

ANÁLISIS DE TRÁNSITO VEHICULAR Y CAPACIDAD VIAL DEL SISTEMA
ENTRE TRES ESQUINAS HASTA EL PEAJE LOS SANTOS.

Por:

KAREN SILVANA BADILLO OCHOA
JENNIFER JURLEY CHACÓN VARGAS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2016

ANÁLISIS DE TRÁNSITO VEHICULAR Y CAPACIDAD VIAL DEL SISTEMA
ENTRE TRES ESQUINAS HASTA EL PEAJE LOS SANTOS.

KAREN SILVANA BADILLO OCHOA
JENNIFER JURLEY CHACÓN VARGAS

Trabajo de Grado para optar por el Título de
Ingeniero Civil

Director
LUIS DAVID ARÉVALO DURAN
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2016

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta Tesis a mis padres Federico Badillo y Danith Ochoa porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, quien supo guiarme por el buen camino, a darme fuerza para seguir adelante y a superar los obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

KAREN SILVANA BADILLO OCHOA

A Dios, por llenarme de sabiduría y fortaleza para seguir siempre adelante y no
detenerme ante los obstáculos de la vida.
Ilumina siempre mi camino Señor.

A mis padres Miguel Chacón y Elvia Rosa Vargas por la educación que recibí de
ellos, que con su amor, apoyo y sacrificio me ayudaron a cumplir con uno de mis
proyectos de vida.
Los amo, son mi gran motivación!!

A mi hermanito Miguelito que con su sencillez y ternura me alegra la vida.
Nunca cambies!!

A mi hermana Nancy por su compañía y la confianza puesta en mí.

A mis nonitas por sus consejos y el inmenso amor que me brindan.
Las quiero un montón!!

A mis compañeros universitarios con los cuales compartí bellos momentos y que
gracias a la unión y el esfuerzo de todos, terminamos con éxito esta etapa de
nuestras vidas.
Lo logramos!!

A una persona especial que me ha brindado todo su amor, ayuda, comprensión,
paciencia y ser un aliento durante el proyecto y toda la carrera.
Gracias por confiar en mí!!

JENNIFER JURLEY CHACÓN VARGAS

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al profesor Luis Arévalo, por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia, en un marco de confianza y amistad; fundamentales para la creación de este proyecto.

Y finalmente a Dios, familiares y compañeros porque bajo su bendición nos permitimos presentar ante ustedes este proyecto de grado.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	19
3. DISEÑO METODOLÓGICO	21
3.1 ETAPA I: EL VEHÍCULO Y SU COMPORTAMIENTO EN EL SISTEMA VIAL	21
3.2 ETAPA II: DETERMINACIÓN DE LOS AFOROS DEL TRÁNSITO.	26
3.3 ETAPA III: CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA VIAL.	30
3.4 ETAPA IV: ANÁLISIS DE NORMAS PARA CARRETERAS SECUNDARIAS	38
3.5 ETAPA V: CAPACIDAD VIAL Y NIVELES DE SERVICIO	40
3.6 ETAPA VI: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL TRÁNSITO EN EL SISTEMA VIAL.	45
4. CONCLUSIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	50

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación técnica oficial.	32
Tabla 2. TPDA MAX. y MIN. del “tramo A”.	33
Tabla 3. TPDA MAX. y MIN. del “tramo A”.	36
Tabla 4. Secciones transversales para carreteras	37
Tabla 5. Puntos de referencia para el cálculo de la pendiente.	39
Tabla 6. Elementos Geométricos ideales y existentes de la carretera.	39
Tabla 7. Puntos específicos para la determinación de niveles de servicio.	43
Tabla 8. Velocidades promedio de los diferentes puntos.	44
Tabla 9. Nivel de servicio del “Tramo A” y “Tramo B”.	45

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del tramo de estudio en el Departamento Santander.	19
Figura 2. Identificación de los tramos A y B.	20
Figura 3. Identificación de las curvas peligrosas.	24
Figura 4. Identificación de la curva en el punto 1	24
Figura 5. Identificación de la curva en el punto 2	25
Figura 6. Identificación de la curva en el punto 3	25
Figura 7. Identificación de la curva en el punto 4	26
Figura 8. Identificación de la curva en el punto 5	26
Figura 9. Variación horaria del volumen del tránsito en el “Tramo A”, Miércoles 25 de Mayo de 2016, de los diferentes tipos de vehículos.	27
Figura 10. Variación horaria del volumen del tránsito en el “Tramo B”, Miércoles 25 de mayo de 2016, de los diferentes tipos de vehículos.	27
Figura 11. Variación horaria del volumen del tránsito en el “Tramo A”, Domingo 29 de Mayo de 2016, de los diferentes tipos de vehículos	27
Figura 12. Variación horaria del volumen del tránsito en el “Tramo B”, Domingo 29 de Mayo de 2016, diferentes tipos de vehículos.	28
Figura 13. Variación del volumen de tránsito en la horas de máxima demanda en el “Tramo A”, Domingo 29 de Mayo de 2016.	29
Figura 14. Variación del volumen de tránsito en la horas de máxima demanda en el “Tramo B”, Domingo 29 de Mayo de 2016.	30

Figura 15. Regresión Lineal Simple “Tramo B”.	35
Figura 16. Perfil existente de la vía.	37
Figura 17. Perfil Tipo A4.	37
Figura 18. Perfil de elevación del tramo de estudio.	38
Figura 19. Ubicación del Punto 1 “Caseta Puente Nuevo”.	41
Figura 20. Ubicación del Punto 2 “Restaurante mirador la Colina”.	41
Figura 21. Ubicación del punto 3 “Caseta la Capilla”.	42
Figura 22. Ubicación del punto 4 “Caseta solo Modas”.	43

LISTAS DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Variación horaria del volumen del tránsito del “Tramo A” y “Tramo B”.	51
Anexo B. Velocidades por el método velocidades de punto del “Tramo A” y “Tramo B”.	56
Anexo C. Nivel de servicio por el manual colombiano de capacidad y niveles de servicios para carreteras de dos carriles del “Tramo A” y “Tramo B”.	58
Anexo D. Nivel de servicio por la HCM 1994 del “Tramo A” y “Tramo B”.	60
Anexo E. Nivel de servicio por la HCM 2000 del “Tramo A” y “Tramo B”.	61

RESUMEN

TITULO: ANÁLISIS DE TRÁNSITO VEHICULAR Y CAPACIDAD VIAL DEL SISTEMA ENTRE TRES ESQUINAS HASTA EL PEAJE LOS SANTOS.*

AUTORES: KAREN SILVANA BADILLO OCHOA, JENNIFER JURLEY CHACÓN VARGAS**

PALABRAS CLAVE: NIVELES DE SERVICIO, CLASIFICACIÓN TÉCNICA OFICIAL, SISTEMA VIAL, AFOROS.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo del proyecto propuesto es analizar el comportamiento del tránsito vehicular desde el punto de vista de la capacidad del sistema desde “Tres Esquinas” hasta el peaje “Los Santos”; esto se debe a la recopilación de información sobre el tipo de vehículo predominante y su comportamiento en el sistema vial; además analizar los elementos del perfil vial existentes, y evaluar el comportamiento vehicular del tránsito de manera cualitativa; por medio de aforos en ciertos puntos estratégicos de tal manera que se obtenga información sobre el número de vehículos que pasa en un periodo semanal y así calcular el tránsito promedio diario anual y con base a este realizar una proyección futura, determinando así la capacidad vial y los niveles de servicio que presente haciendo una comparación entre el manual colombiano de capacidad y niveles de servicios para carreteras de dos carriles y las normas americanas HCM 1994 y HCM 2000, con el fin de hacer un estimativo de la clasificación técnica oficial del tramo vial teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la normativa para carreteras secundarias. Y con base en el estudio a realizar, determinar si el tramo es adecuado para el tránsito presente, y en caso contrario, especificar las soluciones de mejoras del tramo vial.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis David Arévalo Duran, Ingeniero Civil.

ABSTRACT

TITLE: ANALYSIS VEHICULAR TRAFFIC AND CAPACITY SYSTEM BETWEEN THREE CORNERS UNTIL THE TOLL LOS SANTOS.

AUTHORS: KAREN SILVANA BADILLO OCHOA, JENNIFER JURLEY CHACÓN VARGAS**

KEYWORDS: LEVELS OF SERVICE, OFFICIAL TECHNICAL CLASSIFICATION, ROAD SYSTEM, AFOROS.

