

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN VÍAS TERRESTRES**

**Tema:** “El Tráfico Vehicular en la Intersección de la Avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Moradores del Sector Sur de la Ciudad de Ambato”

Trabajo de Investigación

Previa a la obtención del Grado Académico de Magister en Vías Terrestres

**Autor:** Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano

**Director:** Ing. M.Sc. Ibán Herberto Mariño Rodríguez

Ambato - Ecuador

2011

Al Consejo de Posgrado de la UTA.

El tribunal receptor de la defensa del trabajo de investigación con el tema: “El Tráfico Vehicular en la Intersección de la Avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Moradores del Sector Sur de la Ciudad de Ambato”, presentado por: Myriam Marisol Bayas Altamirano y conformado por: Ingeniero M.Sc. Dilon Moya, el Ingeniero M.Sc. Víctor Hugo Paredes, y la Ingeniera M.Sc. Lorena Pérez, Miembros del Tribunal, Ingeniero M.Sc. Ibán Mariño Rodríguez, Director del trabajo de investigación y presidido por: Ingeniero M.Sc. Francisco Pazmiño Presidente del Tribunal; Ingeniero M.Sc. Juan Garcés Chávez Director del CEPOS – UTA, una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

-----  
Ing.M.Sc. Francisco Pazmiño  
Presidente del Tribunal de Defensa

-----  
Ing.M.Sc. Juan Garcés  
DIRECTOR CEPOS

-----  
Ing.M.Sc. Ibán Mariño Rodríguez  
Director de Trabajo de investigación

-----  
Ing.M.Sc. Víctor Hugo Paredes  
Miembro del Tribunal

-----  
Ing.M.Sc. Dilon Moya  
Miembro del Tribunal

-----  
Ing. M.Sc. Lorena Pérez  
Miembro del Tribunal

## AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación con el tema “El Tráfico Vehicular en la Intersección de la Avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Moradores del Sector Sur de la Ciudad de Ambato”, nos corresponde exclusivamente a la Ingeniera Myriam Marisol Bayas Altamirano y del Ingeniero M.Sc. Ibán Herberto Mariño Rodríguez Director del Trabajo de investigación; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

-----  
Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano

Autor

-----  
Ing. M.Sc. Ibán Mariño Rodríguez

Director de Tesis

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de investigación o parte el un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

-----  
Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano

## **DEDICATORIA**

A Dios que me ha permitido concluir con otra etapa de mi vida y continuar con esta sed de conocimiento, y retribución hacia los demás.

A mis padres Víctor y Nelly por su infinito apoyo en la transformación de conocimientos y valores, pilares y cimientos de mi vida.

Aquellos estudiantes que tratan de superar y tener una nueva visión de las cosas, destinadas a mejorar este planeta.

Marisol.

## **AGRADECIMIENTO**

A la prestigiosa Universidad Técnica de Ambato, a la muy respetada Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, un profundo agradecimiento por formar parte de mi vida y a sus autoridades por saberla dirigir y llevarla al más alto nivel.

A los docentes quienes imparten sus conocimientos y experiencias formando valiosos profesionales.

Un especial reconocimiento al Ing. M.S.c Ibán Mariño, que por segunda ocasión ha sido designado Tutor de la presente Tesis, quien ha colaborado con su dedicación, criterio y permanente ayuda en la realización de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>01</b>
<b>EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>01</b>
1.1 Tema de investigación	01
1.2 Planteamiento del Problema	01
1.2.1 Contextualización	01
1.2.2 Análisis Crítico	02
1.2.3 Prognosis	02
1.2.4 Formulación del Problema	02
1.2.5 Problemas Directrices	02
1.2.6 Delimitación del Objetivo de Investigación	03
1.2.6.1 Delimitación Espacial	03
1.2.6.2 Delimitación Temporal	03
1.3 Justificación	04
1.4 Objetivos	04
1.4.1 Objetivo General	05
1.4.2 Objetivos Específicos	05
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>06</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>06</b>
2.1 Antecedentes Investigativos	06
2.2 Fundamentación Filosófica	07
2.3 Fundamentación Legal	06
2.4 Categorías Fundamentales	07
2.4.1 Supraordenación de Variables	07
2.4.2 Definiciones	08

2.4.2.1	Tráfico	08
2.4.2.2	Relación entre demanda vehicular y la oferta vial	09
2.4.2.3	Factores que interviene en el problema de tránsito	11
2.4.2.4	Análisis de la contaminación acústica y ambiental	13
2.4.2.5	Contaminación acústica	16
2.5	Hipótesis	17
2.6	Señalamiento de variables	17
2.6.1	Variable independiente	17
2.5.3	Variable dependiente	17
<b>CAPÍTULO III</b>		<b>18</b>
<b>METODOLOGÍA</b>		<b>18</b>
3.1	Modalidad básica de la investigación	19
3.2	Nivel o tipo de investigación	19
3.3	Población y Muestra	19
3.4.1	Población	19
3.4.2	Tamaño de la Muestra	19
3.4	Operacionalización de las Variables	20
3.4.1	Variable Independiente	20
3.4.2	Variable Dependiente	20
3.5	Plan de Recolección de Información	22
3.6	Plan de Procesamiento y Análisis	22
<b>CAPÍTULO IV</b>		<b>23</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>		<b>23</b>
4.1	Análisis de los Resultados	23



4.1.1	Análisis de las encuestas	23
4.1.2	Análisis de tráfico	30
4.1.2.1	Estaciones de conteo	31
4.1.2.2	Conteo vehicular	31
4.1.3	Análisis de la contaminación acústica	35
4.2	Interpretación de datos	37
4.2.1	Interpretación de datos en la encuesta	38
4.2.2	Interpretación de datos del tráfico	38
4.2.3	Interpretación de datos de la contaminación acústica	39
4.2.3.1	Intervalos entre 40-50	39
4.2.3.2	Intervalos entre 50-70	41
4.2.3.3	Intervalos entre 70-95	41
4.3	Verificación de la Hipótesis	46
	<b>CAPÍTULO V</b>	<b>47</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>47</b>
5.1	Conclusiones	47
5.2	Recomendaciones	48
	<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>49</b>
	<b>PROPUESTA</b>	<b>49</b>
6.1	Datos Informativos	49
6.2	Antecedentes de la Propuesta	50
6.3	Justificación	50
6.4	Objetivos	50
6.4.1	Objetivo General	50

6.4.2	Objetivos Específicos	50
6.5	Análisis de Factibilidad	51
6.6	Fundamentación	51
6.6.1	Cálculo de los volúmenes de tráfico promedio diarios	51
6.6.2	Cálculo de la variación de volumen en la hora de máxima Demanda	53
6.6.2.1	Cálculo de los factores de hora de máxima demanda	56
6.6.2.2	Cálculo del flujo máximo	56
6.6.2.3	Cálculo de los volúmenes horarios	57
6.6.3	Pronóstico del volumen de tránsito futuro	58
6.6.3.1	Regresión lineal simple	58
6.6.3.2	Cálculo del tráfico futuro	60
6.6.4	Análisis del flujo vehicular	62
6.6.4.1	Cálculo de la tasa de flujo vehicular	64
6.6.4.2	Cálculo del volumen horario Q	65
6.6.5	Análisis de la congestión vehicular	67
6.6.5.1	Cálculo de la congestión vehicular	70
6.6.5.2	Cálculo de la hora a la cual empieza la congestión	73
6.6.5.3	Demanda total de todo el tránsito D	76
6.7	Metodología Modelo Operativo	79
6.8	Administración	79
6.9	Previsión de la Evaluación	79

## INDICE DE, GRÁFICOS, TABLAS Y MAPAS

### GRÁFICOS

Gráfico 1.	Patrón urbano de demanda vehicular y oferta vial	09
Gráfico 2.	Demanda vehicular y oferta vial en zonas urbanas	10
Gráfico 2.	Demanda vehicular y oferta vial en zonas urbanas	11
Gráfico 4.	Porcentaje de moradores que viven en la zona hace 3 años	23
Gráfico 5.	Moradores afectados por el ruido	24
Gráfico 6.	Itinerarios que producen molestias	25
Gráfico 7.	Molestias producidas por el smog	26
Gráfico 8.	Cambios de salud	27
Gráfico 9.	Desarrollo económico de los moradores	28
Gráfico 10.	Enfermedades presentes en los moradores	29
Gráfico 11.	Estaciones de conteo	30
Gráfico 12.	Volúmen de tráfico entre los períodos 15:30 16:45	55
Gráfico 13.	Volúmen horario del modelo con un período de 15 min	57
Gráfico 14.	Interpretación gráfica de la integración lineal simple	59
Gráfico 15.	Estación E – 1	64
Gráfico 16.	Análisis del volúmen horario	66
Gráfico 17.	Esquema de la congestión vehicular	68
Gráfico 18.	Tasa media de llegada $\lambda$ , tasa media de servicio o salida $\mu$	70
Gráfico 19.	Congestión vehicular intervalos 15:30 19:30 E – 1	72
Gráfico 20-A	Tasa de flujo acumulado	73
Gráfico 21.	Modelo general de congestión vehicular	75
Gráfico 20-B	Demanda vehicular total	76

Gráfico 22	Horario que requiere control vehicular	78
------------	--	----

## **TABLAS**

Tabla 1.	Niveles máximos de ruido permisibles	16
Tabla 2.	Operacionalización de variables Variable Independiente	20
Tabla 3.	Operacionalización de variables Variable Dependiente	21
Tabla 4.	Conteo Lunes 1ra semana de las 8 estaciones	31
Tabla 5.	Conteo Lunes 2da semana de las 8 estaciones	31
Tabla 6.	Conteo Lunes 3ra semana de las 8 estaciones	31
Tabla 7.	Conteo Lunes 4ta semana de las 8 estaciones	31
Tabla 8.	Conteo Martes 1ra semana de las 8 estaciones	31
Tabla 9.	Conteo Martes 2da semana de las 8 estaciones	31
Tabla 10.	Conteo Martes 3ra semana de las 8 estaciones	32
Tabla 11.	Conteo Martes 4ta semana de las 8 estaciones	32
Tabla 12.	Conteo Miércoles 1ra semana de las 8 estaciones	32
Tabla 13.	Conteo Miércoles 2da semana de las 8 estaciones	32
Tabla 14.	Conteo Miércoles 3ra semana de las 8 estaciones	32
Tabla 15.	Conteo Miércoles 4ta semana de las 8 estaciones	32
Tabla 16.	Conteo Jueves 1ra semana de las 8 estaciones	32
Tabla 17.	Conteo Jueves 2da semana de las 8 estaciones	32
Tabla 18.	Conteo Jueves 3ra semana de las 8 estaciones	33
Tabla 19.	Conteo Jueves 4ta semana de las 8 estaciones	33
Tabla 20.	Conteo Viernes 1ra semana de las 8 estaciones	33
Tabla 21.	Conteo Viernes 2da semana de las 8 estaciones	33
Tabla 22.	Conteo Viernes 3ra semana de las 8 estaciones	33

Tabla 23.	Conteo Viernes 4ta semana de las 8 estaciones	33
Tabla 24.	Conteo Sábado 1ra semana de las 8 estaciones	34
Tabla 25.	Conteo Sábado 2da semana de las 8 estaciones	34
Tabla 26.	Conteo Sábado 3ra semana de las 8 estaciones	34
Tabla 27.	Conteo Sábado 4ta semana de las 8 estaciones	34
Tabla 28.	Conteo Domingo 1ra semana de las 8 estaciones	34
Tabla 29.	Conteo Domingo 2da semana de las 8 estaciones	34
Tabla 30.	Conteo Domingo 3ra semana de las 8 estaciones	34
Tabla 31.	Conteo Domingo 4ta semana de las 8 estaciones	34
Tabla 32.	Registro de las ondas sonoras	36
Tabla 33.	Resumen del registro de las encuestas	37
Tabla 34.	Resumen mensual de conteo	38
Tabla 35.	Resumen de conteo de todas las estaciones	38
Tabla 36.	Resumen de conteo de 4 Viernes de la estación E – 5	39
Tabla 37.	Resumen de conteo por día y por tipo de vehículo E-5	39
Tabla 38.	Tráfico anual	51
Tabla 39.	Cálculo del tráfico promedio	52
Tabla 40.	Volúmenes de tráfico entre los períodos 15:30 16:45	55
Tabla 41.	Variables para el cálculo de la regresión lineal	61
Tabla 42.	Tráfico futuro desde el año 2010 hasta el 2020	62
Tabla 43.	Volúmen vehicular de una de circulación E – 1	64
Tabla 44.	Volúmen de tráfico de 4 horas con intervalos de 15 min	71
Tabla 45.	Tasa de flujo acumulado	71
Tabla 46.	Rubro para el control vehicular horario	79

## MAPAS

Mapa 1.	Mapa conceptual Contaminación acústica 40-50 DB	40
Mapa 2.	Mapa conceptual Contaminación acústica 50-70 DB	42
Mapa 3.	Mapa conceptual Contaminación acústica 70-95 DB	43
Mapa 4.	Mapa conceptual Contaminación acústica total	44
Mapa 5.	Mapa conceptual Zona de estudio	45

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**CENTRO DE POSGRADO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**Tema:** “El Tráfico Vehicular en la Intersección de la Avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Moradores del Sector Sur de la Ciudad de Ambato”

**AUTOR:** Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano

**DIRECTOR DE TESIS:** Ing. M.Sc. Ibán Herberto Mariño Rodríguez

**Mayo 2011**

**RESUMEN EJECUTIVO**

El siguiente Trabajo Estructurado, permite ser un aporte de la realidad, a través de la investigación de un problema, la congestión vehicular en el sector del redondel del Mall de los Andes entre las Avenidas Atahualpa y Víctor Hugo en la ciudad de Ambato y su incidencia en los moradores del sector.

El análisis consiste en llegar a determinar si existe o no congestión vehicular, a través del conteo de tráfico, datos que permitieron calcular y confirmar esta información, complementada con una investigación de contaminación acústica a través de la lectura del número de decibeles en diferentes partes de las zona de intervención.

La información tabulada y esquematizada en mapas conceptuales permitirá visualizar el problema y la tendencia hacia otras zonas. Con los resultados obtenidos de la investigación se establecen recomendaciones en base al movimiento vehicular y protección ambientales.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basó en el desarrollo de seis capítulos, el primer capítulo realiza un planteamiento del problema desde el punto de vista crítico estableciendo la delimitación del objeto, claramente identificados con objetivos. El capítulo II establece los fundamentos teóricos del tema que permitieron desarrollar e identificar las variables de estudio del modelo de investigación. El capítulo III permitió identificar la muestra de estudio, los procesos de recolección de información y el plan de procesamiento de la misma. El capítulo IV analiza los resultados de los tres procesos realizados en la investigación, encuestas, conteo de tráfico y contaminación acústica, también se interpretaron cada una de estas actividades con cuadros resúmenes que reflejan resultados finales. Para el análisis e interpretación de resultados se utilizaron tablas, gráficos y mapas que faciliten la interpretación de resultados. El capítulo V concluye y recomienda los resultados obtenidos de la investigación. En el capítulo VI se presentó la propuesta del modelo que operaba en la investigación, en el que se desarrollaron los cálculos que permiten visualizar lo sucedido, entre los datos importantes obtenidos, tenemos tráfico mensual, semanal diario, hora de máxima demanda, la tasa de flujo máxima, el volumen horario  $Q$ , datos que permitieron calcular el exceso de vehículos en las horas pico que causaron la congestión, el tiempo que duró la congestión y la distancia de vehículos en la demanda máxima del sistema.



# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN**

El tráfico vehicular en la intersección de la avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su incidencia en la calidad de vida de los moradores del sector de la ciudad de Ambato.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN**

Los movimientos económicos de las grandes potencias han dirigido sus políticas a dar un confort a los usuarios a través de un buen sistema vial, vendiendo una idea de organización y apertura a un mundo globalizado y competitivo.

Nuestro país no es una excepción dentro de una evolución, considerando que no existen patrones reales de aplicación con modelos propios de la zona, y referidos aplicados a una realidad topográfica, refiriéndose a las tres contexturas que conforma el país, costa sierra y oriente.

Muchas zonas están en los actuales momentos afectadas, por la consideración de vías mal diseñadas, y mantenidas, lo que significa una pérdida de ingreso potencial a nivel económico, social y turístico.

Desde el punto de vista económico, Ambato como parte de la Provincia de Tungurahua constituye un centro de acopio y distribución, de una gran parte de productos agrícolas a todo el país y un movimiento económico impresionante.

El ingreso vehicular sobrepasa la realidad de diseño, acompañada de un mantenimiento precario, sin los conocimientos adecuados para manejar el volumen de tráfico.

### **1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO**

La responsabilidad sobre el manejo y administración de sistemas viales urbanos, que en los actuales momentos recae sobre las entidades públicas como la Ilustre Municipalidad y su departamento de Transporte y Vialidad, a quienes se les ha delegado competencias para administrar y reordenar el tráfico vehicular, en zonas de desarrollo económico no previstas hasta los actuales momentos, generando un caos vehicular de grandes proporciones.

Acompañado del crecimiento económico generado por multinacionales, quienes hasta los actuales momentos no han realizado estudios de infraestructura necesaria complementaria que permitan ejecutar un adecuado desarrollo económico social y ambiental.

Los efectos de este crecimiento económico tienen ya sus secuelas, las constantes quejas de los moradores sobre el insostenible ruido y smog producido por los vehículos.

### **1.2.3 PROGNOSIS**

Al no contar con un programa de reordenamiento vehicular justificado y previamente estudiado, complementado con el aumento del parque automotor, lo que se producirá será un caos vehicular en toda la zona central, incluidos los accesos norte y sur de la ciudad de Ambato alterando la calidad de vida, deterioro de la infraestructura vial, contaminación ambiental.

### **1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué manera influye el Tráfico Vehicular en la calidad de vida de los moradores del sector sur de la avenida Atahualpa y Víctor Hugo de la ciudad de Ambato?

