

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVELES DE SERVICIO
DE LA CALLE INDEPENDENCIA, ENTRE LA CALLE
MORENO DE MENDOZA Y LA AVENIDA SIEGERT,
MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR - ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LAS
BACHILLERES PAOLA M.
MACHADO B. Y
BETZABETH J. RINCÓN M.
PARA OPTAR AL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

CIUDAD BOLÍVAR, JULIO DE 2017



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado **“ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LA CALLE INDEPENDENCIA ENTRE LA CALLE MORENO DE MENDOZA Y LA AVENIDA SIEGERT, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR – ESTADO BOLÍVAR”**, presentado por las bachilleras **PAOLA MACHADO** y **BETZABETH RINCÓN**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Profesor: Ricardo Sabino

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Profesor Pedro Gamboa
Jefe del Departamento de Ingeniería Civil.

Profesor Francisco Monteverde
Director de Escuela

Ciudad Bolívar, febrero de 2017

DEDICATORIA

Quiero dedicarles este logro primeramente a Dios y a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado y me apoyaron en este largo camino que emprende para obtener una profesión.

A mis padres por el apoyo incondicional que me ha dado en toda mi vida, por sus valores, enseñanza constancia y dedicación por hacerme una persona de bien y por todo el amor que me brindan y me seguirán brindando.

A mi hermano por haberme ayudado en la transición de la universidad al momento de entrar a la universidad, por su apoyo comprensión y esfuerzo que me brinda siempre.

A mis primos por haber estado hay en los momentos más difíciles y darme apoyo, hacerme reír y también por haberme despejado el estrés de la universidad cuando estábamos en finales de semestre.

A mi novio que, aunque lo conocí terminando la carrera me ha ayudado en todo momento, aunque las cosas conmigo no son fácil que digamos, pero él siempre me entiende y siempre está para mi

Br. Paola Machado

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a personas muy especiales, que siempre ha estado a mi lado apoyándome y dando lo mejor de sí para que siga creciendo cada día más en lo personal y profesional.

A ELIZABETH MARQUEZ, mi mama que ha salido adelante con nosotras sin importar los inconvenientes eres ejemplo de lucha y dedicación. Todos los días doy gracias a DIOS y le pido que te regales muchos años de vida para que sigas a nuestro lado TE AMO sin ti no creo poder haber podido lograr esta meta.

A JOSE MARQUEZ “tío Cheo” por su amistad, apoyo y amor incondicional, presente en cada etapa de mi vida.

Br. Betzabeth Rincón

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios Todopoderoso por darme salud, voluntad y fortaleza para lograr con mucho éxito cada paso que doy en mi vida y por haber culminado mi trabajo de grado satisfactoriamente.

A mi Mama Yiraida Branchi y A mi Papa Max Machado, les agradezco por el amor incondicional, motivación, confianza y todo el apoyo incondicional que me ha brindado en el transcurso de mi vida y en especial en esta última etapa como estudiante.

A mi hermano Paul Machado por siempre estar hay incondicionalmente.

A mis abuelos, que gracias a ellos yo estoy en este mundo y por lo maravilloso que fueron en esta vida.

A mis amigos Karen, Jonathan, Pedro, Manuel, Adriana, Ruth, Betza y Víctor por su apoyo y compañerismo durante la carrera.

A mi asesor académico, que es el Profesor Ricardo Sabino por haberme regalado un poquito de su tiempo y sus enseñanzas.

A las Casa más Alta, UNIVERSIDAD DE ORIENTE por la formación académica, me siento agradecida por formar parte de ella. Gracias

Br. Paola Machado

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, tengo que agradecer a DIOS Todo poderoso por brindarme la sabiduría, inteligencia y todas las virtudes que poseo que me ayudaron a culminar unas de muchas metas más que me he propuesto a lo largo de mi vida.

A la **UNIVERSIDAD DE ORIENTE**. Por abrirme sus puertas y ser la casa de estudio donde he obtenido mis conocimientos técnicos de la mano de cada profesor académico en el marco de la INGENIERÍA CIVIL y donde aprendí lecciones de la vida cotidiana a lo largo de toda mi carrera.

A mi mama por su compañía siempre dándome la mano en cada tropiezo de mi vida, y perseverando conmigo en cada recaída.

A mis tíos CAROLINA, CHEO Y VILMA por ser los mejores consejeros y brindarme su apoyo cuando más lo necesitaba.

A mi novio ALFREDO por ser mi amigo, cómplice, mi amor y darme su apoyo y compañía en toda mi carrera universitaria a pesar de todas las adversidades.
A mis primas LEOMARYS, NORKYS, JOHANDRA, YOSEMAR por ser un ejemplo y un espejo a seguir como profesionales y personas siempre brindadme sus consejos

A mis amigos VICTOR, JESULYS, PAOLA por tanta noche de es trasnochos juntos luchando por la misma meta.

Br. Betzabeth Rincón

RESUMEN

La realización de este trabajo de grado tiene como objetivo general “Analizar la Capacidad Vehicular y los Niveles de Servicios en la calle de Independencia desde el cruce de la Calle Moreno de Mendoza; hasta el cruce de la Avenida Siegert. Municipio Heres, Ciudad Bolívar- Estado Bolívar” este estudio se realizó dentro de los parámetros de un tipo de investigación de diseño cuantitativo de la ingeniería del tránsito. Esta investigación se desarrolló mediante los aspectos que intervinieron en el congestionamiento de los diferentes vehículos que pasaron por el tramo en estudio. se conocieron las características reales existentes en la zona estudiada, es decir de cada sentido que compone el tramo. Haciendo uso de la metodología, se realizaron aforos del tránsito vehicular, determinando así la hora más crítica, el volumen de tránsito, la capacidad en que opera la vía y los niveles de servicio que presenta el tramo, los datos fueron tabulados y se mostraron gráficamente mediante histogramas los cuales confirmaron el problema que existe en el tramo. Por otro lado, se llevó a cabo un estudio de velocidad para determinar la velocidad media espacial en la cual debe de operar la vía, para determinar así la capacidad de flujo vehicular arrojando una serie de relación con respecto la capacidad, velocidad y densidad de dicho tramo.

CONTENIDO

Página.

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURA	xii
LISTA DE TABLA.....	xiv
LISTA DE APÉNDICIS.....	xvi
LISTA DE ANEXOS	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I SITUACIÓN A INVESTIGAR	4
1.1 Planteamiento de problema	4
1.2 Objetivo de la investigación.....	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.2 Objetivo específicos	7
1.3 Justificación de la investigación.....	7
1.4 Alcance de la investigación.....	8
CAPÍTULO II GENERALIDADES	9
2.1 Ubicación geográfica del área.....	9

2.2 Acceso al área de estudio	10
2.3 Geología regional y/o local	11
2.3.1 Geología	11
2.3.2 Geografía.....	11
2.3.3 Altitud	11
2.3.4 Clima	12
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO	13
3.1 Antecedente de la investigación.....	13
3.2 Bases teóricas	14
3.2.1 Ingeniería de tránsito.....	14
3.2.2 Elementos que comprende la sección transversal de una carretera	15
3.2.3 Volumen de tránsito	20
3.2.4 Volumen de tránsito promedio diarios	22
3.2.5 Características del volumen de tránsito.....	22
3.2.6 Distribución y composición del volumen de tránsito.....	23
3.2.7 Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda	24
3.2.8 Variación horaria del volumen de tránsito	26
3.2.9 Flujo vehicular	26
3.2.10 Capacidad	26
3.2.11 Capacidad vial.....	26
3.2.12 Nivel de servicio:	27
3.2.13 Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio	30
3.2.14 Tabla de distribución de frecuencia	32

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	39
4.1 Tipo de investigación	39
4.2 Diseño de la investigación	39
4.3 Población de la investigación.....	40
4.3.1 Población de la investigación.....	40
4.3.2 Muestra de la investigación.....	40
4.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	41
4.4.1 Recopilación bibliográfica:	41
4.4.2 Equipo de computador:	41
4.4.3 Observación directas:	41
CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS	
RESULTADOS	43
5.1 Determinación de las características geométricas de las vías	43
5.2 características del tránsito vehicular que utiliza el tramo de estudio	45
5.2.1 Vehículos livianos:.....	45
5.2.2 Vehículos pesados:.....	45
5.2.3 Buses:	45
5.2.4 Góndolas:	45
5.3 Determinación de los volúmenes de tránsito.	46
5.3.1 Volumen de tránsito	46
5.3.2 Análisis de variación de los volúmenes de tránsito	46
5.3.3 Análisis de variación de los volúmenes de tránsito en la hora de máxima demanda.	50

5.4 Estudiar las velocidades.	53
5.4.1 Sentido de Oeste.....	54
5.4.2 Sentido Este.....	59
5.5 Análisis de flujo vehicular que posee el tramo de estudio.	65
5.5.4 Determinar la capacidad de la vía y el nivel d servicio del tramo.....	78
5.5.5 Hora de máxima demanda.....	78
5.6 Alternativas para mejor el tránsito.	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
Conclusiones	83
Recomendaciones.....	85
REFERENCIAS	86
APÉNDICES.....	88
ANEXOS	98

LISTA DE FIGURA

	Página.
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	9
2.2 Acceso al tramo de la calle independencia	10
2.3 límites de Ciudad Bolívar- Estado Bolívar.	12
4.1 Flujograma de proceso de investigación.	42
5.1 vista de planta de la calle Independencia	44
5.2 Sección transversal de la Calle independencia.....	44
5.3 Distribución de los vehículos del día de máxima demanda.	49
5.5 Variación horaria de máxima demanda en el sentido Oeste-Este.	50
5.6 Variación horaria en la hora de máxima demanda en el Sentido Oeste-Este.....	52
5.7 Distribución porcentual del tránsito en el sentido Noroeste.	53
5.8 Ubicación para el aforo de velocidad en tramo de.....	54
5.9 Histograma y polígono de frecuencia de velocidad de punto. Sentido Oeste.	58
5.10 Polígono de frecuencias Sentido Oeste.....	58
5.11 Curva de frecuencia observada y acumulada de velocidad de punto. Sentido de Este a Oeste.	59
5.12 Histograma y polígono de frecuencia de velocidad de punto. Sentido Este	63
5.13 Histograma y Polígono de frecuencia Sentido Este.....	63
5.14 Curva de frecuencia observada y acumulada de velocidad de punto Sentido Este.....	64
5.5 Análisis de flujo vehicular que posee el tramo de estudio.	65
5.16 Relación parábola entre el flujo y la densidad.	67

5.17 Relación parabólica entre la velocidad y el flujo	68
5.18 Relación lineal entre la velocidad y la densidad	69
5.19 Relación parabólica entre el flujo y la densidad	70
5.20 Relación parabólica entre la velocidad y el flujo	71
5.21 Relación a Capacidad.....	75
5.22 Relación a Capacidad.....	78
5.23 Distribución de las nuevas rutas alternas	83
1. Relación entre la velocidad y la densidad	102
2 Relación parabólica entre el flujo y la velocidad.	102
3 Relación parabólica entre l velocidad y el flujo	103

LISTA DE TABLA

	Página.
2.1 Coordenada UTM que delimita el área en estudio.....	10
3.1 Valores guía para el derecho de vía. (Normas de proyectos de carretera, 1985)	15
3.2 Niveles de servicio de las diversas infraestructuras viales.....	32
3.3 Para el cálculo de distribuciones de frecuencia de velocidad de punto	34
5.1 Clasificación de vehículos según su tipo.	46
5.2 Sentido Este y Sentido Oeste, Aforo de vehículos totales del jueves 17 de noviembre del 2016.....	47
Continuación de la tabla 5.2.....	48
5.3 Valores VHMD, RHFM: FHMD y porcentaje de vehículos totales (Sentido Oeste-Este) del Jueves 17 de Noviembre del 2016.....	51
5.5 Distribución de la velocidad de punto. Sentido (Este a Oeste)	55
5.6 Distribución de frecuencia de velocidad de punto. Sentido Oeste.....	55
5.7 Distribución de velocidad de punto. Sentido Este	60
5.8 Distribución de frecuencia de velocidad de punto, sentido (Este)	61
5.9 Velocidad-Densidad.....	65
5.10 Densidad-Flujo	67
5.11 Velocidad-Flujo.....	68
5.12 Velocidad-Densidad.....	69
5.13 Densidad-Flujo	70
5.14 Velocidad-Flujo.....	71

5.15 Factor horario de máxima demanda por sentido de circulación	79
5.16 Distribución del Nivel de servicio por cada tramo.....	80

LISTA DE APÉDECIS

Página

A.MUESTREO DEL DIA JUEVES 17 DE NOVIEMBRE DE 2016 CADA 15 MIN DE LA CALLE INDEPENDENCIA.....	89
A.1.Sentido Oeste.	90
Continuación de la Tabla A.1.....	91
A.2 Sentido: Este.....	91
Continuación de la Tabla A.2 Sentido: Este	92
B.MUESTREO DEL DIA 22 DE NOVIEMBRE DE 2016 CONSIDERANDO 100 Y 100 VEHICULOS, CRONOMETRADOS EN DISTANCIA DE 100 METROS EN AMBOS SENTIDOS DE LA CALLE INDEPENDENCIA SENTIDO OESTE.....	93
B.1 Sentido: Oeste.....	94
Continuación de la Tabla B.1.....	95
C.MUESTREO DEL DIA 22 DE NOVIEMBRE DE 2016 CONSIDERANDO 100 Y 100 VEHICULOS, CRONOMETRADOS EN DISTANCIA DE 100 METROS EN AMBOS SENTIDOS DE LA CALLE INDEPENDENCIA SENTIDO ESTE.....	96
C.1 Sentido: Este	97
Continuación de la Tabla C.1.....	98

LISTA DE ANEXOS

- 1 Condiciones de la vía Sentido Este
- 2 Condiciones de la vía de la Calle Independencia
- 3 Vista del flujo vehicular en ambos sentido de la Calle Independencia
- 4 Vista del flujo vehicular de la Calle Independencia
- 5 Vista de flujo vehicular en ambos sentidos

INTRODUCCIÓN

Desde el primer momento de su existencia, el hombre se mueve, anda y desplaza, quiere ir más lejos y para satisfacer su propósito, indudablemente tuvo que inventar un medio de transporte para poder trasladarse permitiendo mejorar las condiciones sociales actuales. A medida que la sociedad iba desarrollándose tuvieron que fabricar caminos para la constante circulaciones de automóviles.

El desarrollo de la población ha aumentado constantemente a nivel mundial, es una etapa de evolución y progreso a la constante necesidad, sin embargo algunas de ellas están creciendo sin planificación, provocando ciertos problemas, es decir, es una de las grandes manifestaciones que pueden ocurrir en un ciudad que dependerá de la planificación e infraestructura vial, soportando las necesidades del movimiento de tránsito vehicular y dicha demanda en un futuro.

Es importante destacar que las vías de comunicación son fundamentales ya que permiten el intercambio de cultura entre distintas naciones, agiliza el comercio de producción promueve la educación y la cultura, además de su buen funcionamiento dentro de los distintos sistemas viales ya que al generarse algún caos que afectara al tránsito deberá observarse y estudiar todas las posibilidades de corregir estos distintos problemas, estudiando así el congestionamientos vehiculares presente en Ciudad Bolívar ya que en investigación se plantea estudiar algunas posibilidades de solución para su buen funcionamiento indicando así los factores que afectaran al tránsito por eso que el objetivo principal es el estudio de la capacidad vial basándose en los datos reales en las condiciones actuales para el rendimiento ideal del tramo de la zona en estudio como lo es la Calle Independencia entre la Calle Moreno de Mendoza y la Avenida Siegert clasificándola como unas de las vías alternas de la ciudad para servir

De acceso y comunicar varias zonas de la misma ciudad, permitiendo así liberar el congestionamiento de las distintas calles que comunican esta zona.

En la siguiente investigación realizada esta comprendida en 5 capítulos, los cuales se adaptan al objetivo en estudio y se describe a continuación:

Capítulo I: Situación de la investigación: en esta etapa de la investigación se explicarán los argumentos que soportan el planteamiento de problema expuesto en el mismo, se desarrolla tanto el objetivo general como el objetivo específico, que llevaron a la orientación para la elaboración del trabajo de investigación, a su vez se plantea el alcance y justificación de la investigación.

Capítulo II: Generalidades: en esta etapa se describe la ubicación geográfica de la zona en estudio, el acceso del área, característica física y naturales, la geología regional y/o local.

Capítulo III: Marco teórico: en este se procederá a la búsqueda de investigaciones relacionadas con el tema en estudio, también se explica una serie de elementos conceptuales referentes al tránsito, sirviendo de base para el desarrollo del mismo.

Capítulo IV: Metodología del trabajo: en esta fase se indica de manera precisa la forma en que se desarrolla el estudio para obtener probables soluciones al problema que se está planteando, inicialmente por el tipo y diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y se elabora un flujograma adaptado a los objetivos específicos de dicha investigación con su respectiva descripción.

Capítulo V: Analizar e interpretación de los resultados de describirán las características geométricas de las vías, seguidamente la tipología del tránsito vehicular, por otro lado, se estudiará el volumen de tránsito en la intersección planteada para determinar la capacidad vial de servicio del sentido del tramo.

Conclusiones y recomendaciones: se presentan de manera precisa los aspectos derivados del estudio y del análisis de resultados, demostrando el logro de los objetivos planteados y haciendo las recomendación pertinentes para mejorar la capacidad vehicular del tramo de la Calle Independencia entre la Calle moreno de Mendoza y la Avenida Siegert de Ciudad Bolívar.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento de problema

Durante muchos siglos las vías terrestres estuvieron constituidas por simples caminos transitados por peatones, jinetes y conductores de ruedas y caravanas, la causa de este fenómeno es que mientras el mundo estuvo habitado y la circunstancia satisfacía las necesidades de cada región, no hubo problemas de abastecimiento y el comercio se realizaba entre pueblos situados a distancia corta uno de otros.

Para el siglo X se inició la edad media y consigo se registró un gran incremento poblacional y comercial, el invento de los vehículos se ha convertido en un gran avance en el desarrollo y comercialización de las unidades de transporte, así que fue necesario habilitar distintos terrenos para las construcciones de caminos destinados a la circulación de vehículos.

No fue sino hasta el siglo XIX cuando las vías terrestres mejoraron notablemente debido al crecimiento del comercio, se prosiguió la construcción de carreteras a partir de este desarrollo en distintas naciones. A medida que las poblaciones iban en constante crecimiento, iban aumentando el volumen de tráfico tanto vehicular como peatonal lo cual generaba una demanda de espacio mayor a lo disponible en las carreteras; así como también los índices de accidentes.

Latinoamérica ha experimentado un acelerado proceso de cambios en las últimas décadas. Pequeña ciudad se ha convertido en grandes metrópolis y urbes más grandes han pasado a ser megalópolis. Los servicios públicos y el desarrollo de la infraestructura

La infraestructura vial no siempre ha acompañado ese crecimiento, así como lo es la falta de los medios de transporte, el mal estado de las carreteras y la gran demanda de vehículos.

En Venezuela diariamente está sometida a altas carga de estrés por muchas razones, pero considerando una las principales causas es la alta tensión del congestionamiento del tránsito en la que está sometido los habitantes. Es importante resaltar que el vehículo ha aumentado excesivamente y las vías sigue siendo la misma cuatro calles de siempre.

Este problema de congestionamiento se ha convertido en un tema muy importante en la sociedad, como lo es en las grandes ciudades como lo es, Caracas, Valencia, Aragua entre otros a pesar que allí se están haciendo elevados para solventar esta situación y liberar así un poco el tráfico.

En Caracas por solo nombrar una ciudad, una persona se puede tardar 2 horas para ir de la casa a su trabajo o viceversa esto se debe a la demanda de vehículo que es muy alta y la oferta para que circule es demasiada baja.

Para el año 1960, Ciudad Bolívar contaba con una carretera de tierra que primeramente era usada para ir a las poblaciones de Ciudad Piar y la Paragua ubicada al Sur del Estado Bolívar, a medida que la población se desarrollaba se comenzó a construir más vialidades y provocando así un gran congestionamiento lo cual se presenta en la actualidad

En las llamadas “Horas Pico” la población de Ciudad Bolívar, Estado Bolívar no se escapa de sufrir un congestionamiento vehicular adolece de un estudio para mejorar esta problemática, porque no se ajusta adecuadamente a las condiciones necesaria de la población. El colapso de diversas vías es generado por el mal

funcionamiento del transporte público ya que no respetan las señalizaciones, la falta de educación de los habitantes, la baja capacidad vial y el mal estado de la calle y avenidas en distinta parte de la ciudad.