DESCRIPTION:

The objective of the proposed project is to analyze the behavior of vehicular traffic from the point of view of the ability of the system from "Three Corners" to toll "Los Santos"; this is due to the collection of information on the predominant type of vehicle and its behavior in the road system; also analyze the elements of the existing road profile and assess vehicular traffic behavior qualitatively; through traffic counts at certain strategic points such that information on the number of vehicles passing in a weekly period is obtained and thus calculate the annual average daily traffic and based on this make a future projection, thereby determining the road capacity and service levels that present making a comparison between the Colombian operating capacity and service levels for two-lane highways and American standards HCM 1994 HCM 2000, in order to make an estimate of the official technical classification of the road section taking into account the parameters established in the regulations for roads. And based on your study, determine if the section is suitable for the present traffic, and otherwise specify solutions stretch of road improvements.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis David Arévalo Duran, Ingeniero Civil.

INTRODUCCIÓN

Los Santos es un municipio de Santander, fundado en el año 1750 y reconocido como uno de los lugares representativos de la cultura Guane (Pereira Otalora, 2007)¹; desde la antigüedad ha sido un lugar llamativo para el esparcimiento de los seres humanos, sin embargo, en los últimos años se ha convertido en un destino turístico habitual para los habitantes del área metropolitana de Bucaramanga, teniendo como su principal atractivo el sector de La Mesa de los Santos; una vereda montañosa utilizada principalmente como un sitio de descanso en época vacacional y/o fines de semana, además de conectar por medio del teleférico con el Parque Nacional del Chicamocha – PANACHI, permitiendo a sus habitantes atravesar el cañón con este medio de transporte y vivir una experiencia agradable. El municipio cuenta también con destinos como la cascada de El Salto del Duende y la sede del Club Acuarela para la práctica de deportes náuticos. (Cabrera Ortiz, Segundo Trimestre de 1958)²

Desde el 2007 con la inauguración de PANACHI, miles de turistas atraídos por la estación del teleférico que se encuentra en este sector, arriban allí con la intención de apreciar la belleza natural del Cañón del Chicamocha mientras se practica el turismo de aventura. Es así como los viajeros que han realizado viajes allí, hablan siempre de La Mesa como un rincón admirable de nuestra patria; por ejemplo Eduardo Posada (el historiador más influyente de Colombia) dice así en su libro Peregrinación de Omega: “!Qué hermoso pedazo de Colombia es La Mesa de

¹PEREIRA OTALORA A. M. Estudio sobre el impacto turísticos y económico del parque nacional del chicamicha en el municipio de los santos, Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, 2007, p. 9.

²CABRERA ORTIZ. W., La mesa de los santos, vol. Xvi, sociedad geografica de colombia, academia de ciencias geográficas, Segundo Trimestre de 1958

Jéridas o de Los Santos! Aislada de toda cordillera, ahí en el corazón de Santander, y circundada por impetuosas aguas”. (Gral. Camargo, y otros, 1908)³

En la actualidad para la construcción de una vía terrestre se hace necesario realizar varios estudios sobre el tráfico vehicular que circulará por dicha carretera. La información del tráfico, se basa en la determinación del volumen y tipos de vehículos que transitan actualmente el sector y con base en esto realizar proyecciones futuras utilizando correlaciones. Los estudios sobre volúmenes de tránsito como el TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos dentro del sistema vial⁴ (Mejia Pazmiño). La demanda de transporte se genera por la necesidad de desplazamiento de las personas para llevar a cabo diferentes actividades, bien sea por necesidad o por gusto del ser humano.

El proyecto que se presenta, desarrollará uno de estos estudios. Se tomará como punto de partida el conteo y la clasificación de los vehículos en un determinado lugar del municipio Los Santos, ubicado desde Tres Esquina donde encuentra el famoso restaurante “El Buey” hasta el peaje “Los Santos” y con esto se describirá el flujo vehicular en las horas pico o de mayor tráfico, analizando la capacidad de las vías y los niveles de servicios. La finalidad del estudio es plantear soluciones para el mejoramiento de movilidad teniendo en cuenta varios factores que afectan la congestión vehicular, como lo son las velocidades lentas, tiempos de traslado más largos e incluso la detención de flujo de tráfico por completo. Estos aspectos tienen efectos negativos sobre la salud humana ocasionando un alto riesgo en la seguridad vial aumentando la probabilidad de accidentes.

³ GRAL. CAMARGO, SR. SORRANO, R. P. BASIGNANA, SR. PHILLIPS, SR. GARCÍA, GRAL. SOLANO PEÑA, MONS. RAGONESI Y DR. POSADA, Peregrinación de omega, Bogotá: Imprenta Nacional, 1908, p. 32

⁴ MEJIA PAZMIÑO G. C., «Estudio de tráfico, TPDA,» [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/166715056/ESTUDIO-DE-TRAFICO-TPDA> [Último acceso: Junio 2016].

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el comportamiento del tránsito vehicular desde el punto de vista de la capacidad del sistema desde “tres esquinas” hasta el peaje los Santos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el comportamiento del tránsito en el sistema vial de manera cualitativa.
- Calcular el volumen de tránsito semanal.
- Analizar los elementos del perfil vial existentes.
- Determinar la capacidad vial y niveles de servicio, en algunos tramos más importantes de la vía.
- Calcular y clasificar con base en el TPDA la clasificación técnica oficial del sistema vial.
- Comparar la normativa de las vías secundarias con respecto a los elementos del perfil vial en estudio.

2. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

En la Figura 1 se muestra la ubicación del proyecto en estudio, que consiste del tramo “Tres Esquinas” hasta el peaje de “Los Santos”. Dicho tramo se caracteriza por ser una de las vías principales de ingreso al municipio de los Santos.

Figura 1. Localización del tramo de estudio en el Departamento Santander.



Fuente: Google Maps, adaptada por el autor.

La vía de estudio se divide en dos tramos. El primero es denominado el “Tramo A” que va desde el sector conocido como “Tres Esquinas” hasta la intersección a la carretera utilizada por vehículos de cargas, el segundo, se denomina como el “Tramo B” que va desde la intersección hasta el peaje de Los Santos; esta división se visualiza en la Figura 2.

Figura 2. Identificación de los tramos A y B.



Fuente: Google Maps, adaptada por el autor.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico de este proyecto posee seis etapas que permiten hacer el análisis del tránsito vehicular y la capacidad vial del sistema entre “Tres Esquinas” hasta el peaje “Los Santos”, para determinar si el tramo es adecuado para el tránsito presente y futuro, y especificar las soluciones de mejoras del tramo vial. El primero es el vehículo y su comportamiento en el sistema vial y a partir de esta etapa se tienen las siguientes cinco etapas que son: determinación de los aforos del tránsito, clasificación del sistema vial, análisis de normas para carreteras secundarias, capacidad vial y niveles de servicio y el análisis del comportamiento del tránsito en el sistema vial.

3.1 ETAPA I: EL VEHÍCULO Y SU COMPORTAMIENTO EN EL SISTEMA VIAL

En la primera fase de la metodología se analizaron diferentes tipos de vehículos, teniendo en cuenta su comportamiento en el tramo comprendido desde el punto conocido como “Tres Esquinas” hasta el peaje “Los Santos”. Los tipos de vehículos analizados en dicho tramo fueron, bicicleta, motocicletas, automóviles, camioneta, furgoneta, jeep, buseta, bus, camión y tractocamión. Estos vehículos fueron clasificados de diferentes maneras para tener una visión amplia de su comportamiento en el tramo analizado.

Se clasificaron según su flujo vehicular, continuos y discontinuos; el flujo Continuo, posee la característica que la velocidad de circulación es constante (más común en carreteras rurales) y el flujo Discontinuo, las velocidades no son constantes,

representan la circulación en áreas urbanas ⁵ (Mejia Pazmiño). Según la definición de los flujos vehiculares vemos que los tipos de vehículos en el tramo analizado presentan un flujo continuo, ya que el tramo está ubicado en una zona rural.

El flujo en la zona permite observar la dificultad en algunos tramos de la vía, debido a pendientes altas y a curvas cerradas, por el cual los vehículos tienden a disminuir la velocidad. Con frenado constante y baja velocidad, aumenta el congestionamiento, lo que hace que la vía tenga un nivel de accidentalidad alto y peligroso para la integridad de los conductores, ya que en algunas zonas se observó que no cuenta con la distancia requerida para el frenado entre los vehículos.

También se observa en los periodos de bajo congestionamiento la libertad de los conductores para maniobrar en la vía, como también el exceso de confianza de algunos conductores, haciendo que las velocidades se excedan al límite de la velocidad estipulado en las señales de tránsito.

Todo conductor está obligado a respetar los límites de velocidad establecidos y a tener en cuenta, además, sus propias condiciones físicas y psíquicas, las características y el estado de la vía, del vehículo y de su carga, las condiciones meteorológicas, ambientales y de circulación, y, en general, cuantas circunstancias concurren en cada momento, a fin de adecuar la velocidad de su vehículo a ellas, de manera que siempre pueda detenerlo dentro de los límites de

⁵ . MEJIA PAZMIÑO, G. C. Estudio de tráfico, tpda. s.f [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/166715056/ESTUDIO-DE-TRAFICO-TPDA>. [Último acceso: Junio 2016].