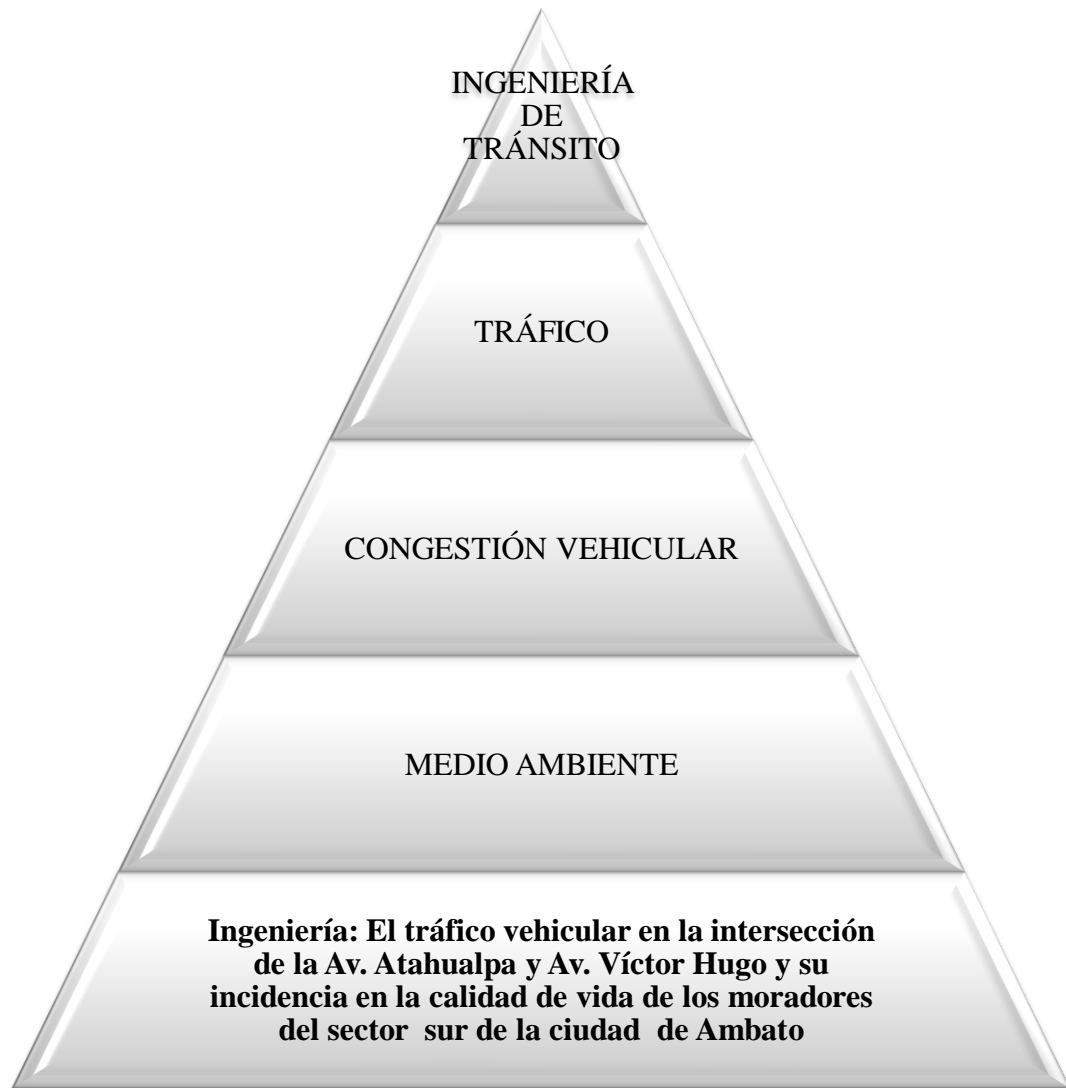
### **1.2.5 PROBLEMAS DIRECTRICES**

¿Cuál es el tráfico vehicular?

¿Se puede mejorar el tráfico vehicular, para mejorar la calidad de vida?

¿Qué impacto ambiental se está produciendo?

### 1.2.6. DELIMITACIÓN DEL OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN



#### 1.2.6.1 Delimitación espacial

El presente estudio se realizó en el acceso Sur de la ciudad de Ambato, sector Huachi Chico, en la intersección de la Avenida Atahualpa y Víctor Hugo, redondel.

#### 1.2.6.2 Delimitación temporal

El presente trabajo se desarrolló en los meses Octubre del 2010 hasta Abril del 2011.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Entre las razones que motivaron la realización de esta investigación son:

El tema es de actualidad por cuanto el contexto socio cultural en el que vivimos afecta a la sociedad especialmente a los habitantes de dicho sector.

El desarrollo y la superación de los habitantes de la avenida, obliga a buscar soluciones a este problema puntual en beneficio de los moradores de Av. Víctor Hugo de la ciudad de Ambato.

El impacto de esta investigación será entonces de profunda influencia al diseño de un modelo de reordenamiento vehicular para mejorar la calidad de vida de los moradores.

En los últimos tres años el sector sur de Ambato ha sido objeto de desarrollo económico, tal es el caso que grades entidades multinacionales han centralizado sus actividades comerciales en esta zona, caso particular el denominado Mall de los Andes, quienes ha aperturado una actividad económica a gran escala, cambiando completamente la diligencia residencial a una comercial.

La concurrencia a este centro comercial a través de diferentes medios de transporte privado y de servicio público, generen en horas picos y días festivos un caos vehicular, y una contaminación ambiental a gran escala.

El tema de hecho es original, está tratando un problema que está generando inconvenientes y su estudio serviría de modelo en otras aplicaciones para anticiparse y corregir estos inconvenientes.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la eficiencia del ordenamiento vehicular en la intersección de la avenida Atahualpa y Víctor Hugo y su incidencia en la calidad de vida de los moradores del sector sur de la ciudad de Ambato.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Analizar la diversidad del tráfico vehicular en la intersección de la avenida Atahualpa y Víctor Hugo del sector sur de la ciudad de Ambato.
- b) Identificar los efectos causados en la salud de los moradores del sector sur de la ciudad de Ambato en la intersección de la avenida Atahualpa y Víctor Hugo.
- c) Establecer el impacto ambiental, producida por el tráfico vehicular.
- d) Proponer un modelo de reordenamiento vehicular

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

El desarrollo económico conlleva a enfrentar retos, involucrar a entidades públicas y privadas, la sociedad, manejo de planes estratégicos, mitigación anticipada en el resultado de proyecciones, control de la contaminación en el proyecto comercial.

Las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca, cuentan con centros comerciales muy bien manejados e implantados, grandes zonas de parqueo, áreas verdes, sitios de distracción infantil, señalización adecuada, proporcionando comodidad a los diferentes medios de circulación y transeúntes.

En la ciudad de Ambato en la zona de ingreso a las ciudadelas Ficoa, Miraflores, se realizó un conteo vehicular por parte de la Ilustre Municipalidad de Ambato dirigido a establecer el modelo de funcionamiento del redondel, cuyo estudio concluyó en la eliminación del mismo y la colocación de un sistema centralizado de semáforos.

#### **2.3 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

El estudio está basado en el paradigma crítico propositivo, que permitirá obtener datos reales del tráfico y grado de contaminación, y establecer un modelo para el ordenamiento vehicular.

La investigación plantea alternativas de solución construidas en un clima de sinergia y productividad.

Propicia la planificación por parte de las autoridades en calidad de protagonistas durante el proceso de la investigación

## 2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

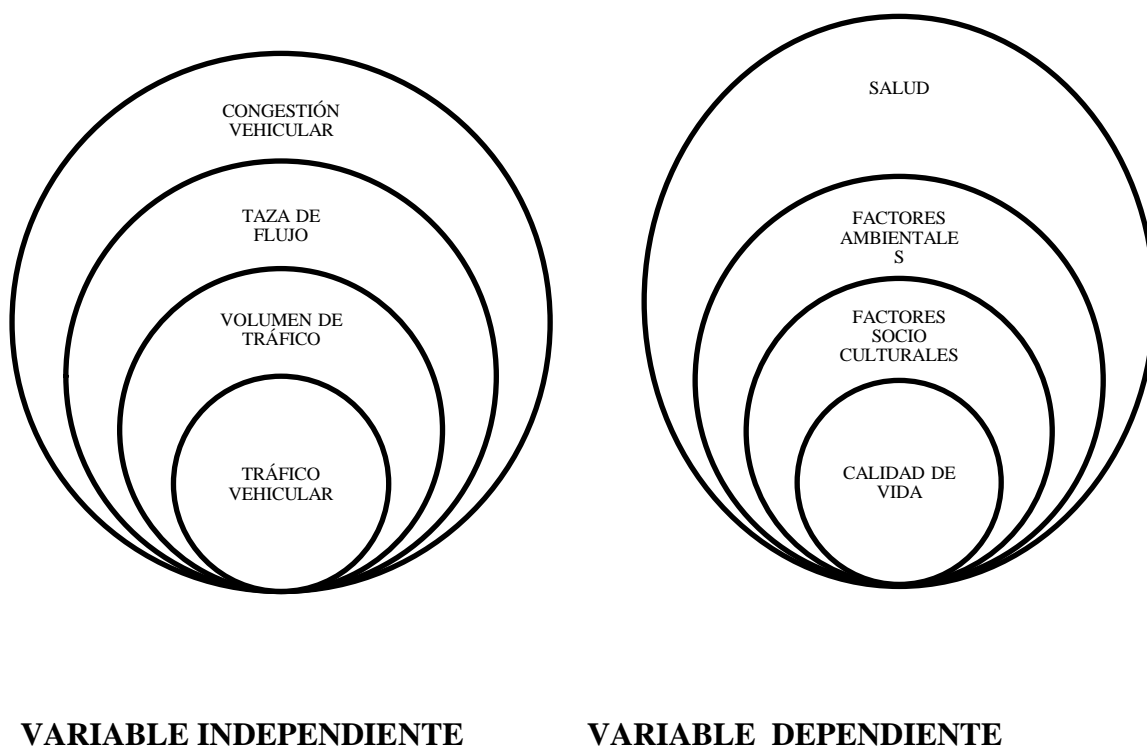
El Ministerio de Transporte y Obras Públicas establece la normativa de control para el tráfico vehicular que permitirá establecer las respectivas observaciones, según los datos obtenidos en el estudio de tráfico.

Las ordenanzas municipales a través del Plan 20/20 de Reordenamiento Vehicular, establece las directrices de desarrollo económico y social y de urbanismo, que complementarán y permitirán realizar los correctivos correspondientes.

El Ministerio de Medio Ambiente, a través de sus normativas ambientales en sus diferentes áreas, establecerán el grado de contaminación y su incidencia en la calidad de vida.

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.

### 2.4.1 SUPRAORDINACION DE VARIABLES



## **2.4.2 DEFINICIÓN**

### **2.4.2.1 Tráfico**

Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Se presenta también con muchas similitudes en otros fenómenos como el flujo de partículas (líquidos, gases o sólidos) y el de peatones.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes, tasa de flujo, demanda, capacidad), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura.

Cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexplotadas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. Este caso se presenta con frecuencia en nuestro país, que cuenta con extensas regiones de su territorio total o parcialmente inexplotadas.

Al respecto conviene recordar que los proyectos de carreteras en zonas inexplotadas o muy poco desarrolladas no constituyen en general proyectos aislados, sino que están vinculados con otros proyectos principalmente de infraestructura, tendientes al aprovechamiento de recursos inexplotados en la zona, tales como proyectos de colonización, agropecuarios, regadío, energía hidroeléctrica o termoeléctrica, comercialización, etc.

Conjuntamente con la selección del vehículo de diseño, se debe tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía, obtenida sobre la base de conteos del tráfico o de proyecciones que consideren el desarrollo futuro de la zona tributaria de la carretera y la utilización que tendrá cada tramo del proyecto vial.



### 2.4.2.2 Relación entre demanda vehicular y la oferta vial

La demanda vehicular es la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por un determinado sistema vial u oferta vial. Se entiende que dentro de la demanda vehicular se encuentran aquellos vehículos que están circulando sobre el sistema vial, los que se encuentran en cola esperando circular (en el caso de existir problemas de congestión) y los que deciden tomar rutas alternas (para evitar la congestión, si existe).

Para observar si la operación vehicular se da en consideración de flujo estable o saturado, es necesario comparar estos elementos. Para tal efecto, ellos se deben expresar en las mismas unidades, por lo que la oferta vial, que representa el espacio físico (calles y carreteras), se puede indicar en términos de su sección transversal o capacidad.

De esta manera, la oferta vial o capacidad representa la cantidad máxima de vehículos que finalmente pueden desplazar o circular en dicho espacio físico.

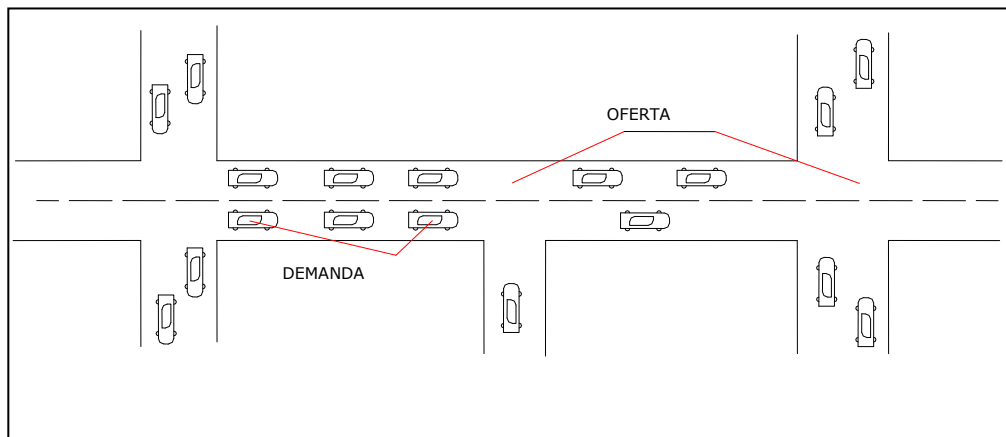


Grafico – 01 Patrón urbano de demanda vehicular y oferta vial

La demanda vehicular es generada por los vehículos que circulan y los que acceden de los lotes adyacentes a las calles según su densidad de edificación. La oferta vial es caracterizada por su capacidad con base en el número de carriles y las velocidades de desplazamiento

El siguiente gráfico 02 representa la variación de la demanda vehicular ( $q$ ) a través de las horas del día en una sección transversal de una calle comparada con su capacidad ( $c$ )

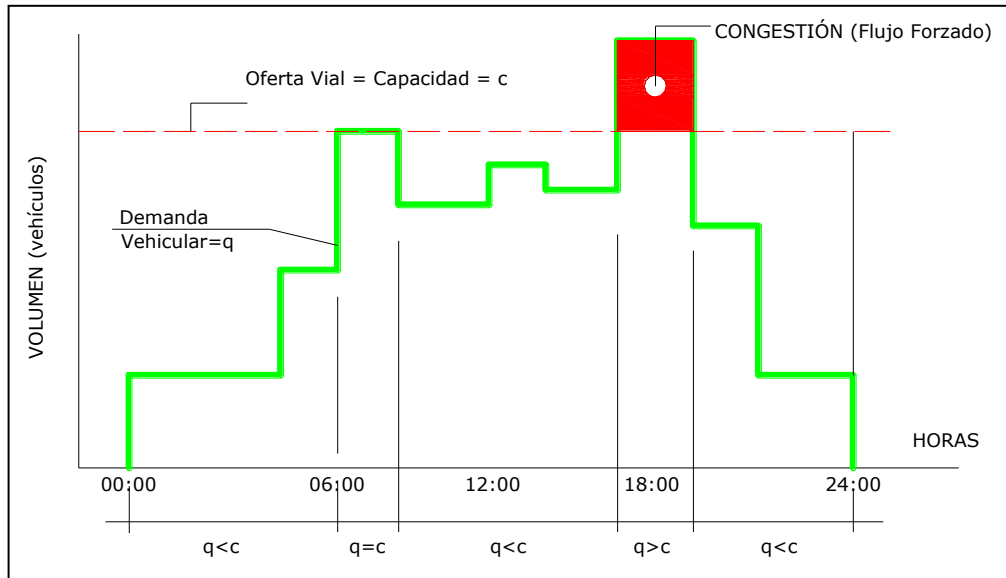


Gráfico – 02 Demanda vehicular y oferta vial en una zona urbana

Si la demanda vehicular  $<$  Oferta vial, el flujo sería no saturado y los niveles de operación variarían de excelente a aceptables. Ésto es lo deseable.

Si la demanda vehicular  $=$  Oferta vial, se llega a la capacidad del sistema. El tránsito se torna inestable y se puede llegar a la congestión.

Si la demanda vehicular  $>$  Oferta vial, el flujo será forzado, presentándose detenciones frecuentes y grandes demoras. Es lo no deseable.

Por lo tanto, si la Demanda vehicular  $\leq$  Oferta vial, no existirá mayor problema en el manejo del tránsito. Por el contrario, si Demanda vehicular  $>$  Oferta vial, se presentarán los problemas de tránsito, que habrá que analizar y resolver.

El gráfico 03 presenta un modelo entre demanda vehicular y oferta vial en una zona rural donde los patrones son diferentes la congestión vehicular se produce con las tendencias de desarrollo y avance territorial donde la oferta vial ( $q$ ), es igual a la capacidad vial ( $c$ ).

