejó los valores más bajos de la investigación, con un promedio de 59 dB. Durante la toma de muestras en este lugar, pudimos constatar la presencia constante de vientos originados desde el mar, lo que explica en cierta parte los valores bajos de ruido, ya que el viento hace que las longitudes de onda de presión sonoras captadas por el sonómetro se extiendan, lo que ocasiona que la percepción de ruido del sonómetro baje (IES & Cajal).

Además del viento, la presencia casi nula de automóviles causó que los niveles de ruido se mantengan bajos, en la mayoría de los muestreos que presentaron estas características.

A pesar que se demostró que la ciudad de Manta incumple en su mayoría con los límites establecidos por la ordenanza local, la tendencia promedio de ruido no difiere mucho a el ruido evaluado en otras ciudades importantes del país, como es el ejemplo del Distrito Metropolitano de Quito, trabajo realizado por Salazar en 2009, con valores de ruido entre los 80 y 90 dB. Estos valores son mayores a los evidenciados en Manta, pero hay que considerar que Quito tiene una población 4 veces mayor a la de Manta. Ante estas evidencias planteadas, se atribuye que el ruido generado en Manta obedece a las normalidades dadas por el crecimiento urbano de las ciudades modernas.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. CONCLUSIONES**

De acuerdo a los objetivos planteados se ha logrado evaluar los niveles de presión sonora obtenidos en los diferentes puntos de la zona urbana del cantón Manta, teniendo así las siguientes conclusiones:

Una vez evaluados los distintos puntos de monitoreo en la ciudad de Manta los niveles obtenidos de ruido se ubicaron entre 40.8 y 91.3 dB.

El 88% de los niveles de presión sonora obtenidos se encuentra por encima del límite permisible establecido en las normas locales y nacionales vigentes, haciendo excepción a tres puntos específicos los cuales sí cumplen con los límites.

El 67% del ruido medido en la ciudad de Manta se debió al tráfico vehicular presente durante el tiempo de medición, esto queda demostrado mediante el análisis de correlación entre estas dos variables (ruido y tráfico vehicular).

El análisis de datos de esta investigación demuestra mediante el mapa de ruido que las zonas más críticas y con mayor contaminación acústica se encuentran en la zona centro occidental (de predominancia comercial), mientras que los valores menores de ruido se encontraron en la parte oriental de la zona de estudio (de predominancia residencial).

## 6.2. RECOMENDACIONES

Después de obtener los resultados de la presente investigación, debido a que el tráfico vehicular es la principal causa de ruido en el cantón Manta, se deberían adoptar medidas para controlar el ruido existente, con el fin de reducir el mismo y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, para lo cual tenemos las siguientes recomendaciones:

Establecer campañas educativas orientadas hacia la o las instituciones encargadas de regir el tránsito, de tal manera que se les pueda instruir para que se realice la respectiva reorganización del tráfico vehicular por medio de señaléticas u otras formas de tal manera que los niveles de ruido se minimicen.

Mediante jornadas de capacitación hacia los gremios de transporte de la ciudad (taxis, buses, transporte pesado), capacitar y despertar el interés en los trabajadores de estos gremios a disminuir el uso excesivo del claxon (pito), y usarlo solo cuando se considere realmente necesario ya que está en una de las fuentes que más ruido emite.

Efectuar los acuerdos que sea pertinente para lograr que el GAD Manta ejecute los estudios de ruido necesarios (contemplando zonas críticas) para efectuar planificaciones territoriales, y que las proyecciones planteadas respondan a las necesidades de protección ambiental y mínimos niveles de ruido organizando las actividades humanas en torno a parámetros permisibles de contaminación por ruido.

Reformar la ordenanza local y actualizar el mapa de uso de suelos municipal, para que haya una concordancia entre ambos respecto a la clasificación del suelo de acuerdo a su uso y se faciliten los futuros estudios de ruido.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Alonso, A., & Aguilar Mediavilla, E. M. (2001). Ruido Ambiental y Capacidad Auditiva en Estudiantes Universitarios. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 21(4), 166-172. doi:10.1016/S0214-4603(01)76205-5
- Aislacustic. (26 de Agosto de 2016). *Aislamiento acústico*. Obtenido de Aislacustic: Ingeniería Acústica: <http://aislacustic.com/servicios/aislamiento-acustico/>
- Alonso, A. (2003). *Contaminación acústica y salud*. Universidad Rey Juan Carlos - Facultad de Sociología, Instituto Universitario de Ciencias Ambientales. Recuperado el 11 de Abril de 2016
- Anarkasis. (26 de Agosto de 2016). *Presión sonora*. Obtenido de Anarkasis: [http://www.anarkasis.net/pitagoras/577\\_presion\\_sonora/](http://www.anarkasis.net/pitagoras/577_presion_sonora/)
- Anexo V, T. (2015). *LIMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MOVILES Y PARA VIBRACIONES*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/51/LIBRO%20VI%20Anexo%205%20Ruido.pdf>
- Asociación Chilena de Municipalidades et al. (1995). *Gestión Ambiental Municipal*. Santiago de Chile.
- Bartí Domingo, R. (2010). *Acústica Medioambiental*. España: Club Universitario.
- Berglund, B., Lindvall, T., & Sehwele, D. (1995). *Guidelines for community noise*. World Health Organization. Recuperado el 12 de Abril de 2016
- Boniver, R. (1998). Medico-legal aspects of occupational deafness. *Revue Medicale de Liege*, 53(4), 216-217.
- Bravo, L. A. (2002). *Propuesta de modelo de gestión de ruido para el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias de la Ingeniería - Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería Acústica, Valdivia. Recuperado el 12 de Abril de 2016
- Cárdenas Urgiles, M. A., & Urdiales Flores, J. C. (2006). *Determinación de los niveles de contaminación del aire y de ruido en el Centro Histórico de Cuenca*. Universidad de Cuenca, Escuela de Ingeniería Ambiental. Cuenca: Facultad de Ciencias Químicas. Recuperado el 4 de Abril de 2016, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/8334>
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2001). *Contaminación Acústica. Sonido y Medio Ambiente*. Santiago: Gobierno de Chile. Recuperado el 4 de Abril de 2016, de <http://presencias.net/indpdm.html?http://presencias.net/invest/ht3026.html>

- Conserjería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio - Comunidad de Madrid. (Julio de 2011). Protección contra la contaminación acústica y térmica. *Ordenanza del 25 de Febrero del 2011*. Madrid, España: Conserjería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio - Comunidad de Madrid.
- Conserve Energy Future. (4 de Julio de 2015). *Causes and effects of noise pollution*. Recuperado el 28 de Marzo de 2016, de Conserve Energy Future: be green, stay green: <http://www.conserve-energy-future.com/causes-and-effects-of-noise-pollution.php>
- De Esteban Alonzo, A. (2003). *Contaminación Acústica y Salud*. Informe, Observatorio Medioambiental. Recuperado el 4 de Abril de 2016
- Definición. (26 de Agosto de 2016). *Definición de ruido ambiental*. Obtenido de Definición.de: <http://definicion.de/ruido-ambiental/>
- Definición ABC. (26 de Agosto de 2016). *Definición de Capa de Ozono*. Obtenido de Definición ABC: <http://www.definicionabc.com/general/capa-de-ozono.php>
- Ecologistas en acción. (26 de Agosto de 2016). *La contaminación acústica*. Obtenido de Ecologistas en acción: <http://www.ecologistasenaccion.org/article5350.html>
- El Mercurio. (2 de Marzo de 2012). Parque automotor crece anualmente un 30%. (R. EM, Ed.) *El Mercurio*. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de <http://elmercuriodemanta.com/parque-automotor-crece-anualmente-un-30/>
- El Telégrafo. (30 de Diciembre de 2015). Manta registró 2 mil carros más que en 2014, según AMT. *El Telégrafo*. Recuperado el 30 de Julio de 2016, de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-manabi/1/manta-registro-2-mil-carros-mas-que-en-2014-segun-amt>
- Fisicanet. (26 de Agosto de 2016). *Fisicanet - Ondas sonoras*. Obtenido de Fisica net: [http://www.fisicanet.com.ar/fisica/sonido/ap03\\_sonido.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/sonido/ap03_sonido.php)
- Floría, P. M., & González Maestre, D. (2008). *Casos prácticos de prevención de riesgos laborales*. España: FC Editorial.
- Flottorp, G. (1991). Treatment of noise induced hearing loss. *Scandinavian Audiology Supplementum*(34), 123-130. Recuperado el 28 de Marzo de 2016
- GAD Manta. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantón Manta 2012-2020*. Plan, GAD Manta, Manta. Recuperado el 30 de Julio de 2016
- García, M. (2000). *Estudios de los efectos del ruido ambiental sobre la salud en medios urbanos y laborales*. Tesis de masterado, Ed Generalitat