La Calle independencia ubicada en Ciudad Bolívar no se escapa del congestionamiento vial ya que es una de las vías transitables a la hora de dirigirse a sus respectivos trabajos además de eso, existen diferentes comercios que perjudican el paso vehicular por la entrada y salida de automóviles, lo cual surge el interés de buscar las posibles soluciones para evitar el congestionamiento que se produce en las horas pico de dicha calle, como un flujo vehicular óptimo, mejorar el tiempo de viaje, minimizar los problemas ambientales.

De acuerdo con lo antes planteado, surgen las siguientes interrogaciones: ¿Cuáles son las características geométricas de la vía?, ¿Cuáles son las características del tránsito vehicular que usa ese tramo? ¿Cuál es el volumen de tránsito actual en el tramo? ¿Cuál es el flujo vehicular actual del tramo? ¿Cuál será la capacidad vial y nivel de servicio actual que presta el tramo de estudio?

1.2 Objetivo de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Analizar la Capacidad Vehicular y los Niveles de Servicios en la calle de Independencia desde el cruce de la Calle Moreno de Mendoza; hasta el cruce de la Avenida Siegert. Municipio Heres, Ciudad Bolívar- Estado Bolívar

1.2.2 Objetivo específicos

1. Describir las características geométricas de la vía
2. Identificar los parámetros del tránsito vehicular en la zona de estudio
3. Determinar el volumen de tránsito del tramo de estudio
4. Analizar el flujo vehicular.
5. Determinar la capacidad vial y niveles de servicio actual.
6. Estudiar alternativas para mejorar el tránsito.

1.3 Justificación de la investigación

El objetivo principal de esta investigación es el buscar una posible solución basadas en los datos obtenidos en el campo y las condiciones actuales para el mejoramiento del tramo de estudio. Debido a la problemática que se presenta a diario, como lo es el congestionamiento en las llamadas horas picos; y por eso se realizó el análisis vehicular en el tramo de la Calle Independencia en Ciudad Bolívar- Estado Bolívar.

De esta manera se debe de determinar las características geométricas de la vía que podrán mostrar eficiencia de la misma debido al desgaste causado por el congestionamiento, la capacidad y niveles de servicios de la vía tomando en cuenta el estudio del volumen de tránsito debido a la gran demanda de vehículo que se está presentando en la actualidad y con el transcurso del tiempo perjudicará de esta manera la vía.

1.4 Alcance de la investigación

La investigación desarrollada está dirigida al análisis del flujo vehicular en la Calle Independencia a partir de la esquina de la Calle Moreno de Mendoza, hasta el cruce de la Avenida Siegert. Como propósito de encontrar posibles alternativas de solución que permitan mejorar el congestionamiento de la vía y el nivel de servicio

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área

El área en estudio se ubica en el sector catedral, en el Noreste (NW) de Ciudad Bolívar, municipio Heres, Estado Bolívar, como se observa en la figura 2.1. Y está enmarcada dentro de las coordenadas UTM dadas en las tablas 2.1



Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.

Tabla 2.1 Coordenada UTM que delimita el área en estudio

	A	B
Norte	8° 07' 44.4"	63° 33' 05.5"
Este	8° 07' 46.5"	63° 33' 13.5"

2.2 Acceso al área de estudio

Se puede acceder a la zona, donde se realiza el proyecto de investigación, por vía terrestre a través de la Avenida Siegert (norte) y la Calle Moreno de Mendoza y la Avenida Sucre (oeste) como se muestra en la figura 2.2.

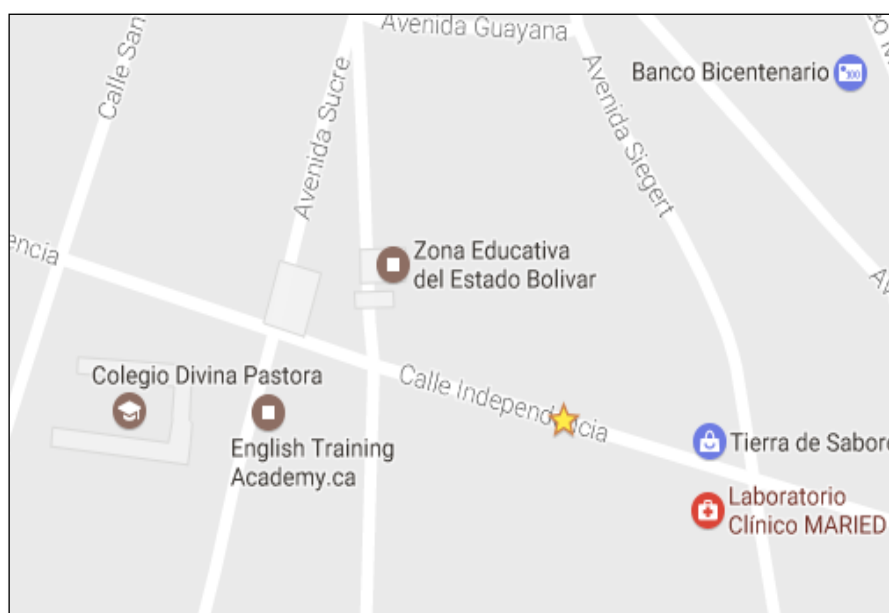


Figura 2.2 Acceso al tramo de la calle independencia

2.3 Geología regional y/o local

2.3.1 Geología

Ciudad Bolívar presenta una gran estabilidad tectónica, porque está ubicada sobre rocas ígneas del escudo Guayanés, que corresponde al precámbrico, las formaciones geológica más antigua y estable de nuestro planeta.

2.3.2 Geografía

Ciudad Bolívar consta de una superficie de 591 km², está localizada al Sur del Orinoco a aproximadamente 43 metros de altitud sobre el nivel medio del mar 18 (n.m.s.m), en la parte más estrecha del río se encuentra el principal puerto fluvial del este de Venezuela.

El municipio Heres limita al Norte con el río Orinoco, al Sur con el municipio Raúl Leoni, al Este con los municipios Caroní y Piar, finalmente al Oeste con el municipio Sucre (ver figura 2.3).

Ciudad Bolívar, está constituida por las parroquias: Catedral, Agua Salada, Sabanita, Vista Hermosa, Marhuanta, José Antonio Páez, Orinoco, Panapana y Zea (figura 2.3)

2.3.3 Altitud

La altitud es uno de los factores que ejerce mayor influencia en la modificación del clima. El relieve del Estado Bolívar presenta altitudes que oscilan

entre los 200,00 y 500,00 metros sobre el nivel del mar en las márgenes del Río Orinoco, hasta los 2.800,00 metros sobre el nivel del mar en el monte Roraima.

2.3.4 Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Koeppen en el Estado Bolívar, están presentes los siguientes tipos de clima: el clima Af (clima de selva), el clima Am (clima trópico tipo monzónico) y el clima Aw (clima de sabana).

Ciudad Bolívar se encuentra ubicada al Norte de Paralelo 6°, por lo tanto, la zona con clima de sabana, caracterizada por tener alta temperaturas todo el año, la estación seca esta entre diciembre y marzo. Desde el punto de vista económico el potencial asociado al clima de sabanas, presente el mayor potencial económico de la región tenga suministro continuo de agua.

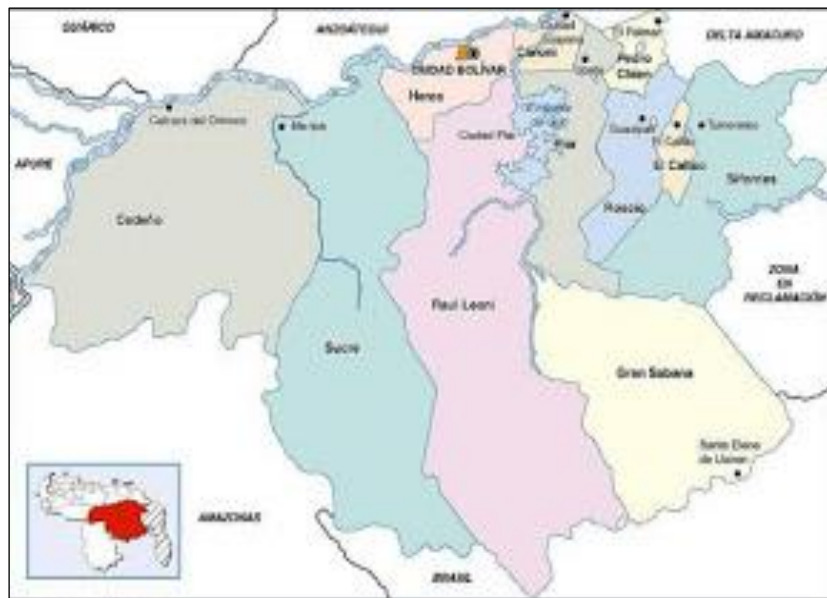


Figura2.3 límites de Ciudad Bolívar- Estado Bolívar.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedente de la investigación

Entre las investigaciones más reciente relacionada con el tema se encuentra las siguientes:

Trías Génova y Salazar Angie (2014), en la Tesis de Grado de la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar titulada: **“PROPONER ALTERNATIVAS PARA MEJORAR EL FLUJO VEHICULAR EN LA AVENIDA BOLÍVAR DEL JARDÍN BOTÁNICO DE CD. BOLÍVAR – EDO. BOLÍVAR”**, dicha investigación se realizó en la Av. Bolívar y el Paseo Orinoco, el cual es considerado como una de las zonas de mayor movilidad de peatones y vehículos en esta población, desde la prolongación con la avenida Cumana al extremo Oeste hasta la intersección con la calle Maturín extremo Este.

LISETH CORASPE Y OSMER MARSIGLIA (2011), Tesis de grado de la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar titulada: **“ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR DE LAS AVENIDA QUE CONVERGE EN LA PLAZA DE LAS BANDERAS (AVENIDA REPÚBLICA, AVENIDA MENCA DE LEONI, PROLONGACION PASEO ORINOCO Y PROLONGACION AVENIDA REPÚBLICA) CIUDAD BOLIVAR- ESTADO BOLIVAR”**, su principal objetivo fue plantear posibles soluciones basadas en datos reales y condiciones actuales para el buen funcionamiento de las intersecciones en el área, debido a su diaria problemática, con el congestionamiento de las horas picos, por esta razón se realizó el análisis del

Flujo vehicular de las avenidas que convergen en La Plaza de las Banderas, Ciudad Bolívar- Estado Bolívar.

MABEL RAMIREZ Y ARIMAR VELAZQUE (2015) Tesis de grado de la Universidad de Oriente titulada **“CARACTERIZACION DEL FLUJO VEHICULAR EN EL TRAMO RUIZ PINEDA EN LA AVENIDA LIBERTADOR CIUDAD BOLIVAR- ESTADO BOLIVAR”** su principal objetivo fue plantear posibles soluciones basadas en datos reales y condiciones actuales para el buen funcionamiento y los niveles de servicios, para conocer y tener estimaciones acertadas.

Estos estudios guardan estrecha relación con la investigación, por cuanto se evidencie el flujo vehicular en las calles y avenidas, en horas picos, la capacidad de flujo, la manera como se concentra la masa de vehículos y las condiciones de la vía.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Ingeniería de tránsito

Se entiende por ingeniería de transportes y vías, el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, prácticas profesionales, principios y valores, necesarios para satisfacer las necesidades sociales sobre movilidad de personas y bienes.

La ingeniería de transportes y vías, es una especialidad de la profesión de ingeniería, basada en la aplicación de las ciencias físicas, matemáticas, químicas, la técnica y en general el ingenio, en beneficio de la humanidad.

3.2.2 Elementos que comprende la sección transversal de una carretera

3.2.2.1 Derecho de vía: es la faja que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de la vía y de sus servicios auxiliares.

La fijación del derecho de vía depende de un gran número de factores según el propósito que deba cumplir y el uso a que se quiera destinar. Entre éstos se destacan:

Importancia dentro del sistema vial nacional, volúmenes de tránsito que serán servidos por la vía, topografía del área, costo del terreno, usos adyacentes, servicios existentes y proyectados, control de acceso, afectación del ambiente

La tabla 3.1 de las normas de proyectos de carreteras proporciona los valores guía para el derecho de vía en carreteras de dos canales y de cuatro canales con separador.

Tabla 3.1 Valores guía para el derecho de vía. (Normas de proyectos de carretera, 1985)

Nº de canales	Dimensiones del mismo	Derecho de vía promedio	(M) Deseable
2	20-25	25-35	35-45
4 con separador	35	70	100

Los valores menores en las vías de dos canales corresponden a las carreteras secundarias. Es conveniente tomar en cuenta que algunos o todos los elementos de la sección transversal pueden cambiar a lo largo de un tramo carretera, por lo cual la dimensión mínima del derecho de vía puede variar; pueden presentarse situaciones en

las cuales el ancho mínimo deberá ser reducido, mientras que en otras se tendrá que ampliar; (Ej. taludes extendidos). El eje longitudinal del derecho de vía podrá o no coincidir con el de la carretera. En todo caso su ubicación será determinada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

3.2.2.2 Corona: es la superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros, por lo que incluye la calzada más los acotamientos. Los elementos que comprenden la corona son:

❖ Calzada o superficie de rodamiento: es aquella faja que se ha acondicionado especialmente para el tránsito de los vehículos y constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril aquella parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículo. El ancho de la calzada es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vértice. Normalmente el ancho de calzada se determina por el número de canales necesarios para atender el volumen horario de proyecto. El canal normal de tránsito tiene un ancho de 3,60 metros; que se compone de 2,60 m, ancho máximo de un vehículo, más dos espacios de seguridad lateral.

❖ Rasante: es la proyección vertical del desarrollo del eje real de la superficie de rodamiento de la carretera.

❖ Pendiente transversal: es la pendiente que da a la corona normal a su eje. Según con los elementos de alineación horizontal, se presenta tres casos:

❖ **Acera y Calzadas especiales:** los proyectos de carreteras generalmente no contemplan aceras. Sin embargo, en aquellos trayectos donde el tránsito peatonal lo requiera, y especialmente en zonas pobladas, se deberán disponer aceras al lado de las carreteras. No existen criterios definidos acerca de los volúmenes mínimos para la provisión de aceras. Deberán estudiarse cada caso y sobre todo verificar, si con el tiempo no se presentarán situaciones que puedan requerir la protección del peatón por medio de la construcción de aceras.

Las aceras deberán estar separadas claramente de la calzada por medio de brocales o por separadores, y deberán estar elevadas por encima de la calzada. El ancho de la franja de separación deberá ser de 1,20 metros por lo menos.

❖ **Calzadas especiales:** en algunas carreteras, y en especial en los tramos que sirven de acceso a concentraciones industriales, el volumen de bicicletas puede ameritar la inclusión de caminos especiales para este tipo de vehículo. Este camino puede tener la forma de franja de circulación o puede llegar a ser una verdadera calzada para bicicletas.

La franja para bicicletas es similar a una acera y tendrá un ancho mínimo 1,00 metros. La calzada para bicicletas tendrá un ancho mínimo de 1,80 metros, y aumenta de ancho en módulos de 0,60 metros.

La franja para bicicletas se construye adyacente a la calzada de la carretera y a nivel de la misma. La calzada especial para bicicletas se construye separada de la calzada, a una distancia no menor de 1,20 metros.

Las franjas y calzadas para bicicletas no deben llevar brocales adyacentes elevados para evitar el tropiezo de los pedales. La altura máxima del brocal adyacente será de 6 cm.

Tanto el material de construcción como la demarcación deberán identificar en forma clara la parte de la vía destinada a las bicicletas.

- ❖ Brocales: se usan para delinear los bordes de la plataforma, regular el drenaje, dificultar la salida de vehículos del pavimento, ofrecer una mejor apariencia de acabado, y para promover el desarrollo ordenando de las zonas adyacentes a la vía.

El uso de brocales en carreteras con velocidad de proyecto de 80 km/h o más, no es recomendable. Es preferible delinear la vía por medio de la demarcación en el pavimento.

Los brocales se clasifican en brocales de barrera y brocales montables. El brocal de barrera es la forma común y se usa en puentes, estribos, muros, refugios para peatones, aceras, divisorias centrales angostas, etc.

El brocal montable se usa principalmente en divisorias centrales anchas en el borde interior de los hombrillos y para delinear canales de tránsito en intersecciones canalizadas, refugios y paradas.

- ❖ Subcorona: superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas de pavimento. En sección transversal es una línea.

Se entiende por terracería, el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar el camino hasta la subcorona. La diferencia de cota entre el

terreno natural y la subcorona, define los espesores de corte o terraplén en cada punto de la sección. A los puntos extremos de la sección donde los taludes cortan al terreno natural, se les llama coros y a las líneas que los unen a lo largo del camino, líneas de coros.

Se entiende por pavimento, a la capa o capas de material seccionado y/o tratado, comprendidas entre las subcoronas y la corona, cuyo objetivo es soportar las cargas inducidas por el tránsito y repartirlas de manera que los esfuerzos transmitidos a la capa de terracerías subyacente a la corona, no le causen deformaciones perjudiciales: al mismo tiempo proporcionar una superficie de rodamiento adecuada al tránsito. Los pavimentos generalmente están formados por sub-base, base y carpeta, definiendo esta última la calzada del camino.

Los elementos que definen la subcorona y que son básicos para el proyecto de las secciones de construcción del camino son:

- ❖ Cuneta: son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o ambos lados de la corona, contiguas a los hombros con el objetivo de reducir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

Normalmente, tienen sección triangular con un ancho de 1,00m medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta; su talud generalmente es de 3:1, del fondo de la cuneta parte el talud de corte. La capacidad hidráulica debe estar de acuerdo con la precipitación pluvial de la zona y el área drenada.

La longitud de la cuneta está limitada por la capacidad hidráulica, pues no debe permitir que el agua rebase su sección y se extienda por el acotamiento, por lo que deberá limitarse esta longitud colocando alcantarillas de alivio o proyectando las canalizaciones convenientes.

- ❖ Contracuneta: son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.
- ❖ Talud: es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes. Se llama también talud a la superficie que en corte queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta; y en terraplenes, la que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.
- ❖ Drenaje transversal: está formado por las alcantarillas y estructuras mayores (puentes), que permitirán que el agua cruce de un lado a otro de la carretera, sin invadir su superficie.

3.2.3 Volumen de transito

Se define volumen de transito al número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de la calzada, durante un periodo determinado. Se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T} \quad (3.1)$$

Dónde:

Q= Vehículos que pasan por una unidad de tiempo (vehículos/periodo).

N= Número total de vehículos que pasan (vehículos).

T= Periodo determinando (unidad de tiempo).

3.2.3.1 Tránsito diario promedio anual (TDPA): es el promedio de los conteos de 24 horas recolectados todos los días del año. Los TDPA se usan en varios análisis de tránsito y de transporte para:

1. La estimación del ingreso, debido a los usuarios de las carreteras de peajes.
2. Cálculo de las tasas de accidentes en términos de accidentes por 100 millones de millas-vehículos.
3. Establecimiento de las tendencias de volumen de tránsito.
4. Desarrollo de los programas de mejoras y mantenimiento.
5. Desarrollo de autopistas y de sistemas arteriales principales.

3.2.3.2 Tránsito diario promedio (TDP): es el promedio de los conteos de 24 horas recolectados en un número de días mayor que 1, pero menor que un año.

3.2.3.3 Volumen de la hora pico (VHP): es el número máximo de vehículos que pasan por un punto en una carretera durante un periodo de 60 min consecutivos. Los VHMD se usan para: a) la clasificación fundamental de las carreteras, b) los análisis de capacidad, c) el diseño de las características geométricas de una carretera, por ejemplo; número de carriles, señalización de las intersecciones y canalización; d) el desarrollo de programas relacionados con las operaciones de tránsito, por ejemplo; sistemas de calle de un solo sentido o el rastreo de las rutas de tránsito.

3.2.4 Volumen de transito promedio diarios

Para cal y mayor R. y James cárdenas G. definen el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado, (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo. De acuerdo al número de días de este periodo, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dado en vehículos por día:

1. Transito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{360} \quad (3.2)$$

2. Transito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDA = \frac{TM}{30} \quad (3.3)$$

3. Transito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDA = \frac{TS}{7} \quad (3.4)$$

3.2.5 Características del volumen de tránsito

La observación regular de los volúmenes de tránsito a lo largo de los años ha identificado ciertas características que muestran que aun cuando el volumen de tránsito en la sección de un camino varía con el tiempo, esta variación es repetitiva y

rítmica. Se toman en cuenta estas características del volumen de tránsito cuando se planean aforos vehiculares, de modo que los volúmenes recolectados para un instante o lugar específico puedan relacionarse con los volúmenes recolectados para otros instantes y lugares. Las causas de las horas pico son principalmente las horas de trabajo, si se recolectan esos datos durante tres días a la semana durante una semana, las variaciones horarias serán similares entre sí, aunque los volúmenes reales pueden no ser los mismos días con día.