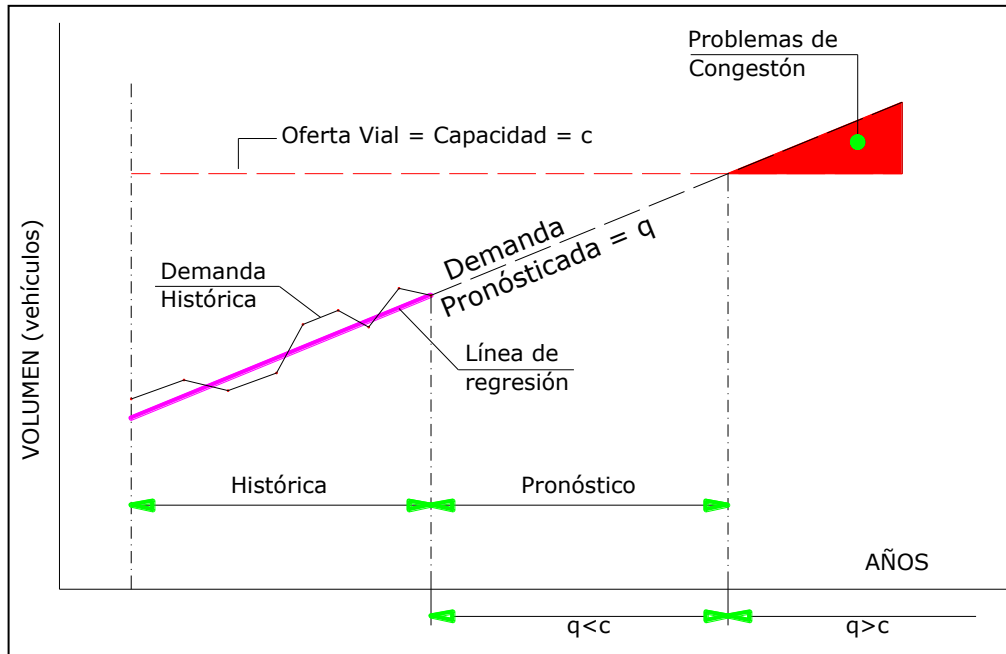


Grafico – 03 Demanda vehicular y oferta vial en zona rural

### 2.4.2.3 Factores que intervienen en el problema de tránsito

Las ciudades dependen grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. Muchas veces, estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicios de transporte, ya sea para tránsito de vehículos livianos, tránsito comercial, transporte público, acceso a las distintas propiedades o estacionamientos, etc., originando obviamente problemas de tránsito, cuya severidad por lo general se puede medir en términos de accidentes y congestionamiento.

- a. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad
- b. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas
- c. Falta de planificación en el tránsito

- d. El automóvil no considerado como una necesidad pública
- e. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario

El sistema de transporte de una región está estrechamente relacionado con su sistema socioeconómico. En efecto, el sistema de transporte usualmente afecta la manera en que los sistemas socioeconómicos crecen y cambian y, a su vez, las variaciones generan el sistema de transporte

El transporte está conectado al movimiento comercial, por lo que todos los proyectos de transporte deben tomar en cuenta esa integración hasta en los más mínimos detalles de su concepción y ejecución.

Tránsito anual TA

Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso  $T=1$  año.

Tránsito mensual TM

Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso  $T=1$  mes.

Tránsito semanal TS

Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso  $T=1$  semana.

Índice Medio Diario Anual (Imda)

El IMDA es una medida de tránsito fundamental que se utiliza para determinar los Kilómetros - vehículo recorridos en las diferentes categorías de los sistemas de carreteras rurales y urbanas.

Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al ingeniero de caminos, al planificador y al administrador, la información esencial necesaria para determinar las normas de diseño, clasificar sistemáticamente las carreteras y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento.

Los valores kilómetros - vehículo son importantes para el financiamiento y para establecer las tarifas de las carreteras, para evaluar los programas de seguridad y para medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera.

Siempre es deseable efectuar conteos continuos a lo largo de todos los tramos de un sistema de carreteras durante los 365 días del año, sin embargo ante la imposibilidad de contar con dicha información los valores del índice medio diario anual para muchos tramos se basan en procedimientos de muestreo estadístico, dentro de una planificación del transporte.

#### Demanda Horaria

El volumen horario de diseño es un volumen horario futuro que se utiliza en los proyectos. Como los volúmenes de tránsito son mucho más grandes durante ciertas horas del día o del año, la carretera se diseña para estas horas de tránsito máximo u horas pico. El volumen horario de diseño corresponde al 12% del IMDA estimado para el año horizonte del diseño.

#### **2.4.2.4 Análisis de la contaminación acústica y ambiental**

Por definición, un impacto ambiental es cualquier alteración de las condiciones ambientales o la creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adversas o benéficas, causadas o inducidas por la acción o conjunto de acciones bajo consideración.

El término “condiciones ambientales” se entiende como el conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados, es decir, las condiciones externas que afectan al ser humano: estéticas, ecológicas, culturales, sociales, económicas, históricas, etc.

Una evaluación de impacto ambiental, es un análisis objetivo que identifica y mide los posibles impactos económicos, estéticos, sociales y ambientales, y propone varias alternativas razonables.

Esto requiere de la identificación, medida, y suma de impactos (ya dados y los impuestos por la obra, lo que permite una evaluación total). Un estudio de Impacto Ambiental debe estar orientado, no sólo a identificar y a interpretar, sino también a prevenir los efectos.

Que los proyectos bajo investigación puedan causar a la salud y el bienestar humanos y su entorno ambiental y ecológico, el evaluador o analista de impactos ambientales debe poseer un entendimiento básico de los fundamentos de la planeación en el desarrollo de los sistemas de transporte, cambio o expansión.

Por tal motivo, se ha dedicado un capítulo en este manual al tema de Planeación de los Sistemas de Transporte Urbano y el medio ambiente.

La evaluación de los impactos requiere, primero de descripción y entendimiento de las condiciones del medio ambiente previas a la obra o actividad propuesta.

Los impactos son significativamente diferentes para la misma obra en diferentes áreas. La localización geográfica es, por lo tanto, uno de los factores que afecta la importancia relativa del impacto.

Por ejemplo, el impacto de un proyecto específico en la calidad del agua en una área en la que existen varias fuentes alternas del recurso, difiere significativamente del impacto del mismo proyecto, en una región de escasos recursos acuíferos. Del mismo modo, la significancia de altos niveles de ruido es muy diferente en una área residencial que en una industrial.

Además, el momento y duración de cada impacto significativo debe ser determinado. Los impactos deben ser descritos para establecer su efecto en las áreas vecinas al proyecto.

Los tiempos relativos de los impactos deberán ser identificados para establecer si van a ocurrir durante la etapa de construcción, inmediatamente después del inicio del proyecto, o en otro tiempo. La duración de los impactos debe identificarse para establecer si éstos son reversibles o irreversibles, y si éstos son de corto o largo plazo.

Otros efectos pueden ser aumento en la contaminación, pérdida de espacios abiertos que pudieran tener un valor como área recreativa, alteración significativa de áreas naturales únicas, destrucción de un edificio histórico, cambios fundamentales en la estructura ecológica del área, destrucción de hábit únicos de vida salvaje, aumento en el flujo de agua dulce en un estuario (cambiando el balance entre agua dulce y salada), uso de áreas reservadas para cultivos únicos o vegetación única, cambio en la trayectoria de un curso de agua de belleza escénica única, etc.

La medida de los impactos es la segunda etapa lógica de la evaluación de los impactos. Idealmente, todos los impactos deberían ser traducidos a unidades comunes. Sin embargo, esto no es posible por la dificultad que ello encierra. Por lo tanto, generalmente se usan ambos criterios, cualitativo y cuantitativo.

Este deseo posiblemente, es más ideal que práctico y realista. Sin embargo, aún con naturaleza subjetiva, existen esquemas para lograr este objetivo. En muchos casos, es suficiente presentar la medida de los impactos en términos simples, relativos a cada área de impacto como calidad del aire, economía de la comunidad, calidad ambiental, preservación histórica, ruido, uso de suelo, residuos sólidos, calidad de agua, etc.

### 2.4.2.5 Contaminación Acústica

El ruido por tránsito se encuentra entre los elementos más significativos del ambiente urbano. Los niveles de emisión de ruido en decibelios (db), aumentan en función de la velocidad. El ruido producido por las llantas es el predominante cuando se trata de ruido por tránsito.

Decibel (dB)

Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora.

Niveles máximos permisibles de ruido

Los niveles de presión sonora equivalente, NPSeq, expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan a continuación en la tabla 1:

<b>RUIDO PERMISIBLE SEGÚN USO DEL SUELO TIPO DE ZONA SEGÚN USO</b>	<b>NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]</b>	
	<b>DE 06H00 A 20H00</b>	<b>DE 20H00 A 06H00</b>
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Tabla – 01 Niveles máximos de ruido permisible según el uso de suelo

Por ello, las condiciones de la superficie de una vialidad influyen en el nivel de éste. El ruido emitido por los automotores a altas velocidades, donde predominan las superficies ásperas de grano grueso producen niveles de ruido más altos a velocidades más altas, con un incremento hasta de 5db por encima de las de



superficies con acabado estándar; superficies muy lisas producen niveles de ruido hasta 5db por debajo de las calles de acabado regular.

A pesar de que la respuesta de la comunidad al ruido, especialmente al ruido relacionado con vías de tránsito, tiene que ser negativa, cierta cantidad de ruido es inevitable. La cuantificación de los niveles de ruido aceptables a la población es difícil por la variabilidad extrema en la respuesta al ruido de los seres humanos. Esta variabilidad depende de los siguientes elementos:

- a) Actitud ante el ruido del grupo investigado.
- b) El nivel socioeconómico (colectivo e individual).
- c) La presencia de cualquier otro estímulo que pudiera ser asociado con la fuente sonora.
- d) Las características fisiológicas de cada individuo con respecto a su exposición al ruido.

## **2.5 HIPÓTESIS**

El reordenamiento del tráfico vehicular en la intersección de las avenidas Atahualpa y Víctor Hugo permitirá mejorar la calidad de vida de los moradores del sector.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.**

Reordenamiento del tráfico vehicular.

### **2.5.3 VARIABLE DEPENDIENTE**

Mejorar la calidad de vida de los moradores del sector

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque de la investigación es cuantitativo y cualitativo. Es cuantitativo por los datos numéricos obtenidos del conteo vehicular de cada una de las estaciones, lo que permitió realizar el estudio del tránsito vehicular actual y futuro de esta zona.

Esta información permitió obtener resultados importantes para el reordenamiento del mismo, y establecer el modelo que opera en esta zona. Los datos numéricos registrados por el sonómetro forman parte de una información cuantitativa.

Es cualitativo al considerar los resultados obtenidos de la entrevista realizada a los moradores en el área de salud y su afectación a la calidad de vida.

El presente estudio se basó en dos etapas:

Registro de las encuestas realizada a los moradores del sector entre las intersecciones de las Av. Atahualpa y Av. Víctor Hugo con una muestra representativa de 23 moradores previamente ubicados en un mapa, con el objeto de cuantificar el problema del incremento vehicular y sus consecuencias en la salud.

Registro del conteo vehicular actual en cada una de las estaciones, previo a una sectorización de la zona para ubicar sitios estratégicos de conteo.

Registro de la contaminación acústica, utilizando el micrófono sonoro en cada una de las zonas de influencia trazadas en un mapa georeferenciado.

Tabulación de la información de cada uno de los registros: encuestas, conteo vehicular, grado de decibeles.

### **3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es de tipo exploratorio por cuanto se partió de la recolección de datos en campo, previo a la delimitación de la zona de estudio. La información obtenida permitió generar una serie de análisis del modelo generado en esta zona, toda la información recolectada permite describir muy claramente el problema de la congestión vehicular.

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1 POBLACIÓN**

El universo al cual va dirigido son los moradores ubicados en las intersecciones de la Av. Atahualpa y Víctor Hugo y alrededores del Moll de los Andes con una población de 800 habitantes.

#### **3.3.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Podemos aplicar la siguiente fórmula que se detallan a continuación:

$$1. \quad n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1) E^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Universo o Población

$\sigma$  = Varianza

Z = Nivel de confianza deseado

E = Límite aceptable de error muestrable

$$n = 200 * 0.25 * 1.645^2 / (800 - 1) (0.08)^2 + 0.25 * 1.645^2$$

$$n = 133.17 / 5.79$$

n= 23

La muestra representativa de la zona de influencia corresponde a 23, a quienes se les realizó las encuestas.

### 3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

El reordenamiento del tráfico vehicular generado en las intersecciones de las avenidas Atahualpa y Víctor Hugo.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>REORDENAMIENTO DEL TRÁFICO VEHICULAR</b></p> <p>Es la relación existente entre la oferta vial y la demanda existente en un corredor vial</p>	Oferta vial	TPDA (Tráfico promedio diario anual)	Qué tipo de vehículos ingresan y salen	Observación: identificación del vehículo por categoría
		Tasa de Flujo	Cuántos vehículos ingresan	Observación y encuesta: conteo vehicular por categoría
	Demanda	Congestión vehicular	Qué volumen de tráfico actual hay A qué hora existe congestión vehicular	Observación y encuesta: registro del horario de recorrido de los vehículos.

Tabla – 02 Operacionalización de variables: Variable Independiente

### 3.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad de vida de los moradores en las intersecciones de las avenidas Atahualpa y Víctor Hugo.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>CALIDAD DE VIDA</b></p> <p>Estado emocional en el que se desarrolla un grupo humano afectado por varios agentes externos generados por el mismo hombre.</p>	Impacto Social	Salud	Con cuanta regularidad acude al médico.	Entrevista Encuesta : Diagnóstico de las molestias actuales
	Seguridad	Peatonal Accidentes	Cuánto se demora en cruzar las avenidas	Observación y encuesta: Diagnóstico del problema por el cual se producen estas acciones.
	Impacto ambiental	Ruido Smog	Quiénes son los causantes de las molestias	Experimental: Utilización de equipo para el registro de las ondas sonoras

Tabla – 03 Operacionalización de variables: Variable Dependiente

### **3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Utilizando el sistema de información geográfica, GPS y mapas del sector se realizó un recorrido de la zona de influencia, una vez delimitada la zona se procedió a establecer las estaciones de conteo vehicular ubicada en el redondel del Mall de los Andes. Para el registro se utilizó formularios cuya información se lo realizó en forma diaria cada 15 minutos y con tres clasificaciones de vehículos livianos, buses, camiones.

Para la anotación de las encuestas cuya muestra representativa fue de 23 personas, se estableció un mapa de registro donde se aplicó dichas encuestas. Estas estaciones fueron también utilizadas para realizar el registro de la contaminación acústica con el sonómetro.

### **3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Los formularios registrados en campo de cada estación permitió identificar las estaciones primarias y secundarias. Se las denominó estaciones primarias o de ingreso por los resultados del conteo vehicular, que reflejaron su distribución a otras estaciones denominadas secundarias o de salida.

Cada estación fue analizada en forma diaria y horaria de tal manera que se logró encontrar el modelo con el que opera este redondel, para una mejor comprensión se ha utilizado mapas conceptuales de cada estación y su respectiva distribución, información que sirvió para calcular los volúmenes de tráfico, mensual, semanal, diario, y los volúmenes en la hora de máxima demanda, horas pico para concluir con la información final que es el excedente de vehículos en este sitio, es decir el análisis de la congestión vehicular.

Los registros con el sonómetro de la contaminación acústica, en cada una de las estaciones de muestreo, nos permitió ver el alcance y sus ya posibles proyecciones, información que se plasmó en forma de mapas conceptuales de los grados registrados en la zona de influencia.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

##### 4.1.1 ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS

Pregunta 1:

Vive usted hace tres años cerca del sector del Mall de los Andes

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE (%)
SI	18	78 %
NO	5	22 %
TOTAL	23	100 %

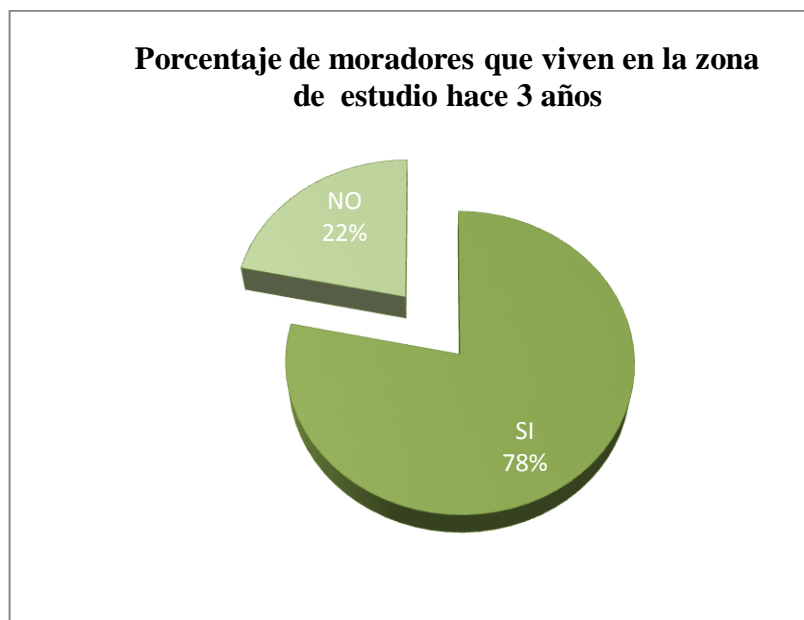


Gráfico – 04 Porcentaje de moradores que viven en la zona

Conclusión: Un 78% de la muestra, son moradores que han identificado el problema hace tres años, el resto del 22% que corresponde a 5 muestras,

identificados por moradores que han llegado recientemente por actividad comercial.

Pregunta 2:

Le afecta el ruido producido por los vehículos

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE (%)
SI	21	91 %
NO	2	9 %
TOTAL	23	100 %

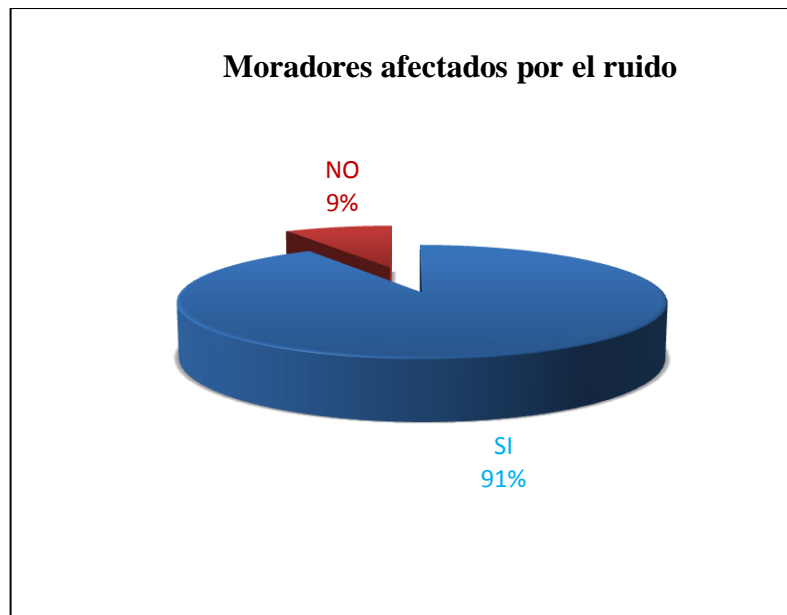


Gráfico – 05 Moradores afectados por el ruido

Conclusión: El 91% de la muestra, manifestaron estar afectados por el ruido y un 9% que corresponde a 2 muestras, consideraron no verse afectados por el tráfico.