Valenciana, Conserjería de Sanidad, Valencia. Recuperado el 12 de Abril de 2016

- Gobierno Provincial de Manabí. (25 de Julio de 2016). *Manta - Gobierno Provincial de Manabí*. Obtenido de Sitio web del Gobierno Provincial de Manabí: <http://www.manabi.gob.ec/cantones/manta>
- Gómez, M. (2009). *Diccionario de uso del medio ambiente* (Primera ed.). Navarra: EUNSA.
- GreenFacts. (26 de Agosto de 2016). *Glosario: Antropogénico*. Obtenido de GreenFacts: Facts on Health and the Environment: <http://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/antropogenico.htm>
- Guevara Sánchez, M. C. (Agosto de 2013). Eficacia de la normativa jurídica que regula la contaminación acústica generada por actividades económicas en el D.M.Q. *DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADA EN DERECHO*. Quito, Pichincha, Ecuador: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR - FACULTAD DE JURISPRUDENCIA.
- Harris, C. (1977). *Introducción y terminología. In manual para el control del ruido*. Manual, Instituto de estudios de administración local, Madrid. Recuperado el 4 de Abril de 2016
- Harris, C. (1977). *Introducción y terminología. In Manual para el control del ruido*. Instituto de estudios de administración local, Madrid. Recuperado el 29 de Marzo de 2016
- Harris, C. (1995). *Manual de medidas acústicas y control del ruido*. Madrid: McGraw-Hill. Recuperado el 4 de Abril de 2016
- Hernández Gaytan, S., Santos Burgoa, C., Becker Meyer, J., Macías Carrillo, C., & López Cervantes, M. (2000). *Prevalencia de la pérdida auditiva y factores relacionados en una planta de cemento*. Salud Pública de México. Recuperado el 28 de Marzo de 2016
- IES, R., & Cajal, Z. (s.f.). *Propiedades de las ondas*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2016, de Unidad 3 Fenómenos ondulatorios: propiedades, interferencias, ondas estacionarias: <http://www.catedu.es/fq-ramonycajal/images/files/Propiedades%20de%20las%20ondas%20interferencias%20estacionarias%20T3.pdf>
- Infrasonidos y ultrasonidos. (26 de Agosto de 2016). *Infrasonidos*. Obtenido de Infrasonidos y Ultrasonidos: [https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_03\\_04/infra\\_y\\_ultra/infrasonidos.htm](https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_03_04/infra_y_ultra/infrasonidos.htm)
- Ishii, E., & Talbott, E. (1998). Race/ethnicity differences in the prevalence of noise-induced hearing loss in a group of metal fabricating workers. *J Occupation Environmental Med*, 661-666.

- Little, P., Bridges, A., Guragan, R., Friedman, D., Prasad, R., & Weir, N. (1993). Hearing impairment and ear pathology in Nepal. *J Laryngol Otol*, 5(107), 395-400.
- Ludevid, O. M. (s.f.). *El cambio global en el medio ambiente*. doi:ISBN 8426710883
- MAE. (4 de Noviembre de 2015). ANEXO 5 Niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles. *Registro Oficial N° 387, Edición Especial*, 184. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 4 de Abril de 2016
- Martínez. (2015). *Contaminación acústica y ruido* (Tercera ed.). (E. e. acción, Ed.) Madrid, España: Marqués de Leganés 12.
- Martínez Suárez, P., & Moreno Jiménez, A. (14 de Mayo de 2013). Ruido y quietud en el interior de los parques de Madrid (España): Un análisis ambiental de casos con SIG. *Anales de Geografía*, 33(1), 133-160. Recuperado el 29 de Marzo de 2016
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (26 de Agosto de 2016). *Emisiones - Atmósfera*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/>
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Plan Nacional de la Calidad del Aire*. Plan, Ministerio del Ambiente, Quito. Recuperado el 26 de Mayo de 2016
- Ojeda Castillo, T. (2014). *El derecho constitucional a disfrutar de un ambiente sano y su vulnerabilidad por la contaminación acústica*. Tesis de tercer nivel, Universidad Nacional de Loja, Carrera de Derecho, Loja. Recuperado el 29 de Marzo de 2016, de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/7488/1/Teresita%20del%20Carmen%20Ojeda%20Castillo.pdf>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (1995). *Guías para el ruido urbano*. Londres: Birgitta Berglund.
- Pankova, V., Novikov, S., & Antipin, V. (1992). The development of occupational hearing loss under the influence of pulsed noise. *Gigiena Truda i Professionale Zabolevaniia*, 9-11.
- Quezada, R. (2002). *El Ruido en la Planificación Territorial Comuna de Providencia*. Tesis de grado, Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería Acústica, Valdivia. Recuperado el 12 de Abril de 2016
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23° edición ed.). Madrid: Espasa. Recuperado el 26 de Agosto de 2016
- Salazar, L. A. (Noviembre de 2009). *Análisis y medición de contaminación acústica en sectores de alta densidad vehicular de la ciudad de Quito*.



Tesis de grado, Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Eléctrica Y Electrónica, Sangolquí. Recuperado el 4 de Abril de 2016

Saquisilí Guartamber, S. (2015). *Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues*. Tesis de Grado, Universidad de Cuenca, Escuela de Ciencias Químicas, Cuenca. Recuperado el 29 de Marzo de 2016

Saquisilí, S. (2015). *Evaluación de la contaminación acústica en la zona urbana de la ciudad de Azogues*. Cuenca.

Sarango, E. L. (2010). *Contaminación acústica derivada del parque automotor de la ciudad de Saraguro*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Loja. Recuperado el 11 de Abril de 2016

SuperFund. (26 de Agosto de 2016). *Efecto tóxico*. Obtenido de The University of Arizona, Center for Toxicology:  
<http://toxamb.pharmacy.arizona.edu/c1-2-6.html>

Taboada, D. (2007). *Efectos del ruido sobre la salud*. Ed Generalitat de Valencia, Control de Sanidad, Valencia. Recuperado el 12 de Abril de 2016

Taboada, D. (2007). *Efectos del ruido sobre la salud*. Valencia. Recuperado el 4 de Abril de 2016

The Free Dictionary. (26 de Agosto de 2016). *Claxon*. Obtenido de The Free Dictionary: <http://es.thefreedictionary.com/claxon>

## ANEXOS

### Anexo 1 - Cronograma de actividades

Tabla 23: Cronograma de actividades

Actividades	AGO					SEPT				OCT				NOV					DIC				ENE			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
Recopilación de ideas - Redacción del anteproyecto	■	■	■	■	■																					
Planificación para el desarrollo del trabajo					■	■	■	■	■	■																
Proceso de recopilación de información										■	■	■	■	■												
Análisis de resultados														■	■											
Elaboración e interpretación de análisis estadísticos																■	■	■								
Redacción final del trabajo de investigación																		■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Metodología

Elaborado: Autores de la investigación

## Anexo 2 - Presupuesto

Los principales materiales a utilizarse junto a sus costos son los siguientes:

**Tabla 24:** Presupuesto

MATERIAL / HERRAMIENTA	UNIDAD/TIEMPO	PRECIO (USD)	TOTAL
Sonómetro	15	50.00	750.00
Transporte	30 H	7.00	210.00
Elaboración de Mapas	1	75.00	75.00
Impresiones	600	0.10	60.00
Cámara Fotográfica	1	-	-
Impresora	1	-	-
Computadora	1	5.00	5.00
Libreta de apunte	1	3.00	3.00
Lapicero	2	1.00	2.00
Tablero	2	4.00	8.00
<b>TOTAL</b>			<b>1113.00</b>