Es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del, en los días de la semana y en los meses del año. Aún más, también es importante conocer las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su distribución por carriles, su distribución direccional y su composición. Nicholas Garber (2005).

3.2.6 Distribución y composición del volumen de tránsito

La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de calles y carreteras. Tratándose de tres o más carriles de operación en un sentido, el flujo se asemeja a una corriente hidráulica. Así, al medir los volúmenes de tránsito por carril, en zona urbana, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril del medio; las fricciones laterales, como paradas de autobuses y taxis y las vueltas izquierdas y derechas causan un flujo más lento en los carriles extremos, llevando el menor volumen el carril cercano a la acera. En carretera, a volúmenes bajos y medios suele ocurrir lo contrario, por lo que se reserva el carril cerca de la faja separadora central para vehículos más rápidos y para rebases, y se presentan mayores volúmenes en el carril inmediato al acotamiento. En autopistas de tres carriles con altos volúmenes de tránsito, rurales o urbanas, por lo general hay mayores volúmenes en el carril inmediato a la faja separadora central.

Igualmente, en los estudios de volúmenes de tránsito muchas veces es útil conocer la composición y variación de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total. Cal y Cárdenas (1998).

3.2.7 Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo. En cualquiera 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 del tránsito para estos periodos

Durante el día, tales como prohibición de estacionamientos, prohibición de ciertos movimientos de vuelta y disposición de los tiempos de los semáforos.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que el flujo sea constante durante toda la hora.

Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora misma. Para la hora de máxima demanda, se llama factor de la hora de máxima demanda, FHMD, a la relación entre el volumen horario de máxima demanda, VHMD, y el flujo máximo ($q_{\text{máx}}$), que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora. Matemáticamente se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{max})} \quad (3.5)$$

Dónde:

N= Numero de periodo durante la hora de máxima demanda

Los periodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 ó 15 minutos, utilizándose éste último con mayor frecuencia, en cuyo caso el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{max15})} \quad (3.6)$$

Para periodo de 5 minutos, el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{12(q_{max5})} \quad (3.7)$$

El factor de la hora de máxima demanda es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos 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 flujos máximos durante toda la hora. Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora. Cal y Cárdenas (1998).

3.2.8 Variación horaria del volumen de tránsito

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del, dependen del tipo de ruta, según las actividades que prevalezcan en ella, puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc. Cal y Cárdenas (1998).

3.2.9 Flujo vehicular

Es conocido como el número de carros que pasan por un lugar determinado por unidad de tiempo. Hay muchas aproximaciones matemáticas que intentan modelar el flujo de tráfico vehicular en términos de alguna de sus características. Todas ellas responden con cierto grado de apego a la realidad, midiendo alguna o algunas características del flujo vehicular.

3.2.10 Capacidad

Es el máximo número de vehículos que puede pasar por una sección o canal de una vía en un periodo de tiempo determinado, bajo las condiciones reinantes de diseño y de tránsito. Normas de proyectos de carreteras (1985).

3.2.11 Capacidad vial

La capacidad de una sección de carretera se define como el número máximo de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesarla durante un periodo dado de tiempo (generalmente quince minutos) en unas condiciones determinadas de la carretera y del tránsito, expresado en vehículos/hora. Según Carlos Kraemer, Sandro Rocci (2004).

Para que se alcance la capacidad de una sección de carretera es necesario:

1. Que haya una demanda de tránsito suficiente en el acceso a la sección.
2. Que no exista una sección anterior de menor capacidad, que impida que la intensidad del tránsito se mantenga en la entrada.
3. Que no exista una sección posterior de menor capacidad que dé lugar a la formación de una cola de vehículos que llegue a impedir la salida de los mismos de la sección considerada.

3.2.12 Nivel de servicio:

Es una medida puramente cualitativa de las condiciones de circulación, que tiene en cuenta el efecto de varios factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la seguridad, la comodidad de conducción y los costos de mantenimiento.

Se emplean seis niveles de servicio que se designan, de mejor a peor, por las letras mayúsculas de la A, a la F.

3.2.12.1 Nivel de servicio A: representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y convivencia proporcionado por la circulación es excelente.

3.2.12.2 Nivel de servicio B: está aun dentro del flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, al que disminuye un poco la libertad de maniobra. El nivel de comodidad y

conveniencia es algo inferior, porque la presencia de otros vehículos comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

3.2.12.3 Nivel de servicio C: pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

3.2.12.4 Nivel de servicio D: representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobras quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso conformación de pequeñas colas.

3.2.12.5 Nivel de servicio E: el funcionamiento está en el o cerca de del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un nivel bajo, bastante uniformes. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, se consigue

Forzando a los vehículos a “ceder el paso”. Los niveles de comodidad y conveniencia

Son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es enormemente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapso.

3.2.12.6 Nivel de servicio F: representa condiciones del flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de paradas y arranques, extremadamente inestables, típicas de los “cuellos de botella”.

Determinar la capacidad y nivel de servicio del tramo: basándose en la Teoría del Cal y Mayor y las especificaciones del “Highway Capacity Manual”, el procedimiento se muestra a continuación:

Para determinar la capacidad de la vía para un nivel de servicio i , en carreteras de canales múltiples tenemos:

$$F_{si} = c_j (v/c)(N)(fa)(F_{vp})(fL) \quad (3.8)$$

Dónde:

F_{Si} = Volumen de servicio para un F_a .

C_j = Capacidad bajo condiciones ideales.

N = Número de canales por sentido.

V/c = Relación volumen/ capacidad para F_a .

F_a = Factor de ajuste por ancho de canal.

F_{vp} = factor de ajuste por vehículos pesados.

fL = Factor de ajuste por localización.

Para el cálculo del factor de ajuste por vehículos pesados tenemos:

$$Fvp = \frac{100}{100 - (pc + pb) + PC.Ec + Pb.Ec} \quad (3.9)$$

Dónde:

Pc= Porcentaje de camiones.

Pb= Porcentaje de buses.

Ec= Equivalentes de camiones.

Eb= equivalente de buses.

3.2.13 Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio

En general no se realizan estudios de capacidad para determinar la cantidad de vehículos que puede alojar cierta infraestructura, lo que se hace es determinar el nivel de servicio o calidad de funcionamiento o también la tasa de flujo admisible dentro de cierto nivel de servicio.

El principal factor para identificar el nivel de servicio es la velocidad y además de esta la densidad para los casos de circulación continua y la demora para los casos de circulación discontinua; en cualquiera de los casos el factor para valorar el grado de utilización de la capacidad de un sistema vial y, por consiguiente, su nivel de servicio, es la relación entre el flujo y la capacidad además, en condiciones ideales, el flujo de servicio siempre será una fracción de la capacidad.

La capacidad de una infraestructura vial es tan variable como pueden serlo las variables físicas del mismo, o las condiciones del tránsito, por esta razón los análisis de capacidad se realizan aislando las diversas partes del sistema vial, como un tramo recto, un tramo con curva, un tramo con pendiente, un tramo de entrecruzamiento, el acceso a una intersección, una rampa de enlace, etc.

Por lo que para lograr una interpretación y metodología uniforme Cal y Cárdenas, (2004) han establecido los siguientes criterios:

1. El flujo y la capacidad, bajo condiciones prevalecientes, se expresan en vehículos mixtos por hora para cada tramo de la carretera o calle.
2. El nivel de servicio se aplica a un tramo significativo de la carretera o calle. Dicho tramo puede variar en sus condiciones de operación, en diferentes puntos, debido a variaciones en el flujo de vehículos o en su capacidad. Las variaciones en capacidad provienen por cambios en anchuras, por pendientes, por restricciones laterales, por intersecciones etc. Las variaciones de flujo se originan por cierta cantidad de vehículos que entran y salen del tramo en ciertos puntos a lo largo de él. El nivel de servicio del tramo debe tomar en cuenta, por lo tanto, el efecto general de estas limitaciones.
3. Los elementos usados para medir la capacidad y los niveles de servicio son variables, cuyos valores se obtienen fácilmente de los datos disponibles. Por lo que corresponde a la capacidad, se requieren el tipo de infraestructura vial, sus características geométricas, la velocidad media de recorrido, la composición del tránsito y las variaciones del flujo. Por lo que toca al nivel de servicio los factores adicionales que se requieren incluyen la densidad, la velocidad media del recorrido, las demoras y la relación flujo a capacidad. (p.333).
4. Por razones prácticas se han fijado valores de densidad, velocidades medias de recorrido, demoras y relaciones de flujo a capacidad, que definen los niveles de servicio para autopistas, carreteras de carriles múltiples, carreteras de dos carriles, calles, intersecciones con semáforo, intersecciones sin semáforo o de prioridad. (p.334).

El criterio utilizado para una identificación practica de los niveles de servicio de las diversas infraestructuras viales, establece que se deben considerar las medidas de eficiencia mostradas en la siguiente tabla (3.2):

Tabla 3.2 Niveles de servicio de las diversas infraestructuras viales.

Tipo de infraestructura	Medida de edificación
Autopista Segmentos básicos Entrecruzamiento Rampa de enlace	Densidad (veh/km/carril) Velocidad media recorrida (km/h) Flujo (veh/h)
Carreteras Multicanales De dos canales	Densidad (veh/km/carril) Demora porcentual y velocidad media recorrida
Intersección con semáforo	Demora media individual por parada (seg/veh)
Intersección sin semáforo	
Arterias, calle	Velocidad media recorrida (km/h)
Transporte publico	Factor de carga (persona/asiento)
Peatones	Espacio (m ² /peatón) Flujo (peatón/min/m)

3.2.14 Tabla de distribución de frecuencia

$$\text{Ancho del intervalo de clases} = \frac{\text{Amplitud total}}{N} \quad (3.10)$$

Dónde:

Amplitud total= mayor velocidad registro – menor velocidad registrada

N= Numero de intervalo de clases (Anexo 1)

- 4 Distribución de frecuencia de velocidad de punto: para ello se tabulan los datos de la manera mostrada en la tabla (3.3), y se obtienen los valores como se muestra a continuación:
- 5 Intervalo de clase (1): están definidos por grupos de velocidad en incrementos de dimensiones ya calculadas, es decir el ancho del intervalo de clase, donde en el primer intervalo quede incluido el menor valor de velocidad obtenida y el último intervalo incluya el mayor.
- 6 Punto medio (2): Esta dado por la velocidad media de cada intervalo y se obtiene sumando los límites inferior y superior de la clase y dividiendo el resultado entre dos.
- 7 Frecuencia observada absoluta (3): es el número de vehículos a los cuales se les registró velocidad, y que acorde a esta pertenecen a cada clase.
- 8 Frecuencia observada relativa (4): es la sumatoria de las frecuencias relativas de todos los grupos, y debe ser igual a 100.
- 9 Frecuencia acumulada absoluta (5): frecuencia total de todos los valores menores que el límite real superior de clase de un intervalo de clase dado.
- 10 Frecuencia acumulada relativa (6): es la frecuencia acumulada absoluta

Tabla 3.3 Para el cálculo de distribuciones de frecuencia de velocidad de punto

1	2	3		4		5	6	7
Grupo de Velocidad	Punto Medio	Frecuencia Observada		Frecuencia Acumulada		(col2) ²	Col3*Col2	Col3*Col7
		Abs	Relat	Abs	Relat			
(km/h)	V _i (km/h)	F _i	$\frac{F_i}{n} 100$	F _i	$\frac{F_i}{n} 100 (\%)$	(V _i) ²	F _i *V _i	F _i (V _i) ²

❖ Representación gráfica de los datos de velocidad de punto: es un complemento ilustrativo donde se presentan los resultados de la distribución de frecuencia y se realiza mediante un histograma y polígono de frecuencia, teniendo como base los intervalos de clase sobre el eje horizontal, donde los centros son las marcas de clase y en el eje vertical los porcentajes correspondientes a cada intervalo.

❖ Valores representativos: parámetros calculados para caracterizar adecuadamente la distribución de la velocidad de punto en el tramo Ruiz Pineda en la Avenida Libertador. A continuación, estos se presentan con sus respectivas fórmulas de cálculo para cada uno de ellos:

❖ Velocidad media de punto: es la estimación de la velocidad esperada de cualquier vehículo elegido al azar, y se representa gráficamente mediante la curva de frecuencias observadas y acumulada de velocidades de punto.

$$\bar{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^m (F_i V_i)}{n} \quad (3.10)$$

Dónde:

$\bar{V}_t$ = Velocidad media de punto.

F_i = Frecuencia observada absoluta.

V_i = Velocidad en km/h.

N = Numero de vehículos considerado.

❖ Desviación estándar (S): esta es considerada debido a que no todos los vehículos viajan a la misma velocidad y existe una dispersión de sus velocidades alrededor de la media. Esta se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \frac{[\sum_{i=1}^m (F_i V_i)]^2}{n}}{n}} \quad (3.11)$$

Con la desviación estándar es importante considerar también el nivel de confiabilidad con el que se desea la información.

❖ Error estándar de la media (E): este parámetro indica la confianza con la cual puede suponerse que la media de la muestra corresponda a la media verdadera de la población, o de todo el tránsito que pasa por el punto durante el periodo de estudio. Se determina de la siguiente manera:

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4.5) \quad (3.12)$$

❖ Tamaño apropiado de la muestra (n): si existieran estudios anteriores referentes a las velocidades en las vías en estudio o se necesitara mayor precisión en los resultados, mediante este cálculo se pudiera determinar el número de elementos de la muestra que deberían considerarse.

$$\bar{v}t \pm KE \quad (3.13)$$

Dónde:

K= Numero de desviación estándar (Anexo 2.)

❖ Tamaño apropiado de la muestra (n): si existieran estudios anteriores referentes a las velocidades en las vías en estudio o se necesitara mayor precisión en los resultados, mediante este cálculo se pudiera determinar el número de elementos de la muestra que deberían considerarse

$$n = \left(\frac{KS}{e} \right)^2 \quad (3.14)$$

Dónde:

E= Error de permitido en la estimación de la velocidad media de todo el tránsito, este puede fluctuar de $\pm 8.0 \text{ Km/h} \pm 1.5 \text{ Km/h}$ o menos.

5. Analizar el flujo vehicular: mediante los siguientes modelos.

Se procederá al análisis del flujo vehicular lineal a través de sus tres variables principales “flujo (q), velocidad (v) y densidad (k)” relacionadas mediante la ecuación fundamental del flujo vehicular expresada como:

$$q = v * k \quad (3.15)$$

Se estudiarán las posibles combinaciones como lo son la relación Velocidad-Densidad (v, k), Flujo-Densidad (q, k) y Velocidad-Flujo (v, q).

La ecuación general del modelo lineal para Velocidad-Densidad (Anexo3), se expresa de la siguiente manera:

$$\overline{V_e} = v - \left(\frac{v_i}{k}\right) K \quad (3.16)$$

Dónde:

$\overline{V_e}$ = Velocidad media especial (km/h).

K = Densidad (veh/km/carril).

V_i = Velocidad media especial a flujo libre (km/h)

K_e = Densidad de congestionamiento (veh/km/carril).

La relación entre el flujo y la densidad se obtiene reemplazando la ecuación (3.15) en la fundamental (3.16).

$$q = v_i k - \left(\frac{v_i}{k_c}\right) k^2 \quad (3.17)$$

Esta ecuación expresa al flujo q como una función parabólica de la densidad k. (Anexo 4)

La expresión entre la velocidad y el flujo también existe una relación parabólica, y su expresión viene dada como:

$$v_e = \frac{v_i}{2} \pm \frac{\sqrt{v_i^2 - 4\left(\frac{v_i}{k_c}\right)q}}{2} \quad (3.18)$$

La última expresión, y está representada en el (Anexo 5), indica que entre la velocidad y el flujo existe una relación parabólica.

Basadas en datos reales y condiciones actuales para el buen funcionamiento y los niveles de servicios, para conocer y tener estimaciones acertadas.

Estos estudios guardan estrecha relación con la investigación, por cuanto se evidencie el flujo vehicular en calles y avenidas, en horas picos, la capacidad de flujo, la manera como se concentra la masa de vehículo y las condiciones de la vía

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

Con este tipo de investigación se planteó directamente la recopilación y recolección de los datos suministrado en el tramo de estudio de calle independencia para su respectivo análisis e interpretación.

De acuerdo a la situación estudiada, se incorporó el tipo de investigación denominada descriptivo, el cual consiste en describir situaciones y eventos, es decir como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno. Así como lo describe Tamayo, M. (2003), dice que la investigación descriptiva “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una descriptiva trabaja sobre realidad de hecho, y sus características fundamentales es la de presentarnos una interpretación correcta” (p.46).

4.2 Diseño de la investigación

La investigación realizada es tipo documental y de campo ya que se tomarán los datos directamente en el área de estudio. Cabe destacar que también es una investigación descriptiva y documental ya que, en esta es necesaria la utilización de materiales bibliográficos, para dar soluciones a los hechos reales.

De acuerdo con los objetivos planteados, la investigación es de tipo documental y de campo; está basada en la obtención de datos e información provenientes de publicaciones y materiales impresos según Salvador Mercado (2003), cita que la

Investigación documental es una técnica que consiste en la selección por medio de la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos, de bibliotecas, hemerotecas, centros de documentación e información (p.75).

Arias, F. (2006), expone que la investigación de campo “consiste en la recopilación de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna” (p.21).

4.3 Población de la investigación

4.3.1 Población de la investigación

La población considerada para la siguiente investigación está formada por la totalidad de vehículos que transitan en el tramo comprendido de la calle independencia.

Según Tamayo (2003), Población se define como la “totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrado un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad de fenómeno adscrito en un estudio o investigación” (pag176).

4.3.2 Muestra de la investigación

La muestra es una porción de la población. Tal como define Balestrine (2006): “una muestra es un subgrupo de la población o un subgrupo de elementos que pertenecen en ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.”

Lo citado se refiere a la toma de una parte representativa de la población que arrojará resultados confiables.

Para el problema planteado la muestra es el número de vehículos que pasen durante un tiempo determinando por la sección transversal de la vía en estudio, es por eso, que al tratarse de una población infinita, conformado por un número indeterminado de sujetos o unidades; se realizara un muestreo por medio de aforos escogiéndose intervalos de horas diarias por un lapso de tres (3) días en una semana, en la calle de independencia tramo estudiado.

4.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Para este trabajo es necesario considerar instrumentos y técnicas que nos permitirán recopilar información y datos para su posterior desarrollo, todas estas técnicas e instrumentos se mencionan a continuación:

4.4.1 Recopilación bibliográfica: se recurrió a la recopilación de datos, a través de la consulta de textos, tesis, manuales entre otros. Por otro lado, se hicieron consultas a páginas de internet para saber mejor de sistema viales en otros países de las soluciones que han planteado, en función a esto se realizaron comparaciones y su adecuación a las necesidades en la zona de estudios.

4.4.2 Equipo de computador: utilizada en la elaboración de una base de datos que suministra información organizada bajo ciertas normas establecidas.

4.4.3 Observación directas: el reconocimiento del área de estudio se basó en realizar una visualización del tráfico para reconocer posibles inconvenientes a la hora de la inspección, así como también la realización de aforos con el fin de determinar el flujo vehicular.