### Pregunta 3

En qué transcurso del día se ven afectados por el ruido vehicular.

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE (%)
mañana	8	35 %
tarde	15	65 %
noche	4	17 %
TOTAL	23	100 %

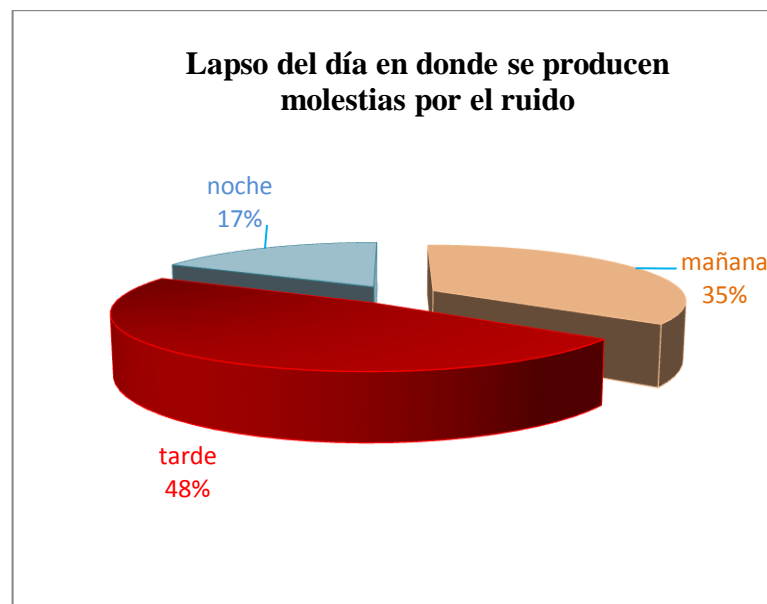


Gráfico – 06 Itinerarios que producen molestias

Conclusiones: La encuesta permitió detectar que existen dos itinerarios con porcentajes de 35% en la mañana, el mayor con 48% en la tarde y en menor intensidad con un 17% en la noche.

#### Pregunta 4

Se ve afectado por el esmog expulsado por los vehículos

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE (%)
SI	22	96 %
NO	1	4 %
TOTAL	23	100 %

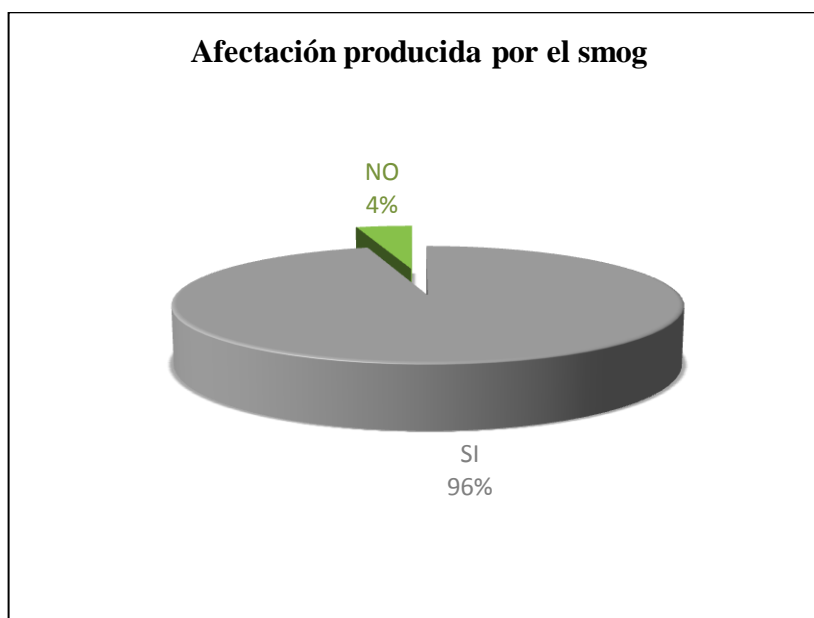


Gráfico – 07 Molestias producidas por el smog

Conclusiones: El 96% de la muestra considera que el smog expulsado por el gran número de vehículos es notoria en su salud un bajo 4% de la muestra no se ven afectados por la cantidad de áreas verdes en sus jardines.

Pregunta 5

Ha notado cambios en su estado de salud

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE (%)
SI	23	100 %
NO	0	0 %
TOTAL	23	100 %



Gráfico – 08 Cambios de salud

Conclusiones: Los cambios en los estados de salud son notorios en toda la muestra, el 100% de ella afirma un cambio en el estado de salud.

### Pregunta 6

Se ve afectado económicamente por el desarrollo que se está dando en su sector.

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE (%)
SI	2	9 %
NO	21	91 %
TOTAL	23	100 %

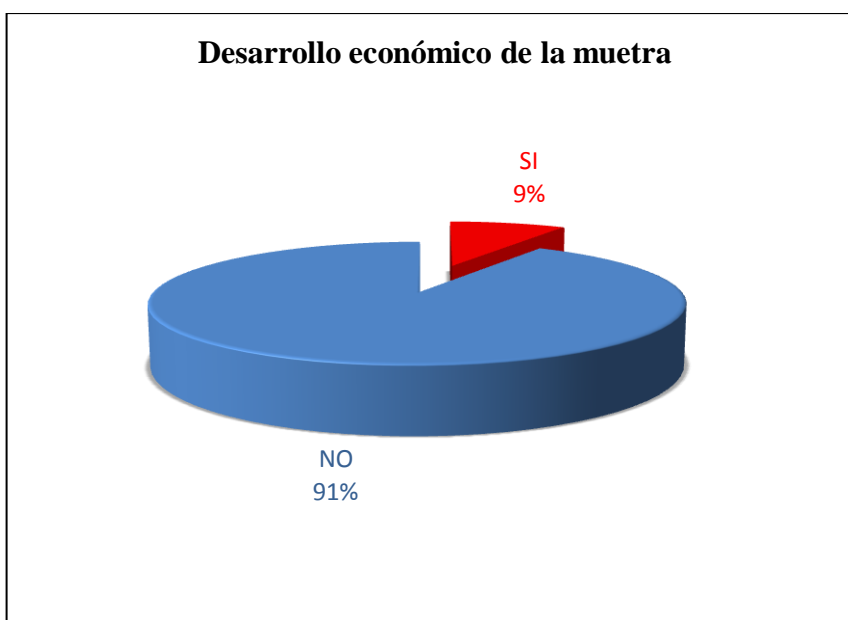


Gráfico – 09 Desarrollo económico de los moradores

Conclusiones: El 91% de la muestra afirma que han mejorado sus ingresos económicos, la zona residencial se ha transformado en una zona comercial, se han retirado los jardines y se han transformado en pequeñas tiendas. Apenas un 9% considera verse afectados económicamente.

### Pregunta 7

Qué enfermedades se han presentado por el ruido y el smog expulsados por el parque automotor.

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE (%)
Dolores de cabeza	8	35 %
Afecciones respiratorias	8	35 %
Alteración nerviosa	7	30 %
TOTAL	23	100 %

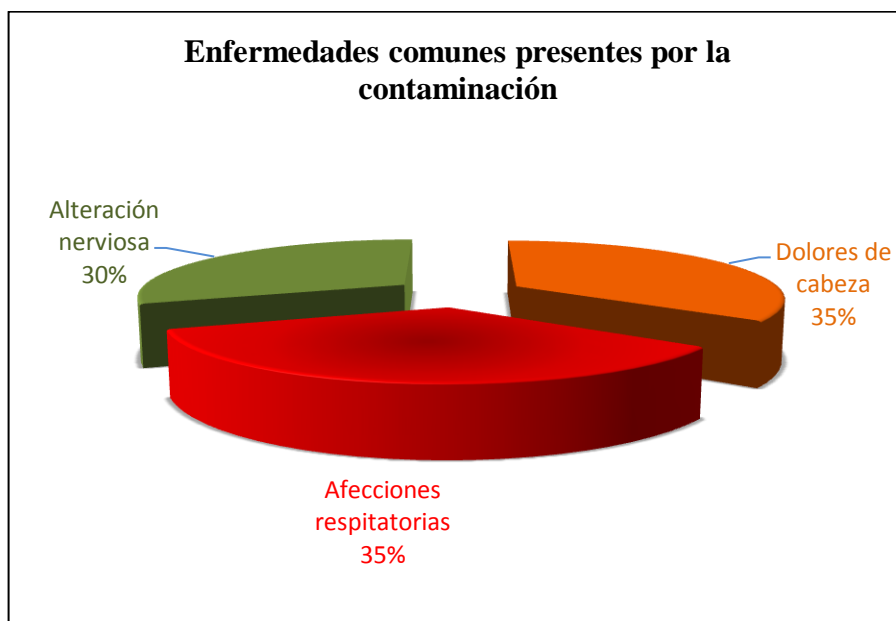


Gráfico – 10 Enfermedades presentes en los moradores

Conclusiones: Los porcentajes obtenidos en la encuesta son similares, de un listado, las más representativas son 35% dolores de cabeza, 35% afecciones respiratorias, y 30% alteraciones nerviosas.

## 4.1.2 ANÁLISIS DEL TRÁFICO

### 4.1.2.1 Estaciones de conteo

Para el conteo se numeraron en estaciones cada uno de los carriles alrededor del redondel E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7-E8 como muestra el gráfico 11, las flechas cuya dirección es hacia afuera del redondel indican que los vehículos están saliendo como por ejemplo la estación E – 2, las flechas que están en dirección del redondel como la estación E-6 indican que los vehículos están ingresando.

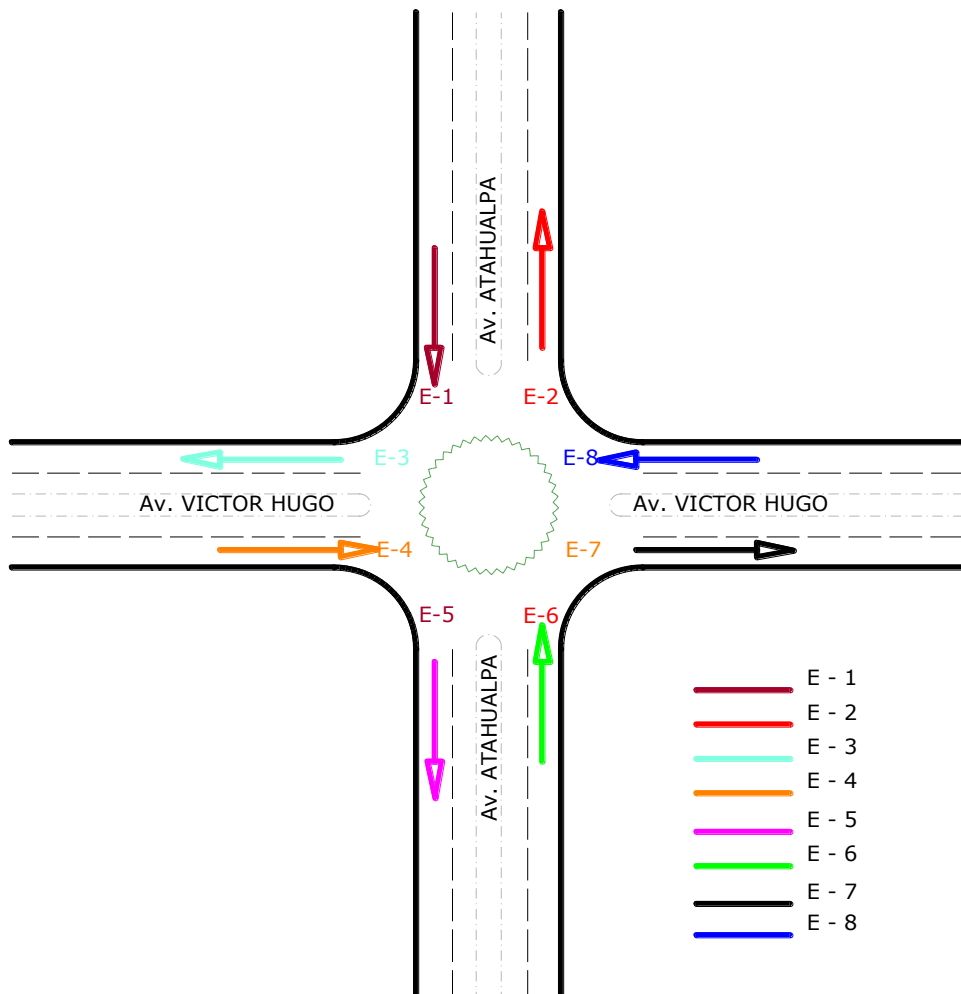


Gráfico – 11 Estaciones de conteo

#### 4.1.2.2 Conteo vehicular

Las tablas 4, 5, 6, 7, presentan el conteo de los 4 lunes de un mes en todas las estaciones, tanto de ingreso como de salida por ejemplo:

El lunes de la primera semana, por la estación E-5 circularon 4961 vehículos livianos, 221 buses y 27 camiones, dando un total de 5208 vehículos. El total de vehículos livianos del primer lunes es de 19788, buses 1343 y 98 camiones, lo que suman un total de 21229 vehículos que circularon por las 8 estaciones entre ingreso y salida

LUNES 1 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3288	237	8	3533
E-2	3943	293	16	4251
E-3	1414	237	9	1661
E-4	1632	9	16	1658
E-5	4961	221	27	5208
E-6	2375	243	1	2619
E-7	891	103	17	1012
E-8	1285	0	2	1287
TOTAL	19788	1343	98	21229

Tabla – 4 Conteo Lunes 1ra semana, 8 Est.

LUNES 2 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3431	248	9	3687
E-2	4114	305	17	4436
E-3	1476	248	10	1733
E-4	1703	10	17	1730
E-5	5176	230	28	5435
E-6	2478	253	1	2732
E-7	930	108	18	1056
E-8	1341	0	2	1343
TOTAL	20648	1402	102	22152

Tabla – 5 Conteo Lunes 2da semana, 8 Est.

LUNES 3 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3716	268	9	3994
E-2	4457	331	18	4806
E-3	1598	268	10	1877
E-4	1845	11	18	1874
E-5	5608	250	30	5887
E-6	2684	274	2	2960
E-7	1007	116	20	1143
E-8	1452	0	3	1455
TOTAL	22369	1518	111	23997

Tabla – 6 Conteo Lunes 3ra semana, 8 Est.

LUNES 4 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3859	279	10	4148
E-2	4628	343	19	4991
E-3	1660	279	11	1949
E-4	1916	11	19	1946
E-5	5823	259	31	6114
E-6	2787	285	2	3074
E-7	1046	121	21	1187
E-8	1508	0	3	1511
TOTAL	23229	1577	115	24920

Tabla – 7 Conteo Lunes 4ta semana, 8 Est.

El conteo de los días martes se presenta en las tablas 8, 9, 10, 11, de las 8 estaciones tanto de ingreso como de salida, en los diferentes tipos de vehículos.

MARTES 1 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	2986	231	3	3220
E-2	3852	287	24	4163
E-3	1310	123	12	1444
E-4	1430	9	15	1454
E-5	4296	211	7	4514
E-6	2642	239	4	2884
E-7	999	104	17	1120
E-8	990	0	7	997
TOTAL	18504	1204	88	19797

Tabla – 8 Conteo Martes 1ra semana, 8 Est.

MARTES 2 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3116	241	3	3360
E-2	4019	300	25	4344
E-3	1367	128	12	1507
E-4	1492	10	15	1517
E-5	4483	220	7	4711
E-6	2756	249	4	3010
E-7	1042	109	17	1168
E-8	1033	0	8	1041
TOTAL	19309	1257	92	20658

Tabla – 9 Conteo Martes 2da semana, 8 Est.

MARTES 3 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3376	261	4	3640
E-2	4354	324	27	4705
E-3	1481	139	13	1633
E-4	1616	11	17	1644
E-5	4857	239	8	5103
E-6	2986	270	5	3260
E-7	1129	118	19	1266
E-8	1119	0	8	1127
TOTAL	20918	1361	100	22379

Tabla – 10 Conteo Martes 3ra semana, 8 Est.

MARTES 4 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3505	271	4	3780
E-2	4521	337	28	4886
E-3	1538	144	14	1696
E-4	1679	11	17	1707
E-5	5044	248	8	5300
E-6	3101	280	5	3386
E-7	1172	123	19	1314
E-8	1162	0	9	1171
TOTAL	21722	1414	104	23240

Tabla – 11 Conteo Martes 4ta semana, 8 Est.

El conteo de los días miércoles se presenta en las tablas 12, 13, 14, 15, de las 8 estaciones tanto de ingreso como de salida, en los diferentes tipos de vehículos.

MIÉRCOLES 1 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	2816	119	5	2940
E-2	4177	303	16	4496
E-3	1342	132	8	1482
E-4	1645	9	14	1668
E-5	4582	227	27	4836
E-6	2633	250	0	2883
E-7	788	113	18	920
E-8	1274	0	5	1279
TOTAL	19256	1153	93	20503

Tabla–12Conteo Miércoles 1ra semana, 8 Est.

MIÉRCOLES 2 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	2938	125	5	3068
E-2	4358	316	17	4691
E-3	1400	137	9	1546
E-4	1716	10	15	1741
E-5	4781	237	28	5046
E-6	2748	261	0	3008
E-7	822	118	19	960
E-8	1329	0	5	1334
TOTAL	20093	1203	97	21394

Tabla–13Conteo Miércoles 2da semana, 8 Est.

MIÉRCOLES 3 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3183	135	5	3323
E-2	4722	342	18	5082
E-3	1517	149	9	1675
E-4	1859	11	16	1886
E-5	5180	257	30	5467
E-6	2977	282	0	3259
E-7	891	128	21	1039
E-8	1440	0	6	1446
TOTAL	21768	1304	106	23177

Tabla–14Conteo Miércoles 3ra semana, 8 Est.