**Fuente:** Materiales

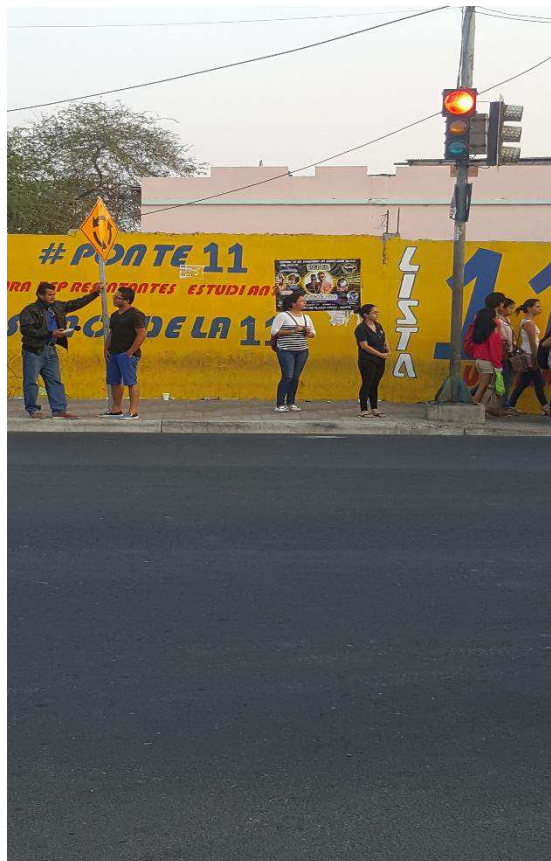
**Elaborado:** Autores de la investigación

### Anexo 3 - Evidencia fotográfica

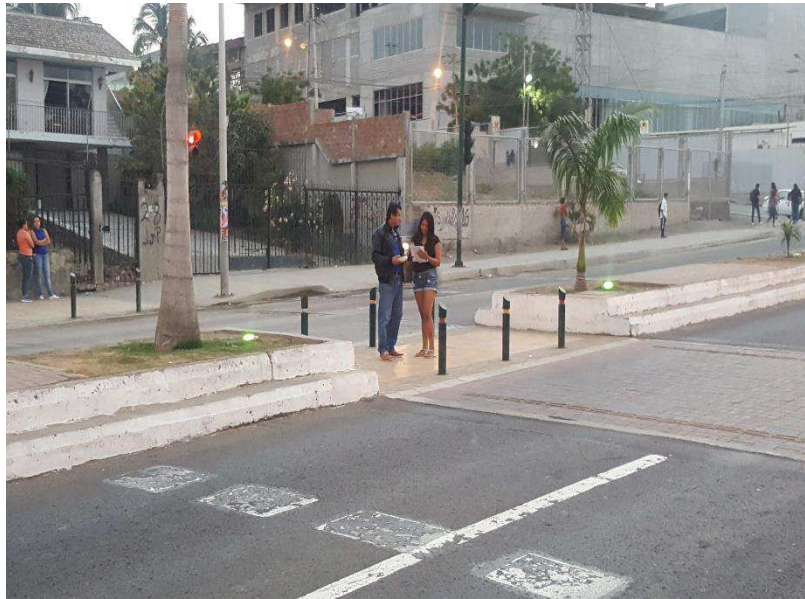
Medición de ruido en el punto # 21 considerado tipo de suelo I



Medición de ruido en el punto # 1 considerado tipo de suelo II



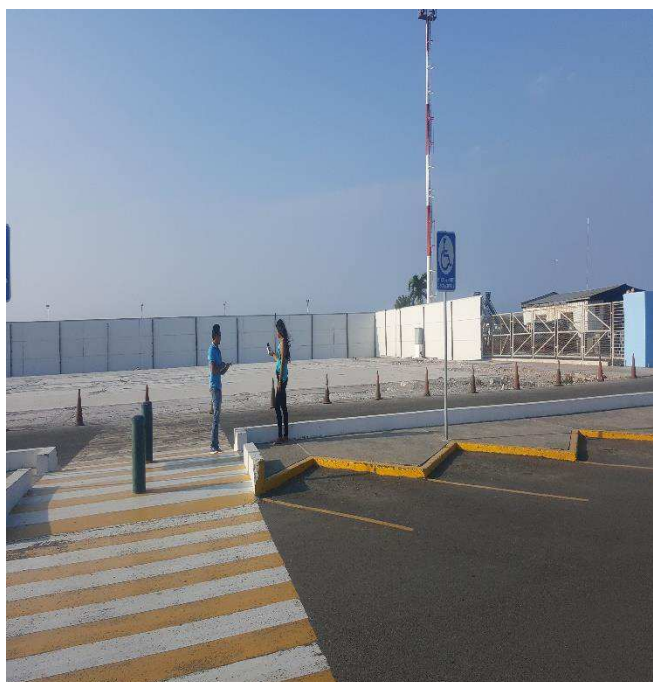
Medición de ruido en el punto # 7 considerado tipo de suelo III



Medición de ruido en el punto # 15 considerado tipo de suelo IV



Medición de ruido en el punto # 22 considerado tipo de suelo V



## Anexo 4 - Análisis estadísticos

### One-way Analysis of Variance (ANOVA)

The P value is  $< 0.0001$ , considered extremely significant.

Variation among column means is significantly greater than expected by chance.

### Tukey-Kramer Multiple Comparisons Test

If the value of q is greater than 5.361 then the P value is less than 0.05.

Comparison	Mean Difference	q	P value
R1 vs R2	-0.4000	0.3171	ns P>0.05
R1 vs R3	-2.000	1.585	ns P>0.05
R1 vs R4	0.8000	0.6341	ns P>0.05
R1 vs R5	1.400	1.110	ns P>0.05
R1 vs R6	3.200	2.537	ns P>0.05
R1 vs R7	1.000	0.7927	ns P>0.05
R1 vs R8	4.600	3.646	ns P>0.05
R1 vs R9	-2.000	1.585	ns P>0.05
R1 vs R10	-4.200	3.329	ns P>0.05
R1 vs R11	4.600	3.646	ns P>0.05
R1 vs R12	-1.000	0.7927	ns P>0.05
R1 vs R13	2.800	2.219	ns P>0.05
R1 vs R14	-0.4000	0.3171	ns P>0.05
R1 vs R15	1.000	0.7927	ns P>0.05
R1 vs R16	0.2000	0.1585	ns P>0.05
R1 vs R17	1.200	0.9512	ns P>0.05
R1 vs R18	5.400	4.280	ns P>0.05
R1 vs R19	5.600	4.439	ns P>0.05
R1 vs R20	2.400	1.902	ns P>0.05
R1 vs R21	11.400	9.036	*** P<0.001
R1 vs R22	16.400	13.000	*** P<0.001
R1 vs R23	4.000	3.171	ns P>0.05
R1 vs R24	2.800	2.219	ns P>0.05
R1 vs R25	12.400	9.829	*** P<0.001
R1 vs R26	6.800	5.390	* P<0.05
R2 vs R3	-1.600	1.268	ns P>0.05
R2 vs R4	1.200	0.9512	ns P>0.05
R2 vs R5	1.800	1.427	ns P>0.05
R2 vs R6	3.600	2.854	ns P>0.05
R2 vs R7	1.400	1.110	ns P>0.05
R2 vs R8	5.000	3.963	ns P>0.05
R2 vs R9	-1.600	1.268	ns P>0.05
R2 vs R10	-3.800	3.012	ns P>0.05
R2 vs R11	5.000	3.963	ns P>0.05
R2 vs R12	-0.6000	0.4756	ns P>0.05