4.4 Flujograma del proceso investigativo y su descripción

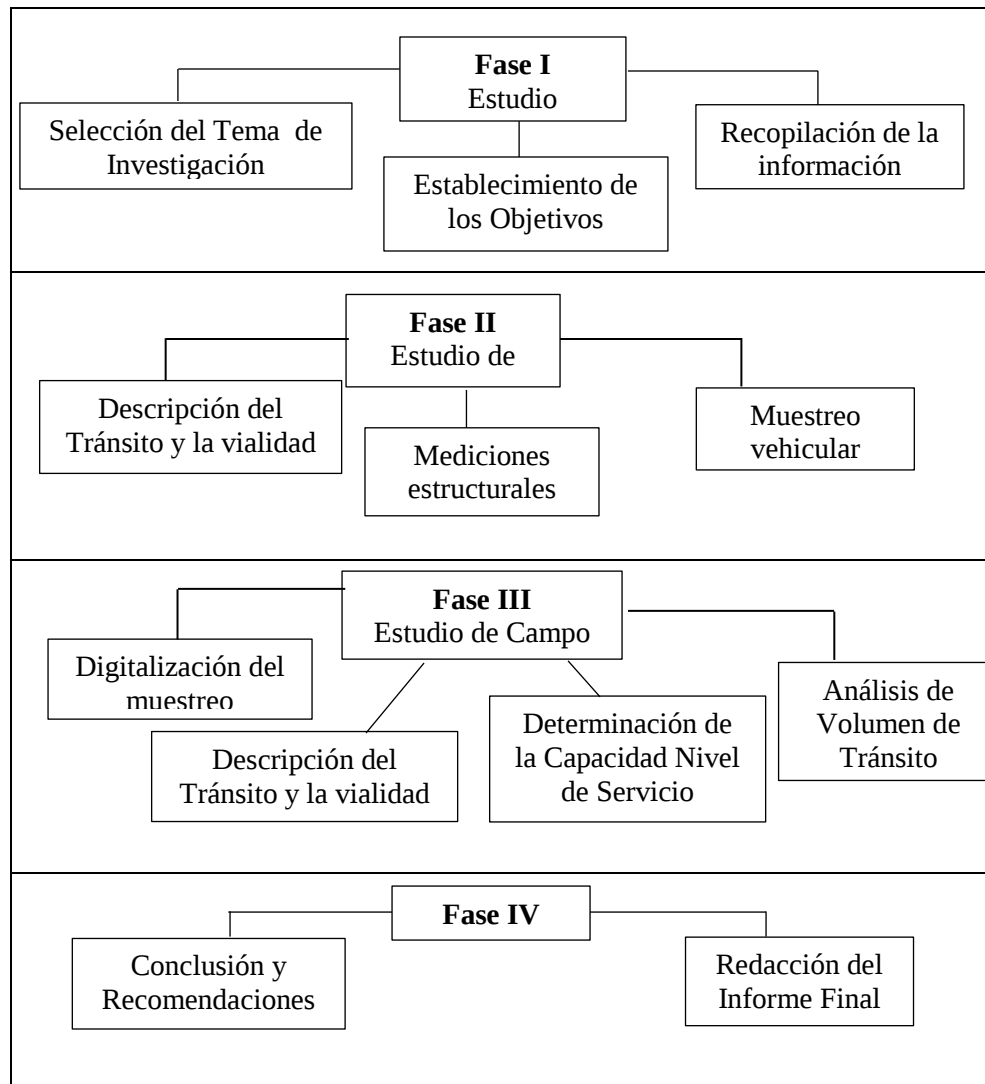


Figura 4.1 Flujograma de proceso de investigación.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Determinación de las características geométricas de las vías

El tramo de estudio ubicado en la Calle Independencia cuenta con un canal por sentido de circulación no dividida, sin separaciones centrales, sin rayados, sin hombrillos y sin obstrucciones laterales. El tramo cuenta con una calzada de 8,66m, con un brocal de aproximadamente de 0,32m, las aceras peatonales del Sentido Este (desde la zona educativa hasta la avenida Siegert) la es de 1,96m con una diferencia de altura promedio de 0,10m cuenta con un área verde de 2m en Sentido Este; en el Sentido Oeste (desde la avenida Siegert hasta la zona educativa) las aceras están comprendidas con un ancho de 1,99m con una altura promedio de 0,10m y se encuentra ubicada una parada 110m en este Sentido.

Al estudiar el tramo se determinó que el pavimento o la capa asfáltica está en buen estado, se encontraron irregularidades en el ancho de las aceras peatonales ya que de un lado es más estrecho que el otro tomando en cuenta que los vehículos se estacionan en las aceras provocando así la circulación del paso peatonal, como también afectara la circulación de los vehículos ya que los conductores tienen que maniobrar para poder circular por la zona.

Se pudo observar que el tramo se encuentra una universidad una clínica, pequeños comercios la zona educativa es una zona comercial lo cual puede perjudicar la vialidad por la entrada y salida de vehículos que visiten estos diferentes comercios.



Figura 5.1 vista de planta de la calle Independencia

Es importante mencionar que se ve afectado por los vehículos que entran y salen de la clínica, dicho tramo no cuenta con un buen alumbrado ni rayado.

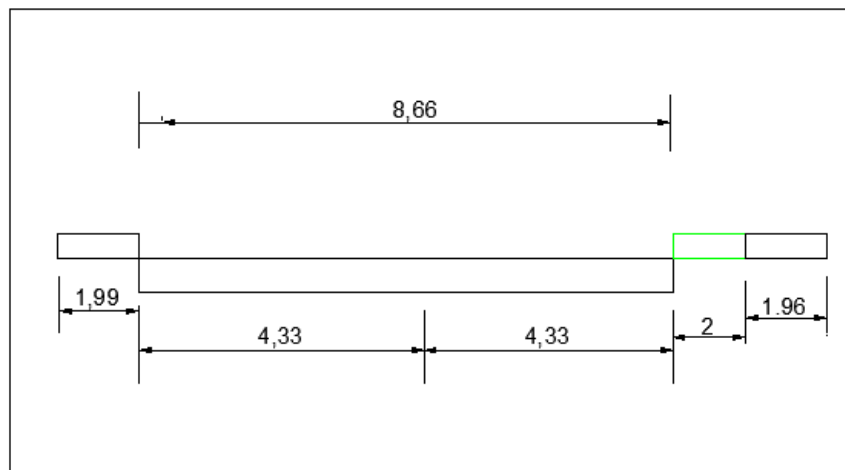


Figura 5.2 Sección transversal de la Calle independencia.

5.2 características del tránsito vehicular que utiliza el tramo de estudio

Al momento de realizar el aforo vehicular que transitan por la zona en estudio, consideramos clasificar los diferentes tipos de vehículos basándonos el manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. México 1991. Cuarta Reimpresión

5.2.1 Vehículos livianos: en esta categoría se encuentran los carros privados que contenga dos ejes equivalentes como taxis por puestos y camionetas (de uso particular y las mal llamadas perreras).

5.2.2 Vehículos pesados: está constituido por los microbuses (26-32 puestos) los cuales son medios de transporte de pasajeros públicos y/o privados y los camiones utilizados para transporte carga pesada.

5.2.3 Buses: comprende los autobuses de (45-60 puestos).

5.2.4 Góndolas: siendo este último tipo de vehículo de gran volumen y peso.

Considerando las motos y bicicletas ya que estos no son tan perjudiciales para el pavimento; todo esto nos sirve para determinar el nivel de servicio de la vía entre otros.

Tabla 5.1 Clasificación de vehículos según su tipo.

VEHICULOS LIVIANOS	Carros, Camionetas y Vans
VEHICULOS PESADOS	Microbuses y Camiones
BUSES	Autobuses
GANDOLAS	Carga Pesada

5.3 Determinación de los volúmenes de tránsito.

5.3.1 Volumen de tránsito

Se observa gráficamente destacando las variaciones de los volúmenes de tránsito totales de los diferentes volúmenes vehiculares para cada uno de los sentidos del tramos de la Calle Independencia, durante el día 17 de Noviembre del 2016, donde se sumaron ambos sentidos de dicho conteo donde arrojó la hora de máxima demanda entre las hora de 7:00am a 8:00am, los aforos del día se muestran en el apéndice A, tienen como resultado un VHMD de 1139 vehículos, el Q_{15MAX} es de 340 vehículos y 571 totales. En la figura 5.3 y 5.4 se presentan los resultados en intervalos de 15 minutos y se puede identificar el periodo con mayor demanda de vehículo con un color azul.

5.3.2 Análisis de variación de los volúmenes de tránsito

El tramo de la Calle Independencia que forma parte de la Calle Moreno de Mendoza entre la Avenida Siegert, es uno de los accesos principales ya que permite comunicar la zona residencial de la Avenida Siegert, con una salida hacia el terminal por la Calle Moreno de Mendoza comunicado los comerciales del ese sector. Se observó que tanto como en el sentido Oeste y al igual que sentido Este se produjo la hora de máxima demanda entres las horas 7:00am a 8:00am en donde ocurría la salida de las personas a sus respectivos trabajos.

Cabe de destacar que el sentido Este posee una variación de tránsito debido a que esta ruta nos lleva al terminal y hacia el mercado periférico produciéndose un constante flujo vehicular y eso sin contar con el acceso de la entrada y salida de los vehículos de la clínica ubicada en la zona de estudio.

Tabla 5.2 Sentido Este y Sentido Oeste, Aforo de vehículos totales del jueves 17 de noviembre del 2016

Periodo	Vehículos livianos	Autobús	Vehículos pesados	Total de vehículos	Total/horas
7:00-7:15	320	17	3	340	1139
7:15-7:30	235	17	3	255	
7:30-7:45	253	15	1	269	
7:45-8:00	253	17	5	275	
8:00-8:15	221	16	2	239	981
8:15-8:30	229	10	5	244	
8:30-8:45	227	16	6	249	
8:45-9:00	222	18	9	249	
9:00-9:15	229	21	3	253	1004
9:15-9:30	231	21	11	263	
9:30-9:45	215	16	10	241	
9:45-10:00	224	17	6	247	
10:00-10:15	205	14	10	229	957
10:15-10:30	211	17	7	235	
10:30-10:45	223	14	7	244	
10:45-11:00	225	17	7	249	
11:00-11:15	233	19	1	253	967
11:15-11:30	169	17	5	191	
11:30-11:45	236	14	3	253	
11:45-12:00	251	14	5	270	
12:00-12:15	248	9	3	260	876
12:15-12:30	205	19	2	226	
12:30-12:45	198	13	1	212	
12:45-1:00	162	16	0	178	
1:00-1:15	198	12	2	212	712
1:15-1:30	165	15	3	283	
1:30-1:45	138	12	2	152	
1:45-2:00	153	8	4	165	

Continuación de la tabla 5.2

2:00-2:15	169	11	5	185	837
2:15-2:30	225	12	3	240	
2:30-2:45	189	11	9	209	
2:45-3:00	183	17	3	203	
3:00-3:15	119	13	6	238	946
3:15-3:30	199	11	2	212	
3:30-3:45	236	19	3	258	
3:45-4:00	226	10	2	238	
4:00-4:15	239	8	1	248	915
4:15-4:30	228	12	4	244	
4:30-4:45	193	7	2	202	
4:45-5:00	208	13	0	221	
5:00-5:15	270	12	5	287	970
5:15-5:30	230	9	3	242	
5:30-5:45	230	13	9	252	
5:45-6:00	175	13	1	189	

De esta manera se encuentra la distribución de los diferentes tipos de vehículos que transitaron en el transcurso del día en estudio, para así señalar cual es el periodo y la hora en que se obtuvo mayor flujo.

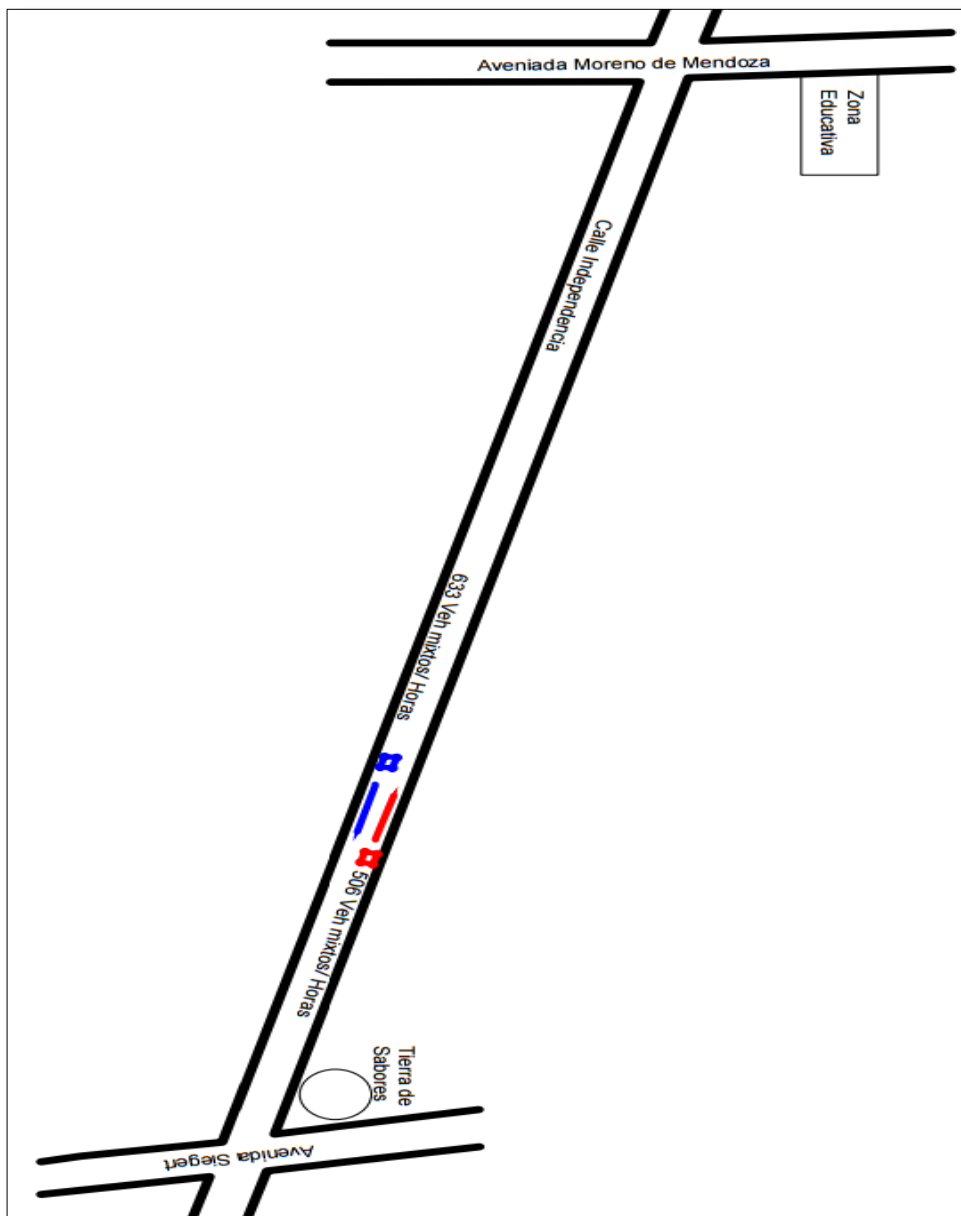


Figura 5.3 Distribución de los vehículos del día de máxima demanda.

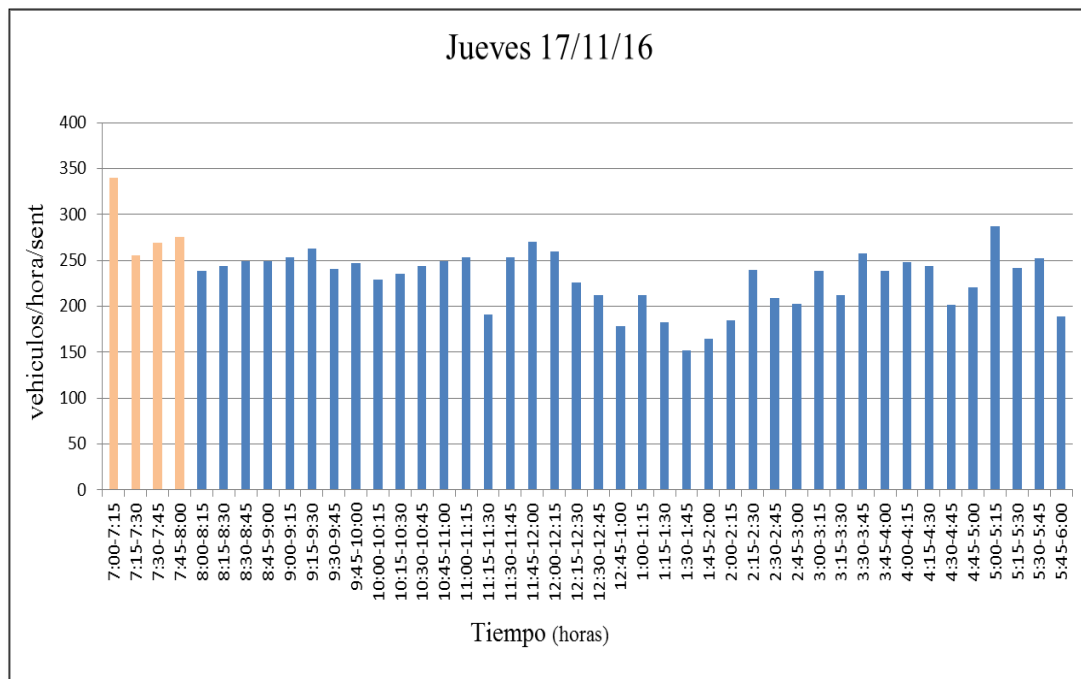


Figura 5.5 Variación horaria de máxima demanda en el sentido Oeste-Este.

5.3.3 Análisis de variación de los volúmenes de tránsito en la hora de máxima demanda.

Durante el aforo se observó una distribución no uniforme, ya que la frecuencia no fue la misma durante toda la hora. Esto significa que existieron distintos periodos cortos dentro de una tasa de flujo muchos mayores dentro de las horas observadas.

5.3.3.1 Sentido Oeste – Este

Se determinó que la hora de máxima demanda en este sentido corresponde al Periodo entre las 7:00 am y las 8:00 am.

Tabla 5.3 Valores VHMD, RHFM: FHMD y porcentaje de vehículos totales (Sentido Oeste-Este) del Jueves 17 de Noviembre del 2016.

Periodo	Q_{15min}	VHMD
7:00-7:15	340	1139
7:15-7:30	255	
7:30-7:45	269	
7:45-8:00	275	

$$FHMD_{15} = \frac{1139veh}{4(340)} = 0.84$$

$$RHFM_{15min} = 340veh (4) = 1360 vehiculos mixto/hora$$

Igualmente, el VHMD se puede expresar en unidades de volumen en periodos inferior a una hora:

$$VHMD_{15min} = \frac{1139 vehiculos mixto/hora}{4} = 285 vehiculos mixtos/15min$$

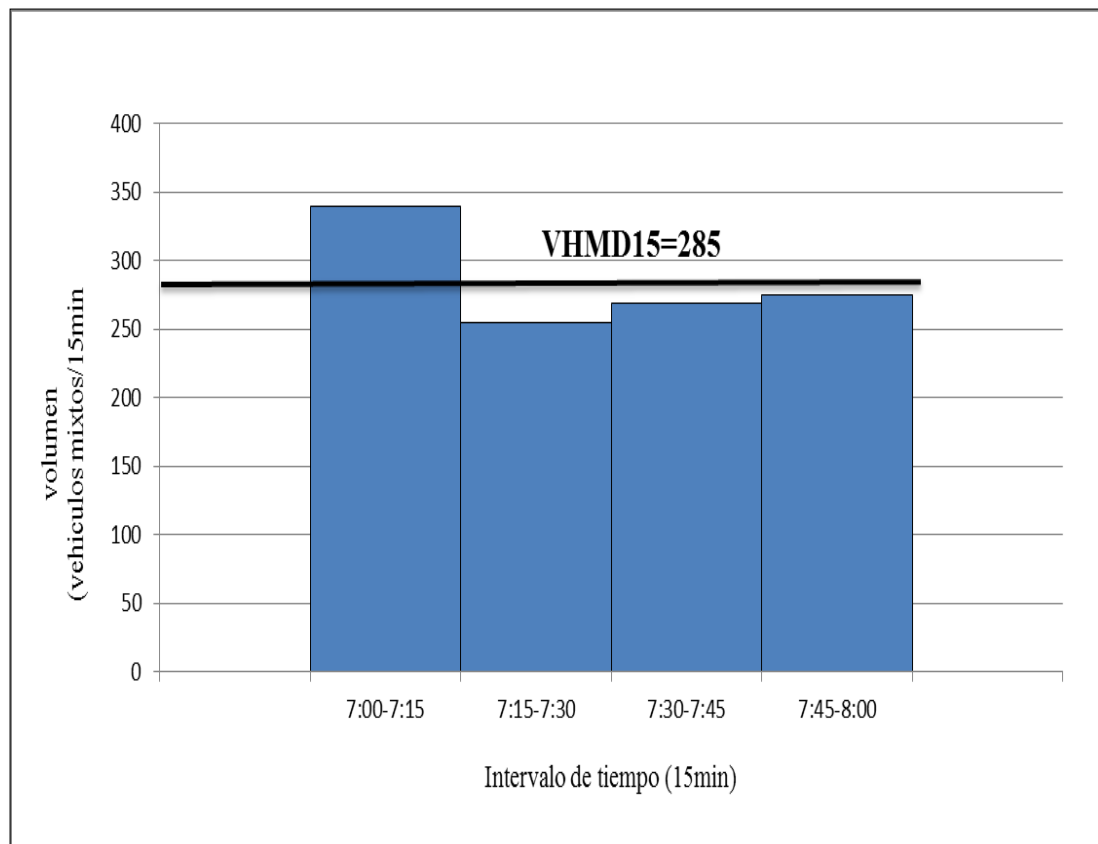


Figura 5.6 Variación horaria en la hora de máxima demanda en el Sentido Oeste-Este.