MIÉRCOLES 4 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3305	140	6	3451
E-2	4903	355	19	5277
E-3	1575	154	10	1739
E-4	1931	11	16	1958
E-5	5379	267	31	5677
E-6	3091	293	0	3384
E-7	925	133	22	1079
E-8	1495	0	6	1501
TOTAL	22605	1354	110	24068

Tabla–15Conteo Miércoles 4ta semana, 8 Est.

El conteo de los días jueves se presenta en las tablas 16, 17, 18, 19, de las 8 estaciones tanto de ingreso como de salida, en los diferentes tipos de vehículos.

JUEVES 1 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	2835	231	6	3072
E-2	3674	282	29	3984
E-3	1263	127	15	1404
E-4	1612	9	15	1636
E-5	4220	212	30	4462
E-6	2388	235	7	2630
E-7	945	108	24	1077
E-8	1078	0	6	1083
TOTAL	18014	1204	131	19348

Tabla –16 Conteo Jueves 1ra semana, 8 Est.

JUEVES 2 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	2958	241	6	3205
E-2	3833	294	30	4157
E-3	1318	132	15	1465
E-4	1682	10	15	1707
E-5	4403	221	32	4656
E-6	2492	245	7	2744
E-7	986	113	25	1124
E-8	1125	0	6	1130
TOTAL	18797	1256	136	20189

Tabla – 17 Conteo Jueves 2da semana, 8 Est.



JUEVES 3 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3205	261	7	3473
E-2	4153	319	32	4504
E-3	1427	143	17	1587
E-4	1822	11	17	1850
E-5	4770	239	34	5043
E-6	2699	266	8	2973
E-7	1068	122	27	1217
E-8	1218	0	6	1225
TOTAL	20363	1361	148	21871

Tabla – 18 Conteo Jueves 3ra semana, 8 Est.

JUEVS 4 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3328	271	7	3606
E-2	4312	331	33	4677
E-3	1482	149	17	1648
E-4	1892	11	17	1921
E-5	4953	248	36	5237
E-6	2803	276	8	3087
E-7	1109	127	28	1264
E-8	1265	0	6	1272
TOTAL	21146	1413	153	22713

Tabla – 19 Conteo Jueves 4ta semana, 8 Est.

El conteo de los días viernes se presenta en las tablas 20, 21, 22, 23, de las 8 estaciones tanto de ingreso como de salida, en los diferentes tipos de vehículos.

El conteo realizado en estos días sobresale del resto por ser los valores más representativos, es así que la estación E – 5 de la tabla E – 3 sobresale con un valor total de **26567** vehículos/día en la cuarta semana,

VIERNES 1 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3445	248	4	3697
E-2	4278	303	17	4599
E-3	1504	132	9	1645
E-4	1631	9	12	1652
E-5	5183	227	20	5431
E-6	3002	250	2	3253
E-7	840	114	15	968
E-8	1382	0	5	1387
TOTAL	21265	1282	84	22631

Tabla – 20 Conteo Viernes 1ra semana, 8 Est.

VIERNES 2 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3595	259	4	3858
E-2	4464	316	18	4799
E-3	1569	137	10	1716
E-4	1702	10	12	1724
E-5	5409	237	21	5667
E-6	3132	261	2	3395
E-7	876	119	15	1010
E-8	1442	0	5	1447
TOTAL	22189	1338	88	23615

Tabla– 21 Conteo Viernes 2da semana, 8 Est.

VIERNES 3 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3894	281	4	4179
E-2	4837	342	20	5198
E-3	1700	149	10	1859
E-4	1843	11	13	1867
E-5	5859	257	23	6139
E-6	3393	282	2	3678
E-7	950	128	17	1095
E-8	1562	0	6	1568
TOTAL	24038	1450	95	25583

Tabla – 22 Conteo Viernes 3ra semana, 8 Est.

VIERNES 4 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	4044	291	4	4340
E-2	5023	355	21	5398
E-3	1765	154	11	1931
E-4	1914	11	14	1939
E-5	6085	267	24	6375
E-6	3524	293	2	3819
E-7	986	133	17	1137
E-8	1622	0	6	1628
TOTAL	24963	1506	99	26567

Tabla– 23 Conteo Viernes 4ta semana, 8 Est.

Las tablas 20, 21, 22, 23 representan el conteo de los días viernes, por tipo de vehículos, la característica de estos días es la estación E – 5 que es la más representativa.

El conteo de los días viernes se presenta en las tablas 24, 25, 26, 27, de las 8 estaciones tanto de ingreso como de salida, en los diferentes tipos de vehículos.

SÁBADO 1 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	2735	133	6	2875
E-2	3431	238	31	3700
E-3	1197	86	14	1298
E-4	1243	3	15	1261
E-5	3905	119	34	4057
E-6	2320	195	6	2520
E-7	864	86	22	972
E-8	921	0	9	930
TOTAL	16616	861	136	17612

Tabla – 24 Conteo Sábado 1ra semana, 8 Est.

SÁBADO 2 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	2854	139	6	3000
E-2	3580	248	33	3861
E-3	1249	90	15	1355
E-4	1297	3	15	1315
E-5	4075	124	35	4234
E-6	2420	203	6	2630
E-7	902	90	23	1015
E-8	961	0	9	970
TOTAL	17338	898	142	18378

Tabla– 25 Conteo Sábado 2da semana, 8 Est.

SÁBADO 3 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3092	151	7	3249
E-2	3878	269	35	4182
E-3	1354	98	16	1467
E-4	1405	4	17	1425
E-5	4414	134	38	4586
E-6	2622	220	7	2849
E-7	977	98	24	1099
E-8	1041	0	10	1051
TOTAL	18783	973	153	19910

Tabla – 26 Conteo Sábado 3ra semana, 8 Est.

SÁBADO 4 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	3211	157	7	3374
E-2	4027	279	37	4343
E-3	1406	102	17	1524
E-4	1459	4	17	1480
E-5	4584	139	39	4763
E-6	2723	229	7	2958
E-7	1015	102	25	1142
E-8	1081	0	10	1091
TOTAL	19506	1011	159	20676

Tabla– 27 Conteo Sábado 4ta semana, 8 Est.

El conteo de los días viernes se presenta en las tablas 28, 29, 30, 31, de las 8 estaciones tanto de ingreso como de salida, en los diferentes tipos de vehículos.

DOMINGO 1 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	1762	141	7	1909
E-2	2956	166	10	3132
E-3	933	70	9	1012
E-4	1353	3	5	1360
E-5	3471	120	18	3609
E-6	1472	136	0	1608
E-7	659	67	9	735
E-8	1205	0	5	1210
TOTAL	13811	702	62	14576

Tabla – 28 Conteo Domingo 1ra semana, 8 Est.

DOMINGO 2 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	1838	147	7	1992
E-2	3085	173	10	3268
E-3	973	73	9	1056
E-4	1412	3	5	1420
E-5	3622	125	19	3766
E-6	1536	142	0	1678
E-7	688	70	9	767
E-8	1257	0	5	1262
TOTAL	14412	733	65	15210

Tabla–29Conteo Domingo 2da semana, 8 Est.

DOMINGO 3 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	1992	159	8	2159
E-2	3342	188	11	3541
E-3	1055	80	10	1144
E-4	1529	3	6	1538
E-5	3924	135	20	4079
E-6	1664	154	0	1818
E-7	745	76	10	831
E-8	1362	0	6	1368
TOTAL	15613	794	70	16477

Tabla – 30 Conteo Domingo 3ra semana, 8 Est.

DOMINGO 4 SEMANA

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	2068	165	8	2242
E-2	3471	195	11	3677
E-3	1095	83	10	1188
E-4	1588	3	6	1597
E-5	4075	140	21	4236
E-6	1728	160	0	1888
E-7	774	79	10	863
E-8	1414	0	6	1420
TOTAL	16213	825	73	17111

Tabla–31ConteoDomingo 4tda semana, 8 Est.

### 4.1.3 ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Ya definida la zona de estudio, se procedió a tomar los siguientes datos: coordenadas registradas con el GPS, y las ondas sonoras registradas con el sonómetro manual. Esta información fue obtenida, un día viernes a las 3 de la tarde.

El registro de los decibeles permitió establecer hasta donde se extendían las ondas sonoras, estos valores se los ha catalogado en intervalos de 40-50, 50-70, 70-65, cada graduación se lo identificó con un color desde el rojo para la graduación de 70-95, naranja 50-70, y celeste 40-50, como se muestra en la tabla 32.

Estación	X	Y	DB	Textura/mapa
M-1	764215,31	9860139,79	70-95	Red
M-2	764261,97	9860223,27	50-70	Orange
M-3	764264,71	9860300,00	70-95	Red
M-4	764244,91	9860388,34	70-95	Red
M-5	764233,96	9860427,57	70-95	Red
M-6	764217,69	9860499,04	70-95	Red
M-7	764195,45	9860586,30	50-70	Orange
M-8	764169,80	9860687,23	50-70	Orange
M-9	764302,11	9859960,87	70-95	Red
M-10	764334,62	9860083,09	70-95	Red
M-11	764355,20	9860205,85	50-70	Orange
M-12	764362,59	9860300,00	50-70	Orange
M-13	764367,54	9860366,89	70-95	Red
M-14	764367,46	9860462,38	40-50	Cyan

Estación	X	Y	DB	Textura/mapa
M-15	764366,13	9860633,85	50-70	Orange
M-16	764365,66	9860706,82	40-50	Cyan
M-17	764407,97	9859950,05	70-95	Red
M-18	764437,49	9860054,80	70-95	Red
M-19	764465,08	9860158,20	50-70	Orange
M-20	764478,32	9860210,19	50-70	Orange
M-21	764501,37	9860329,95	50-70	Orange
M-22	764520,47	9860431,39	50-70	Orange
M-23	764543,72	9860566,65	40-50	Cyan
M-24	764097,35	9860144,76	50-70	Orange
M-25	764047,18	9860255,44	40-50	Cyan
M-26	764006,46	9860367,67	40-50	Cyan
M-27	764000,00	9860392,71	50-70	Orange
M-28	763958,49	960473,660	40-50	Cyan
M-29	764015,97	9860506,83	40-50	Cyan
M-30	763881,49	9860543,81	40-50	Cyan
M-31	763971,97	9860572,88	40-50	Cyan
M-32	764016,83	9860618,80	40-50	Cyan
M-33	763914,37	9860626,75	40-50	Cyan
M-34	763940,92	9860697,73	40-50	Cyan
M-35	764000,00	9860795,17	40-50	Cyan

Tabla – 32 Registro de las ondas sonoras db (decibeles)

## 4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

### 4.2.1 INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA ENCUESTA

La encuesta realizada a 23 muestras representativas de la zona de influencia resumidas en la tabla 33, indica que el problema radica hace tres años con la transformación de una zona residencial a una comercial y bancaria, acompañado de un incremento en el parque automotor, esto permitió identificar los problemas: el ruido, el smog, la inseguridad, y su deterioro en la salud.

Nº	ENCUESTA	SI	NO	MAÑANA	TARDE	NOCHE	DOLORES DE CABEZA	AFECCIONES RESPIRATORIAS	ALTERACIONES NERVIOSAS	TOTAL
1	Vive usted hace tres años cerca del sector del Mall de los Andes	18	5							23
2	Le afecta el ruido producido por los vehículos	21	2							23
3	En qué transcurso del día se ven afectados por el ruido vehicular			8	11	4				23
4	Se ve afectado por el esmog expulsado por los vehículos	22	1							23
5	Ha notado cambios en su estado de salud	23	0							23
6	Se ve afectado económicamente por el desarrollo que se está dando en su sector	2	21							23
7	Qué enfermedades se han presentado por el ruido y el smog expulsados por el parque automotor						8	8	7	23

Tabla – 33 Resumen del registro de encuesta

#### 4.2.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS DEL TRÁFICO

ESTACIONES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL MES
E-1	15362	14001	12782	13356	16073	12498	8302	92374
E-2	18484	18098	19546	17322	19994	16086	13618	123148
E-3	7220	6280	6442	6104	7150	5644	4400	43240
E-4	7209	6322	7253	7114	7182	5481	5915	46476
E-5	22644	19628	21026	19398	23612	17640	15690	139638
E-6	11385	12540	12535	11435	14145	10957	6992	79989
E-7	4398	4868	3998	4682	4210	4228	3196	29580
E-8	5596	4336	5560	4710	6030	4042	5260	35534
TOTAL	92298	86073	89142	84121	98396	76576	63373	589979

Tabla – 34 Resumen mensual de Conteo

La tabla 34 muestra un resumen del conteo mensual, el análisis se lo realizó por día, patrón con el que se manejó esta zona, así tenemos que el tráfico mensual de toda las estaciones fue de 589979 vehículos, el día lunes con todas sus estaciones registró 92298 vehículos, el día viernes con 98396 vehículos mensuales.

#### VIERNES

Vehículos Estaciones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
E-1	14978	1079	16	16073
E-2	18602	1316	76	19994
E-3	6538	572	40	7150
E-4	7090	41	51	7182
<b>E-5</b>	<b>22536</b>	<b>988</b>	<b>88</b>	<b>23612</b>
E-6	13051	1086	8	14145
E-7	3652	494	64	4210
E-8	6008	0	22	6030
TOTAL	92455	5576	365	98396

Tabla – 35 Resumen de conteo de todas las estaciones

La tabla 35 amplía este análisis: el día lunes la estación E-5 registró lo siguiente, vehículos livianos 22536, buses 988, camiones 88 haciendo un total de 23612 vehículos por mes que circulan los cuatro viernes.

DÍA/SEM	ESTACIÓN	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	PARCIAL
Viernes-1	E-5	5183	227	20	5431
Viernes-2	E-5	5409	237	21	5667
Viernes-3	E-5	5859	257	23	6139
Viernes-4	E-5	6085	267	24	6375
TOTAL		22536	988	88	23612

Tabla – 36 Resumen de conteo de 4 viernes de la estación E-5

La tabla 36 nos muestra el conteo de cada viernes, la última semana del mes y el inicio de otra, donde se registró el mayor movimiento vehicular y con dirección hacia la estación E-5 con movimiento de 6375 vehículos por día.

DÍA/SEM	ESTACIÓN	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	PARCIAL
Viernes-4	E-5	6085	267	24	6375

Tabla – 37 Resumen del conteo por día y tipo de vehículo de la estación E-5

La estación E – 5 permite la salida de 6085 vehículos livianos, 267 buses, y 24 camiones con un total de 6375.

#### 4.2.3 INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

##### 4.2.3.1 Intervalos entre 40-50

La baja intensidad de las ondas sonoras se registró en el intervalo entre 40-50, el registro de las coordenadas de georeferenciación nos permitió delimitar las zonas, ubicadas a tres cuadras del redondel, para mejor visualización estos intervalos fueron identificados con el color cian, y plasmados en el mapa 1.





#### **4.2.3.2 Intervalos entre 50-70**

Las zonas afectadas por los intervalos 50-70 presentaron contaminación acústica, los límites admisibles, consideran que la zona comercial mixta es de 65 en horarios de 6:00 am a 20:00 pm el máximo es de 65 y en la noche de 55. El mapa 2 cuyas zonas se encuentran pintadas con tomate, nos permitió visualizar este intervalo, zonas más cercanas al redondel.

#### **4.2.3.3 Intervalos entre 70-95**

Las zonas más afectadas son los intervalos entre 70-95, en el mapa 3 se presentan marcados con color rojo, zonas donde se registraron valores altos que sobrepasaron la norma 65, este registro fue tomado un día viernes, día de mayor circulación vehicular en el inicio del horario pico 3:30 am. Aquí se pudo observar la tendencia de esta contaminación.

El mapa 4 nos muestra la influencia de los tres intervalos unidos, de tal manera que se pueden ver las zonas de influencia y las tendencias del aumento de contaminación, el avance se va desarrollando a la par con el desarrollo económico incontrolable que se está dando en esta zona comercial y residencial, con tendencias a lo comercial, de manera que se están eliminando los jardines para aperturar pequeños negocios.

El mapa 5 muestra un panorama más completo, la trayectoria de crecimiento comercial que está viviendo la ciudad de Ambato y su influencia en el desarrollo comercial dirigido hacia la zona sur de la ciudad de Ambato.









### **4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Los resultados de las encuestas permitieron comprobar el deterioro en la calidad de vida de los moradores de la zona, los factores detonantes son múltiples y están a la par con el desarrollo económico por el que atraviesa la zona sur de la ciudad de Ambato.

El incremento económico en la zona de estudio trasladó el problema a la zona residencial de hace tres años a una zona mixta, el aumento del parque automotor incrementó los niveles de contaminación por el ruido provocado por los vehículos, el smog desalojado por los automotores en mal estado y la población flotante existente manifestó sentir ya sus molestias por la inseguridad presentada.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

La distribución vehicular del sector ubicado entre las avenidas Atahualpa y Víctor Hugo deriva de 8 estaciones, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, existiendo 4 estaciones principales de ingreso E1, E4, E6, E8 que distribuyen al resto de estaciones E2, E3, E5, E7.

El conteo diario permite identificar tres intervalos de horas pico claramente definidas, en la mañana de 7:00 a 8:30, a medio día de 12:00 a 14:00 y en la tarde que es más prolongada de 15:00 17:30 en donde va disminuyendo hasta las 19:00.

Toda esta información ha permitido evaluar parámetros en cualquier intervalo, para el presente estudio se realizó el análisis en la estación E1 en un intervalo de 15:00 hasta 19:15, como resultado tenemos el volumen horario máximo diario VHMD igual a 324 veh/h, con sus respectivos volúmenes horarios a los 5 minutos, VHMD5 igual a 324 veh/hora/5min, y VHMD15 igual a 81 veh/h/15 minutos.

Los factores horarios máximos diarios FHMD5 igual a 0.41 y factores horarios máximos diarios FHMD15 de 0.78. Los resultados obtenidos

indica que la frecuencia de paso de los vehículos en períodos cortos es mucho más alta; períodos dentro de los cuales se encontrarán los problemas de tránsito.

La proyección del tráfico futuro utilizando el método de regresión lineal simple, determina que el tráfico para el año 2020 de este sector será de 790189 vehículos en relación al actual de 589979 vehículos/año.

La tasa de flujo vehicular es de 293 veh/h con un Q15 de 73 veh/15min, con una densidad K de 10 veh/km, con un espaciamiento promedio de 100 m/h.