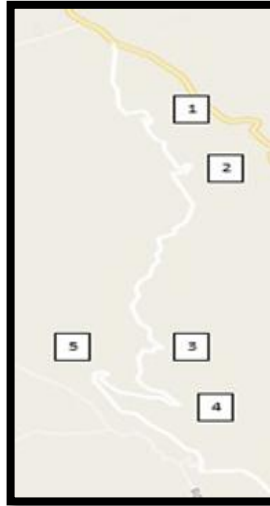
su campo de visión y ante cualquier obstáculo que pueda presentarse.⁶ (CIRCULA SEGURO TU PUBLICACIÓN SOBRE SEGURIDAD VIAL , 2016)

La diversidad de los vehículos que utilizan esta vía hace que la dificultad de la operación sea mayor, ya que la precaución que debe tener el conductor al encontrar un grupo de ciclistas es alta debido a su fragilidad, también sucede al encontrar un bus de servicio público realizando una parada en diferentes zonas de la vía y a carros particulares haciendo paradas de descanso en tiendas o restaurantes. Todos estos casos son muy comunes en esta vía, haciendo que los demás conductores realicen maniobras evasivas y dificultosas, ante su baja capacidad vial.

Debido a lo angosto de la vía, los vehículos pesados o de gran tamaño tienden a tener dificultades en puntos críticos, como en algunas curvas. Se observó visualmente que esta vía no cuenta con el ancho suficiente para que los vehículos puedan transitar al mismo tiempo en dos direcciones de manera segura. En la Figura 3 se encuentran los puntos más críticos que son principalmente, las curvas más cerradas.

⁶ WEBLOGS SL. Circula seguro tu publicación sobre seguridad vial. 2016 [En línea]. Disponible en: <http://www.circulaseguro.com/principios-del-comportamiento-vial-3-la-seguridad/>. [Último acceso: Julio 2016].

Figura 3. Identificación de las curvas peligrosas.



Fuente: Google Maps, adaptada por el autor.

El punto 1 señala la curva encontrada en las coordenadas ($6^{\circ} 57' 25''$ N; $73^{\circ} 02' 13''$ O) con una elevación de 1015 msnm. La Figura 4 muestra la ubicación exacta del punto descrito anteriormente.

Figura 4. Identificación de la curva en el punto 1



Fuente: Google Maps y Street view, adaptada por el autor.

El punto 2 señala la curva encontrada en las coordenadas ($6^{\circ} 57' 05''$ N; $73^{\circ} 02' 02''$ O) con una elevación de 1100 msnm. La Figura 5 muestra la ubicación exacta del punto descrito anteriormente.

Figura 5. Identificación de la curva en el punto 2



Fuente: Google Maps y Street view, adaptada por el autor.

El punto 3 señala la curva encontrada en las coordenadas ($6^{\circ} 55' 49''$ N; $73^{\circ} 02' 11''$ O) con una elevación de 1329 msnm. La figura 6 muestra la ubicación exacta del punto descrito anteriormente.

Figura 6. Identificación de la curva en el punto 3



Fuente: Google Maps y Street view, adaptada por el autor.

El punto 4 señala la curva encontrada en las coordenadas ($6^{\circ} 55' 24''$ N; $73^{\circ} 02' 05''$ O) con una elevación de 1441 msnm. La Figura 7 muestra la ubicación exacta del punto descrito anteriormente.

Figura 7. Identificación de la curva en el punto 4



Fuente: Google Maps y Street view, adaptada por el autor.

El punto 5 señala la curva encontrada en las coordenadas ($6^{\circ} 55' 39''$ N; $73^{\circ} 02' 26''$ O) con una elevación de 1479 msnm. La Figura 8 muestra la ubicación exacta del punto descrito anteriormente.

Figura 8. Identificación de la curva en el punto 5



Fuente: Google Maps y Street view, adaptada por el autor.

3.2 ETAPA II: DETERMINACIÓN DE LOS AFOROS DEL TRÁNSITO.

El método utilizado es el manual, el cual consiste en obtener datos de volúmenes de tránsito a través de conteos vehiculares realizado por personas en el campo. Este método permite la clasificación de vehículos por tamaño, tipo, y otras características.

En las Figuras 9, 10, 11 y 12 podemos observar la variación horaria del volumen del tránsito en el tramo A y B que se presentó en la semana de los diferentes tipos de vehículos. (Ver Anexo A).

Figura 9. Variación horaria del volumen del tránsito en el “Tramo A”, Miércoles 25 de Mayo de 2016, de los diferentes tipos de vehículos.



Figura 10. Variación horaria del volumen del tránsito en el “Tramo B”, Miércoles 25 de mayo de 2016, de los diferentes tipos de vehículos.

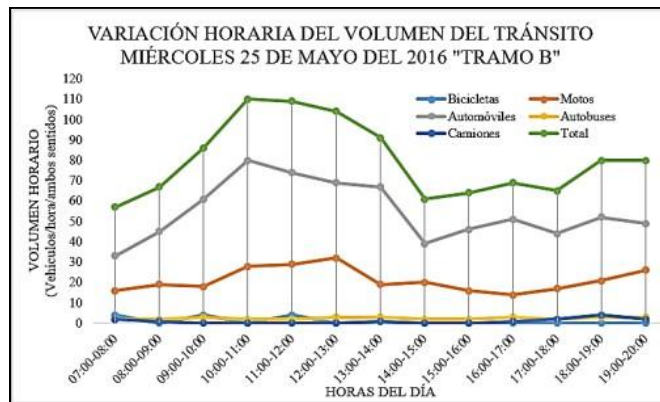


Figura 11. Variación horaria del volumen del tránsito en el “Tramo A”, Domingo 29 de Mayo de 2016, de los diferentes tipos de vehículos



Figura 12. Variación horaria del volumen del tránsito en el “Tramo B”, Domingo 29 de Mayo de 2016, diferentes tipos de vehículos.



Entre semana, podemos concluir que el mayor flujo vehicular se presenta en el periodo de 9:00 a.m. a 1:00 p.m. siendo el automóvil el de mayor frecuencia. En horas de la noche, específicamente a las 7:00 pm se observa un aumento considerable en el tránsito de motocicletas.

Donde se puede estimar que la hora pico entre semana en los dos sentido en los dos tramos se presenta a las 10:00 am.

En el fin de semana se aprecia en general como aumenta el flujo vehicular de cada uno de los tipos de vehículos analizados. Los ciclistas escogen entre las 7:00 a.m. y 8:00 a.m., la razón se debe a que en estas horas el flujo vehicular es

relativamente bajo y no se presenta mayor riesgo para su tránsito, además se observa que la mayor congestión en el tramo se presenta entras 10:00 a.m. y las 12:00 p.m. con un flujo mayor 9 veces al que se presenta entre semana. El horario crítico se presenta entre las 4:00 p.m. y las 6:00 p.m. Donde se puede estimar que la hora pico del fin de semana se presenta a las 12:00 pm, y a las 5:00 pm.

De las Figuras 13 y 14, se observa que el flujo no es uniforme en la hora de máxima demanda en el “Tramo A”, a diferencia que en el “Tramo B” con destino La Mesa – Bucaramanga, la congestión se inicia principalmente en el periodo de las 4:00 a 4:15 pm de la tarde, y continúa congestionado hasta las 6:00 pm, precisamente en el momento en que se disipa la cola alrededor de las 6:00 de la tarde hasta las 6:30 pm.

Figura 13. Variación del volumen de tránsito en la horas de máxima demanda en el “Tramo A”, Domingo 29 de Mayo de 2016.