R2 vs R13	3.200	2.537	ns P>0.05
R2 vs R14	0.000	0.000	ns P>0.05
R2 vs R15	1.400	1.110	ns P>0.05
R2 vs R16	0.6000	0.4756	ns P>0.05
R2 vs R17	1.600	1.268	ns P>0.05
R2 vs R18	5.800	4.597	ns P>0.05
R2 vs R19	6.000	4.756	ns P>0.05
R2 vs R20	2.800	2.219	ns P>0.05
R2 vs R21	11.800	9.353	*** P<0.001
R2 vs R22	16.800	13.317	*** P<0.001
R2 vs R23	4.400	3.488	ns P>0.05
R2 vs R24	3.200	2.537	ns P>0.05
R2 vs R25	12.800	10.146	*** P<0.001
R2 vs R26	7.200	5.707	* P<0.05
R3 vs R4	2.800	2.219	ns P>0.05
R3 vs R5	3.400	2.695	ns P>0.05
R3 vs R6	5.200	4.122	ns P>0.05
R3 vs R7	3.000	2.378	ns P>0.05
R3 vs R8	6.600	5.232	ns P>0.05
R3 vs R9	0.000	0.000	ns P>0.05
R3 vs R10	-2.200	1.744	ns P>0.05
R3 vs R11	6.600	5.232	ns P>0.05
R3 vs R12	1.000	0.7927	ns P>0.05
R3 vs R13	4.800	3.805	ns P>0.05
R3 vs R14	1.600	1.268	ns P>0.05
R3 vs R15	3.000	2.378	ns P>0.05
R3 vs R16	2.200	1.744	ns P>0.05
R3 vs R17	3.200	2.537	ns P>0.05
R3 vs R18	7.400	5.866	* P<0.05
R3 vs R19	7.600	6.024	* P<0.05
R3 vs R20	4.400	3.488	ns P>0.05
R3 vs R21	13.400	10.622	*** P<0.001
R3 vs R22	18.400	14.585	*** P<0.001
R3 vs R23	6.000	4.756	ns P>0.05
R3 vs R24	4.800	3.805	ns P>0.05
R3 vs R25	14.400	11.414	*** P<0.001
R3 vs R26	8.800	6.975	*** P<0.001
R4 vs R5	0.6000	0.4756	ns P>0.05
R4 vs R6	2.400	1.902	ns P>0.05
R4 vs R7	0.2000	0.1585	ns P>0.05
R4 vs R8	3.800	3.012	ns P>0.05
R4 vs R9	-2.800	2.219	ns P>0.05
R4 vs R10	-5.000	3.963	ns P>0.05
R4 vs R11	3.800	3.012	ns P>0.05
R4 vs R12	-1.800	1.427	ns P>0.05
R4 vs R13	2.000	1.585	ns P>0.05
R4 vs R14	-1.200	0.9512	ns P>0.05
R4 vs R15	0.2000	0.1585	ns P>0.05
R4 vs R16	-0.6000	0.4756	ns P>0.05
R4 vs R17	0.4000	0.3171	ns P>0.05



R4 vs R18	4.600	3.646	ns P>0.05
R4 vs R19	4.800	3.805	ns P>0.05
R4 vs R20	1.600	1.268	ns P>0.05
R4 vs R21	10.600	8.402	*** P<0.001
R4 vs R22	15.600	12.366	*** P<0.001
R4 vs R23	3.200	2.537	ns P>0.05
R4 vs R24	2.000	1.585	ns P>0.05
R4 vs R25	11.600	9.195	*** P<0.001
R4 vs R26	6.000	4.756	ns P>0.05
R5 vs R6	1.800	1.427	ns P>0.05
R5 vs R7	-0.4000	0.3171	ns P>0.05
R5 vs R8	3.200	2.537	ns P>0.05
R5 vs R9	-3.400	2.695	ns P>0.05
R5 vs R10	-5.600	4.439	ns P>0.05
R5 vs R11	3.200	2.537	ns P>0.05
R5 vs R12	-2.400	1.902	ns P>0.05
R5 vs R13	1.400	1.110	ns P>0.05
R5 vs R14	-1.800	1.427	ns P>0.05
R5 vs R15	-0.4000	0.3171	ns P>0.05
R5 vs R16	-1.200	0.9512	ns P>0.05
R5 vs R17	-0.2000	0.1585	ns P>0.05
R5 vs R18	4.000	3.171	ns P>0.05
R5 vs R19	4.200	3.329	ns P>0.05
R5 vs R20	1.000	0.7927	ns P>0.05
R5 vs R21	10.000	7.927	*** P<0.001
R5 vs R22	15.000	11.890	*** P<0.001
R5 vs R23	2.600	2.061	ns P>0.05
R5 vs R24	1.400	1.110	ns P>0.05
R5 vs R25	11.000	8.719	*** P<0.001
R5 vs R26	5.400	4.280	ns P>0.05
R6 vs R7	-2.200	1.744	ns P>0.05
R6 vs R8	1.400	1.110	ns P>0.05
R6 vs R9	-5.200	4.122	ns P>0.05
R6 vs R10	-7.400	5.866	* P<0.05
R6 vs R11	1.400	1.110	ns P>0.05
R6 vs R12	-4.200	3.329	ns P>0.05
R6 vs R13	-0.4000	0.3171	ns P>0.05
R6 vs R14	-3.600	2.854	ns P>0.05
R6 vs R15	-2.200	1.744	ns P>0.05
R6 vs R16	-3.000	2.378	ns P>0.05
R6 vs R17	-2.000	1.585	ns P>0.05
R6 vs R18	2.200	1.744	ns P>0.05
R6 vs R19	2.400	1.902	ns P>0.05
R6 vs R20	-0.8000	0.6341	ns P>0.05
R6 vs R21	8.200	6.500	** P<0.01
R6 vs R22	13.200	10.463	*** P<0.001
R6 vs R23	0.8000	0.6341	ns P>0.05
R6 vs R24	-0.4000	0.3171	ns P>0.05
R6 vs R25	9.200	7.293	*** P<0.001
R6 vs R26	3.600	2.854	ns P>0.05

R7 vs R8	3.600	2.854	ns P>0.05
R7 vs R9	-3.000	2.378	ns P>0.05
R7 vs R10	-5.200	4.122	ns P>0.05
R7 vs R11	3.600	2.854	ns P>0.05
R7 vs R12	-2.000	1.585	ns P>0.05
R7 vs R13	1.800	1.427	ns P>0.05
R7 vs R14	-1.400	1.110	ns P>0.05
R7 vs R15	0.000	0.000	ns P>0.05
R7 vs R16	-0.8000	0.6341	ns P>0.05
R7 vs R17	0.2000	0.1585	ns P>0.05
R7 vs R18	4.400	3.488	ns P>0.05
R7 vs R19	4.600	3.646	ns P>0.05
R7 vs R20	1.400	1.110	ns P>0.05
R7 vs R21	10.400	8.244	*** P<0.001
R7 vs R22	15.400	12.207	*** P<0.001
R7 vs R23	3.000	2.378	ns P>0.05
R7 vs R24	1.800	1.427	ns P>0.05
R7 vs R25	11.400	9.036	*** P<0.001
R7 vs R26	5.800	4.597	ns P>0.05
R8 vs R9	-6.600	5.232	ns P>0.05
R8 vs R10	-8.800	6.975	*** P<0.001
R8 vs R11	0.000	0.000	ns P>0.05
R8 vs R12	-5.600	4.439	ns P>0.05
R8 vs R13	-1.800	1.427	ns P>0.05
R8 vs R14	-5.000	3.963	ns P>0.05
R8 vs R15	-3.600	2.854	ns P>0.05
R8 vs R16	-4.400	3.488	ns P>0.05
R8 vs R17	-3.400	2.695	ns P>0.05
R8 vs R18	0.8000	0.6341	ns P>0.05
R8 vs R19	1.000	0.7927	ns P>0.05
R8 vs R20	-2.200	1.744	ns P>0.05
R8 vs R21	6.800	5.390	* P<0.05
R8 vs R22	11.800	9.353	*** P<0.001
R8 vs R23	-0.6000	0.4756	ns P>0.05
R8 vs R24	-1.800	1.427	ns P>0.05
R8 vs R25	7.800	6.183	** P<0.01
R8 vs R26	2.200	1.744	ns P>0.05
R9 vs R10	-2.200	1.744	ns P>0.05
R9 vs R11	6.600	5.232	ns P>0.05
R9 vs R12	1.000	0.7927	ns P>0.05
R9 vs R13	4.800	3.805	ns P>0.05
R9 vs R14	1.600	1.268	ns P>0.05
R9 vs R15	3.000	2.378	ns P>0.05
R9 vs R16	2.200	1.744	ns P>0.05
R9 vs R17	3.200	2.537	ns P>0.05
R9 vs R18	7.400	5.866	* P<0.05
R9 vs R19	7.600	6.024	* P<0.05
R9 vs R20	4.400	3.488	ns P>0.05
R9 vs R21	13.400	10.622	*** P<0.001
R9 vs R22	18.400	14.585	*** P<0.001