En la figura 5.5 se puede observar que para el intervalo de 15min hay un periodo por encima de la línea que representa el VHMD y tres periodos por debajo de esta, lo que quiere decir que hubo un mayor flujo implicando un congestionamiento.

De acuerdo al conteo realizado en el tramo de la Calle Independencia el jueves 17 de noviembre del 2016, tomando en cuenta la hora de máxima demanda, se obtuvieron los porcentajes de las 3 categorías utilizadas para realizar la clasificación vehicular en dicho tramo. Según lo indica el Manual de Proyecto de Carretera. México 1991.

Tabla 5.4 Distribución del tránsito en sentido Noroeste.

Livianos	Pesados	Autobuses
93,15%	1,05%	5,80%

Para este sentido los porcentajes de vehículos livianos que obtuvimos fueron de 93,15% para los vehículos pesados 1,05% para los autobuses 5,80%

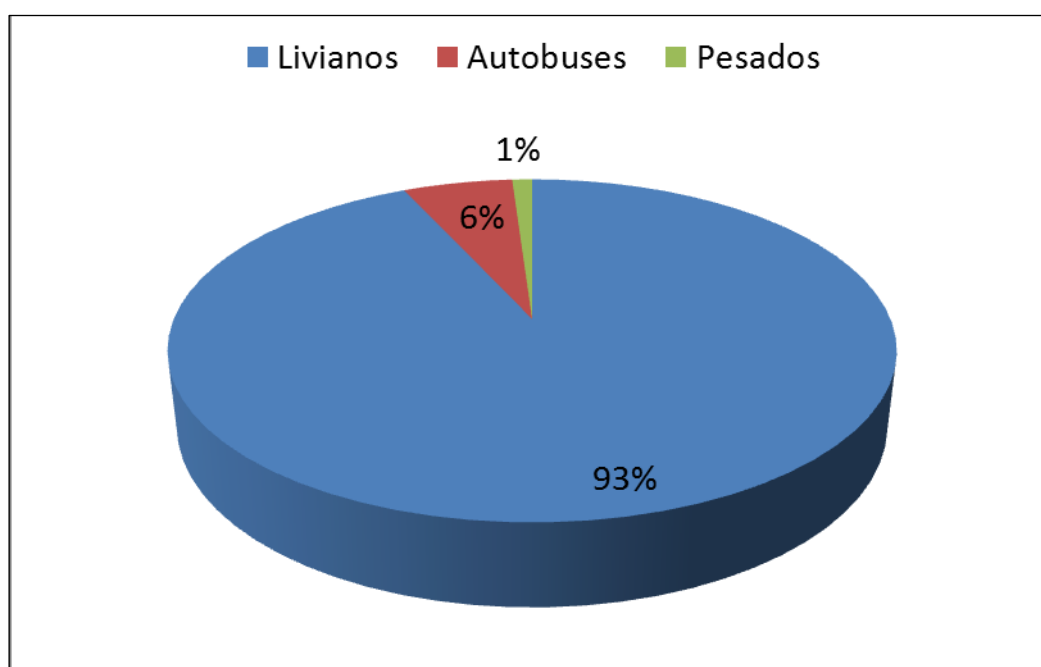


Figura 5.7 Distribución porcentual del tránsito en el sentido Noroeste.

5.4 Estudiar las velocidades.

El aforo realizado en el tramo de la Calle Independencia, del día 22 de Noviembre del 2016 (apéndice B), arrojó intervalos de tiempos de diferentes velocidades tomando una distancia de 100mts con una muestra de 106 vehículos de cada lado, tanto para el Sentido Oeste como Este, los cuales fueron cronometrados para determinar sus velocidades que se muestran en la tabla (5.5 y 5.6)

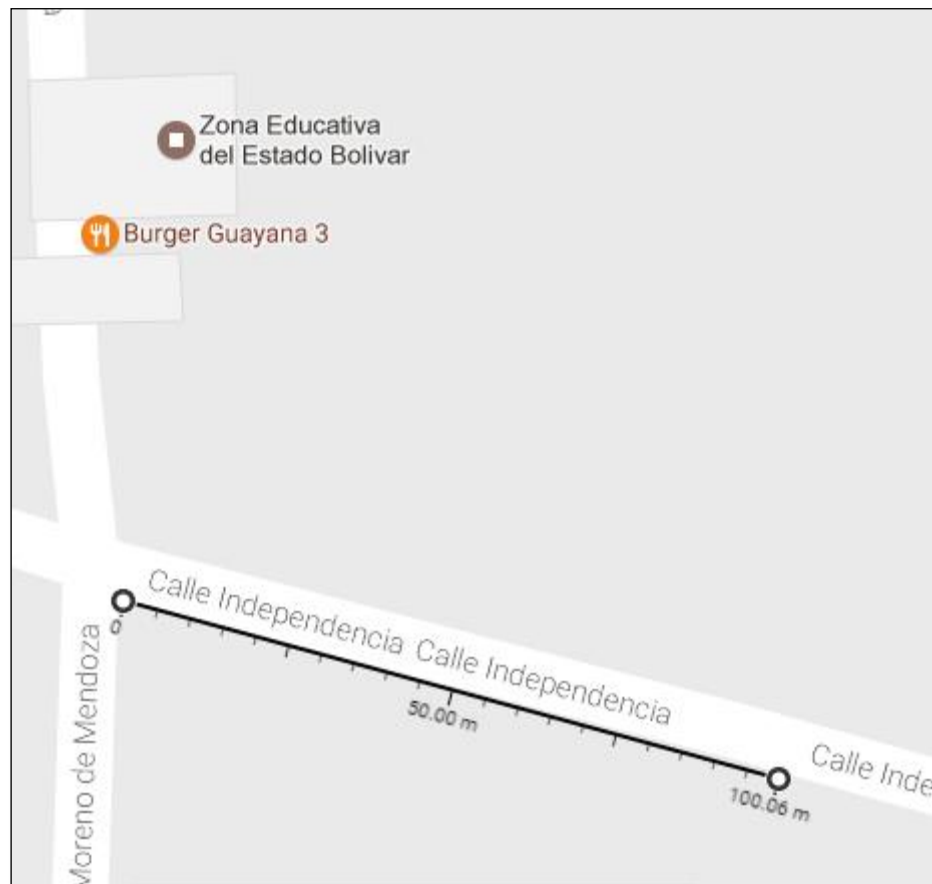


Figura 5.8 Ubicación para el aforo de velocidad en tramo de

5.4.1 Sentido de Oeste

5.4.1.1 Distribución de frecuencia: se agruparán las velocidades de magnitud similares en intervalos de clases. El número de la muestra es de 106 unidades y el intervalo de clase para la muestra es de 10. Para así aplicar la fórmula del ancho del intervalo de clases.

$$\text{Ancho del intervalo de clases} = \frac{40\text{km/h}}{10} = 4,0\text{km/}$$

Se obtuvo un número entero para el ancho del intervalo de clases tomando así 4km/h, para elaborar la primera columna de la tabla 3.4 necesaria para el análisis y cuyos resultados se muestran en la tabla (5.9).

Tabla 5.5 Distribución de la velocidad de punto. Sentido (Este a Oeste)

Velocidad (km/h)	Nº de Veh Observados	Velocidad (km/h)	Nº de Veh Observados
16	1	32	7
18	1	33	13
20	3	34	5
21	1	35	4
22	1	36	8
23	3	38	9
24	1	40	1
25	1	41	1
26	7	42	3
27	6	43	3
28	4	44	2
29	5	47	1
30	3	51	1
31	4	56	1

Tabla 5.6 Distribución de frecuencia de velocidad de punto. Sentido Oeste

Intervalos de clases		vi	Frecuencia Observada		Frecuencia Acumulada		(VI) ²	Fi* Vi	Fi*(Vi) ²
			Fi	(fi/n)*100	fia	(fia/n)*100			
14	17,99	16	1	1	1	1	256	16	256
18	21,99	20	5	5	6	6	400	100	1999
22	25,99	24	6	6	12	12	576	144	3455
26	29,99	28	22	22	34	34	784	616	17242
30	33,99	32	27	27	61	61	1024	864	27639
34	37,99	36	17	17	78	78	1296	612	22026
38	41,99	40	11	11	89	89	1600	440	17596
42	45,99	44	8	8	97	97	1936	352	15484

Continuación de la Tabla 5.6

46	49,99	48	1	1	98	98	2304	48	2304
50	53,99	52	1	1	99	99	2703	52	2703
54	57,99	56	1	1	100	100	3135	56	3135
Total			100	100				3300	113839

5.4.1.2 Velocidad media y desviación estándar: ecuación 3.9 y 4.1

$$\overline{VT} = \frac{3435}{100} = 33 \frac{km}{h}$$

Se obtuvo una velocidad media de punto de 33 km/h, lo cual representa una estimación de la velocidad esperada en cualquier vehículo tomando al azar en el tramo de estudio.

Para la desviación estándar se consideró un nivel de servicio de confiabilidad 90% considerando el valor K igual 1,64 quedando la desviación estándar de la ecuación 4.1 de la siguiente:

$$S = \sqrt{\frac{113839 - \frac{(3435)^2}{100}}{100 - 1}} = 7,09 \text{ km/h}$$

$$(Vt - KS) \text{ y } (Vt + KS)$$

$$(33km/h - 1,64 \times 7,09km/h) \text{ y } (33km/h + 1,64 \times 7,09km/h)$$

$$(21km/h) \text{ y } (45km/h)$$

Podemos decir que para un 90% de la confiabilidad, la velocidad media verdadera para todo el transito está comprendida en los intervalos (21km/h y 45km/h)

5.4.1.3 Error de la media: ecuación (3.5)

$$E = \frac{7,09}{\sqrt{100}} = 0,709 \text{ km/h}$$

$$(Vt - KE) \text{ y } (Vt + KE)$$

$$(33 \text{ km/h} - 1,64 \times 0,709 \text{ km/h}) \text{ y } (33 \text{ km/h} + 1,64 \times 0,709 \text{ km/h})$$

$$(32 \text{ km/h}) \text{ y } (34 \text{ km/h})$$

Por lo tanto, para un nivel de 90% de confiabilidad al estimar la velocidad media verdadera 32km/h el error máximo sería 1.16km/h.

5.4.1.4 Tamaño apropiado de la muestra: ecuación (3.12): para este caso se tomó como error permitido el error de la media $\pm 1,16 \text{ km/h}$

$$n = \left(\frac{1,64 \times 7,09}{1,16} \right)^2 = 100$$

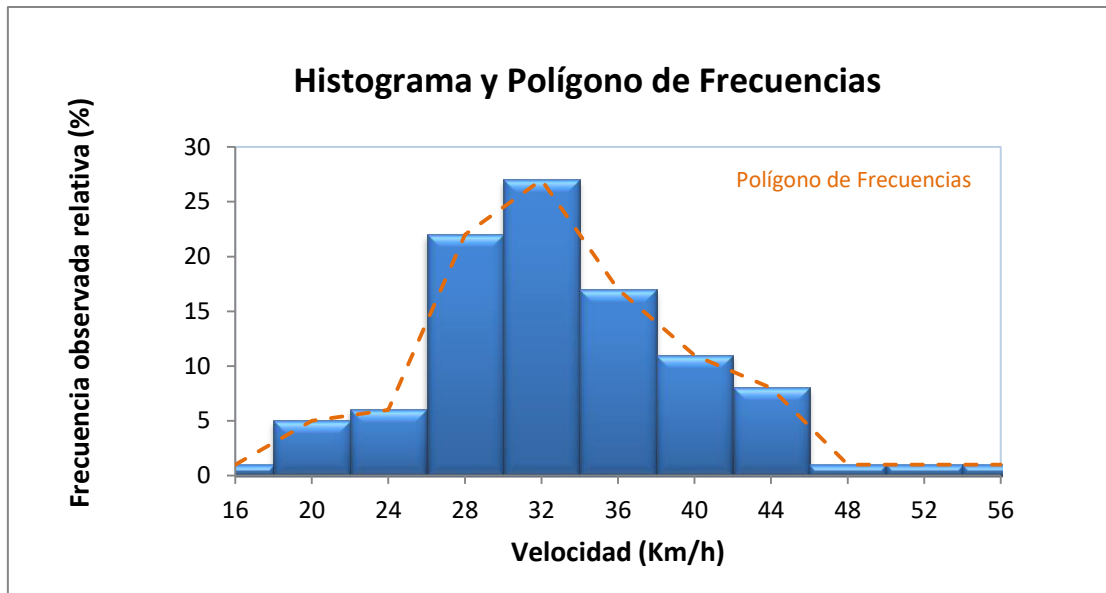


Figura 5.9 Histograma y polígono de frecuencia de velocidad de punto. Sentido Oeste.

En la figura anterior se puede notar que la velocidad media no coincide con la máxima frecuencia de la velocidad registrada, por lo cual la gráfica representa una forma casi normal, por lo que se puede ver la variación de las velocidades.

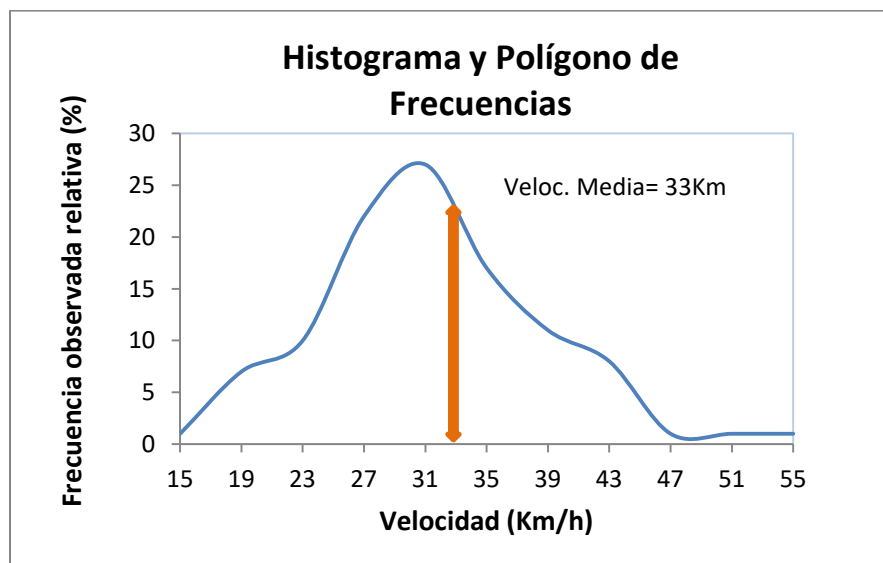


Figura 5.10 Polígono de frecuencias Sentido Oeste

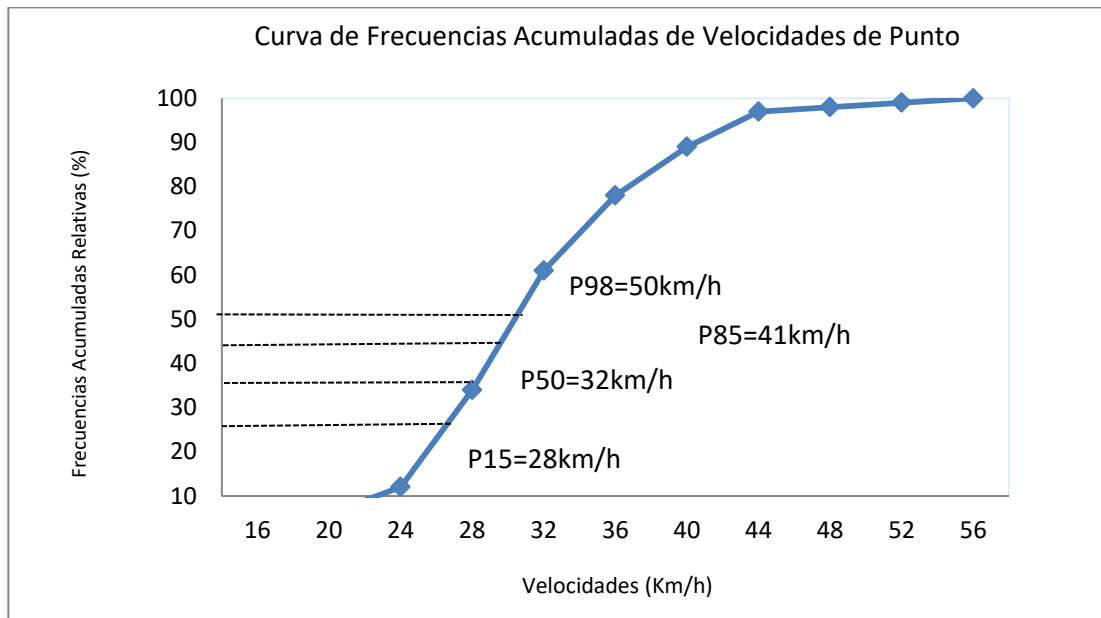


Figura 5.11 Curva de frecuencia observada y acumulada de velocidad de punto.
Sentido de Este a Oeste.

El $P_{15}=28\text{km/h}$ se refiere la velocidad mínima que debe tener el vehículo a la hora de transitar libremente por la vía y con una mayor seguridad, $P_{50}=32\text{km/h}$ lo indica aproximadamente que debe de ser igual a la velocidad media verdadera que debe tener un vehículo al azar, $P_{85}=41\text{km/h}$ este se refiere a la velocidad crítica, en la cual se deben de establecer límites para la seguridad del conductor y $P_{98}=50\text{km/h}$ esta determina la velocidad de proyecto en la cual fue diseñada la vía.

5.4.2 Sentido Este.

A continuación, se presenta el análisis de las velocidades en el tramo de estudio del Sentido Este, con los datos obtenidos durante el segundo muestreo (apéndice c). Los datos están representados por la tabla 5.14 que se obtuvieron el día 22 de noviembre del 2016.

5.4.2.1 Distribución de frecuencia.

$$\text{Ancho del intervalo de clases} = \frac{44\text{km/h}}{10} = 4,4\text{km/h} \quad (5.6)$$

El valor del ancho del intervalo de clase está comprendido 4.4 se tomó 4km/h como numero entero, para así elaborar la primera columna de la tabla 3.4 necesaria para el análisis y cuyos resultados se muestran en la tabla 5.7.

Tabla 5.7 Distribución de velocidad de punto. Sentido Este

Velocidad (km/h)	Nº de Veh Observados	Velocidad (km/h)	Nº de Veh Observados
10	1	32	6
15	1	33	9
17	1	34	3
18	1	35	5
19	3	37	4
20	2	38	1
21	2	39	4
23	3	40	1
24	3	41	3
25	4	42	3
26	9	44	1
27	9	45	1
28	4	46	1
29	3	47	2
30	6	51	1
31	4	54	1

Tabla 5.8 Distribución de frecuencia de velocidad de punto, sentido (Este)

Intervalos de clases		vi	Frecuencia Observada		Frecuencia Acumulada		(VI) ²	Fi* Vi	Fi*(Vi) ²
			Fi	(fi/n)*100	fia	(fia/n)*100			
8	11,99	10	1	1	1	1	100	10	100
12	15,99	14	1	1	2	2	196	14	196
16	19,99	18	5	5	7	7	324	90	1619
20	23,99	22	7	7	14	14	484	154	3386
24	27,99	26	19	19	33	33	676	494	12839
28	31,99	30	21	21	54	54	900	630	18894
32	35,99	34	23	23	77	77	1156	782	26580
36	39,99	38	9	9	86	86	1444	342	12993
40	43,99	42	7	7	93	93	1764	294	12345
44	47,99	46	5	5	98	98	2116	230	10578
48	51,99	50	1	1	99	99	2500	50	2500
52	55,99	54	1	1	100	100	2916	54	2916
			100	100				3144	104945

5.4.1.2 Velocidad media y desviación estándar: Ecuación 3.9 y 4.1

$$\overline{VT} = \frac{3335}{106} = 31 \text{ km/h}$$

Se obtuvo una velocidad media de 31 km/h, lo cual representa una estimación de la velocidad esperada en cualquier vehículo tomado al azar en el tramo de estudio.

Para la desviación estándar se consideró un nivel de confiabilidad de 90% y con el valor de k igual a 1,64 quedando la desviación estándar de la ecuación 4.1 de la siguiente manera:

$$S = \sqrt{\frac{104945 - \frac{(3144)^2}{100}}{100 - 1}} = 7,87 \text{ km/h}$$

$$\begin{aligned}
 & (Vt - KS) \text{ y } (Vt + KS) \\
 & (31km/h - 1,64 \times 7,87km/h) \text{ y } (31km/h + 1,64 \times 7,87km/h) \\
 & (19km/h) \text{ y } (44km/h)
 \end{aligned}$$

De acuerdo con lo anterior se puede decir que al 90% de todas las velocidades están comprendidas en los intervalos entre (19 km/h y 44 km/h).