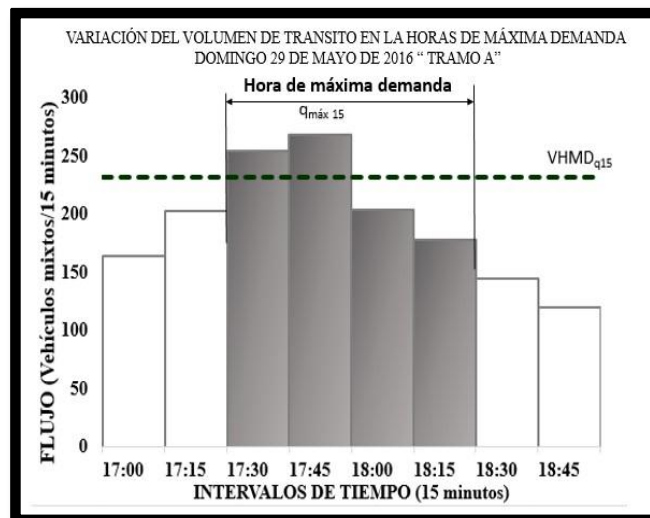
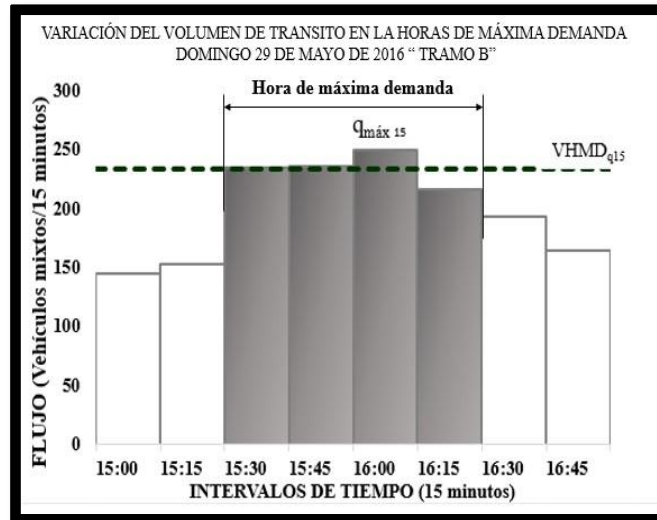


Figura 14. Variación del volumen de tránsito en la horas de máxima demanda en el “Tramo B”, Domingo 29 de Mayo de 2016.



3.3 ETAPA III: CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA VIAL.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito como el TPDA son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro del sistema vial. Dichos datos de volúmenes de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad de los servicios prestado a los usuarios.

El volumen de tráfico de una carretera está determinado por el número y tipo vehículos que pasan por un punto dado durante un periodo de tiempo específico.⁷ (Mejia Pazmiño).

⁷ MEJIA PAZMIÑO, G. C. Estudio de tráfico, *TPDA* [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/166715056/ESTUDIO-DE-TRAFICO-TPDA>. [Último acceso: Junio 2016]

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.⁸

Se puede estimar en una primera semana el TPDS, efectuando aforos manuales de 12 horas diarias, por lo menos 7 días a la semana que incluyan sábado y domingo a partir de observaciones puntuales del tráfico. Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo, son procesados con el objeto de conocer la relación que existe entre los volúmenes de tránsito de los días ordinarios respecto a los correspondientes a los fines de semana y realizar los ajustes respectivos para obtener el TPDA. Para el período de observación, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales. .⁹

Es por esto, que esta fase se refiere al conteo y a la clasificación técnica oficial del tramo vial, de acuerdo al TPDA obtenido.

Se realizaron aforos largos, estos consisten en registros vehiculares entre 12 y 16 horas al día y en períodos que oscilan entre 3 y 10 días,¹⁰ con el fin de obtener un volumen de tránsito, el cual sirvió para estimar el tránsito promedio diario semanal, y con base al tránsito promedio semanal se proyectó un (TPDA) tránsito promedio diario anual.

⁸ CHANATÁSIG CAIZA, E. M. El tráfico interprovincial y su incidencia en el bienestar de los moradores del centro urbano del cantón San Miguel de Salcedo provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica De Ambato, Ambato- Ecuador, 2011.

⁹ Ibid

¹⁰ MEJIA PAZMIÑO, G. C. Estudio de tráfico, TPDA, [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/166715056/ESTUDIO-DE-TRAFICO-TPDA>. [Último acceso: Junio 2016].

Para obtener los volúmenes de tránsito, se realizaron aforos en la última semana de mayo del año 2016, empezando desde el lunes 23 hasta el domingo 29, desde las 7 am hasta las 8 pm (13 horas diarias).

Dentro de un criterio amplio de planeación, la red vial, tanto rural como urbana, se debe clasificar de tal manera que se puedan fijar funciones específicas a las diferentes carreteras y calles, para así atender las necesidades de movilidad de personas y mercancías, de una manera rápida, confortable y segura.¹¹

La clasificación técnica oficial permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino. Toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino y las especificaciones geométricas. Por lo general esta clasificación asigna categorías por número o letra. La secretaria de comunicaciones y transportes, en sus normas de servicios técnicos del proyecto geométrico de carreteras, clasifica las carreteras de acuerdo a su tránsito diario promedio anual TPDA para el horizonte de proyecto,¹² (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 1994) como sigue en la Tabla 1:

Tabla 1. Clasificación técnica oficial.

Clasificación técnica oficial	
Tipo	Trafico promedio diario anual (TPDA)
A2	3000 a 5000 Vehículos
A4	5000 a 20000 Vehículos
B	1500 a 3000 Vehículos
C	500 a 1500 Vehículos
D	100 a 500 Vehículos
E	Hasta 100 Vehículos

¹¹ CAL, R.; MAYOR REYES SPÍNDOLA; CÁRDENAS GRISALES J.. Ingeniería de tránsito, 7a. ed., México: Alfaomega, 1994.

¹² Ibid

- TRAMO A

Para proyectar el TPDA, Se calculó primero el TPDS para el “Tramo A” designado en la ubicación de la zona de estudio, el TPDS del tramo es:

TPDS: 9719

De acuerdo al TPDS obtenido se proyectó un TPDA, calculando TPDA máximos y mínimos con el fin de obtener la clasificación técnica oficial. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. TPDA MAX. y MIN. del “tramo A”.

	Confiabilidad 90%	Confiabilidad 95%
K	1.64	1.96
TPDA MAX.	16169	17428
TPDA MIN.	3269	2010

Para una confiabilidad del 90% y 95% se tiene una clasificación de TIPO A4. Solo se tuvo en cuenta el TPDA Máximo, ya que es el crítico.

Una de las funciones que tiene el TPDA es obtener un dato presente para proyección futura del tránsito el cual nos proporciona una estimación de la funcionalidad de la vía y si esta podrá cumplir con su capacidad vial.

El pronóstico de tránsito futuro deberá basarse en los volúmenes de tránsito actuales y en los que se espera que utilicen las vías en el futuro.

El factor de proyección FP, deberá especificarse para cada año del futuro. El valor utilizado en el pronóstico de tránsito futuro para nuevas vialidades, sobre la base de un periodo de proyección de 20 años, está en el intervalo de 1.5 a 2.5.

Conocido el factor de proyección, el tránsito futuro TF, se calcula mediante la siguiente expresión:¹³ (Análisis de Tráfico Urbano, s.f.)

TF: FP (TA)

TA: tránsito actual

FP: factor de proyección

TF: tránsito futuro

Aunque el aumento del parque automotor en Colombia es alto, se escoge como factor de proyección 1.5, debido que el sector tiende a ser suburbano a futuro, por lo cual se implementarían varias rutas de transporte colectivo, que desestimulen el uso de carro particular.

No obstante los ingenieros de tránsito recomiendan factores de proyección entre 1.5 y 2.5 para un periodo de 20 años. La incertidumbre para escoger el factor se hace evidente frente al crecimiento desbordado del parque automotor; en este caso se escoge el factor menor, pues se considera necesario que se adopten políticas de desestimulo del uso del vehiculó, especialmente en áreas urbanas y suburbanas.

El tránsito futuro del “Tramo A” es:

TPDA (2036): 26142

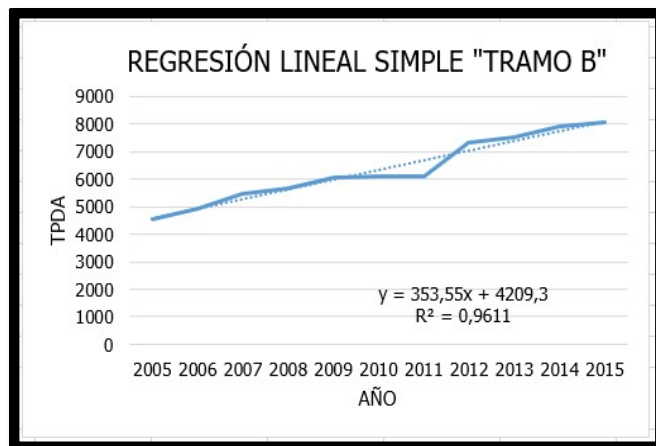
¹³ Análisis de Tráfico Urbano. [En línea]. Available: <http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/832/835/4922.pdf>. [Último acceso: Junio 2016].

- TRAMO B

Para el “Tramo B” el TPDA se obtuvo mediante datos históricos, se realiza una regresión lineal que nos ayuda a obtener una ecuación la cual nos proporciona el tránsito en cualquier año.

Mediante la regresión lineal en la Figura 15 se puede adquirir el TPDA actual según los datos históricos y el tránsito futuro a 20 años.