R9 vs R23	6.000	4.756	ns P>0.05
R9 vs R24	4.800	3.805	ns P>0.05
R9 vs R25	14.400	11.414	*** P<0.001
R9 vs R26	8.800	6.975	*** P<0.001
R10 vs R11	8.800	6.975	*** P<0.001
R10 vs R12	3.200	2.537	ns P>0.05
R10 vs R13	7.000	5.549	* P<0.05
R10 vs R14	3.800	3.012	ns P>0.05
R10 vs R15	5.200	4.122	ns P>0.05
R10 vs R16	4.400	3.488	ns P>0.05
R10 vs R17	5.400	4.280	ns P>0.05
R10 vs R18	9.600	7.610	*** P<0.001
R10 vs R19	9.800	7.768	*** P<0.001
R10 vs R20	6.600	5.232	ns P>0.05
R10 vs R21	15.600	12.366	*** P<0.001
R10 vs R22	20.600	16.329	*** P<0.001
R10 vs R23	8.200	6.500	** P<0.01
R10 vs R24	7.000	5.549	* P<0.05
R10 vs R25	16.600	13.158	*** P<0.001
R10 vs R26	11.000	8.719	*** P<0.001
R11 vs R12	-5.600	4.439	ns P>0.05
R11 vs R13	-1.800	1.427	ns P>0.05
R11 vs R14	-5.000	3.963	ns P>0.05
R11 vs R15	-3.600	2.854	ns P>0.05
R11 vs R16	-4.400	3.488	ns P>0.05
R11 vs R17	-3.400	2.695	ns P>0.05
R11 vs R18	0.8000	0.6341	ns P>0.05
R11 vs R19	1.000	0.7927	ns P>0.05
R11 vs R20	-2.200	1.744	ns P>0.05
R11 vs R21	6.800	5.390	* P<0.05
R11 vs R22	11.800	9.353	*** P<0.001
R11 vs R23	-0.6000	0.4756	ns P>0.05
R11 vs R24	-1.800	1.427	ns P>0.05
R11 vs R25	7.800	6.183	** P<0.01
R11 vs R26	2.200	1.744	ns P>0.05
R12 vs R13	3.800	3.012	ns P>0.05
R12 vs R14	0.6000	0.4756	ns P>0.05
R12 vs R15	2.000	1.585	ns P>0.05
R12 vs R16	1.200	0.9512	ns P>0.05
R12 vs R17	2.200	1.744	ns P>0.05
R12 vs R18	6.400	5.073	ns P>0.05
R12 vs R19	6.600	5.232	ns P>0.05
R12 vs R20	3.400	2.695	ns P>0.05
R12 vs R21	12.400	9.829	*** P<0.001
R12 vs R22	17.400	13.792	*** P<0.001
R12 vs R23	5.000	3.963	ns P>0.05
R12 vs R24	3.800	3.012	ns P>0.05
R12 vs R25	13.400	10.622	*** P<0.001
R12 vs R26	7.800	6.183	** P<0.01
R13 vs R14	-3.200	2.537	ns P>0.05

R13 vs R15	-1.800	1.427	ns P>0.05
R13 vs R16	-2.600	2.061	ns P>0.05
R13 vs R17	-1.600	1.268	ns P>0.05
R13 vs R18	2.600	2.061	ns P>0.05
R13 vs R19	2.800	2.219	ns P>0.05
R13 vs R20	-0.4000	0.3171	ns P>0.05
R13 vs R21	8.600	6.817	** P<0.01
R13 vs R22	13.600	10.780	*** P<0.001
R13 vs R23	1.200	0.9512	ns P>0.05
R13 vs R24	0.000	0.000	ns P>0.05
R13 vs R25	9.600	7.610	*** P<0.001
R13 vs R26	4.000	3.171	ns P>0.05
R14 vs R15	1.400	1.110	ns P>0.05
R14 vs R16	0.6000	0.4756	ns P>0.05
R14 vs R17	1.600	1.268	ns P>0.05
R14 vs R18	5.800	4.597	ns P>0.05
R14 vs R19	6.000	4.756	ns P>0.05
R14 vs R20	2.800	2.219	ns P>0.05
R14 vs R21	11.800	9.353	*** P<0.001
R14 vs R22	16.800	13.317	*** P<0.001
R14 vs R23	4.400	3.488	ns P>0.05
R14 vs R24	3.200	2.537	ns P>0.05
R14 vs R25	12.800	10.146	*** P<0.001
R14 vs R26	7.200	5.707	* P<0.05
R15 vs R16	-0.8000	0.6341	ns P>0.05
R15 vs R17	0.2000	0.1585	ns P>0.05
R15 vs R18	4.400	3.488	ns P>0.05
R15 vs R19	4.600	3.646	ns P>0.05
R15 vs R20	1.400	1.110	ns P>0.05
R15 vs R21	10.400	8.244	*** P<0.001
R15 vs R22	15.400	12.207	*** P<0.001
R15 vs R23	3.000	2.378	ns P>0.05
R15 vs R24	1.800	1.427	ns P>0.05
R15 vs R25	11.400	9.036	*** P<0.001
R15 vs R26	5.800	4.597	ns P>0.05
R16 vs R17	1.000	0.7927	ns P>0.05
R16 vs R18	5.200	4.122	ns P>0.05
R16 vs R19	5.400	4.280	ns P>0.05
R16 vs R20	2.200	1.744	ns P>0.05
R16 vs R21	11.200	8.878	*** P<0.001
R16 vs R22	16.200	12.841	*** P<0.001
R16 vs R23	3.800	3.012	ns P>0.05
R16 vs R24	2.600	2.061	ns P>0.05
R16 vs R25	12.200	9.671	*** P<0.001
R16 vs R26	6.600	5.232	ns P>0.05
R17 vs R18	4.200	3.329	ns P>0.05
R17 vs R19	4.400	3.488	ns P>0.05
R17 vs R20	1.200	0.9512	ns P>0.05
R17 vs R21	10.200	8.085	*** P<0.001
R17 vs R22	15.200	12.049	*** P<0.001

R17 vs R23	2.800	2.219	ns P>0.05
R17 vs R24	1.600	1.268	ns P>0.05
R17 vs R25	11.200	8.878	*** P<0.001
R17 vs R26	5.600	4.439	ns P>0.05
R18 vs R19	0.2000	0.1585	ns P>0.05
R18 vs R20	-3.000	2.378	ns P>0.05
R18 vs R21	6.000	4.756	ns P>0.05
R18 vs R22	11.000	8.719	*** P<0.001
R18 vs R23	-1.400	1.110	ns P>0.05
R18 vs R24	-2.600	2.061	ns P>0.05
R18 vs R25	7.000	5.549	* P<0.05
R18 vs R26	1.400	1.110	ns P>0.05
R19 vs R20	-3.200	2.537	ns P>0.05
R19 vs R21	5.800	4.597	ns P>0.05
R19 vs R22	10.800	8.561	*** P<0.001
R19 vs R23	-1.600	1.268	ns P>0.05
R19 vs R24	-2.800	2.219	ns P>0.05
R19 vs R25	6.800	5.390	* P<0.05
R19 vs R26	1.200	0.9512	ns P>0.05
R20 vs R21	9.000	7.134	*** P<0.001
R20 vs R22	14.000	11.097	*** P<0.001
R20 vs R23	1.600	1.268	ns P>0.05
R20 vs R24	0.4000	0.3171	ns P>0.05
R20 vs R25	10.000	7.927	*** P<0.001
R20 vs R26	4.400	3.488	ns P>0.05
R21 vs R22	5.000	3.963	ns P>0.05
R21 vs R23	-7.400	5.866	* P<0.05
R21 vs R24	-8.600	6.817	** P<0.01
R21 vs R25	1.000	0.7927	ns P>0.05
R21 vs R26	-4.600	3.646	ns P>0.05
R22 vs R23	-12.400	9.829	*** P<0.001
R22 vs R24	-13.600	10.780	*** P<0.001
R22 vs R25	-4.000	3.171	ns P>0.05
R22 vs R26	-9.600	7.610	*** P<0.001
R23 vs R24	-1.200	0.9512	ns P>0.05
R23 vs R25	8.400	6.658	** P<0.01
R23 vs R26	2.800	2.219	ns P>0.05
R24 vs R25	9.600	7.610	*** P<0.001
R24 vs R26	4.000	3.171	ns P>0.05
R25 vs R26	-5.600	4.439	ns P>0.05