5.4.1.3 Error estándar de la media: ecuación:(3.5)

$$E = \frac{7,87}{\sqrt{100}} = 0,79km/h$$

$$\begin{aligned}
 & (Vt - KE) \text{ y } (Vt + KE) \\
 & (31km/h - 1,64 \times 0,79km/h) \text{ y } (31km/h + 1,64 \times 0,77km/h) \\
 & (30km/h) \text{ y } (32km/h)
 \end{aligned}$$

Puede decirse que con una 90% de confiabilidad al estimar la velocidad media verdadera como 31km/h, el error máximo para ambos es de 1,26km/h

5.4.1.4 Tamaño apropiado de la muestra: ecuación (3.14): para este caso se tomó como error permitido el error de la media $\pm 1,29km/h$

$$n = \left(\frac{1,64 \times 7,87}{1,29} \right)^2 = 100$$

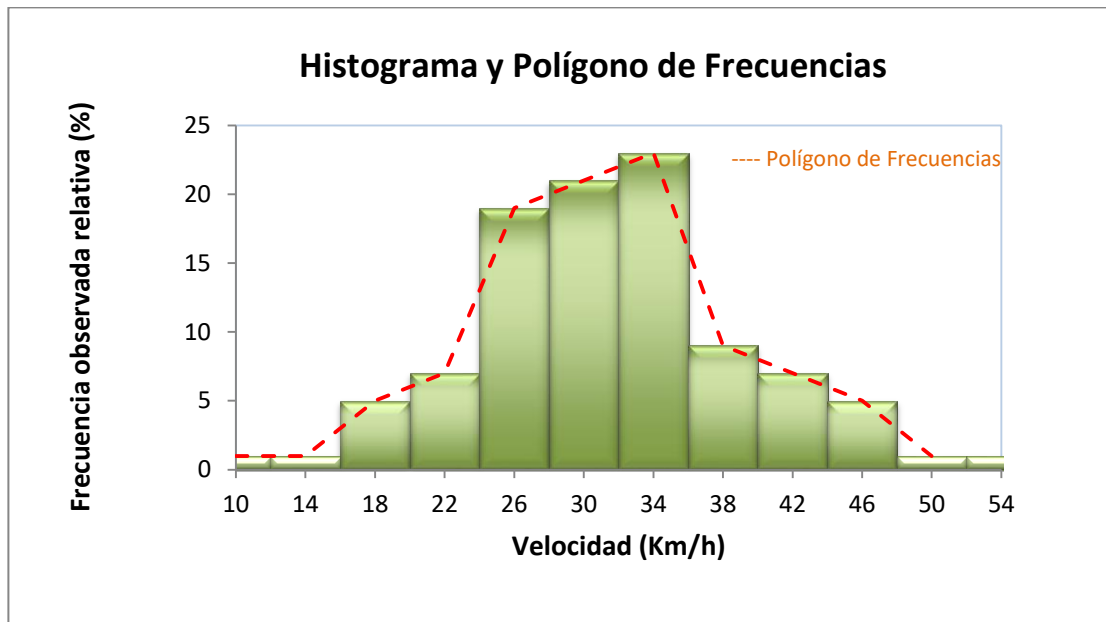


Figura 5.12 Histograma y polígono de frecuencia de velocidad de punto. Sentido Este

La figura 5.5 presenta una forma casi normal, se pueden apreciar las variaciones de velocidad en torno a la velocidad no coincide con la máxima frecuencia registrada.

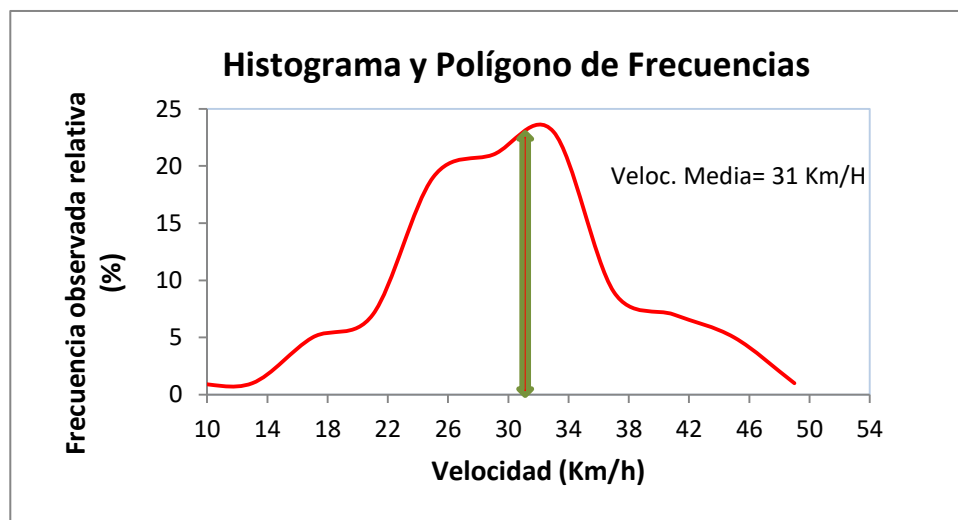


Figura 5.13 Histograma y Polígono de frecuencia Sentido Este

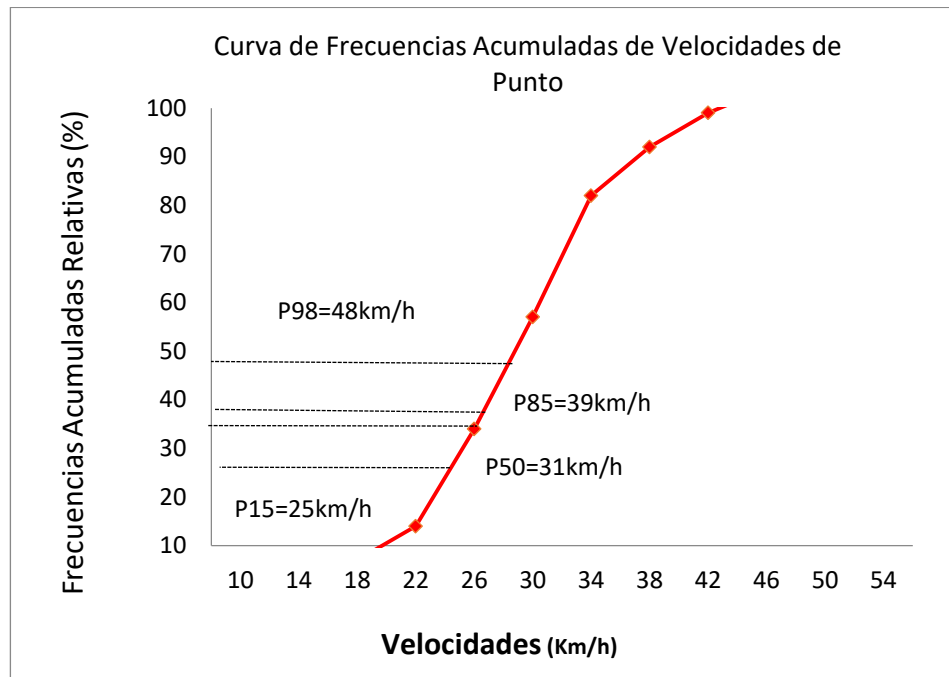


Figura 5.14 Curva de frecuencia observada y acumulada de velocidad de punto Sentido Este.

El $P_{15} = 25\text{km/h}$ se refiere la velocidad mínima que debe tener el vehículo a la hora de transitar libremente por la vía y con una mayor seguridad, $P_{50} =$ es igual 31km/h lo indica aproximadamente que debe de ser igual a la velocidad media verdadera que debe tener un vehículo al azar, $P_{85} = 39\text{km/h}$ este se refiere a la velocidad crítica, en la cual se deben de establecer límites para la seguridad del conductor y $P_{98} = 48\text{km/h}$ esta determina la velocidad de proyecto en la cual fue diseñada la vía.

5.5 Análisis de flujo vehicular que posee el tramo de estudio.

5.5.1 Modelo Lineal.

5.5.1.1 Sentido Oeste

Para estudiar el flujo vehicular es necesario la relación de velocidad y la densidad, utilizando los datos de (k, v) dando así el respectivo comportamiento del flujo vehicular lo cual está relacionado con un modelo lineal de B.D. Greenshields, por un método de mínimo cuadrado para las diferentes condiciones que está expuesta el tránsito, tomando en cuenta la velocidad media y la frecuencia. Que de este modo se obtenga la ecuación que rige la recta, al realizarse este proceso se determinara el valor de la densidad de congestionamiento.

Tabla 5.9 Velocidad-Densidad

Ve (km/h)	k (veh/km)
17,31	30,44
14,85	26,01
12,15	29,25
13,52	33,14

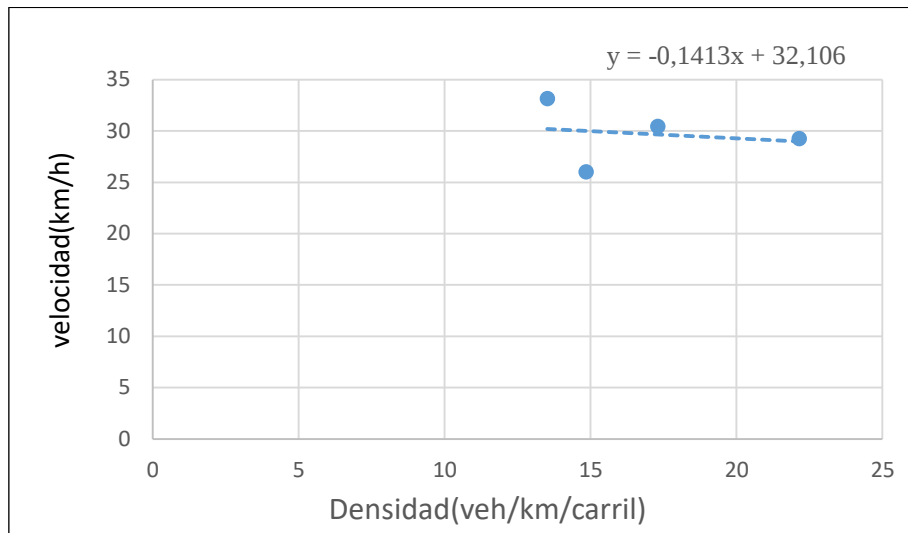


Figura 5.15 Relación entre la velocidad y la densidad

Se observa en la gráfica que a medida que la velocidad disminuye la densidad aumenta considerablemente, dando un valor máximo o velocidad de flujo libre. Dándole un valor a $k=0$ llamándolo velocidad a flujo libre, para que $V_i = 32,106$ y para $V_e=0$ se obtiene un valor de $k_c = 227 \text{ veh/km/sentido}$ de esta manera la densidad tendrá un máximo valor o congestionamiento.

Se calculó el flujo máximo mediante la multiplicación de los puntos que están ubicados a la mitad de la recta (V_m y K_m) dando como resultado $q_m = 1816 \text{ veh/h}$

Es importante destacar que la densidad no puede tomar un valor de cero, esto quiere decir que para que exista esta velocidad a flujo libre al menos debería pasar un vehículo sobre la calle o carretera circulando a esa velocidad.

Tabla 5.10 Densidad-Flujo

Q (veh/h)	K (veh/km)
0	0
1368	56,80
1824	113,61
1368	170,41
0	227

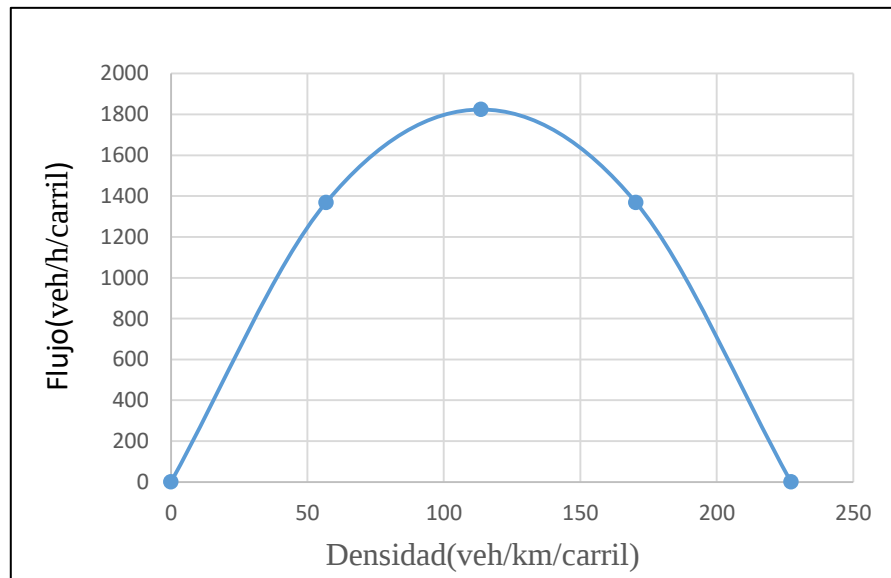


Figura 5.16 Relación parábola entre el flujo y la densidad.

Por definición se requiere que cuando la densidad se aproxima a 0 el flujo también se aproxima a 0, lo cual representa condiciones de operaciones a flujo libre. Cuando la máxima densidad alcanza su límite $k_c = 227$ veh/km/sentidos los vehículos se detienen uno atrás de otro.

En pocas palabras medida que la densidad va disminuyendo el flujo aumenta considerablemente provocando un congestionamiento o viceversa.

Tabla 5.11 Velocidad-Flujo

Ve (km/h)	q (veh/h)
32,10	0
24,08	1368
16,05	1824
8,03	1368
0	0

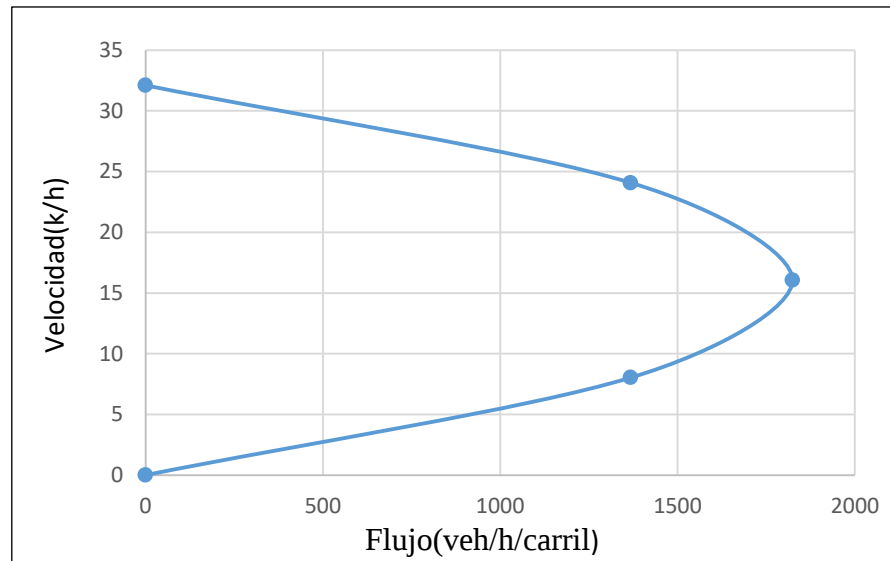


Figura 5.17 Relación parabólica entre la velocidad y el flujo

Se puede decir que a medida que el flujo aumenta, desde un punto determinado la velocidad disminuye progresivamente, esto quiere decir que cuando la velocidad alcanza su punto medio se aproxima a su mayor capacidad.

5.5.2.1 Sentido Este.

Tabla 5.12 Velocidad-Densidad

Ve (km/h)	k (veh/km)
32,22	27,15
16,79	30,50
22,99	28,88
16,87	31,06

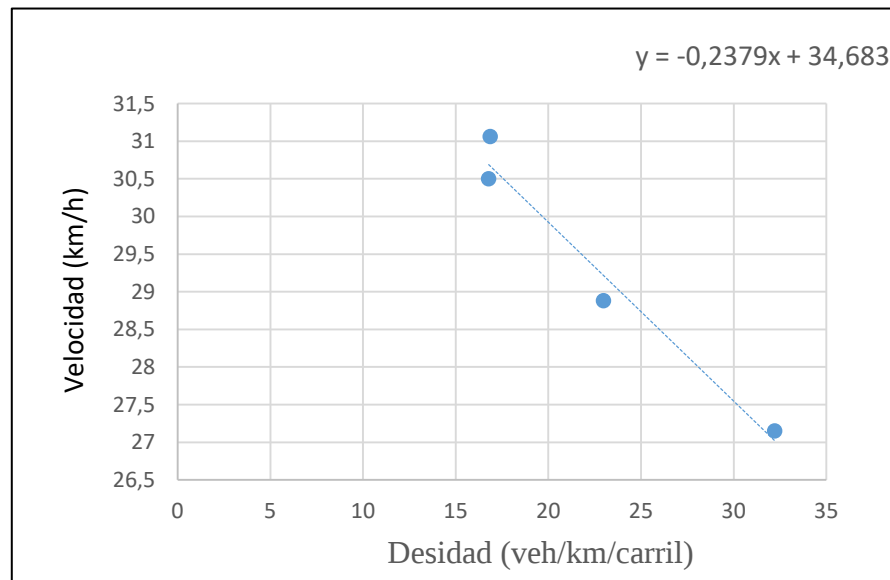


Figura 5.18 Relación lineal entre la velocidad y la densidad

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, se puede decir que la densidad igual $k=0$ veh/km/sentido, la velocidad a flujo libre es de 34,683km/h y cuando se tiene una velocidad se hace cero $Ve=0$ km/h la densidad de congestionamiento viene dada por 146veh/km/sentido indicando así un congestionamiento del tramo.

Tabla 5.13 Densidad-Flujo

q (veh/h)	K (veh/km)
0	0
948	36,44
1264	72,89
948	109,33
0	146

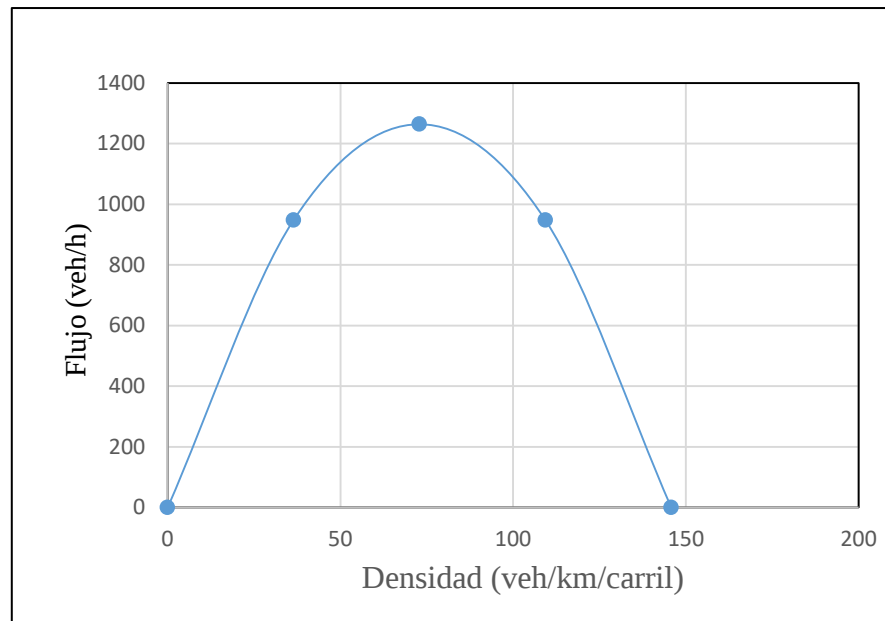


Figura 5.19 Relación parabólica entre el flujo y la densidad

Por definición se requiere que cuando la densidad se aproxima a 0 el flujo también se aproxima a 0, lo cual representa condiciones de operaciones a flujo libre. Cuando la máxima densidad alcanza su límite $k_c = 146 \text{ veh/km/sentidos}$ los vehículos se detienen uno atrás de otro.

En pocas palabras medida que la densidad va disminuyendo el flujo aumenta considerablemente provocando un congestionamiento o viceversa.