Figura 15. Regresión Lineal Simple “Tramo B”.



El TPDA actual según los datos históricos y la regresión lineal obtenida fue:

TPDA (2016): 16904

Y el tráfico futuro a los 20 años, aproximadamente es de:

TPDA (2036): 31046

Para un TPDA actual de los datos históricos se tiene una clasificación de TIPO A4.

Se realizó una comparación entre los datos históricos y los aforos realizados en el “Tramo B” con el fin de verificar la veracidad de los datos.

Para proyectar el TPDA por medio de los aforos, se calculó primero el TPDS en el “Tramo B”, el TPDS del tramo es:

TPDS: 13280

De acuerdo al TPDS obtenido se proyectó un TPDA, calculando TPDA máximos y mínimos con el fin de obtener la clasificación técnica oficial. (Ver Tabla 3).

Tabla 3. TPDA MAX. y MIN. del “tramo A”.

	Confiabilidad 90%	Confiabilidad 95%
K	1.64	1.96
TPDA MAX.	18429	19433
TPDA MIN.	8131	7127

Para una confiabilidad del 90% y 95% se tiene una clasificación de TIPO A4. Solo se tuvo en cuenta el TPDA Máximo ya que es el crítico.

El tránsito futuro para un periodo de 20 años y con un factor de proyección de 1.5 es de:

TPDA (2036): 29150

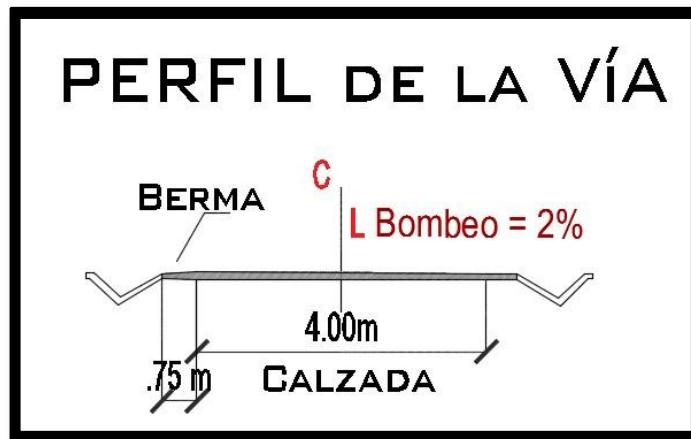
Según los diferentes tipos de carreteras, En la Tabla 4 se han determinado las dimensiones convenientes para la sección transversal.

Tabla 4. Secciones transversales para carreteras

CARRETERA TIPO	CORONA (m)	CALZADA (m)	ACOTAMIENTOS (m)		FAJA SEPARADORA CENTRAL (m)
			EXT	INT	
E	4	4	-	-	-
D	6	6	-	-	-
C	7	6	0.5	-	-
B	9	7	1	-	-
A2	12	7	2.5	-	-
A	22 min	2 x 7	EXT	INT	1 min
			3	0.5	
A4S	2 x 11	2 x 7	3	1	8 min

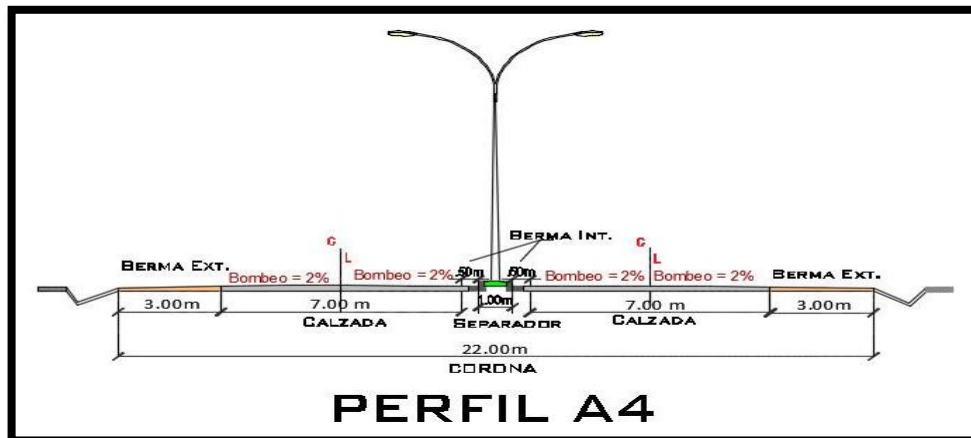
Para el “Tramo A” y “Tramo B”, la sección transversal es de una carretera de cuatro carriles tipo A4, que tiene una corona mínima de 22 m, tomando en cuenta que la calzada es de (2 x 7 m) y cada acotamiento debe ser de: Ext. 3.0 m. e Int. 0.5 m. (Ver Figura 16 y 17).

Figura 16. Perfil existente de la vía.



Nota: En la mayoría de la vía no se encuentra berma.

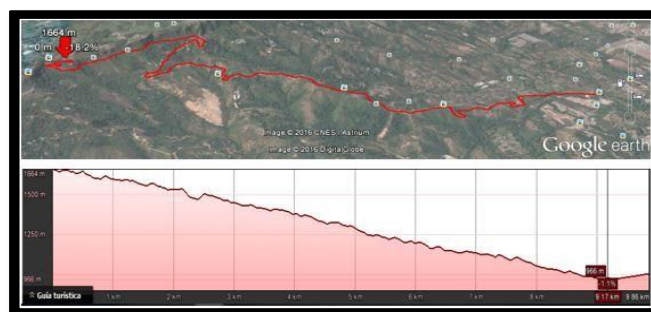
Figura 17. Perfil Tipo A4.



3.4 ETAPA IV: ANÁLISIS DE NORMAS PARA CARRETERAS SECUNDARIAS

Para el análisis de la norma para carreteras secundarias es necesario conocer la pendiente y de esta manera clasificarla según su terreno. Con la ayuda de Google Earth se genera un perfil de elevación del tramo de estudio, trazando una ruta desde el punto de inicio “Tres Esquinas” hasta el peaje de “Los Santos” y con esto realizar el respectivo análisis. (Ver Figura 18).

Figura 18. Perfil de elevación del tramo de estudio.



Fuente: Google Earth, adaptada por el autor.

Para el cálculo de la pendiente. (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Puntos de referencia para el cálculo de la pendiente.

Puntos de Referencia	
Elevación	Distancia
1662 msnm	0 km
965 msnm	9,13 km

Pendiente: $((1662 - 965)/91300) * 100$

Pendiente: 7.6 %

Según el resultado podemos determinar que la carretera secundaria es montañosa ya que la pendiente longitudinal se encuentra entre seis y ocho por ciento (6% - 8%).¹⁴

En el manual de diseño geométrico de carreteras, las características ideales para una carretera secundaria tomando una velocidad de diseño de 60 km/h en el “Tramo A” y 40 km/h en el “Tramo B”, donde estas velocidades fueron calculadas por medio del método de velocidades de punto (Ver Anexo B). Para un terreno montañoso, en la Tabla 6 se observa las siguientes características.

Tabla 6. Elementos Geométricos ideales y existentes de la carretera.

Elementos Geométricos	Tramo B	Tramo A	Existentes
	Ideales		
Ancho de calzada	6,6 m	7 m	4 m (aprox. en toda la vía)
Ancho de bermas	0,5 m	1 m	0,75 m (algunos tramos muy cortos)

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, adaptada por el autor.

Al tener una vía angosta en el tramo analizado, se presentan problemas de flujo vehicular por el riesgo que se tiene de sobrepaso, además de ser una maniobra peligrosa en muchos tramos donde no se cuenta con berma y los conductores pueden perder el control de sus vehículos.

¹⁴ EI ALCÁZAR LIMITADA, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Colombia: Instituto Nacional De Vías, 2008.

Se encuentran también sectores con huecos y mal pavimentados, que ponen en riesgo la vida de los pasajeros por un mal maniobra o tener que invadir el otro carril para esquivarlo. Por otro lado se observa que esta vía es del agrado de los ciclistas por la exigencia de montaña que se debe recorrer, sin embargo esta ruta no otorga seguridad para el tránsito de los mismos.

3.5 ETAPA V: CAPACIDAD VIAL Y NIVELES DE SERVICIO

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. ¹⁵

Dependiendo de las condiciones de operación, por conveniencia se han elegido nombrarlos de mejor a peor con las letras de la A a la F. A cada nivel de servicio le corresponde un volumen de tránsito o volumen de servicio.¹⁶ (García, 2014)

Para determinar el Nivel de Servicio de una vía de dos carriles con dos sentidos de circulación, se ha seleccionado como indicador de efectividad la velocidad media de recorrido de los vehículos que integran la corriente vehicular, comprendiendo tanto vehículos ligeros como pesados. ¹⁷

¹⁵ CAL, R.; MAYOR REYES SPÍNDOLA; CÁRDENAS GRISALES J.. Ingeniería de tránsito, 7a. ed., México: Alfaomega, 1994.