Todos estos datos obtenidos del conteo vehicular me permitieron llegar al análisis de esta investigación: la congestión vehicular y el grado de contaminación existente, por el exceso de vehículos, a través de la determinación del volumen horario necesario del sector igual a 217 veh/h, los volúmenes obtenidos como el de 293 vehículos nos permite tener un excedente de 71 vehículos, con una duración de congestión de 5.07 horas, demanda máxima que experimenta de 23 minutos, demora promedio del tránsito 13.50 minutos y una longitud promedio de la cola de 49 vehículos.

Los informes de contaminación acústica con el MTP ST-805 mini micrófono de sonido corresponde a valores de hasta 90.7 decibeles, valor mayor al admisible de 60 decibeles.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Con los datos obtenidos en las encuestas y el conteo vehicular permitió llegar a comprobar la congestión existente, establecida en tres intervalos durante el día, la eliminación del redondel, y el diseño de un sistema de semaforización de la zona de influencia y un paso peatonal elevado.

Garantizar el control especializado del tránsito, en las horas pico determinadas durante el día, los días lunes, viernes y los días feriados.

Manejo adecuado de las zonas de estacionamiento, parqueadero, de las zonas de parter, aumento de las áreas verdes no utilizadas en los actuales momentos, considerando que un árbol absorbe la contaminación de 100 vehículos en circulación, y señalética adecuada.



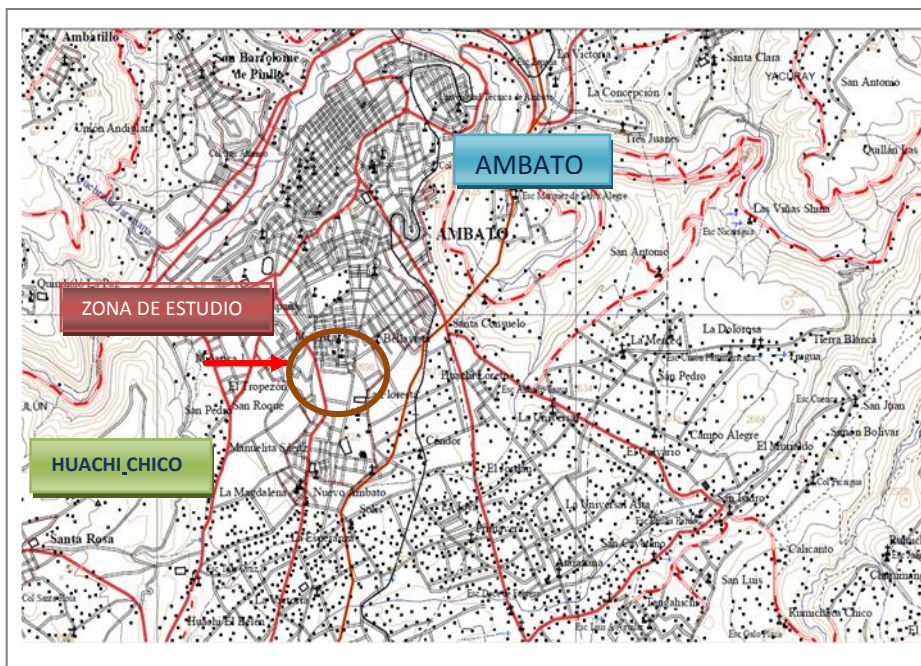
# CAPÍTULO VI

## PROPUESTA

**MODELO DE REORDENAMIENTO VEHICULAR PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS MORADORES ENTRE LAS INTERSECCIONES DE LAS AVENIDAS ATAHUALPA Y VÍCTOR HUGO.**

### 6.1 DATOS INFORMATIVOS

La zona de intervención se encuentra ubicada en Tungurahua en la ciudad de Ambato, parroquia Huachi Chico al sur de la ciudad, en un centro de desarrollo económico comercial y automotriz a una altitud de 2700 msnm dentro de las coordenadas 764233.96 y 9860427.57



Mapa – 6 Mapa de ubicación geográfica de la zona

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

El desarrollo económico de Ambato, con una tendencia hacia la zona sur de la ciudad, ha generado perspectivas económicas de inversión comercial, infraestructura, parque automotor todo esto reunido en un sitio estratégico, en las intersecciones entre las avenidas Atahualpa y Víctor Hugo, El éxito fue tanto que se consolidó esta zona, generando un ingreso de población flotante de inversión, quedando corto la infraestructura vial.

## **6.3 JUSTIFICACIÓN**

La obtención de datos reales que permitan evaluar lo que está sucediendo, analizar el conjunto de elementos que están interviniendo en la generación de la congestión. Establecer zonas de control que contribuyan a mejorar el modelo actual.

Enviar personal selectivo que maneje y desplace el problema en las horas pico. Contribuir a mejorar la calidad de vida de los moradores de tal manera que sea un lugar para habitar y desarrollarse.

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un modelo de reordenamiento vehicular que mejore la calidad de vida en la zona de intervención, entre las intersecciones de las avenidas Atahualpa y Víctor Hugo, y su influencia en la calidad de vida de los moradores del sector.

### **6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Calcular la variación de volumen en la hora de máxima demanda.
- b) Pronosticar el volumen de tránsito futuro
- c) Establecer la tasa de flujo vehicular
- d) Analizar la congestión vehicular

## 6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Los resultados obtenidos servirán al área de transporte de la ciudad M.T.O.P y a la Ilustre Municipalidad de Ambato en el plan de reordenamiento territorial, información que contribuirá a establecer un plan de manejo vehicular con grandes volúmenes de tránsito en redondeles.

## 6.6 FUNDAMENTACIÓN

### 6.6.1 CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Para iniciar el modelo del reordenamiento vehicular, comenzamos calculando el tráfico promedio anual, mensual diario de la zona de estudio.

Por cuestiones de tiempo y presupuesto se realizó el conteo real del mes de octubre, el resto de meses se los obtuvo en función de los días de cada mes como se muestra en la tabla 38. Estos datos nos permitieron calcular el tráfico promedio anual, mensual y semanal como muestra la tabla 39.

MES	DIAS	Total/mes
Enero	31	589979
Febrero	28	532884
Marzo	31	589979
Abril	30	570947
Mayo	31	589979
Junio	30	570947
Julio	31	589979
Agosto	31	589979
Septiembre	30	570947
Octubre	31	589979
Noviembre	30	570947
Diciembre	31	589979
TOTAL		6946527

Tabla 38 Tráfico anual

Esta información nos permitió realizar los siguientes cálculos mostrados en la tabla 39

CÁLCULO	FÓRMULA	VALOR /VEHÍCULOS
Tránsito anual TA		6946527 veh/año
Tránsito promedio diario anual TPDA	—	19032 veh/día
Tránsito mensual TM Mes de Octubre 31 días		589979 veh/mes
Tránsito promedio diario anual TPDM	—	19032 veh/día
Tránsito semanal TS		135695 veh/día
Tránsito promedio diario semanal TPDS	—	19385 veh/día

Tabla 39 Cálculo del tráfico promedio

## **6.6.2 CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DE VOLUMEN EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA.**

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora máxima demandada, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser bastante diferente durante varios días de la semana. Para el mismo periodo máximo. En cualquier de estos casos, es importante conocer la variación del volumen dentro de las horas de máxima demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos, para así realizar la planeación de los controles de tránsito para estos periodos durante el día, tales como prohibición de estacionamiento, prohibición de ciertos movimientos de vuelta y disposición de los tiempos de los semáforos.

---

N= Número de período durante la hora de máxima demanda

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 o 15 minutos, utilizándose los 15 minutos con más frecuencia

---

---

El factor de la hora de máxima demanda es un indicador de las características del flujo de tránsito en períodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de los flujos máximos durante toda la hora.

Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujo máximo en períodos cortos dentro de la hora.

Aforo vehicular realizado durante un período de máxima demanda en un punto sobre la estación E1, que constituye una de las estaciones representativas.



Los resultados obtenidos indica que la frecuencia de paso de los vehículos en períodos cortos es mucho más alta; períodos dentro de los cuales se encontrarán los problemas de tránsito.

Con estos resultados se pueden expresar los flujos máximos, de cada período, en términos horarios así:

Con base en la hora seleccionada, se definen los volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora:

Volumen horario de máxima demanda VHMD

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se puede presentar durante un día en particular

Para el cálculo se tomó un período de intervalo entre las 15:30 hasta las 16:45 con intervalos de 15 minutos y un volumen de conteo a los 5 minutos de 66 vehículos como muestra la tabla 40. Donde el volumen crítico fue de 15:30 a 15:45 como muestra el gráfico 12, con un volumen de 104 vehículos.

Período Horas minutos	Volumen cada 15 minutos(Q <sub>15</sub> ) vehículos mixtos	Volumen cada 5 minutos(Q <sub>5</sub> ) vehículos mixtos
15:30-15:45	104	66
15:45-16:00	64	
16:00-16:15	63	
16:15-16:30	62	
16:30-16:45	31	
TOTAL	324	

Tabla 40 Volúmen de tráfico entre los períodos 15:30 y 16:45

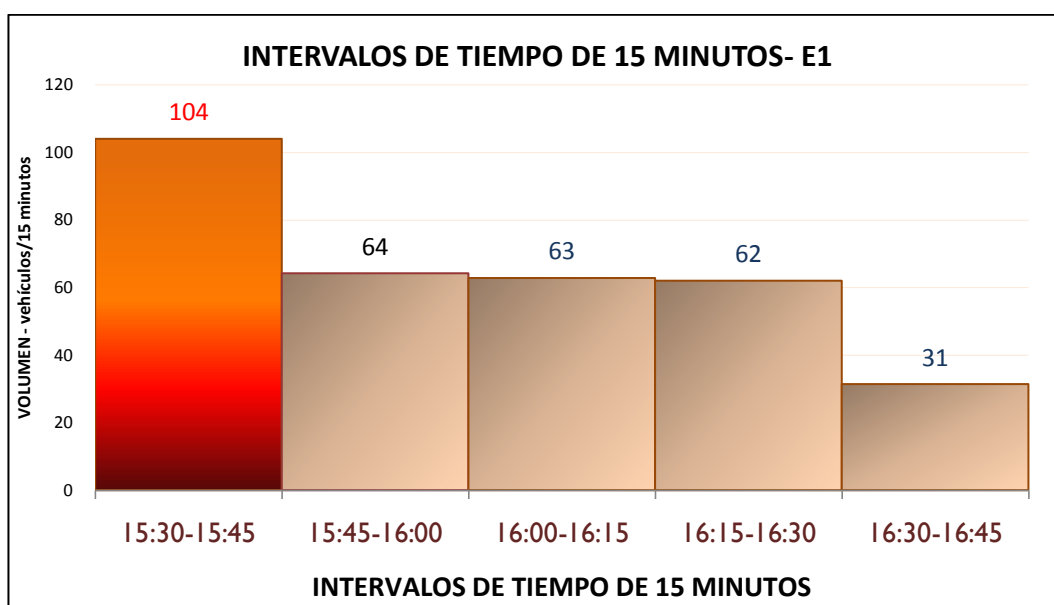


Gráfico -12 Volúmenes de tráfico entre los períodos de 15:30 y 16:45

Estos valores nos permitirán calcular los factores de hora de máxima demanda.  
Determinar si el paso de los vehículos se da en períodos cortos o largos.

#### **6.6.2.1 Cálculo de los factores de hora de máxima demanda**

Para obtener estos factores, calculamos los volúmenes horarios de máxima demanda en períodos de 15 minutos y 5 minutos.

324 vehículos/hora

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

0.78

Los resultados obtenidos indica que la frecuencia de paso de los vehículos en períodos cortos es mucho más alta; períodos dentro de los cuales se encontrarán los problemas de tránsito.

#### **6.6.2.2 Cálculo del flujo máximo**

Con estos resultados se pueden expresar los flujos máximos, de cada período, en términos horarios así:



### 6.6.2.3 Cálculo de los volúmenes horarios

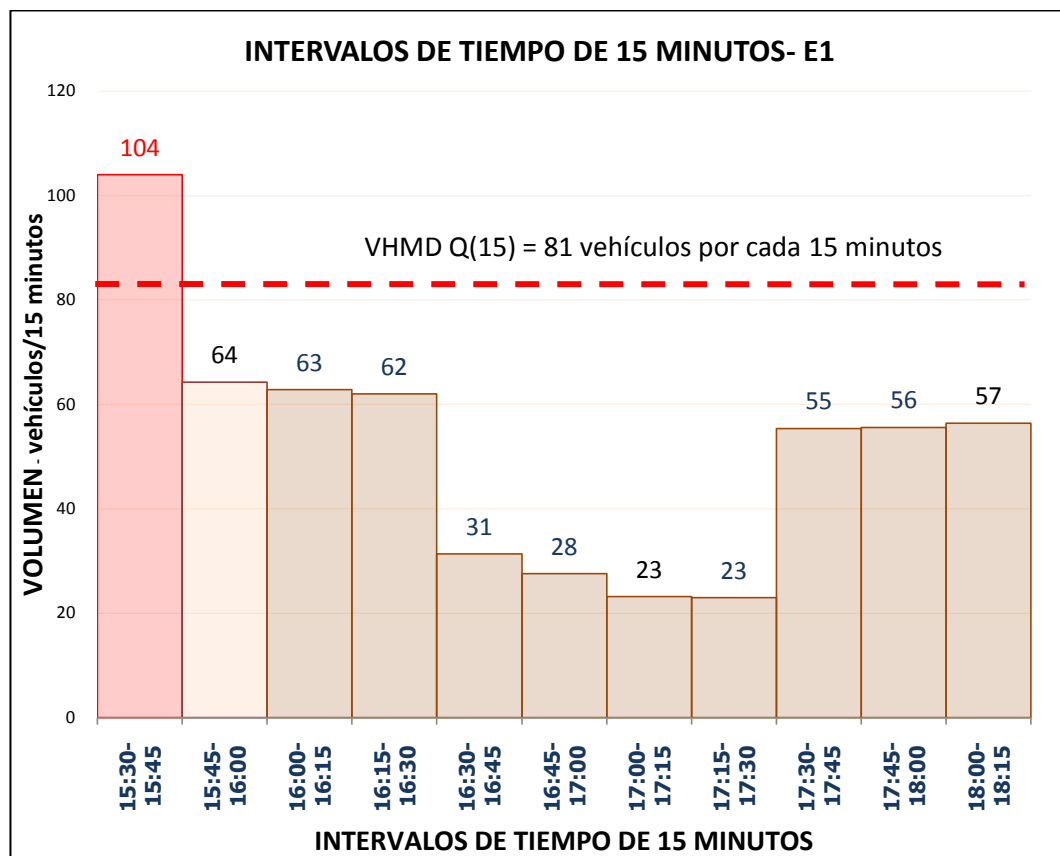


Gráfico – 13 Volúmenes horarios del modelo con un período de 15 minutos

El cálculo del volumen horario nos permite identificar la cantidad de vehículos que deberían circular en un período de 15 minutos, del conteo se registró que el volumen a los 5 minutos fue de 27 veh/h y el volumen en un período de 15 minutos fue de 81 veh/h.

El gráfico 13 se puede observar que en el intervalo de las 15:30 a las 15:45, se sobrepasa el volumen con un valor de 104 vehículos/ hora, valor que nos permite confirmar la congestión en ese período de tiempo.

### **6.6.3 PRONÓSTICO DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO FUTURO**

Para obtener una estimación de los volúmenes de tránsito futuro, sobre todo en carreteras, donde se cuentan con datos de las series históricas de los volúmenes de tránsito promedio diario TPDS, se utilizan las regresiones lineales y curvilíneas, tipos línea recta, exponencial, potencial y logarítmica. En la presente investigación se calculó con la siguiente:

#### **6.6.3.1 Regresión lineal simple (línea de mínimos cuadrados)**

La figura ilustra esquemáticamente los valores observados (reales) de la variable dependiente “ $y_i$ ” y sus correspondientes valores estimados (teóricos) “ $\hat{y}_i$ ”, para valores específicos de la variable independiente. Esta estimación se realiza a través de la recta de regresión trazada.

Por tanto, como se puede decir que a cualquier “ $x$ ” le corresponde un valor observado) (real) y un valor estimado (teórico).

La ecuación de la recta de regresión es: a

El gráfico 14 nos muestra la interpretación gráfica de la regresión lineal simple que se utilizó para la proyección futura del tráfico.

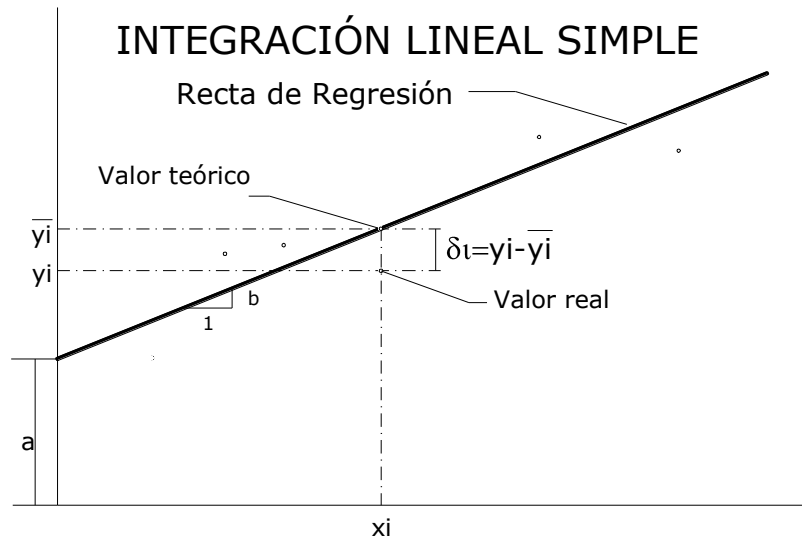


Gráfico – 14 Interpretación gráfica de la integración lineal simple

Donde "a" representa el intercepto sobre el eje vertical "y" "b" "l" pendiente de la línea de regresión. A su vez, a la diferencia entre el valor observado y el valor estimado, se la denomina error  $\delta_i$ , esto es:

$$\delta_i = y_i - \bar{y}_i$$

El método de los mínimos cuadrados, dice que para "n" valores observados, la suma de los cuadrados de los errores, alrededor de la línea de regresión debe ser mínima:

$$\sum_{i=1}^n \delta_i^2 = \text{Minimo}$$

$$\sum_{i=1}^n \delta_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

Entonces se trata de calcular los parámetros "a" y "b" para un conjunto de pares de datos  $(x_i, y_i)$ . Para un mínimo, la primera derivada parcial debe ser igual a cero, esto es:

$$\frac{\partial}{\partial a} \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - a - b x_i)^2 \right] = -2 \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - a - b x_i) \right] = 0$$

El segundo término de la ecuación 1 debe ser igual a cero, esto es:

De donde se obtiene la primera ecuación normal:

De manera similar, el segundo término de la ecuación 2, también debe ser igual a cero, esto es:

De donde se obtiene la segunda ecuación normal:

El coeficiente de correlación r, se calcula mediante la siguiente expresión:

---

Regresión lineal simple (línea de mínimos cuadrados)

### **6.6.3.2 Cálculo del tráfico futuro utilizando la regresión simple**

Esta metodología que es una de las tantas que puede ser aplicada para proyección futura conlleva a tener información suficiente de por lo menos dos o tres años de tráfico, mientras mayor es mejor, eso implica un recurso muy alto, la tabla 41 contiene las variables que se requieren para el cálculo vehicular futuro, se lo realiza con dos años el 2010 y el 2011.