Tabla 5.14 Velocidad-Flujo

Ve (km/h)	q (veh/h)
34,68	0
26,01	948
17,34	126
8,67	948
0	0

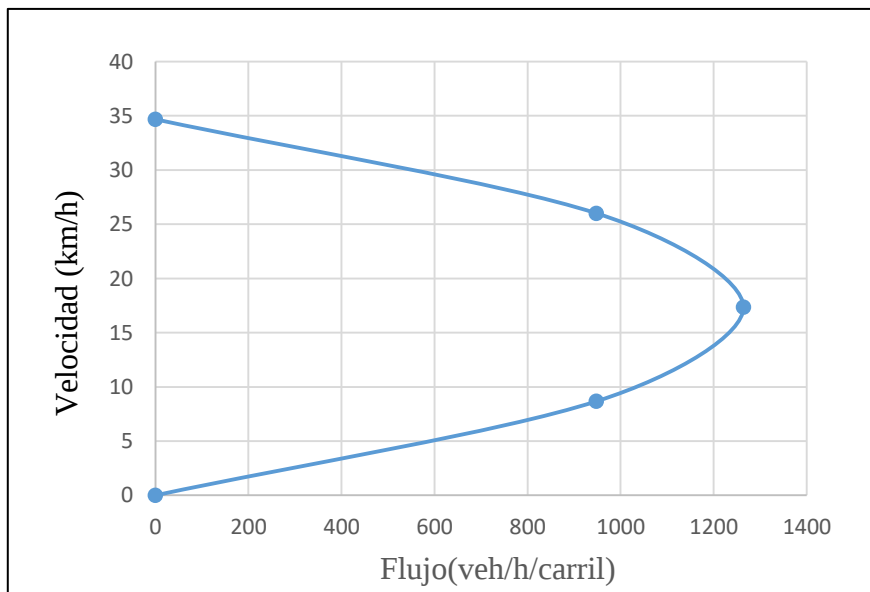


Figura 5.20 Relación parabólica entre la velocidad y el flujo

Se observó que a medida que el flujo va aumentando la velocidad va disminuyendo, esto se produce ya que el flujo libre es donde la velocidad corresponde a su máxima velocidad permisible.

5.5.3 Determinar la operación de la densidad con la capacidad.

Condiciones de flujo libre	$0 \leq k_1 \leq 0,05k_c$
Condiciones de flujo estable	$0 \leq k_2 \leq 0,15k_c$
Condiciones de flujo aún estable	$0 \leq k_3 \leq 0,30k_c$
Condiciones de flujo casi inestable	$0 \leq k_4 \leq 0,40k_c$
Condiciones de flujo inestable	$0 \leq k_5 \leq 0,60k_c$
Condiciones de flujo forzado	$0 \leq k_6 \leq 1,00k_c$

5.5.3.1 Relación de flujo a capacidad q/q_m sentido Oeste

La densidad de congestionamiento se presenta para la velocidad media espacial igual a cero, por lo tanto:

$$0 = 32 - 0.1413K$$

$$k_c = 227$$

Valores máximos de las densidades que limitan cada una de las condiciones de operaciones son:

$$k_1 = 0,05k_c$$

$$K_1 = 0,05(227) = 11 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_2 = 0,15(227) = 34 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_3 = 0,30(227) = 68 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_4 = 0,40(227) = 90 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_5 = 0,60(227) = 136 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_6 = 1,00(227) = 227 \text{ veh/km/carril}$$

Velocidades correspondientes a estas densidades son:

$$\overline{V_{e_1}} = 32 - 0,1413(11) = 30,45 \text{ km/h}$$

$$\overline{Ve_2} = 32 - 0,1413(34) = 27,20km/h$$

$$\overline{Ve_3} = 32 - 0,1413(68) = 22,39km/h$$

$$\overline{Ve_4} = 32 - 0,1413(90) = 19,28km/h$$

$$\overline{Ve_5} = 32 - 0,1413(136) = 12,78km/h$$

$$\overline{Ve_6} = 32 - 0,1413(227) = 0km/h$$

Flujos correspondientes de las densidades y velocidades son:

$$q_1 = 30,45(11) = 335 \text{ veh/ h/carril}$$

$$q_2 = 27,20(34) = 925 \text{ veh/ h/carril}$$

$$q_3 = 22,39(68) = 1523 \text{ veh/ h/carril}$$

$$q_4 = 19,28(90) = 1735 \text{ veh/ h/carril}$$

$$q_5 = 12,78(136) = 1738 \text{ veh/ h/carril}$$

$$q_6 = 0(227) = 0 \text{ veh/ h/carril}$$

5.5.3.2 Capacidad o flujo máximo.

$$q_m = \frac{vikc}{4} = \frac{32(227)}{4} = 1816 \text{ veh/h/carril}$$

Las relaciones de flujo capacidad que limitan las 6 condiciones.

$$q^1/q_m = \frac{335}{1816} = 0,19$$

$$q^2/q_m = \frac{925}{1816} = 0,51$$

$$q^3/q_m = \frac{1523}{1816} = 0,83$$

$$q^4/qm = \frac{1735}{1816} = 0,95$$

$$q^5/qm = \frac{1738}{1816} = 0,96$$

$$q^6/qm = \frac{0}{1816} = 0,00$$

$$q/qm = \frac{1139}{1816} = 0,63$$

De acuerdo con la relación flujo capacidad de la ecuación 10.18 para condiciones no congestionada tenemos una velocidad media espacial de:

$$\overline{ve} = \frac{v_i}{2} + \frac{\sqrt{(v_i)^2 - 4\left(\frac{v_i}{k_c}\right)q}}{2}$$

$$\overline{ve} = \frac{32}{2} + \frac{\sqrt{(32)^2 - 4\left(\frac{32}{227}\right)1139}}{2} = 25,78 \text{ km/h}$$

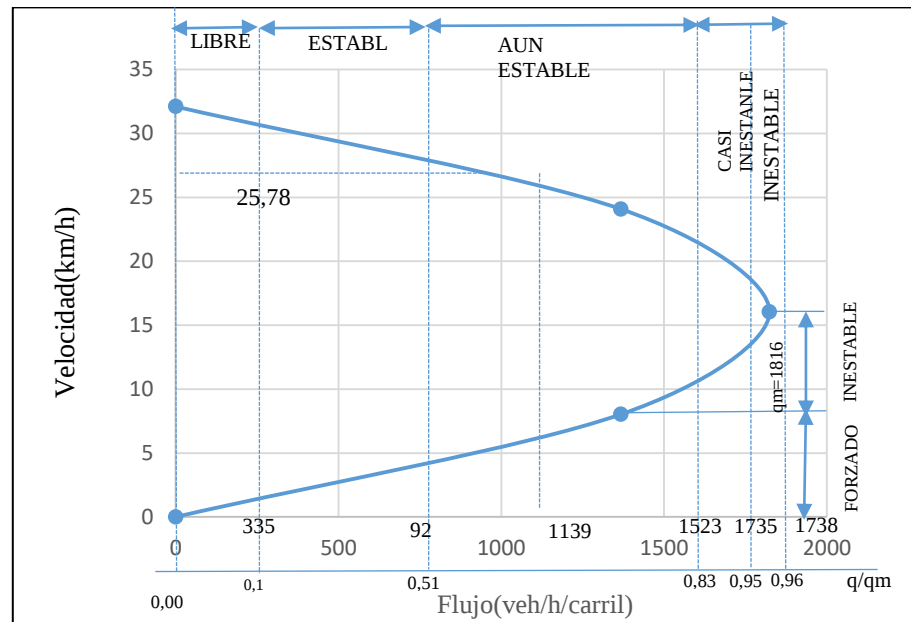


Figura 5.21 Relación a Capacidad

Podemos observar que la relación flujo a capacidad es de 0.63 el servicio que opera dicha vía es un flujo forzado, para las condiciones en las cuales opera la vialidad

5.5.3.3 Relación de flujo a capacidad q/q_m Este.

$$0 = 35 - 0.238K$$

$$kc = 146$$

Valores máximos de las densidades que limitan cada una de las condiciones de operaciones son:

$$k_1 = 0,05k_c$$

$$K_1 = 0,05(146) = 7 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_2 = 0,15(146) = 22 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_3 = 0,30(146) = 44 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_4 = 0,40(146) = 58 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_5 = 0,60(146) = 88 \text{ veh/km/carril}$$

$$K_6 = 1,00(146) = 146 \text{ veh/km/carril}$$

Velocidades correspondientes a estas densidades son:

$$\overline{Ve}_1 = 35 - 0,238(7) = 33,33 \text{ km/h}$$

$$\overline{Ve}_2 = 35 - 0,238(22) = 29,76 \text{ km/h}$$

$$\overline{Ve}_3 = 35 - 0,238(44) = 24,53 \text{ km/h}$$

$$\overline{Ve}_4 = 35 - 0,238(58) = 21,20 \text{ km/h}$$

$$\overline{Ve}_5 = 35 - 0,238(88) = 14,06 \text{ km/h}$$

$$\overline{Ve}_6 = 35 - 0,238(146) = 0 \text{ km/h}$$

Flujos correspondientes de las densidades y velocidades son:

$$q_1 = 33,33(7) = 233 \text{ veh/h/carril}$$

$$q_2 = 29,76(22) = 655 \text{ veh/h/carril}$$

$$q_3 = 24,53(44) = 1079 \text{ veh/h/carril}$$

$$q_4 = 21,20(58) = 1230 \text{ veh/h/carril}$$

$$q_5 = 14,06(88) = 1237 \text{ veh/h/carril}$$

$$q_6 = 0(146) = 0 \text{ veh/h/carril}$$

5.5.3.4 Capacidad o flujo máximo.

$$q_m = \frac{v_k c}{4} = \frac{35(146)}{4} = 1278 \text{ veh/h/carril}$$

Las relaciones de flujo capacidad que limitan las 6 condiciones.

$$q^1/qm = \frac{233}{1278} = 0,18$$

$$q^2/qm = \frac{655}{1278} = 0,51$$

$$q^3/qm = \frac{1079}{1278} = 0,84$$

$$q^4/qm = \frac{1230}{1278} = 0,96$$

$$q^5/qm = \frac{1237}{1278} = 0,97$$

$$q^6/qm = \frac{0}{1278} = 0,00$$

$$q/qm = \frac{1139}{1278} = 0,89$$

De acuerdo con la relación flujo capacidad de la ecuación 10.18 para condiciones no congestionada tenemos una velocidad media espacial de:

$$\overline{ve} = \frac{v_i}{2} + \frac{\sqrt{(v_i)^2 - 4\left(\frac{v_i}{k_c}\right)q}}{2}$$

$$\overline{ve} = \frac{35}{2} + \frac{\sqrt{(35)^2 - 4\left(\frac{35}{146}\right)1139}}{2} = 23,26 \text{ km/h}$$

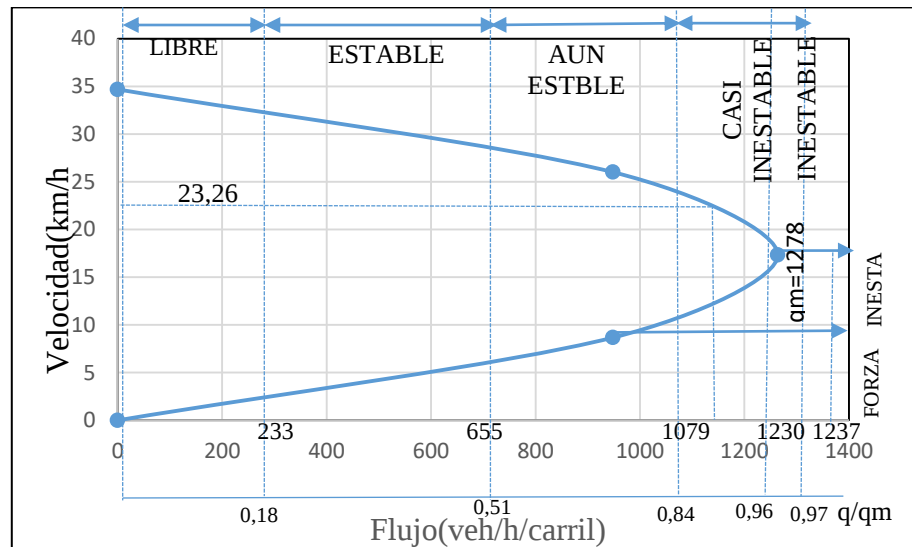


Figura 5.22 Relación a Capacidad

Se puede observar que para la relación de flujo a capacidad de 0,89 el servicio ofrecido para esta vialidad es forzado lo que quiere decir que las condiciones en la que opera la vía no están congestionadas parcialmente.

5.5.4 Determinar la capacidad de la vía y el nivel d servicio del tramo.

A continuación, se muestra una serie de tablas con los resultados obtenidos en los cálculos para así determinar la capacidad y el nivel de servicio en la cual opera la vía de estudio descrita por Cali y Mayor (2000).

5.5.5 Hora de máxima demanda.

Considerando la figura 5.3 conformando por el estudio de transito de cada sentido, durante el día de máxima demanda que fue el (17 de Noviembre de 1 2016). Donde se pudo observar como predomina el crecimiento del volumen de transito de manera progresiva durante el día, hasta llegar al máximo volumen o la hora de máxima demanda. Dicha hora corresponde al periodo de la 7:00am a 8:00am dada la

sumatoria de los dos sentidos por ser una vía de dos canales una por sentido que arrojo uno total de 1139 vehículos registrados por el respectivo conteo.

Tabla 5.15 Factor horario de máxima demanda por sentido de circulación

Sumatoria de ambos sentidos		
7:00-7:15	340	VHMD
7:15-7:30	255	
7:30-7:45	269	1139
7:45-8:00	275	
RHFM=1356		
FHDM=0.84		

Para el cálculo de la capacidad vial para el sentido de la Avenida Siegert hasta el cruce de la Zona Educativa viceversa tenemos:

Carreta de 2 canales.

2 canales de 3,60 metros de ancho cada uno.

No posee obstrucción lateral al borde del canal.

Pendiente transversal de 0%

Velocidad de proyecto es de 50km/h.

Volumen horario de máxima demanda es de 1139 veh/mixtos/h, en un día laborable, distribuidos en 1,05% vehículos pesados (Camiones), 5,80% buses y 93,15% de vehículos livianos, con un FHDM de 0,84.

Se desea determinar el nivel de servicio al cual actualmente opera esta vía y la capacidad de vial de dicha carretera.

Se determina mediante la expresión básica de carretera de 2 canales.

$$V_{si} = 2800 \times \left(\frac{V}{C} \right) \times f_a \times f_{vp} \times f_a$$

Donde mediante una tabla formularemos los 5 niveles de servicio para determinar así cual será nuestro nivel en el tramo estudiado.

Tabla 5.16 Distribución del Nivel de servicio por cada tramo.

N/S	A	B	C	D	E
V/C	0,15	0,27	0,43	0,64	1
Fa	0,70	0,70	0,70	0,70	0,88
Ec	2,0	2,2	2,2	2,0	2,0
Eb	1,8	2,0	2,0	1,6	1,6
Fvp	0,95	0,93	0,93	0,96	0,96
Fd	1	1	1	1	1
V/S	279	492	784	1204	2365

Calculo de los fvp con la ecuación:

$$fvp_A = \frac{100}{100 - (1,05 + 5,80) + (2 \times 1,05) + (1,8 \times 5,80)} = 0,95$$

$$fvp_{D-C} = \frac{100}{100 - (1,05 + 5,80) + (2,2 \times 1,05) + (2 \times 5,80)} = 0,93$$

$$fvp_{D-E} = \frac{100}{100 - (1,05 + 5,80) + (2 \times 1,05) + (1,6 \times 5,80)} = 0,96$$

Usando la ecuación v/c podemos determinar el nivel de servicio que tiene el tramo en estudio.

$$\frac{V}{S} = \frac{1139}{0,84} = 1356veh/h/sentido$$

Por lo tanto: la vía en estudio tiene un nivel de servicio “E” por lo que podemos notar.

La capacidad que presenta nuestro tramo en estudio será de:

$$fsi = 2365 \times 0.84 = 1987veh/h$$

Esto quiere decir que nuestra vía en estudio tiene una capacidad total de 1987veh/h.

5.6 Alternativas para mejorar el tránsito.

Para la mejora del servicio en la cual opera la vía en estudio, se propone un corredor vial en el cual trabajara 6:00am a 6:00pm, para el sentido Este al igual de que al momento del que el corredor vial este en función no se permitirán que los vehículos se estacionen a esas horas determinadas.

Reacomodando el sistema se procede a implementar nuevas rutas en las cuales desahogarán las calles cercanas a la zona en estudio; lo cual estas serán en el sentido Oeste.

La ruta 1 estará comprendida por los siguientes: desde el seguro pasando por el paseo Meneses, hasta llegar a la redoma donde está ubicado el banco Banesco, tomará la redoma y pasará por la avenida república hasta llegar al terminal de pasajero. Las cuales tendrán acceso a Pepsi, Udo, Sabanita y Avenida España.

La ruta 2 estará comprendida por los siguientes: desde el seguro social pasando por paseo Meneses hasta llegar al cruce de la Avenida 5 de Julio cruzando al paseo Orinoco hasta llegar a la plaza de las banderas lo cual las rutas estarán comprendidas nada más por la Flores y Próceres.

Tomando en cuenta con lo indicado del el manual de carretera o las normas del diseño de vialidad Basado en el manual de la MOPT “MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE. Tenemos que tomar él cuenta el diseño de vialidad de dicho tramo en estudio los cuales son: una calzada 8,66m no dividida, un brocal 0,32 y un bombeo de 2%, no cuenta con hombrillos.

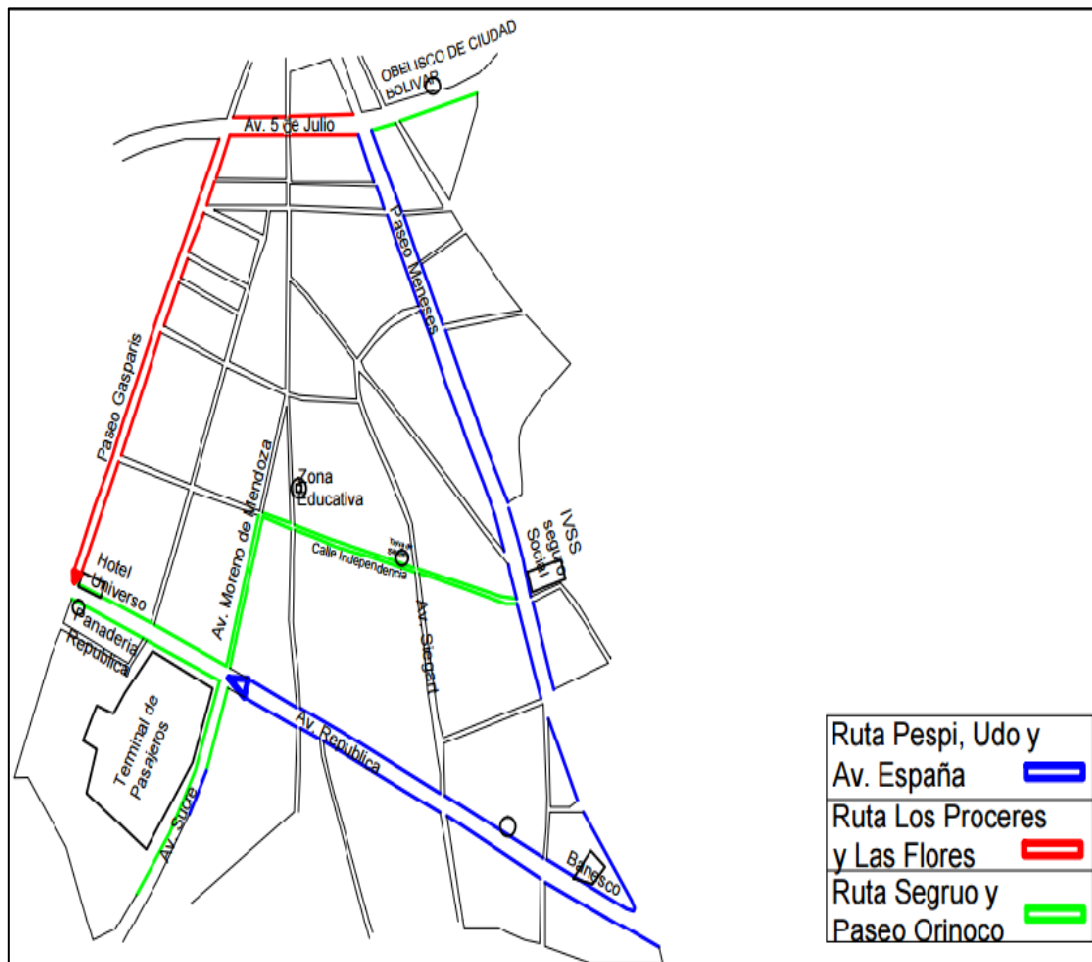


Figura 5.23 Distribución de las nuevas rutas alternas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Una vez realizado el levantamiento del tramo en estudio de la Calle Independencia, se observó que el ancho del canal es mayor a lo establecido por el manual de vialidad urbana; el ancho del canal es de 4,33 metros.
2. Con el levantamiento pudimos evidenciar que la capa asfáltica está en un buen estado, dicho tramo no cuenta con un buen rayado y tampoco con alumbrado.
3. En los estudios realizados durante el día con mayor fluidez los cuales son los días martes, miércoles y jueves, en las horas correspondida 7:00 am a 6:00pm. Se determinó el día con mayor volumen arrojando así el jueves como día de máxima demanda en el horario comprendido entre las 7:00 am y las 8:00 am dando como resultado 1139 vehículos.
4. El volumen que transitan por el tramo de la Calle Independencia está determinado por vehículos livianos donde se obtiene un porcentaje 93,15% un volumen total de máxima demanda, vehículos pesados por 1,05% y autobuses con un 5,80%. Denotando así que el mayor porcentaje les corresponde a los vehículos livianos.
5. Se determinó un estudio de velocidad del día de máxima de manda 17 de noviembre del 2016, tomando una muestra de 100 vehículos tanto para el sentido Este como Oeste con una distancia de 100 metros; todas las muestras fueron cronometradas lo cual se determinó la velocidad media verdadera de cada sentido. Para el sentido Oeste se obtuvo una velocidad media de 33km/h