Difference	Mean Difference	95% Confidence Interval From	To
R1 - R2	-0.4000	-7.163	6.363
R1 - R3	-2.000	-8.763	4.763
R1 - R4	0.8000	-5.963	7.563
R1 - R5	1.400	-5.363	8.163
R1 - R6	3.200	-3.563	9.963

R1 - R7	1.000	-5.763	7.763
R1 - R8	4.600	-2.163	11.363
R1 - R9	-2.000	-8.763	4.763
R1 - R10	-4.200	-10.963	2.563
R1 - R11	4.600	-2.163	11.363
R1 - R12	-1.000	-7.763	5.763
R1 - R13	2.800	-3.963	9.563
R1 - R14	-0.4000	-7.163	6.363
R1 - R15	1.000	-5.763	7.763
R1 - R16	0.2000	-6.563	6.963
R1 - R17	1.200	-5.563	7.963
R1 - R18	5.400	-1.363	12.163
R1 - R19	5.600	-1.163	12.363
R1 - R20	2.400	-4.363	9.163
R1 - R21	11.400	4.637	18.163
R1 - R22	16.400	9.637	23.163
R1 - R23	4.000	-2.763	10.763
R1 - R24	2.800	-3.963	9.563
R1 - R25	12.400	5.637	19.163
R1 - R26	6.800	0.03727	13.563
R2 - R3	-1.600	-8.363	5.163
R2 - R4	1.200	-5.563	7.963
R2 - R5	1.800	-4.963	8.563
R2 - R6	3.600	-3.163	10.363
R2 - R7	1.400	-5.363	8.163
R2 - R8	5.000	-1.763	11.763
R2 - R9	-1.600	-8.363	5.163
R2 - R10	-3.800	-10.563	2.963
R2 - R11	5.000	-1.763	11.763
R2 - R12	-0.6000	-7.363	6.163
R2 - R13	3.200	-3.563	9.963
R2 - R14	0.000	-6.763	6.763
R2 - R15	1.400	-5.363	8.163
R2 - R16	0.6000	-6.163	7.363
R2 - R17	1.600	-5.163	8.363
R2 - R18	5.800	-0.9627	12.563
R2 - R19	6.000	-0.7627	12.763
R2 - R20	2.800	-3.963	9.563
R2 - R21	11.800	5.037	18.563
R2 - R22	16.800	10.037	23.563
R2 - R23	4.400	-2.363	11.163
R2 - R24	3.200	-3.563	9.963
R2 - R25	12.800	6.037	19.563
R2 - R26	7.200	0.4373	13.963
R3 - R4	2.800	-3.963	9.563
R3 - R5	3.400	-3.363	10.163
R3 - R6	5.200	-1.563	11.963
R3 - R7	3.000	-3.763	9.763
R3 - R8	6.600	-0.1627	13.363
R3 - R9	0.000	-6.763	6.763

R3 - R10	-2.200	-8.963	4.563
R3 - R11	6.600	-0.1627	13.363
R3 - R12	1.000	-5.763	7.763
R3 - R13	4.800	-1.963	11.563
R3 - R14	1.600	-5.163	8.363
R3 - R15	3.000	-3.763	9.763
R3 - R16	2.200	-4.563	8.963
R3 - R17	3.200	-3.563	9.963
R3 - R18	7.400	0.6373	14.163
R3 - R19	7.600	0.8373	14.363
R3 - R20	4.400	-2.363	11.163
R3 - R21	13.400	6.637	20.163
R3 - R22	18.400	11.637	25.163
R3 - R23	6.000	-0.7627	12.763
R3 - R24	4.800	-1.963	11.563
R3 - R25	14.400	7.637	21.163
R3 - R26	8.800	2.037	15.563
R4 - R5	0.6000	-6.163	7.363
R4 - R6	2.400	-4.363	9.163
R4 - R7	0.2000	-6.563	6.963
R4 - R8	3.800	-2.963	10.563
R4 - R9	-2.800	-9.563	3.963
R4 - R10	-5.000	-11.763	1.763
R4 - R11	3.800	-2.963	10.563
R4 - R12	-1.800	-8.563	4.963
R4 - R13	2.000	-4.763	8.763
R4 - R14	-1.200	-7.963	5.563
R4 - R15	0.2000	-6.563	6.963
R4 - R16	-0.6000	-7.363	6.163
R4 - R17	0.4000	-6.363	7.163
R4 - R18	4.600	-2.163	11.363
R4 - R19	4.800	-1.963	11.563
R4 - R20	1.600	-5.163	8.363
R4 - R21	10.600	3.837	17.363
R4 - R22	15.600	8.837	22.363
R4 - R23	3.200	-3.563	9.963
R4 - R24	2.000	-4.763	8.763
R4 - R25	11.600	4.837	18.363
R4 - R26	6.000	-0.7627	12.763
R5 - R6	1.800	-4.963	8.563
R5 - R7	-0.4000	-7.163	6.363
R5 - R8	3.200	-3.563	9.963
R5 - R9	-3.400	-10.163	3.363
R5 - R10	-5.600	-12.363	1.163
R5 - R11	3.200	-3.563	9.963
R5 - R12	-2.400	-9.163	4.363
R5 - R13	1.400	-5.363	8.163
R5 - R14	-1.800	-8.563	4.963
R5 - R15	-0.4000	-7.163	6.363
R5 - R16	-1.200	-7.963	5.563

R5 - R17	-0.2000	-6.963	6.563
R5 - R18	4.000	-2.763	10.763
R5 - R19	4.200	-2.563	10.963
R5 - R20	1.000	-5.763	7.763
R5 - R21	10.000	3.237	16.763
R5 - R22	15.000	8.237	21.763
R5 - R23	2.600	-4.163	9.363
R5 - R24	1.400	-5.363	8.163
R5 - R25	11.000	4.237	17.763
R5 - R26	5.400	-1.363	12.163
R6 - R7	-2.200	-8.963	4.563
R6 - R8	1.400	-5.363	8.163
R6 - R9	-5.200	-11.963	1.563
R6 - R10	-7.400	-14.163	-0.6373
R6 - R11	1.400	-5.363	8.163
R6 - R12	-4.200	-10.963	2.563
R6 - R13	-0.4000	-7.163	6.363
R6 - R14	-3.600	-10.363	3.163
R6 - R15	-2.200	-8.963	4.563
R6 - R16	-3.000	-9.763	3.763
R6 - R17	-2.000	-8.763	4.763
R6 - R18	2.200	-4.563	8.963
R6 - R19	2.400	-4.363	9.163
R6 - R20	-0.8000	-7.563	5.963
R6 - R21	8.200	1.437	14.963
R6 - R22	13.200	6.437	19.963
R6 - R23	0.8000	-5.963	7.563
R6 - R24	-0.4000	-7.163	6.363
R6 - R25	9.200	2.437	15.963
R6 - R26	3.600	-3.163	10.363
R7 - R8	3.600	-3.163	10.363
R7 - R9	-3.000	-9.763	3.763
R7 - R10	-5.200	-11.963	1.563
R7 - R11	3.600	-3.163	10.363
R7 - R12	-2.000	-8.763	4.763
R7 - R13	1.800	-4.963	8.563
R7 - R14	-1.400	-8.163	5.363
R7 - R15	0.000	-6.763	6.763
R7 - R16	-0.8000	-7.563	5.963
R7 - R17	0.2000	-6.563	6.963
R7 - R18	4.400	-2.363	11.163
R7 - R19	4.600	-2.163	11.363
R7 - R20	1.400	-5.363	8.163
R7 - R21	10.400	3.637	17.163
R7 - R22	15.400	8.637	22.163
R7 - R23	3.000	-3.763	9.763
R7 - R24	1.800	-4.963	8.563
R7 - R25	11.400	4.637	18.163
R7 - R26	5.800	-0.9627	12.563
R8 - R9	-6.600	-13.363	0.1627