Años	TPDS (veh/día)	xi	yi	xi <sup>2</sup>	xiyi	yi <sup>2</sup>
2010	589979	1	589979	1	589979	348075220441,00
2011	610000	2	610000	4	1220000	372100000000,00
<b>Sumatorias</b>		<b>Σxi = 03</b>	<b>Σyi = 1199979</b>	<b>Σxi<sup>2</sup> = 05</b>	<b>Σxiyi = 1809979</b>	<b>Σyi<sup>2</sup> = 720175220441</b>

Tabla – 41 Variables para el cálculo de la regresión lineal – Tráfico futuro

La fórmula general es la siguiente:

De donde “n” representa los años de estudio para este caso 2, con cada una de las variables armamos el sistema de ecuaciones de primer grado con dos incógnitas.

$$2*a+3*b=1199979$$

$$3*a+5b=1809979$$

Resuelto el sistema de ecuaciones con dos incógnitas tenemos los valores correspondientes a cada variable

$$a= 569958 \text{ vehículos/día}$$

$$b= 20021 \text{ vehículos/día}$$

Con las variables obtenidas armamos la ecuación de la regresión simple que nos permitirá obtener los datos de la proyección, para el presente estudio se lo realizó hasta el año 2020 como se muestra en la tabla 42.

Años	$y = 569958 + 20021 * b$
2010	589979
2011	610000
2012	630021
2013	650042
2014	670063
2015	690084
2016	710105
2017	730126
2018	750147
2019	770168
2020	790189

Tabla – 42 Tráfico futuro desde el 2010 hasta el 2020

#### 6.6.4 ANÁLISIS DE FLUJO VEHICULAR

Mediante el análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planeamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte.

Con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas el análisis de flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel eficiente de la operación.

Uno de los resultados más útiles del análisis de flujo vehicular es el desarrollo de modelos microscópicos y macroscópicos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento.

Estos modelos han sido la base del desarrollo del concepto de capacidad y niveles de servicio aplicando a diferentes tipos de elementos viales.

Variables relacionados con el flujo

### 1.- Tasa de flujo o flujo (q)

La tasa de flujo, q es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada. La tasa de flujo es pues, el número de vehículos, N, que pasan durante un intervalo de tiempo específico, T, inferior a una hora, expresada en vehículos por minuto (veh/min) o vehículos por segundo (veh/s). Teniendo cuidado de su interpretación, pues no se trata del número de vehículos que efectivamente pasan durante una hora completa o volumen horario, Q. La tasa de flujo, q, se calcula con la siguiente expresión:

—

### 2.- Intervalo simple

Es el intervalo de tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos, generalmente expresado en segundos medido entre puntos homólogos del par de vehículos

### 3.- Intervalo promedio

Es el promedio de todos los intervalos simples,  $t_i$ , existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en segundos por vehículos (s/veh) y se calcula, de acuerdo a la siguiente expresión.

—————

Donde:

$t_p$  = intervalo promedio (s/veh)

N = número de vehículos (veh)

N-1 = número de intervalos (veh)

$t_i$  = intervalo simple entre el vehículo i y el vehículo i+1

Densidad: k

Espaciamiento promedio

#### 6.6.4.1 Cálculo de la tasa de flujo vehicular

La tasa de flujo se analizó para una hora, como muestra la tabla 43, donde hay cuatro intervalos de 15 minutos, con sus respectivos volúmenes de la estación E – 1, como muestra el gráfico 15.

Intervalo de tiempo (Horas minutos)	Volumen cada 15 minutos ( $Q_{15}$ ) vehículos mixtos
15:30-15:45	104
15:45-16:00	64
16:00-16:15	63
16:15-16:30	62

Tabla – 43 Volumen vehicular de una hora de circulación en la estación E – 1

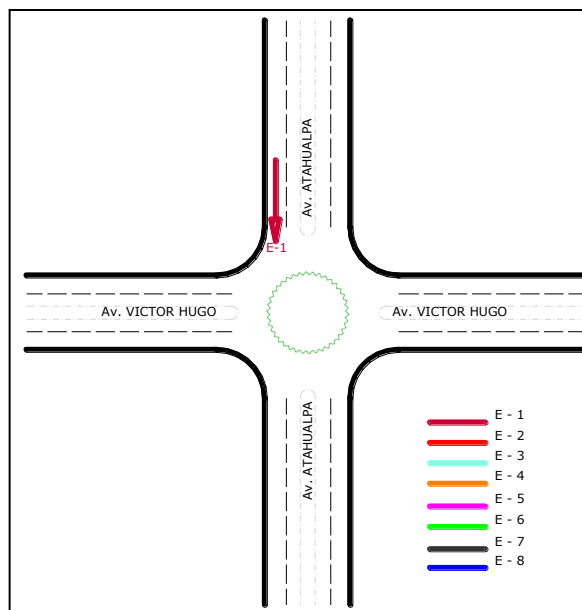
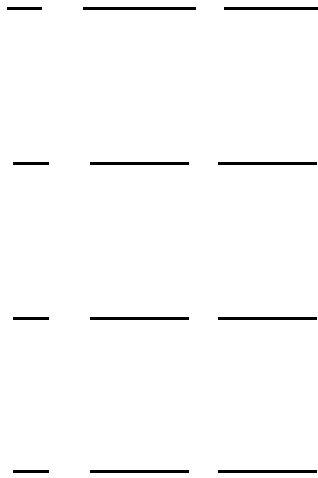


Gráfico 15 Estación E – 1



El cálculo de la tasa de flujo se realiza con cada intervalo de 15 minutos. La tasa de flujo para cada período:  $q_i$



De donde  $q_1$  corresponde a la tasa de flujo representativa con un valor de 416 veh/h

#### 6.6.4.2 Cálculo del volumen horario Q

Luego sumamos el volumen horario en los intervalos de una hora: Q

Este volumen horario referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:



El valor de 73 veh/15 min representa el volúmen horario.

Este resultado se puede visualizar en el gráfico 16 donde el primer cuarto de hora entre las 15:30 y 15:45 sobrepasa el volúmen horario de 73 veh/15 min a 104 veh/15 min con un excedente de 31 vehículos en la estación E – 1.

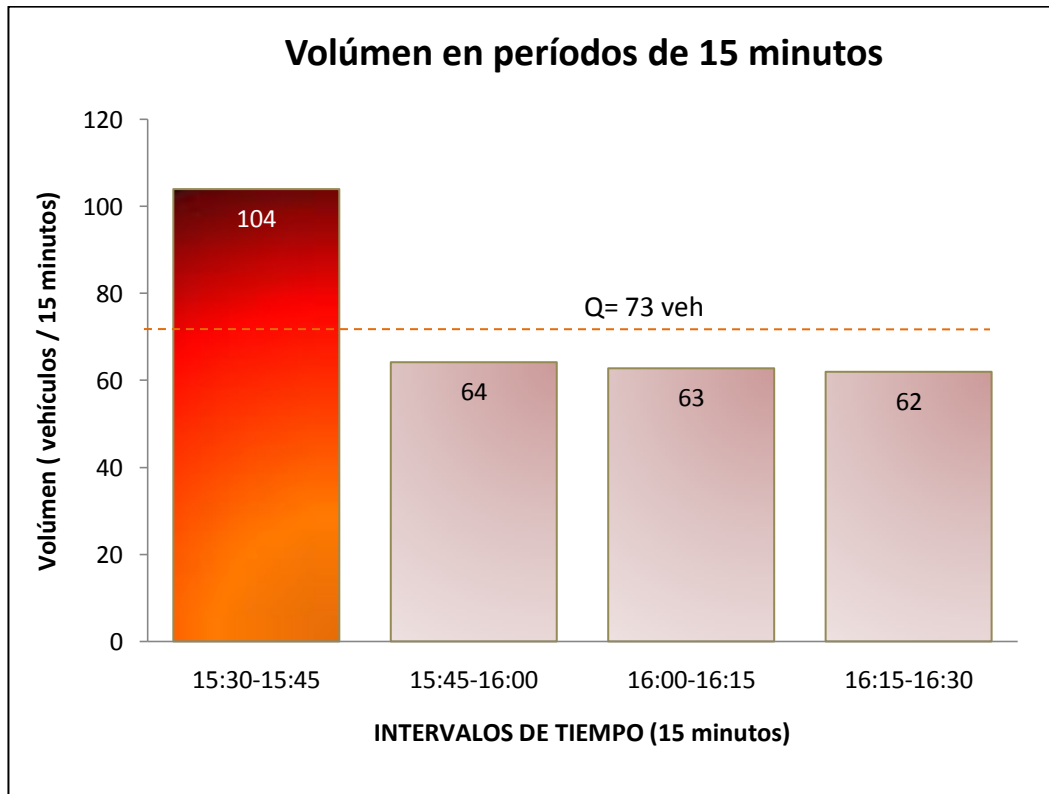


Gráfico 16 Análisis del Volúmen horario

Para complementar este análisis se realizó la comparación entre la tasa de flujo máximo y el volumen horario:

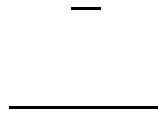
De acuerdo a los valores obtenidos, la tasa de flujo máxima corresponde al primer período.

—

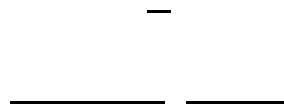
Este resultado significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el primer intervalo, del primer cuarto de hora, fue mayor que el resto. Confirmando

la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo, generando problemas de congestión vehicular.

Densidad:  $k$



Espaciamiento promedio



Este resultado nos permitió concluir lo siguiente:

A.- A lo largo de 100 m. debe existir 10 vehículos que circulen en un período de 15 minutos para que no haya congestión.

### **6.6.5 Análisis de la congestión vehicular**

La influencia de todas estas demoras puede medirse como una relación de demora, que consiste en la diferencia entre la relación del movimiento observado y la relación del movimiento considerado como normal para diferentes tipos de vías urbanas. La teoría de colas, mediante el uso de algoritmos y modelos matemáticos, es una herramienta importante para el análisis de este fenómeno.

El significado analítico de la congestión en general es capacidad de un sistema es el número máximo de entidades que pueden ser procesadas por unidad de tiempo. De allí que, la congestión ocurre porque el sistema tiene una capacidad limitada y porque la demanda colocada y el proceso mismo tiene un carácter aleatorio.

Consideremos un sistema con una capacidad de  $\mu$  entidades por unidad de tiempo, conocida también como tasa de servicio. La capacidad es la tasa máxima y su inverso es el intervalo máximo; entonces, puede decirse que cada entidad consume un tiempo promedio  $t_p$  en ser procesado (servicio) de:

—

Si las entidades llegan a una tasa  $\lambda$  por unidad de tiempo, entonces el tiempo total de procesamiento  $t_T$  por entidad será de:

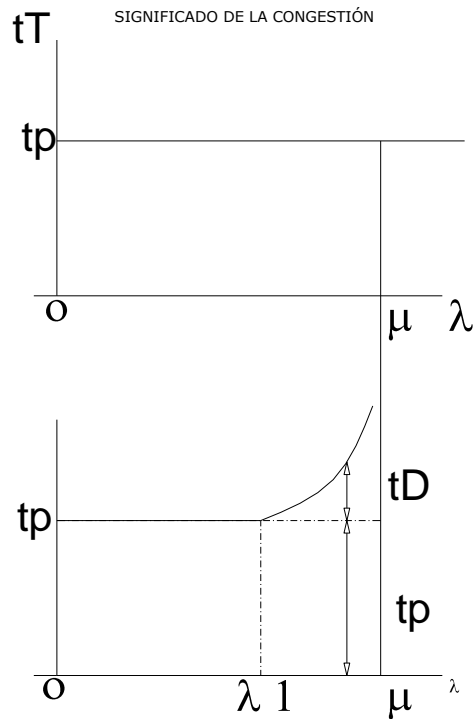


Gráfico 17 Esquema de la congestión vehicular

Donde:

$t_p$  = tiempo promedio (servicio)

$t_T$  = Tiempo total

$\lambda$  = tasa de llegada

$\mu$  = tasa de salida

El gráfico 17 nos permite visualizar el esquema de la congestión vehicular. Y su interpretación es la siguiente:

1. Si  $\lambda > \mu$ , puede ocurrir (1) que el sistema colapse, esto es, que exista una completa congestión tal que no se procesen unidades ( $t_T \rightarrow \infty$ ); (2) se forme una cola de espera que crece cada vez más ( $t_p \rightarrow \infty$ ); o (3) bajo condiciones de estado no estacionarias, solamente cuando  $\lambda > \mu$  por un intervalo limitado de tiempo, la cola que forma eventualmente se disipa.
2. Si  $\lambda$  y/o  $\mu$  son variables aleatorias, incluso cuando  $\lambda < \mu$ , las colas se pueden formar. En cualquier condición de estado (estacionario o no), el tiempo total de procesamiento  $t_T$ , por unidad, es igual al tiempo promedio de procesamiento  $t_p$  más el tiempo de demora  $t_D$ : como se puede ver en la segunda parte del gráfico (significado de la congestión)

La explicación analítica de la congestión es:

- a) Para el rango de llegada,  $0 < \lambda < \lambda_1$ , no hay congestión vehicular,  $t_T = t_p$ , ya que  $t_D = 0$ .
- b) Para  $\lambda > \lambda_1$ , existe congestión puesto que  $t_D > 0$ , lo que es lo mismo  $t_T > t_p$ .
- c) Si  $\lambda$  se incrementa hasta que se aproxime a  $\mu$ , las demoras  $t_D$  se incrementarán aún más
- d) Para cualquier nivel de demanda  $\lambda$  mayor que la capacidad  $\mu$ ,  $\lambda > \mu$ , la cola crecerá infinitamente si el nivel de demanda permanece constante. Si  $\lambda$  varía, entonces la cola empezará a disiparse, siempre y cuando  $\lambda$  caiga por debajo de  $\mu$ .

El valor de  $\lambda$  se llama tasa de llegada, y constituyen los vehículos que llegan. El valor de  $\mu$  se llama tasa de salida o tasa media de servicio. Frecuentemente, tanto

la tasa de llegada como la tasa de servicios varían causando que varíen también la formación de colas.

Las llegadas (demanda) o características de entrada: pueden ser expresadas en términos de flujo (vehículos/hora) o intervalos de tiempo (segundos/vehículo). Su distribución pueden ser de tipo determinístico o probabilístico.

Los servicios (capacidad) o características de salida: También pueden ser expresados como tasas o intervalos. Su distribución también puede ser de tipo determinístico o probabilístico.

En el gráfico 18 se muestra un esquema de circulación vehicular y como actúa  $\lambda$  y  $\mu$ , tasa de entrada y salida de vehículos respectivamente, y dependiendo de los valores que estos adquieran darán como resultado una congestión vehicular

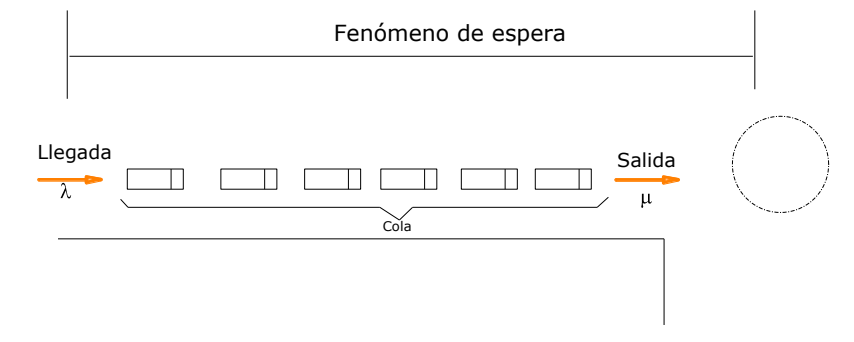


Gráfico 18 Tasa media de llegada  $\lambda$ , tasa media de servicio  $\mu$  (tasa de salida)

### 6.6.5.1 Cálculo de la congestión vehicular

Para el cálculo de la congestión vehicular se requiere calcular el volumen horario de 4 intervalos críticos de una hora continua, para el modelo se escogió el día lunes desde los intervalos 15:30 hasta las 19:30 de la estación E – 1, como se muestra en la tabla 44.

Período Horas minutos	Volumen cada 15 minutos( $Q_{15}$ ) vehículos mixtos
15:30-15:45	104
15:45-16:00	64
16:00-16:15	63
16:15-16:30	62
16:30-16:45	31
16:45-17:00	28
17:00-17:15	23
17:15-17:30	23
17:30-17:45	55
17:45-18:00	56
18:00-18:15	56
18:15-18:30	57
18:30-18:45	63
18:45-19:00	61
19:00-19:15	64
19:00-19:30	57

Tabla – 44 Volúmenes de tráfico de 4 horas con intervalos de 15 minutos

Utilizando la metodología del literal 6.6.4 de la página 64 obtenemos de los siguientes resultados presentados en la tabla 45

Tasa de llegada	Intervalo de tiempo horas	Tasa de Flujo veh/h	Tasa de Flujo Acumulada
$\lambda_1$	15:30	293	293
$\lambda_2$	16:30	105	398
$\lambda_3$	17:30	224	623
$\lambda_4$	18:30	244	867
TOTAL	4 h	866	

Tabla – 45 Tasa de flujo acumulado

Con estos datos calculamos el volumen horario y promedio de las 4 horas de circulación.