6. el intervalo de velocidad media fue de $21\text{km/h} < \mu < 45\text{km/h}$ y para el sentido Este una velocidad media verdadera es de 31km/h con un intervalo de velocidad media entre $19\text{km/h} < \mu < 44\text{km/h}$.
7. una vez determinando el flujo vehicular aplicando el método lineal, se observó que para el sentido Oeste cuando los vehículos están detenidos a una densidad de congestionamiento (k_c) para dicho canal es de 117veh/km/sentido y al aumentar el flujo, su velocidad a flujo libre (V_1) es de 35km/h , esto se debe a que no hay vehículo transitando por la vialidad, así mismo se determinó el flujo máximo (q_{max}) en la vía es de 1015veh/h y para el sentido Este tenemos k_c igual a 146veh/km/sentido y una V_1 de 35km/h , el flujo máximo es de 1264veh/h .
8. la ecuación que rige la recta del flujo vehicular es $\overline{V_e} = 34,79 - 0,298k$ en el sentido Oeste y $\overline{V_e} = 34,68 - 0,238k$ para el sentido Este.
9. Se determinó mediante las condiciones de nivel de servicio la cual ofrece la vialidad, para obtener una relación entre la velocidad y la densidad en la que opera. Lo cual se obtuvo un flujo máximo en el Sentido Oeste de 1024veh/h/carril con una calidad de servicio 1139 veh/h/carril con una velocidad espacial de 35km/h dando como resultado una condición de flujo inestable para el este sentido. Para el Sentido este el flujo máximo 1278veh/h/carril con una velocidad espacial de 35km/h dando como resultado una condición de flujo casi inestable para el Sentido Este. Se determinó la capacidad y nivel de servicio que ofrece el tramo de estudio de la Calle Independencia, donde arrojo el siguiente resultado la capacidad para el tramo completo fue de $1987\text{veh/hora/sentido}$ correspondiendo a un nivel de servicio "E" donde el flujo es prácticamente imposible a este nivel, tanto así que se encuentra vehículos lentos u otras interrupciones.

Recomendaciones

1. Se debe implementar la demarcación del rayo vial en el tramo de estudio ya que no cuenta con uno y también colocar un buen alumbrado.
2. Evitar que los vehículos que circulan por dicho tramo se estacionen en las aceras ya que le quita espacio a la circulación peatonal.
3. Evitar el comercio informal ya que obstaculiza el tránsito y quita los espacios peatonales.
4. Implementar campañas de educación vial, para así los usuarios tomen conciencia.
5. Implementar una única parada para cada sentido, si evitaremos que esto perjudique el flujo vehicular y se forma fuerte congestionamiento.
6. Evitar el adelantamiento de los vehículos, tiende a perjudicar el otro sentido de la vialidad.

REFERENCIAS

Cal R., Mayor R. Cárdenas G (2008) **“INGENIERIA DE TRÁNSITO DEFINICION DE LAS CARACTERISTICAS DEL TRANSITO, FLUJO VEHICULAR Y CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIOS”** 8^{va} edición Enero del 2007. Originalmente aprobado en 1962 Fundamentos y aplicaciones México: ALFAOMEGA.

Trías Génova y Salazar Angie (2014) **“PROPONER ALTERNATIVA PARA LA MEJORAR EL FLUJO VEHICULAR EN LA AVENIDA BOLIVAR DEL JARDIN BOTANICO DE CIUDAD BOLIVAR - BOLIVAR”** Universidad de Oriente Núcleo Bolívar trabajo de grado.

Liseth Coraspe y Osmer Marsiglia (2011) **“ANALISIS DEL FLUJO VEHICULAR DE LAS AVENIDAS QUE CONVERGEN EN LA PLAZA DE LAS BANDERAS (AVENIDAD REPUBLICA, AVENIDA MENCA DE LEONI, PROLONGACION PASEO ORINOCOY PROLOMGACION AVENIDA RESPUBLICA) CIUDAD BOLIVAR - ESTADO BOLIVAR”**. Universidad de Oriente Núcleo Bolívar trabajo de grado.

Mavel Ramirez y Arimar Valazque (2015) **“CARACTERIZACION DEL FLUJO VEHICULAR EN EL TRAMO REUIZ PINEDA EN LA AVENIDA LIBERTADOR CIUDAD BOLIVAR – ESTADO BOLIVAR”**. Universidad de Oriente Núcleo Bolívar trabajo de grado

Secretaria de Comunicación y Transporte (2016) “**MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERA DIRECCION GENERAL Y SERVICIO TECNICO** Actualmente aprobado en él 2016 y aprobado originalmente en México en (1991).

Gaceta Oficial N⁰ 5.420 Extraordinaria “**REGLAMENTO DE LA LEY DE TRÁNSITO TERRESTRE**” Publicada en el 1998.

Fidias, A (1.999). “**EL PROYECTO DE INVESTIGACION**”. Editorial episteme, Caracas, Venezuela tercera edición, pp20, 22

<http://lahistoriadelostransportes.blogspot.com/2011/01/el-perfeccionamiento-de-los-medios-de.html>.

<http://avn.info.ve/contenido/corredores-viales-caracas-buscan-promover-una-adecuada-cultura-ciudadana>.

APÉNDICES

APÉNDICE A

**MUESTREO DEL DIA JUEVES 17 DE NOVIEMBRE DE 2016
CADA 15 MIN DE LA CALLE INDEPENDENCIA.**

Tabla A.1.Sentido Oeste.

Periodo	Vehículos Livianos	Autobuses	Vehículos Pesados	flujo cada 15min
7:00-7:15	115	7	0	122
7:15-7:30	118	9	0	127
7:30-7:45	108	5	0	113
7:45-8:00	135	7	2	144
8:00-8:15	113	9	0	122
8:15-8:30	117	2	2	121
8:30-8:45	105	9	1	115
8:45-9:00	110	8	3	121
9:00-9:15	94	10	0	104
9:15-9:30	101	9	4	114
9:30-9:45	105	8	3	116
9:45-10:00	98	7	3	108
10:00-10:15	96	10	6	112
10:15-10:30	114	8	3	125
10:30-10:45	87	4	2	93
10:45-11:00	108	9	3	120
11:00-11:15	113	8	0	121
11:15-11:30	77	10	1	88
11:30-11:45	129	7	0	136
11:45-12:00	107	10	4	121
12:00-12:15	95	4	2	101
12:15-12:30	90	7	2	99
12:30-12:45	96	8	1	105
12:45-1:00	60	11	0	71
1:00-1:15	68	2	0	70
1:15-1:30	72	10	1	83
1:30-1:45	53	7	2	62
1:45-2:00	65	1	4	70
2:00-2:15	76	7	0	83
2:15-2:30	102	3	2	107
2:30-2:45	93	4	3	100
2:45-3:00	84	6	1	91
3:00-3:15	102	6	2	110
3:15-3:30	109	5	1	115
3:30-3:45	89	12	0	101
3:45-4:00	103	3	1	107
4:00-4:15	126	5	0	131
4:15-4:30	113	4	2	119
4:30-4:45	92	5	1	98
4:45-5:00	81	4	0	85

Continuación de la Tabla A.1

5:00-5:15	113	6	2	121
5:15-5:30	122	2	1	125
5:30-5:45	123	8	0	131
5:45-6:00	58	8	1	67

Tabla A.2 Sentido: Este.

Periodo	Vehículos Livianos	Autobuses	Vehículos Pesados	Flujo cada 15 min
7:00-7:15	205	10	3	218
7:15-7:30	117	8	3	128
7:30-7:45	145	10	1	156
7:45-8:00	118	10	3	131
8:00-8:15	108	7	2	117
8:15-8:30	112	8	3	123
8:30-8:45	122	7	5	134
8:45-9:00	112	10	6	128
9:00-9:15	135	11	3	149
9:15-9:30	130	12	7	149
9:30-9:45	110	8	7	125
9:45-10:00	126	10	3	139
10:00-10:15	109	4	4	117
10:15-10:30	97	9	4	110
10:30-10:45	136	10	5	151
10:45-11:00	117	8	4	129
11:00-11:15	120	11	1	132
11:15-11:30	92	7	4	103
11:30-11:45	107	7	3	117
11:45-12:00	144	4	1	149
12:00-12:15	153	5	1	159
12:15-12:30	115	12	0	127
12:30-12:45	102	5	0	107
12:45-1:00	102	5	0	107
1:00-1:15	130	10	2	142
1:15-1:30	93	5	2	100
1:30-1:45	85	5	0	90
1:45-2:00	88	7	0	95
2:00-2:15	93	4	5	102
2:15-2:30	123	9	1	133

Continuación de la Tabla A.2 Sentido: Este

2:30-2:45	96	7	6	109
2:45-3:00	99	11	2	112
3:00-3:15	117	7	4	128
3:15-3:30	90	6	1	97
3:30-3:45	147	7	3	157
3:45-4:00	123	7	1	131
4:00-4:15	113	3	1	117
4:15-4:30	115	8	2	125
4:30-4:45	101	2	1	104
4:45-5:00	127	9	0	136
5:00-5:15	157	6	3	166
5:15-5:30	108	7	2	117
5:30-5:45	107	5	9	121
5:45-6:00	117	5	0	122

APÉNDICE B

**MUESTREO DEL DIA 22 DE NOVIEMBRE DE 2016
CONSIDERANDO 100 Y 100 VEHICULOS, CRONOMETRADOS
EN DISTANCIA DE 100 METROS EN AMBOS SENTIDOS DE LA
CALLE INDEPENDENCIA SENTIDO OESTE**

Tabla B.1 Sentido: Oeste

Nº de Veh Observado	Tiempo en (Seg)	Velocidad (km/h)	Nº Veh Observado	Tiempo en (seg)	Velocidad (km/h)
1	12,51	29	51	10,88	33
2	11,3	32	52	10,09	36
3	10,82	33	53	10,8	33
4	13,92	26	54	13,62	26
5	15,4	23	55	10,59	34
6	16,24	22	56	7,63	47
7	15,4	23	57	10,09	36
8	17,6	20	58	10,09	36
9	9,88	36	59	10,91	33
10	10,89	33	60	9,52	38
11	9,48	38	61	10,69	34
12	13,62	26	62	8,58	42
13	15,34	23	63	9,59	38
14	11,19	32	64	10,39	35
15	14,67	24	65	12,81	38
16	12,92	28	66	10,69	34
17	8,17	44	67	9,58	38
18	23,1	16	68	11,09	32
19	10,4	35	69	10,31	35
20	12,2	30	70	6,45	56
21	14,25	25	71	9,58	38
22	17,61	20	72	13,41	27
23	9,59	38	73	20,08	18
24	10,9	33	74	8,37	43
25	12,52	29	75	10,59	34
26	11,1	32	76	11	34
27	9,58	38	77	13,21	27
28	10,79	33	78	8,27	44
29	9,57	38	79	12,61	29
30	10,99	33	80	11,7	31
31	12,02	30	81	9,99	36
32	17,76	20	82	9,49	38
33	11,2	32	83	8,68	42
34	11,09	33	84	13,32	27
35	8,78	41	85	10,09	36
36	8,37	43	86	8,48	42
37	17,24	21	87	10,8	31
38	11,6	31	88	7,06	51
39	12,23	29	89	10,79	33
40	10,99	33	90	9,89	36
41	9,1	44	91	10,09	36
42	9,89	36	92	11,5	31

Continuación de la Tabla B.1

43	12,71	28	93	11,9	30
44	7,47	48	94	13,01	28
45	15,84	23	95	13,72	26
46	13,52	27	96	13,63	26
47	13,17	27	97	11,3	32
48	13,72	26	98	11,3	32
49	12,21	29	99	10,8	33
50	13,42	27	100	10,29	35

APÉNDICE C

**MUESTREO DEL DIA 22 DE NOVIEMBRE DE 2016
CONSIDERANDO 100 Y 100 VEHICULOS, CRONOMETRADOS
EN DISTANCIA DE 100 METROS EN AMBOS SENTIDOS DE LA
CALLE INDEPENDENCIA SENTIDO ESTE**

Tabla C.1 Sentido: Este

Nº de Veh Observado	Tiempo en (Seg)	Velocidad (km/h)	Nº Veh Observado	Tiempo en (seg)	Velocidad (km/h)
1	13,58	27	51	13,95	26
2	11,25	32	52	8,88	41
3	23,89	15	53	11,28	32
4	18,66	19	54	10,42	35
5	13,69	26	55	13,69	26
6	10,46	34	56	9,19	39
7	13,54	27	57	10,37	35
8	14,07	26	58	10,77	33
9	11,66	31	59	8,56	42
10	14,51	25	60	12,35	29
11	10,97	33	61	9,09	40
12	8,7	41	62	9,21	39
13	13,38	27	63	10,68	34
14	9,76	37	64	15,19	24
15	10,89	33	65	11	33
16	9,8	37	66	12,11	30
17	12,16	30	67	11,95	30
18	9,31	39	68	11,25	32
19	9,84	37	69	13,33	27
20	19,08	19	70	13,6	26
21	8,21	44	71	8,71	41
22	13,05	28	72	20,63	17
23	8,87	41	73	7,89	46
24	7,63	47	74	11,66	31
25	13,81	26	75	14,73	24
26	9,61	37	76	17,27	21
27	10,27	35	77	11	33
28	12	30	78	12,09	30
29	7,64	47	79	17,75	20
30	12,99	28	80	11,63	31
31	10,97	33	81	10,45	34
32	13,81	26	82	7,07	51
33	13,27	27	83	10,96	33
34	15,41	23	84	12,51	29
35	11,7	31	85	18,66	19
36	13,03	28	86	14,14	25
37	8,01	45	87	11,34	32
38	11,04	33	88	13,16	27
39	15,12	24	89	35,63	10
40	19,85	18	90	15,41	23
41	12,8	28	91	10,78	33
42	10,31	35	92	11,27	32

Continuación de la Tabla C.1

43	18,42	20	93	11,2	32
44	14	26	94	14,67	25
45	13,63	26	95	6,63	54
46	9,12	39	96	15,57	23
47	12,57	29	97	8,65	42
48	9,42	38	98	8,25	44
49	8,54	42	99	12,19	30
50	17,34	21	100	13,48	27

ANEXOS

Tabla 1 Número de intervalos de clase por tamaño de muestra.

Tamaño de muestra N	Numero de intervalo M
50 – 100	7 – 8
100 -1000	10 – 11
1000 – 10000	14 - 15
10000 – 100000	17 – 18
Mayor de 100000	$1 + 3,3 \log_{10}(n)$

Tabla 2 constante correspondiente al nivel de confiabilidad.

Número de desviación estándar, constante k	Nivel de confiabilidad
1,00	68,3
1,50	89,6
1,64	90,0
1.96	95,0
2,00	95,5
2,50	98,8
2,58	99,0
3,00	99,7

Tabla 3 Equivalente de camiones (Ec) y autobuses (Eb) carretera de 2 canales.

Tipo de vehículo	Nivel de servicio	Tipo de Terreno		
		Llano	Ondulado	Montañoso
Camiones	A	2,0	4,0	7,0
	B y C	2,2	5,0	10,0
	D y E	2,0	5,0	12,0
Autobuses	A	1,8	3,0	5,7
	B y C	2,0	3,4	6,0
	D y E	1,6	2,9	6,5

Tabla 5 Factor de ajuste Fa para carreteras de 2 Canales.

Ancho de Hombrillo	Canales de 3,60		Canales de 3,00		Canales de 3,00		Canales de 2,70	
	Niveles de servicio A-D	Nivel de servicio E	Nivel de servicio A-D	Nivel de servicio E	Nivel de servicio A-D	Nivel de servicio E	Nivel de servicio A-D	Nivel de servicio E
≥ 1,80	1,00	1,00	0,93	0,94	0,84	0,87	0,70	0,76
1,20	0,92	0,97	0,85	0,92	0,77	0,85	0,65	0,74
0,60	0,81	0,93	0,75	0,88	0,68	0,81	0,57	0,70
0,00	0,70	0,88	0,65	0,82	0,58	0,75	0,49	0,66

Tabla 6 de ajuste Fd carretera de 2 canales.

Distribución Direccional	50/50	60/40	70/30	80/20	90/10	100/0
Fd	1,00	0,94	0,89	0,83	0,75	0,71

Tabla 7 Definición de niveles de servicio en carreteras de 2 canales.

Nivel de servicio	% de demora	Veloc. proyecto 95	Veloc. proyecto 80	Veloc. proyecto 65	Veloc. proyecto 50	% zona con visibilidad de paso
		Veloc.promedio recorrido	Veloc.promedio recorrido	Veloc.promedio recorrido	Veloc.promedio recorrido	100 80 60 40 20 0
						Relación v/c
A	≤ 30	≥ 93	≥ 78	≥ 63	≥ 48	0,15 0,12 0,09 0,07 0,05 0,04
B	≤ 45	≥ 88	≥ 78	≥ 63	≥ 48	0,27 0,24 0,21 0,19 0,17 0,16
C	≤ 60	≥ 83	≥ 77	≥ 62	≥ 48	0,43 0,39 0,36 0,34 0,33 0,32
D	≤ 75	≥ 80	≥ 74	≥ 61	≥ 48	0,64 0,62 0,60 0,59 0,58 0,57
E	> 75	≥ 72	≥ 66	≥ 60	≥ 48	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
F	100	< 72	< 66	< 60	< 48	

ANEXOS 2
RELACION DE ANÁLISIS DE FLUJO VEHÍCULAR

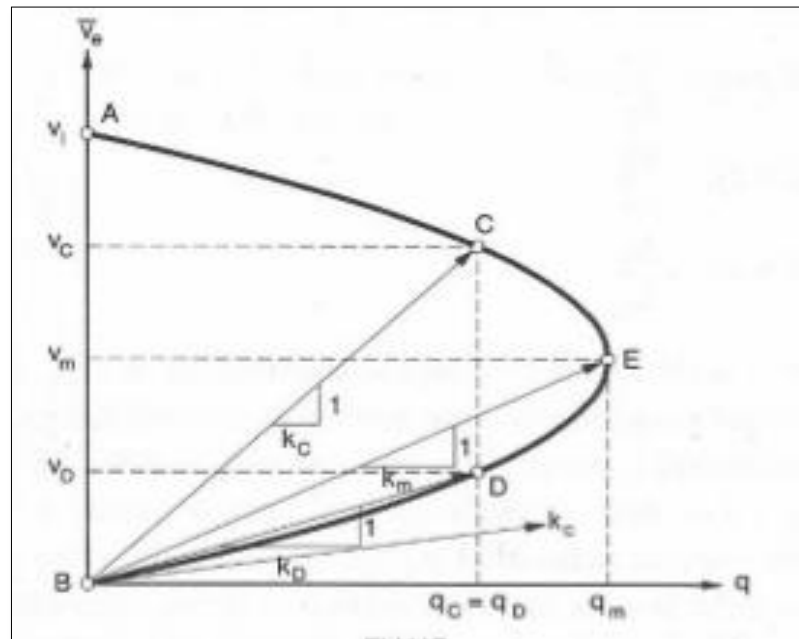


Figura 3 Relación parabólica entre la velocidad y el flujo.

ANEXOS 3
FOTOGRAFÍAS



Figura 1 Condiciones de la vía Sentido Este.



Figura 2 Condiciones de la vía de la Calle Independencia.



Figura 3 Vista del flujo vehicular en ambos sentidos de la Calle Independencia



Figura 4 Vista del flujo vehicular de la Calle Independencia



Figura 5 Vista de flujo vehicular en ambos sentidos.