R8 - R10	-8.800	-15.563	-2.037
R8 - R11	0.000	-6.763	6.763
R8 - R12	-5.600	-12.363	1.163
R8 - R13	-1.800	-8.563	4.963
R8 - R14	-5.000	-11.763	1.763
R8 - R15	-3.600	-10.363	3.163
R8 - R16	-4.400	-11.163	2.363
R8 - R17	-3.400	-10.163	3.363
R8 - R18	0.8000	-5.963	7.563
R8 - R19	1.000	-5.763	7.763
R8 - R20	-2.200	-8.963	4.563
R8 - R21	6.800	0.03727	13.563
R8 - R22	11.800	5.037	18.563
R8 - R23	-0.6000	-7.363	6.163
R8 - R24	-1.800	-8.563	4.963
R8 - R25	7.800	1.037	14.563
R8 - R26	2.200	-4.563	8.963
R9 - R10	-2.200	-8.963	4.563
R9 - R11	6.600	-0.1627	13.363
R9 - R12	1.000	-5.763	7.763
R9 - R13	4.800	-1.963	11.563
R9 - R14	1.600	-5.163	8.363
R9 - R15	3.000	-3.763	9.763
R9 - R16	2.200	-4.563	8.963
R9 - R17	3.200	-3.563	9.963
R9 - R18	7.400	0.6373	14.163
R9 - R19	7.600	0.8373	14.363
R9 - R20	4.400	-2.363	11.163
R9 - R21	13.400	6.637	20.163
R9 - R22	18.400	11.637	25.163
R9 - R23	6.000	-0.7627	12.763
R9 - R24	4.800	-1.963	11.563
R9 - R25	14.400	7.637	21.163
R9 - R26	8.800	2.037	15.563
R10 - R11	8.800	2.037	15.563
R10 - R12	3.200	-3.563	9.963
R10 - R13	7.000	0.2373	13.763
R10 - R14	3.800	-2.963	10.563
R10 - R15	5.200	-1.563	11.963
R10 - R16	4.400	-2.363	11.163
R10 - R17	5.400	-1.363	12.163
R10 - R18	9.600	2.837	16.363
R10 - R19	9.800	3.037	16.563
R10 - R20	6.600	-0.1627	13.363
R10 - R21	15.600	8.837	22.363
R10 - R22	20.600	13.837	27.363
R10 - R23	8.200	1.437	14.963
R10 - R24	7.000	0.2373	13.763
R10 - R25	16.600	9.837	23.363
R10 - R26	11.000	4.237	17.763

R11 - R12	-5.600	-12.363	1.163
R11 - R13	-1.800	-8.563	4.963
R11 - R14	-5.000	-11.763	1.763
R11 - R15	-3.600	-10.363	3.163
R11 - R16	-4.400	-11.163	2.363
R11 - R17	-3.400	-10.163	3.363
R11 - R18	0.8000	-5.963	7.563
R11 - R19	1.000	-5.763	7.763
R11 - R20	-2.200	-8.963	4.563
R11 - R21	6.800	0.03727	13.563
R11 - R22	11.800	5.037	18.563
R11 - R23	-0.6000	-7.363	6.163
R11 - R24	-1.800	-8.563	4.963
R11 - R25	7.800	1.037	14.563
R11 - R26	2.200	-4.563	8.963
R12 - R13	3.800	-2.963	10.563
R12 - R14	0.6000	-6.163	7.363
R12 - R15	2.000	-4.763	8.763
R12 - R16	1.200	-5.563	7.963
R12 - R17	2.200	-4.563	8.963
R12 - R18	6.400	-0.3627	13.163
R12 - R19	6.600	-0.1627	13.363
R12 - R20	3.400	-3.363	10.163
R12 - R21	12.400	5.637	19.163
R12 - R22	17.400	10.637	24.163
R12 - R23	5.000	-1.763	11.763
R12 - R24	3.800	-2.963	10.563
R12 - R25	13.400	6.637	20.163
R12 - R26	7.800	1.037	14.563
R13 - R14	-3.200	-9.963	3.563
R13 - R15	-1.800	-8.563	4.963
R13 - R16	-2.600	-9.363	4.163
R13 - R17	-1.600	-8.363	5.163
R13 - R18	2.600	-4.163	9.363
R13 - R19	2.800	-3.963	9.563
R13 - R20	-0.4000	-7.163	6.363
R13 - R21	8.600	1.837	15.363
R13 - R22	13.600	6.837	20.363
R13 - R23	1.200	-5.563	7.963
R13 - R24	0.000	-6.763	6.763
R13 - R25	9.600	2.837	16.363
R13 - R26	4.000	-2.763	10.763
R14 - R15	1.400	-5.363	8.163
R14 - R16	0.6000	-6.163	7.363
R14 - R17	1.600	-5.163	8.363
R14 - R18	5.800	-0.9627	12.563
R14 - R19	6.000	-0.7627	12.763
R14 - R20	2.800	-3.963	9.563
R14 - R21	11.800	5.037	18.563
R14 - R22	16.800	10.037	23.563

R14 - R23	4.400	-2.363	11.163
R14 - R24	3.200	-3.563	9.963
R14 - R25	12.800	6.037	19.563
R14 - R26	7.200	0.4373	13.963
R15 - R16	-0.8000	-7.563	5.963
R15 - R17	0.2000	-6.563	6.963
R15 - R18	4.400	-2.363	11.163
R15 - R19	4.600	-2.163	11.363
R15 - R20	1.400	-5.363	8.163
R15 - R21	10.400	3.637	17.163
R15 - R22	15.400	8.637	22.163
R15 - R23	3.000	-3.763	9.763
R15 - R24	1.800	-4.963	8.563
R15 - R25	11.400	4.637	18.163
R15 - R26	5.800	-0.9627	12.563
R16 - R17	1.000	-5.763	7.763
R16 - R18	5.200	-1.563	11.963
R16 - R19	5.400	-1.363	12.163
R16 - R20	2.200	-4.563	8.963
R16 - R21	11.200	4.437	17.963
R16 - R22	16.200	9.437	22.963
R16 - R23	3.800	-2.963	10.563
R16 - R24	2.600	-4.163	9.363
R16 - R25	12.200	5.437	18.963
R16 - R26	6.600	-0.1627	13.363
R17 - R18	4.200	-2.563	10.963
R17 - R19	4.400	-2.363	11.163
R17 - R20	1.200	-5.563	7.963
R17 - R21	10.200	3.437	16.963
R17 - R22	15.200	8.437	21.963
R17 - R23	2.800	-3.963	9.563
R17 - R24	1.600	-5.163	8.363
R17 - R25	11.200	4.437	17.963
R17 - R26	5.600	-1.163	12.363
R18 - R19	0.2000	-6.563	6.963
R18 - R20	-3.000	-9.763	3.763
R18 - R21	6.000	-0.7627	12.763
R18 - R22	11.000	4.237	17.763
R18 - R23	-1.400	-8.163	5.363
R18 - R24	-2.600	-9.363	4.163
R18 - R25	7.000	0.2373	13.763
R18 - R26	1.400	-5.363	8.163
R19 - R20	-3.200	-9.963	3.563
R19 - R21	5.800	-0.9627	12.563
R19 - R22	10.800	4.037	17.563
R19 - R23	-1.600	-8.363	5.163
R19 - R24	-2.800	-9.563	3.963
R19 - R25	6.800	0.03727	13.563
R19 - R26	1.200	-5.563	7.963
R20 - R21	9.000	2.237	15.763

R20 - R22	14.000	7.237	20.763
R20 - R23	1.600	-5.163	8.363
R20 - R24	0.4000	-6.363	7.163
R20 - R25	10.000	3.237	16.763
R20 - R26	4.400	-2.363	11.163
R21 - R22	5.000	-1.763	11.763
R21 - R23	-7.400	-14.163	-0.6373
R21 - R24	-8.600	-15.363	-1.837
R21 - R25	1.000	-5.763	7.763
R21 - R26	-4.600	-11.363	2.163
R22 - R23	-12.400	-19.163	-5.637
R22 - R24	-13.600	-20.363	-6.837
R22 - R25	-4.000	-10.763	2.763
R22 - R26	-9.600	-16.363	-2.837
R23 - R24	-1.200	-7.963	5.563
R23 - R25	8.400	1.637	15.163
R23 - R26	2.800	-3.963	9.563
R24 - R25	9.600	2.837	16.363
R24 - R26	4.000	-2.763	10.763
R25 - R26	-5.600	-12.363	1.163

### Assumption test: Are the standard deviations of the groups equal?

ANOVA assumes that the data are sampled from populations with identical SDs. This assumption is tested using the **method of Bartlett**.