Volúmen horario: Q

Esto se representó en el gráfico 19, donde se puede observar el exceso de vehículos en los t1, t3, t4. En el intervalo t1 que corresponde a 15:30 a 16:30 se produce un exceso de 76 vehículo que producen congestión vehicular.

Para el caso de  $\lambda_2$ , que corresponde al intervalo 16:30 a 17:30 la tasa de flujo vehicular bajó notoriamente a 105 vehículos y comienza a incrementarse en el siguiente intervalo de las 17:30 a la 18:30 donde la tasa aumenta a 224 veh con un excedente de 7 vehículos en relación a la tasa de flujo promedio

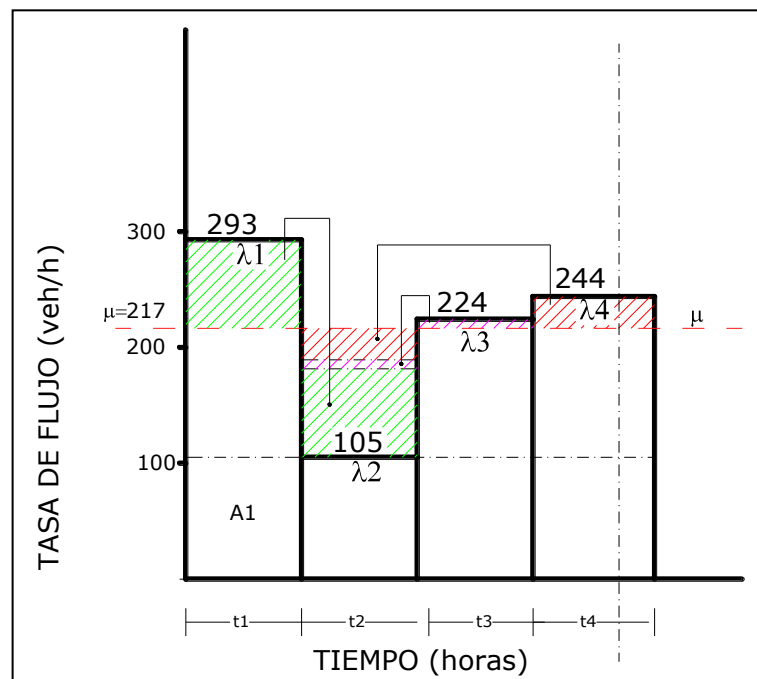


Gráfico 19 Congestión vehicular en el intervalo 15:30 hasta 19:30 de la estación E-1



### 6.6.5.2 Cálculo de la hora a la cual empieza la congestión

Para el cálculo se realizó un primer análisis, en donde se verificó en qué momento el  $\lambda$  fue mayor que  $\mu$ , para este caso  $\lambda_1 > \mu$   $293 > 217$  en el horario de 15:30 a 16:30,  $\lambda_3 > \mu$   $224 > 217$  en el horario de 17:30 a 18:30 y  $\lambda_4 > \mu$   $244 > 217$  en el horario de 18:30 a 19:30.

Existen dos formas de determinarlo en forma gráfica y analítica. En el gráfico 20-A se dibujó, en el eje de las y la tasa de flujo acumulado “y” la “x” los intervalos, se trazó una línea que cubra los puntos tanto inicial como final, esto nos da como resultado los valores de  $T_q$  (duración de la congestión),  $T_d$  (tiempo final de la congestión),  $Q_m$  (longitud máxima de la cola),  $d_m$  (demora máxima que experimenta el vehículo),  $N$  (número de vehículos que llegan),  $\lambda * t$  (demanda acumulada),  $\mu * t$  (servicio acumulado).

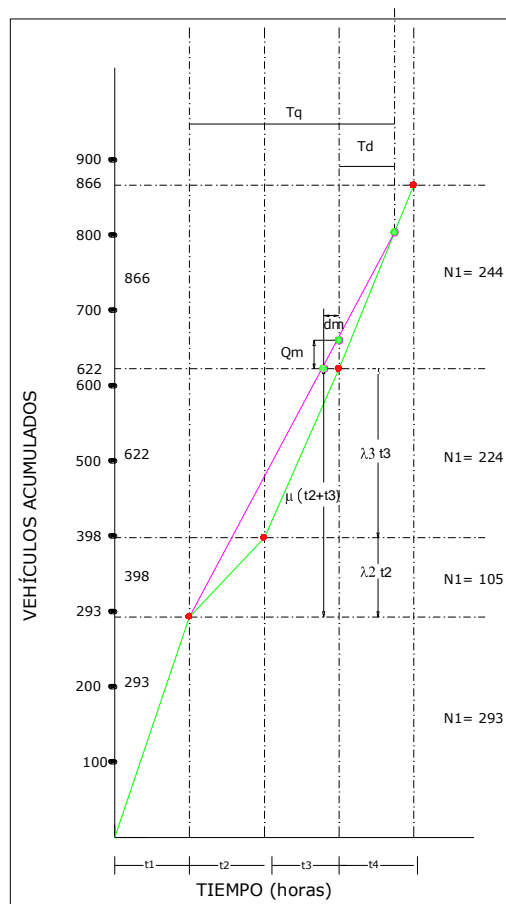


Gráfico – 20 – A Tasa de flujo acumulado durante 4 horas

1. Duración del congestionamiento:  $T_q$

Al realizar el diagrama con tasa de flujo acumulada, se obtuvo:

$$T_q = t_2 + t_3 + t_d$$

Por igualdad de área en el gráfico 20 tenemos:

$$(\lambda_1 - \mu) t_1 + (\lambda_3 - \mu) t_3 = (\lambda_4 - \mu) t_d$$



Por lo tanto  $t_q$  es:



2. Longitud máxima de la cola

Máximo número de vehículos en la cola ocurre al final del período  $t_3$ , y será aquella demanda acumulada que no es servida durante el periodo  $t_2 + t_3$ .

3. Demanda máxima que experimenta un vehículo

Esta demora le ocurre a aquel vehículo que llega al final del período  $t_3$ . Para este caso 18:30



El gráfico 19 y 20 se unen para representar en conjunto la congestión vehicular, mostrada en el gráfico 21.

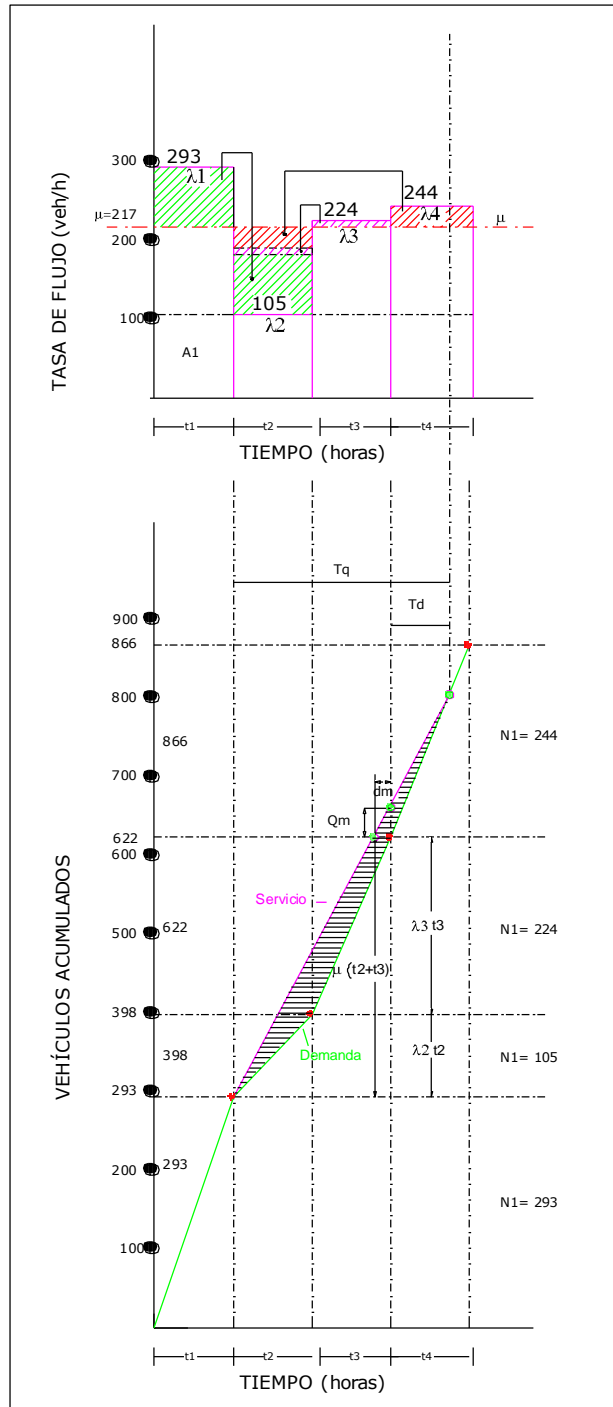


Gráfico 21 Modelo general de congestión vehicular de la investigación

### 6.6.5.3 Demanda total de todo el tránsito D

El gráfico 20 permitió encontrar gráficamente y analíticamente la demanda total en el gráfico 20-B la parte sombreada muestra la demanda total, las líneas de color magenta representa el servicio y la verde es la demanda que se produjo.

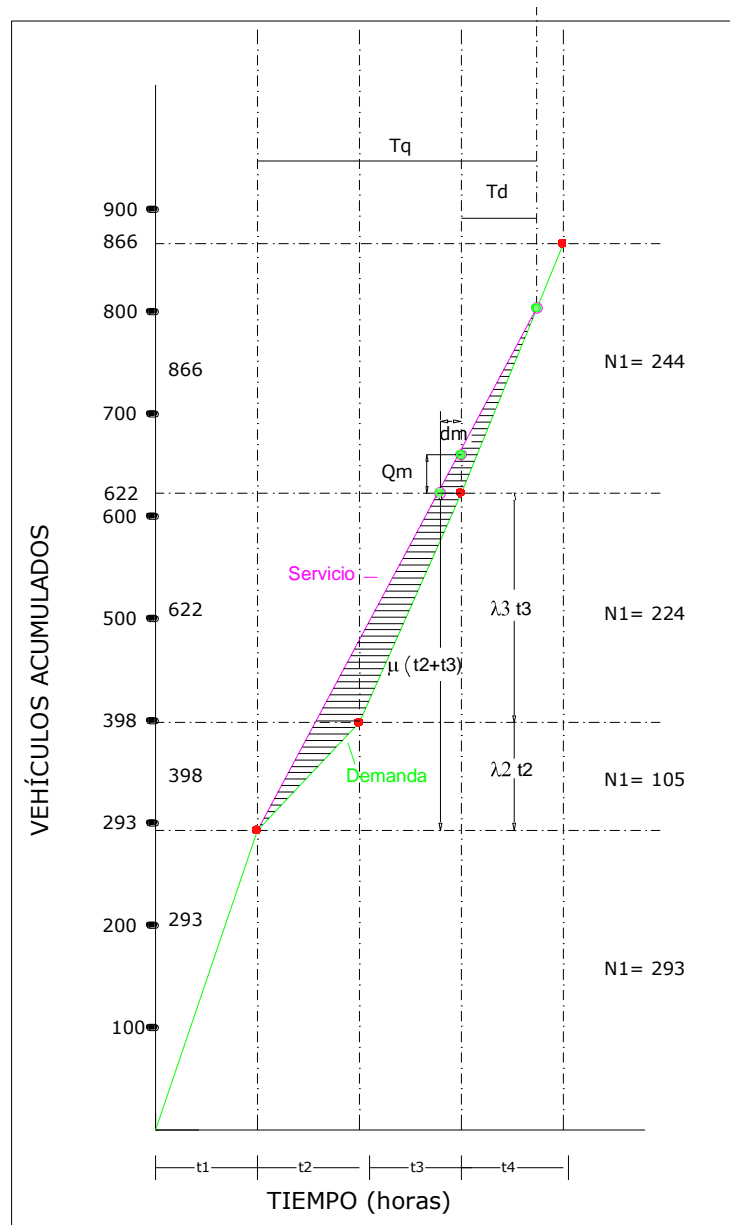
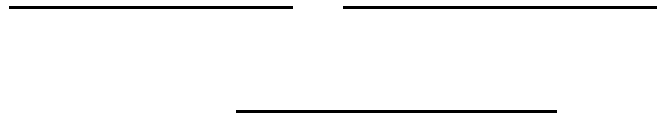


Gráfico – 20 – B Demanda vehicular total

El cálculo de la demanda resume el conjunto de áreas a lo largo de la duración de la congestión  $T_d$ , como se muestra en la parte sombreada del gráfico 20-B. De aquí la importancia de obtener datos reales del flujo vehicular, e identificar los horarios críticos.



Como resultado del análisis de esta área entre la demanda y servicio se obtuvo un valor de 248 vehículos. Para complementar la información de la congestión vehicular es importante calcular lo siguiente:

**1. Cálculo del número de vehículos afectados por el cuello de botella  $N_q$**

Es decir que a lo largo de 5 horas 1100 vehículos se encuentran dentro de la congestión vehicular.

**2. Cálculo de la demora promedio del tránsito  $d$**



Es resultado nos indicó que con una demanda de 248 veh el tiempo en fluir es de 13.5 minutos

### 3. Cálculo de la longitud promedio de la cola

$$Q = D/T_Q$$

$$Q = 248 \text{ veh} / 5.07 \text{ h}$$

$$Q = 49 \text{ veh}$$

El cálculo de la demanda cuyo valor fue de 248 vehículos en 5.07 horas permitió calcular la longitud promedio de la cola producida por la congestión, cuyo resultado fue de 49 vehículos.

## 6.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

Los resultados obtenidos del análisis de tráfico mensual, semanal, diario y horario y horas picos, me permitió establecer horarios de control en los días y las horas de mayor congestión vehicular.

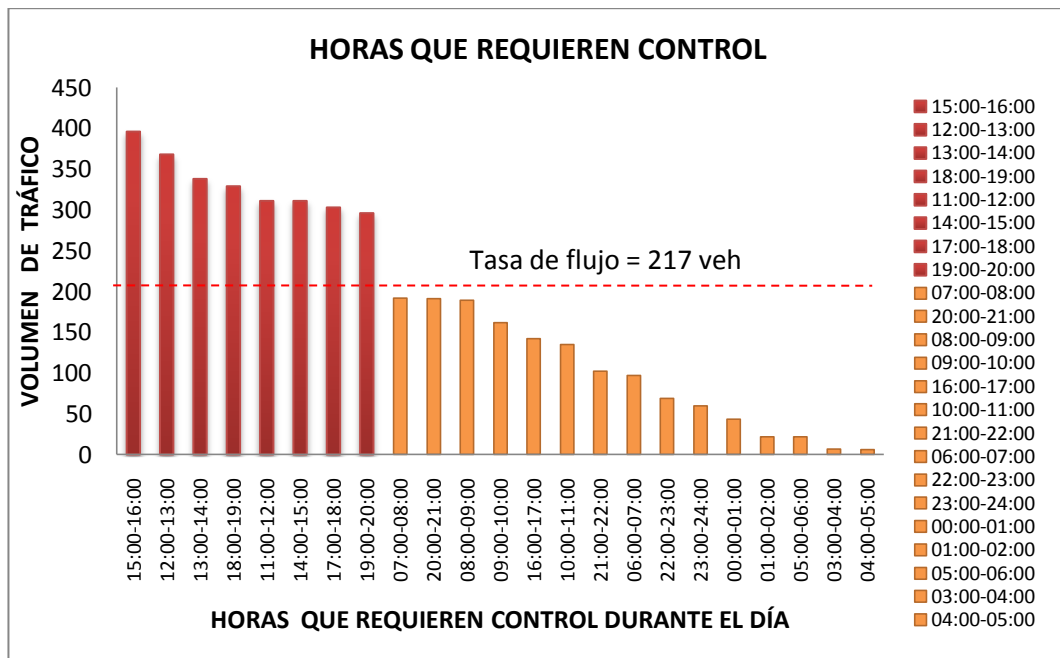


Gráfico – 22 Horarios que requieren control vehicular

El gráfico 22 muestra un patrón horario diario con su respectivo volumen de tráfico el mismo que se lo relacionó con la tasa de flujo del proyecto, esto permitió establecer las horas críticas que requieren control policial.

Este patrón obtenido en la presente investigación, se presentó en los días lunes y viernes en las estaciones E2 y E5. Cuyo costo/hora se presenta en la tabla 46. Otra de las opciones es la instalación de un sistema de semaforización en las 8 estaciones.

ITEM	DETALLE	UNIDAD	COSTO	TOTAL
1	Personal para la dirección vial	8	25	200
2	Semaforización	8	3000	24000

Tabla 46 Rubro para el control vehicular horario

En la tabla 45 presentan los costos de dos alternativas para eliminar la congestión vehicular en las horas pico con un valor de 200 dólares por hora, para cada día de congestión vehicular el modelo que se estudió requiere de dos días lunes y viernes en los horarios de 11:00 a 16:00. Otra de las opciones es la mecanización con la implantación de un sistema de semaforización en las 8 estaciones.

## 6.8 ADMINISTRACIÓN

El departamento de transporte de la Ilustre Municipalidad y el cuerpo policial, requieren de esta información para realizar operativos de manejo vehicular y reducir la tasa de flujo vehicular los días lunes y viernes, mejorar el manejo de las áreas verdes en los parter y parques aledaños.

## 6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

El éxito de los resultados, radica en realizar un conteo real, en el sitio apropiado, realizar un previo análisis del movimiento vehicular.

## BIBLIOGRAFÍA

CAL Y MAYOR, Rafael; CARDENAS James, Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones, México 8va edición 2007

BRAVO, Rogelio. (2008). Estudio de tráfico y acceso del Sector SG C1.3 (Polígono Industrial Sur) en Baños y Mendigo, T.M. de Murcia.

SEDESOL. Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias Mexicanas. Subsecretaria de desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio. México