Bartlett statistic (corrected) = 53.266

The P value is 0.0008.

Bartlett's test suggests that the differences among the SDs is extremely significant.

Since ANOVA assumes populations with equal SDs, you should consider transforming your data (reciprocal or log) or selecting a nonparametric test.

### Assumption test: Are the data sampled from Gaussian distributions?

ANOVA assumes that the data are sampled from populations that follow Gaussian distributions. This assumption is tested using the method **Kolmogorov and Smirnov**:

Group	KS	P Value	Passed normality test?
R1	0.2209	>0.10	Yes
R2	0.2162	>0.10	Yes
R3	0.2467	>0.10	Yes
R4	0.2119	>0.10	Yes
R5	0.1632	>0.10	Yes

R6	0.2350	>0.10	Yes
R7	0.1622	>0.10	Yes
R8	0.1643	>0.10	Yes
R9	0.2572	>0.10	Yes
R10	0.2784	>0.10	Yes
R11	0.2323	>0.10	Yes
R12	0.1623	>0.10	Yes
R13	0.3302	>0.10	Yes
R14	0.1987	>0.10	Yes
R15	0.2585	>0.10	Yes
R16	0.3120	>0.10	Yes
R17	0.2789	>0.10	Yes
R18	0.1913	>0.10	Yes
R19	0.4283	>0.10	Yes
R20	0.2257	>0.10	Yes
R21	0.1776	>0.10	Yes
R22	0.3698	>0.10	Yes
R23	0.1674	>0.10	Yes
R24	0.3484	>0.10	Yes
R25	0.3407	>0.10	Yes
R26	0.2134	>0.10	Yes

**Intermediate calculations. ANOVA table**

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square
Treatments (between columns)	25	2742.4	109.70
Residuals (within columns)	104	827.60	7.958
Total	129	3570.0	

**F = 13.785** =(MStreatment/MSresidual)

**Summary of Data**

Group	Number of Points	Mean	Standard Deviation	Standard Error of Mean	Median
R1	5	75.000	3.082	1.378	75.000
R2	5	75.400	2.408	1.077	76.000
R3	5	77.000	3.536	1.581	76.000
R4	5	74.200	0.8367	0.374	74.000
R5	5	73.600	2.510	1.122	74.000
R6	5	71.800	1.643	0.734	71.000
R7	5	74.000	1.581	0.707	74.000
R8	5	70.400	1.517	0.678	71.000

R9	5	77.000	1.871	0.836	78.000
R10	5	79.200	2.280	1.020	79.000
R11	5	70.400	1.673	0.748	70.000
R12	5	76.000	1.225	0.547	76.000
R13	5	72.200	1.095	0.489	73.000
R14	5	75.400	1.140	0.509	75.000
R15	5	74.000	1.225	0.547	74.000
R16	5	74.800	2.168	0.969	76.000
R17	5	73.800	2.168	0.969	73.000
R18	5	69.600	2.074	0.927	70.000
R19	5	69.400	2.074	0.927	69.000
R20	5	72.600	3.647	1.631	71.000
R21	5	63.600	4.450	1.990	63.000
R22	5	58.600	7.956	3.558	61.000
R23	5	71.000	2.739	1.225	71.000
R24	5	72.200	1.643	0.734	72.000
R25	5	62.600	3.912	1.749	63.000
R26	5	68.200	2.775	1.241	69.000

95% Confidence Interval				
Group	Minimum	Maximum	From	To
R1	72.000	79.000	71.174	78.826
R2	72.000	78.000	72.410	78.390
R3	73.000	82.000	72.611	81.389
R4	73.000	75.000	73.161	75.239
R5	70.000	77.000	70.484	76.716
R6	70.000	74.000	69.760	73.840
R7	72.000	76.000	72.037	75.963
R8	68.000	72.000	68.517	72.283
R9	75.000	79.000	74.677	79.323
R10	77.000	83.000	76.369	82.031
R11	69.000	73.000	68.323	72.477
R12	75.000	78.000	74.480	77.520
R13	71.000	73.000	70.840	73.560
R14	74.000	77.000	73.985	76.815
R15	72.000	75.000	72.480	75.520
R16	71.000	76.000	72.109	77.491
R17	72.000	77.000	71.109	76.491
R18	67.000	72.000	67.026	72.174
R19	68.000	73.000	66.826	71.974
R20	69.000	77.000	68.072	77.128
R21	58.000	69.000	58.076	69.124
R22	45.000	66.000	48.723	68.477
R23	67.000	74.000	67.600	74.400
R24	71.000	75.000	70.160	74.240
R25	56.000	66.000	57.744	67.456
R26	65.000	72.000	64.755	71.645

\* \* \*

## Linear Correlation

Number of points = 26

Correlation coefficient ( $r$ ) = 0.8211

95% confidence interval: 0.6361 to 0.9169

Coefficient of determination ( $r$  squared) = 0.6743

Test: Is  $r$  significantly different than zero?

The two-tailed P value is  $< 0.0001$ , considered extremely significant.

\* \* \*



## Anexo 5: Ficha de ruido

FICHA DE MEDICIÓN DE DATOS DE RUIDO						
PUNTO DE MEDIDA #	25	Db	Leq 68,8	Lmáx 52,0 - 85,0		
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
HORA DE MEDICIÓN			DURACIÓN DE LA MEDICIÓN (MIN)			
19:45			11min			
TRÁFICO			VARIABLES AMBIENTALES			
LIVIANO	8		ENTORNO URBANO	Bajo		
MODERADO			ALTURA DE EDIFICIOS	Bajo		
PESADO			TEMPERATURA			
CONDICIÓN METEREOLÓGICA						
DESPEJADO		NUBLADO		LLUVIOSO		

FICHA DE MEDICIÓN DE DATOS DE RUIDO						
PUNTO DE MEDIDA #	26	Db	Leq 70,3	Lmáx 57,8 - 82,7		
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
HORA DE MEDICIÓN			DURACIÓN DE LA MEDICIÓN (MIN)			
19:52			7min			
TRÁFICO			VARIABLES AMBIENTALES			
LIVIANO	8		ENTORNO URBANO	Bajo		
MODERADO			ALTURA DE EDIFICIOS	Bajo		
PESADO			TEMPERATURA			
CONDICIÓN METEREOLÓGICA						
DESPEJADO		NUBLADO		LLUVIOSO		

FICHA DE MEDICIÓN DE DATOS DE RUIDO						
PUNTO DE MEDIDA #		Db	Leq	Lmáx		
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
HORA DE MEDICIÓN			DURACIÓN DE LA MEDICIÓN (MIN)			
TRÁFICO			VARIABLES AMBIENTALES			
LIVIANO			ENTORNO URBANO			
MODERADO			ALTURA DE EDIFICIOS			
PESADO			TEMPERATURA			
CONDICIÓN METEREOLÓGICA						
DESPEJADO		NUBLADO		LLUVIOSO		

FICHA DE MEDICIÓN DE DATOS DE RUIDO						
PUNTO DE MEDIDA #		Db	Leq	Lmáx		
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
HORA DE MEDICIÓN			DURACIÓN DE LA MEDICIÓN (MIN)			
TRÁFICO			VARIABLES AMBIENTALES			
LIVIANO			ENTORNO URBANO			
MODERADO			ALTURA DE EDIFICIOS			
PESADO			TEMPERATURA			
CONDICIÓN METEREOLÓGICA						
DESPEJADO		NUBLADO		LLUVIOSO		