¹⁶ T. GARCÍA. Capacidad y niveles de servicio, Venezuela: Universidad Nacional Experimental Francisco De Miranda, 2014.

¹⁷ NARANJO HERRERA, V. H. Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las vías principales y secundarias de acceso a la ciudad de Manizales, Manizales: Universidad Nacional De Colombia Sede Manizales, 2008.

Se analizaron 4 puntos específicos para determinar los niveles de servicio visualmente, estos se determinaron por las velocidades tomadas y las características observadas del flujo en estos puntos, a los puntos escogidos se les otorgo la siguiente denominación y nivel de servicio.

Punto 1. CAsETA PUENTE NUEVO. Señala el punto específico para determinar el nivel de servicio con coordenadas ($6^{\circ} 57' 38.32''$ N; $73^{\circ} 02' 23.14''$ O) con una elevación de 966 msnm. La Figura 19 muestra la ubicación exacta del punto descrito anteriormente.

Figura 19. Ubicación del Punto 1 “Caseta Puente Nuevo”.



Fuente: Google Earth y Street view, adaptada por el autor.

Punto 2. RESTAURANTE MIRADOR LA COLINA. Señala el punto específico para determinar el nivel de servicio con coordenadas ($6^{\circ} 56' 03.84''$ N; $73^{\circ} 02' 14.68''$ O) con una elevación de 1285 msnm. La Figura 20 muestra la ubicación exacta del punto descrito anteriormente.

Figura 20. Ubicación del Punto 2 “Restaurante mirador la Colina”.



Fuente: Google Earth y Street view, adaptada por el autor.

Punto 3. CASETA LA CAPILLA. Señala el punto específico para determinar el nivel de servicio con coordenadas ($6^{\circ} 55' 28.04''$ N; $73^{\circ} 02' 06.75''$ O) con una elevación de 1421 msnm. La Figura 21 muestra la ubicación exacta del punto descrito anteriormente-

Figura 21. Ubicación del punto 3 “Caseta la Capilla”.



Fuente: Google Earth y Street view, adaptada por el autor.

Punto 4. CASETA SOLO MODAS. Señala el punto específico para determinar el nivel de servicio con coordenadas ($6^{\circ} 55' 04.88''$ N; $73^{\circ} 02' 01.95''$ O) con una elevación de 1647 msnm. La Figura 22 muestra la ubicación exacta del punto descrito anteriormente.

Figura 22. Ubicación del punto 4 “Caseta solo Modas”.



Fuente: Google Earth y Street view, adaptada por el autor.

Los niveles de servicio de cada punto son los siguientes. (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Puntos específicos para la determinación de niveles de servicio.

PUNTO	DENOMINACIÓN	NIVEL DE SERVICIO
1	Caseta Puente nuevo	E
2	Restaurante mirador la Colina	E
3	Caseta la Capilla	E
4	Caseta solo Modas	E

Las velocidades tomadas en campo de estos cuatro puntos fueron obtenidas con medición del tiempo de circulación de los vehículos que transitaban en una distancia determinada, estas tomas se realizaron en ambos sentidos, estas velocidades de encuentra en la Tabla 8.

Tabla 8. Velocidades promedio de los diferentes puntos.

PUNTOS	VELOCIDAD [Km/h]: Sentido "Tres Esquinas" - "Peaje Los Santos"	VELOCIDAD [Km/h]: Sentido "Peaje Los Santos" - "Tres Esquinas"
1. Caseta Puente nuevo	31.04	27.17
2. Restaurante mirador la Colina	38.98	42.81
3. Caseta la Capilla	28.7	28.19
4. Caseta solo Modas	21.96	20.12

Nota: Velocidades promedio tomadas en campo de los diferentes puntos específicos.

En el tramo vial se analizaron las zonas más cargadas de la carretera, que son las de mayor tráfico vehicular, con el fin de calcular los niveles de servicio las cuales fueron determinadas por medio del manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles, HCM 1994 y la HCM 2000.

Para el manual colombiano de capacidad y niveles de servicios para carreteras de dos carriles, el cálculo de la capacidad parte de una capacidad máxima en condiciones ideales, siendo la principal la velocidad media de los vehículos que transita por la carretera, y como medida auxiliar la relación entre el volumen que circula y la capacidad. Al igual que la capacidad, el nivel de servicio se calcula a partir de una velocidad en condiciones casi ideales, la que se va reduciendo mediante distintos factores de corrección. (Ver Anexo C).

Por medio de la HCM 1994, la capacidad de una carretera de dos carriles en condiciones ideales, es de 2800 automóviles por hora en ambos sentidos. (Ver Anexo D)

En la HCM 2000, la capacidad de una carretera de dos carriles en condiciones ideales, es de 3200 automóviles por hora en ambos sentidos. El nivel de servicio

se calcula de dos formas, por medio de la velocidad media de viaje y el tiempo consumido de seguimiento. (Ver Anexo E).

Los niveles de servicio para cada método son: (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Nivel de servicio del “Tramo A” y “Tramo B”.

NORMAS	TRAMO A	TRAMO B
HCM 1994	E	E
HCM 2000	E	E
Manual Colombiano de capacidad y niveles de servicios para carreteras de dos carriles	D	D

De la tabla anterior se deduce que el nivel de servicio por medio de la HCM 1994 y HCM 2000 presenta que el funcionamiento está cerca del límite de su capacidad. La velocidad se ve reducida y su circulación es muy inestable y la libertad de maniobra para circular es difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a ceder el paso.

3.6 ETAPA VI: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL TRÁNSITO EN EL SISTEMA VIAL.

Si el problema es causado por un vehículo sobre carreteras, la solución integral consistirá en construir nuevo tipos de vialidades que sirvan a este vehículo, dentro de la previsión posible. Se necesitará crear carreteras con trazos nuevos, destinadas a alojar al vehículo, con todas las características inherentes al mismo.

Esta solución equivale a sacar el mejor partido posible de lo que actualmente se tiene, con ciertos cambios necesarios que requieren fuertes inversiones. Los casos críticos, como calles angostas, cruces peligrosos, obstrucciones naturales,

capacidad restringida, falta de control en la circulación, pueden atacarse mediante la inversión necesaria que es, siempre, muy elevada.

Entre las medidas que pueden tomarse están: el ensanchamiento de las calles, zonas para cruce de peatones, creación de bermas en la vía, para ayudar a la circulación de los ciclistas sin que estos no lleguen a ocupar la calzada, también la implementación de intercambiadores de tráfico en la entrada a la mesa de Los Santos (Tres Esquinas), el aumento de señalización, medidas necesarias de educación vial, tachas reflectivas, mejorar la geometría y visibilidad de las vías, eliminar o disminuir el riesgo por los obstáculos peligrosos que se presenten al lado de la vías y brindar mejores condiciones a usuarios vulnerables, además plantear un solución para las zonas donde se encuentren curvas consecutivas con el fin de aumentar la visibilidad en las curvas y reducir los accidentes y por ultimo plantear una sección transversal que esté acorde con el flujo vehicular actual y a futuro.

4. CONCLUSIONES

El comportamiento vial del sector analizado, se describe cualitativamente como un tramo con dificultad para los viajeros debido a las altas pendientes y algunas curvas cerradas. Esta situación hace que los conductores disminuyan la velocidad y así se incrementa el volumen de vehículos en el vía. Se observó también la ausencia de bermas en la vía y los carriles estrechos que hacen que se convierta en una zona de alta accidentalidad.

El volumen de tránsito realizado muestra que el flujo vehicular que transita los días sábado y domingo es mucho más elevado a los vehículos que transitan de lunes a viernes, lo cual se debe a la alta diferencia presentada en los TPDA máximos y mínimos, debido al amplio rango del ajuste; siendo las horas críticas de 10:00 a 12:00 am en sentido “Tres Esquinas” – Peaje Los Santos y 4:00 a 6:00 pm en sentido contrario.

El estudio realizado sobre los volúmenes de tránsito fue el TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual), esta evidencia un alto flujo vehicular del comportamiento vial en el tramo "Tres Esquinas" - Peaje “Los Santos”, pues el TPDA hallado para el sector del peaje arroja un A4, lo que significa que en ese sector se requiere una carretera de cuatro carriles para un óptimo funcionamiento. Por altos costo se recomienda implementar en el “Tramo A” el ancho de bermas y carriles que recomienda el manual colombiano de capacidad y niveles de servicio de carreteras de dos carriles, que sería 1,8 m de berma y 3,65 m para los anchos de carriles, y para el “Tramo B” se recomienda una doble calzada.

BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA ORTIZ. W., La mesa de los santos, vol. Xvi, sociedad geografica de colombia, academia de ciencias geográficas, Segundo Trimestre de 1958
- CAL, R.; MAYOR REYES SPÍNDOLA; CÁRDENAS GRISALES J.. Ingeniería de tránsito, 7a. ed., México: Alfaomega, 1994.
- CHANATÁSIG CAIZA, E. M. El tráfico interprovincial y su incidencia en el bienestar de los moradores del centro urbano del cantón San Miguel de Salcedo provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica De Ambato, Ambato-Ecuador, 2011.
- D. G. R. Egües, MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES, vol. SEGUNDA VERSIÓN, POPAYAN, 1996.
- EI ALCÁZAR LIMITADA, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Colombia: Instituto Nacional De Vías, 2008.
- GRAL. CAMARGO, SR. SORRANO, R. P. BASIGNANA, SR. PHILLIPS, SR. GARCÍA, GRAL. SOLANO PEÑA,
<https://es.scribd.com/doc/166715056/ESTUDIO-DE-TRAFICO-TPDA> [Último acceso: Junio 2016].
- MEJIA PAZMIÑO G. C., «Estudio de tráfico, TPDA,» [En línea]. Disponible en:
- MONS. RAGONESI Y DR. POSADA, Peregrinación de omega, Bogotá: Imprenta Nacional, 1908, p. 32
- NARANJO HERRERA, V. H. Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las vías principales y secundarias de acceso a la ciudad de Manizales, Manizales: Universidad Nacional De Colombia Sede Manizales, 2008.
- PEREIRA OTALORA A. M. Estudio sobre el impacto turísticos y económico del parque nacional del chicamicha en el municipio de los santos, Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, 2007, p. 9.
- T. GARCÍA. Capacidad y niveles de servicio, venezuela: Universidad Nacional Experimental Francisco De Miranda, 2014.

WEBLOGS SL. Circula seguro tu publicación sobre seguridad vial. 2016 [En línea].
Disponible en: <http://www.circulaseguro.com/principios-del-comportamiento-vial-3-la-seguridad/>. [Último acceso: Julio 2016].

ANEXOS

Anexo A. Variación horaria del volumen del tránsito del “Tramo A” y “Tramo B”.

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO Carretera: Municipio Los Santos (Tres Esquinas- Peaje Los Santos) Tramo: A Miércoles 25 de Mayo de 2016						
Hora del día	Vehículos en sentido "Tres Esquinas - Peaje Los Santos"					
	Bicicletas	Motos	Automóviles	Autobuses	Camiones	Total
07:00-08:00	4	6	23	1	2	36
08:00-09:00	0	8	26	1	1	36
09:00-10:00	2	13	35	2	0	52
10:00-11:00	0	16	31	1	0	48
11:00-12:00	1	15	36	1	0	53
12:00-13:00	0	14	36	2	0	52
13:00-14:00	0	12	27	1	0	40
14:00-15:00	0	14	23	1	0	38
15:00-16:00	0	11	26	1	0	38
16:00-17:00	0	9	28	2	1	40
17:00-18:00	0	5	28	0	0	33
18:00-19:00	0	4	20	1	2	27
19:00-20:00	0	18	22	2	1	43
Total	7	145	361	16	7	536
Por ciento	1,3%	27,1%	67,4%	3,0%	1,3%	100%

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO
 Carretera: Municipio Los Santos (Tres Esquinas- Peaje Los Santos)
 Tramo: A
 Miércoles 25 de Mayo de 2016

Hora del día	Vehículos en sentido " Peaje Los Santos- Tres Esquinas"					
	Bicicletas	Motos	Automóviles	Autobuses	Camiones	Total
07:00-08:00	0	10	10	1	0	21
08:00-09:00	0	11	19	1	0	31
09:00-10:00	2	5	26	1	0	34
10:00-11:00	0	12	49	1	0	62
11:00-12:00	3	14	39	1	0	57
12:00-13:00	0	18	33	1	0	52
13:00-14:00	1	7	40	2	1	51
14:00-15:00	0	6	16	1	0	23
15:00-16:00	0	5	20	1	0	26
16:00-17:00	0	5	23	1	0	29
17:00-18:00	0	12	16	2	2	32
18:00-19:00	0	17	32	2	2	53
19:00-20:00	0	8	27	1	1	37
Total	6	130	350	16	6	508
Por ciento	1,2%	25,6%	68,9%	3,1%	1,2%	100%

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO
 Carretera: Municipio Los Santos (Tres Esquinas- Peaje Los Santos)
 Tramo: A
 Mayo 28 - Mayo 29 de 2016 (PROMEDIO)

Hora del día	Vehículos en sentido "Tres Esquinas - Peaje Los Santos"					
	Bicicletas	Motos	Automóviles	Autobuses	Camiones	Total
07:00-08:00	25	49	48	2	1	125
08:00-09:00	22	65	129	3	1	220
09:00-10:00	3	98	188	4	4	297
10:00-11:00	2	135	311	2	3	453
11:00-12:00	2	108	328	3	4	445
12:00-13:00	2	119	383	2	3	509
13:00-14:00	1	79	261	2	3	346
14:00-15:00	0	102	207	1	3	313
15:00-16:00	0	95	132	1	2	230
16:00-17:00	0	99	109	3	1	212
17:00-18:00	0	74	87	2	0	163
18:00-19:00	0	51	50	2	1	104
19:00-20:00	0	37	16	1	0	54
Total	57	1111	2249	28	26	3471
Por ciento	1,6%	32,0%	64,8%	0,8%	0,7%	100%

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO
 Carretera: Municipio Los Santos (Tres Esquinas- Peaje Los Santos)
 Tramo: A
 Mayo 28 - Mayo 29 de 2016 (PROMEDIO)

Hora del día	Vehículos en sentido " Peaje Los Santos- Tres Esquinas"					
	Bicicletas	Motos	Automóviles	Autobuses	Camiones	Total
07:00-08:00	3	23	14	1	1	42
08:00-09:00	22	37	23	3	1	86
09:00-10:00	11	37	43	3	3	97
10:00-11:00	12	36	54	2	0	104
11:00-12:00	25	43	47	3	1	119
12:00-13:00	7	47	68	1	4	127
13:00-14:00	10	57	83	2	4	156
14:00-15:00	2	76	149	2	1	230
15:00-16:00	2	86	221	2	4	315
16:00-17:00	0	135	371	2	3	511
17:00-18:00	2	189	419	3	2	615
18:00-19:00	0	171	357	2	0	530
19:00-20:00	0	156	286	2	1	445
Total	96	1093	2135	28	25	3377
Por ciento	2,8%	32,4%	63,2%	0,8%	0,7%	100%

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO
 Carretera: Municipio Los Santos (Tres Esquinas- Peaje Los Santos)
 Tramo: B
 Miércoles 25 de Mayo de 2016

Hora del día	Vehículos en sentido "Tres Esquinas - Peaje Los Santos"					
	Bicicletas	Motos	Automóviles	Autobuses	Camiones	Total
07:00-08:00	3	8	31	13	9	64
08:00-09:00	0	10	34	14	8	66
09:00-10:00	0	17	45	9	7	78
10:00-11:00	0	21	41	8	5	75
11:00-12:00	0	20	45	7	4	76
12:00-13:00	0	18	47	13	6	84
13:00-14:00	0	16	35	10	3	64
14:00-15:00	0	18	30	11	8	67
15:00-16:00	0	14	34	7	3	58
16:00-17:00	0	12	36	9	4	61
17:00-18:00	0	7	36	8	2	53
18:00-19:00	0	5	26	17	11	59
19:00-20:00	0	23	29	16	8	76
Total	3	189	469	142	78	881
Por ciento	0,6%	35,3%	87,5%	26,5%	14,6%	100%

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO
 Carretera: Municipio Los Santos (Tres Esquinas- Peaje Los Santos)
 Tramo: B
 Miércoles 25 de Mayo de 2016

Hora del día	Vehículos en sentido " Peaje Los Santos- Tres Esquinas"					
	Bicicletas	Motos	Automóviles	Autobuses	Camiones	Total
07:00-08:00	0	12	11	16	6	45
08:00-09:00	0	13	21	9	9	52
09:00-10:00	2	6	30	5	5	48
10:00-11:00	0	14	56	13	11	94
11:00-12:00	0	16	44	8	12	80
12:00-13:00	0	21	38	11	5	75
13:00-14:00	1	8	46	19	6	80
14:00-15:00	0	7	18	7	9	41
15:00-16:00	0	6	23	13	3	45
16:00-17:00	0	6	26	10	10	52
17:00-18:00	0	14	18	8	9	49
18:00-19:00	0	20	37	7	6	70
19:00-20:00	0	9	31	5	3	48
Total	3	152	399	131	94	779
Por ciento	0,6%	29,9%	78,5%	25,8%	18,5%	100%

VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO
 Carretera: Municipio Los Santos (Tres Esquinas- Peaje Los Santos)
 Tramo: B
 Mayo 29 de 2016

Hora del día	Vehículos en sentido "Tres Esquinas - Peaje Los Santos"					
	Bicicletas	Motos	Automóviles	Autobuses	Camiones	Total
07:00-08:00	10	29	75	8	8	130
08:00-09:00	13	43	175	3	5	239
09:00-10:00	3	66	282	5	4	360
10:00-11:00	2	54	412	5	4	477
11:00-12:00	3	79	437	3	7	529
12:00-13:00	0	85	382	8	3	478
13:00-14:00	0	102	201	5	0	308
14:00-15:00	0	115	141	3	1	260
15:00-16:00	0	137	129	10	0	276
16:00-17:00	3	151	61	8	4	227
17:00-18:00	0	68	26	5	3	102
18:00-19:00	0	47	16	3	1	67
19:00-20:00	0	33	8	3	1	45
Total	34	1009	2345	69	41	3498
Por ciento	1,0%	29,1%	67,6%	2,0%	1,2%	100%

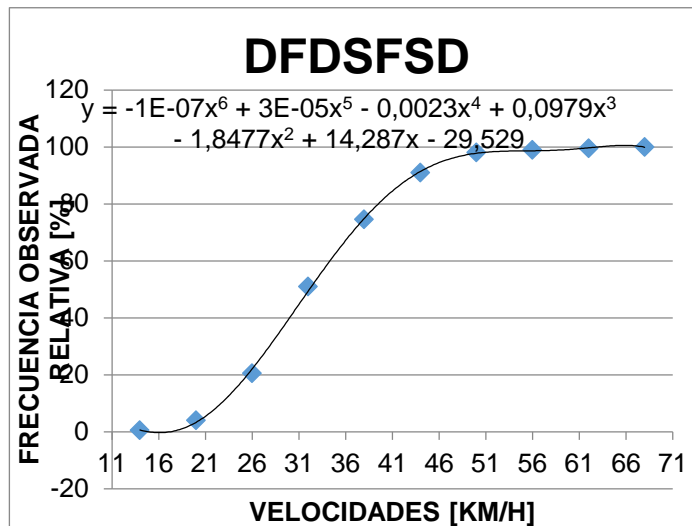
VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DEL TRÁNSITO
 Carretera: Municipio Los Santos (Tres Esquinas- Peaje Los Santos)
 Tramo: B
 Mayo 29 de 2016

Hora del día	Vehículos en sentido " Peaje Los Santos- Tres Esquinas"					
	Bicicletas	Motos	Automóviles	Autobuses	Camiones	Total
07:00-08:00	0	19	15	5	3	42
08:00-09:00	6	23	15	5	2	51
09:00-10:00	4	15	25	3	3	50
10:00-11:00	19	45	50	8	0	122
11:00-12:00	3	37	49	3	0	92
12:00-13:00	2	78	79	5	4	168
13:00-14:00	0	84	168	3	3	258
14:00-15:00	2	89	229	5	7	332
15:00-16:00	0	148	340	5	0	493
16:00-17:00	1	154	438	8	1	602
17:00-18:00	2	151	322	3	3	481
18:00-19:00	0	211	352	5	1	569
19:00-20:00	0	102	178	3	6	289
Total	39	1156	2260	61	33	3549
Por ciento	1,2%	34,2%	66,9%	1,8%	1,0%	100%

Anexo B. Velocidades por el método velocidades de punto del “Tramo A” y “Tramo B”.

TRAMO A

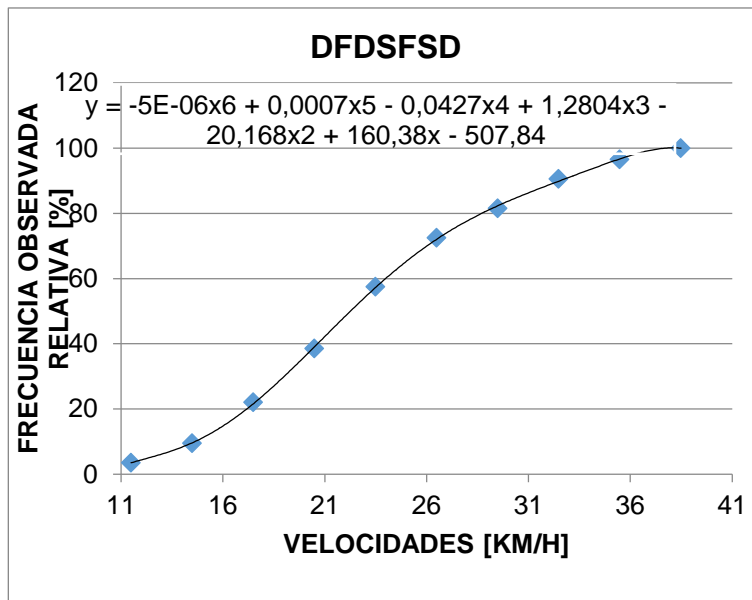
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE VELOCIDAD DE PUNTO									
intervalos de clase de grupos de velocidad		punto medio	frecuencia observada		frecuencia acumulada		$(Col2)^2$	Col3*Col2	Col3*Col6
KM/H		KM/H	absoluta	relativa	absoluta	relativa	$\frac{f_{i_a}}{n} * 100$	V_i^2	$f_i * V_i$
			V_i	f_i	$\frac{f_i}{n} * 100$	f_{i_a}			
9	13,99	12	1	0,5	1	0,5	144	12	144
15	19,99	18	7	3,5	8	4	324	126	2268
21	25,99	24	33	16,5	41	20,5	576	792	19008
27	31,99	30	61	30,5	102	51	900	1830	54900
33	37,99	36	47	23,5	149	74,5	1296	1692	60912
39	43,99	42	33	16,5	182	91	1764	1386	58212
45	49,99	48	14	7	196	98	2304	672	32256
51	55,99	54	2	1	198	99	2916	108	5832
57	61,99	60	1	0,5	199	99,5	3600	60	3600
63	67,99	66	1	0,5	200	100	4356	66	4356
			200	100				6744	241488



PERCENTILES	
Frecuencia	Velocidad (km/h)
15	24,2
50	32
85	41,1
98	61,5

TRAMO B

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE VELOCIDAD DE PUNTO									
Intervalos de clase grupos de velocidad		Punto medio	Frecuencia observada		Frecuencia acumulada		$(\text{Col}2)^2$	Col3*Col2	Col3*Col6
KM/H	KM/H	KM/H	absoluta	relativa	absoluta	relativa			
			V_i	f_i	$\frac{f_i}{n} * 100$	f_{i_a}	$\frac{f_{i_a}}{n} * 100$	V_i^2	$f_i * V_i$
8,5	11,49	10	7	3,5	7	3,5	100	70	700
11,5	14,49	13	12	6	19	9,5	169	156	2028
14,5	17,49	16	25	12,5	44	22	256	400	6400
17,5	20,49	19	33	16,5	77	38,5	361	627	11913
20,5	23,49	22	38	19	115	57,5	484	836	18392
23,5	26,49	25	30	15	145	72,5	625	750	18750
26,5	29,49	28	18	9	163	81,5	784	504	14112
29,5	32,49	31	18	9	181	90,5	961	558	17298
32,5	35,49	34	12	6	193	96,5	1156	408	13872
35,5	38,49	37	7	3,5	200	100	1369	259	9583
			200	100				4568	113048



PERCENTILES	
Frecuencia	Velocidad (km/h)
15	16,1
50	22,25
85	30,4
98	36,5

Anexo C. Nivel de servicio por el manual colombiano de capacidad y niveles de servicios para carreteras de dos carriles del "Tramo A" y "Tramo B".

TRAMO A

CARRETERAS DOS CARRILES DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO			
TRAMO:	Tramo A	SECTOR:	Típico
RUTA:	"Tres Esquinas" - Peaje "Los Santos"		

1. DATOS GEOMÉTRICOS Y DE TRANSITO				
ANCHO DE BERMA (m):	0,75	TIPO DE TERRENO:	MONTAÑOSO	
ANCHO DE CARRILES (m):	2,00	PENDIENTE (%):	7,6	
ANCHO TOTAL CALZADA (m):	4,00	LONGITUD (m):	2000,00	
ESTADO DE SUPERFICIE DE RODADURA IRI:	4	RADIO CURVATURA MAS CERRADA	22,00	
VOLUMEN TOTAL EN AMBOS SENTIDOS (Q):	889	DEFLEXIÓN DE LA CURVA (grados):	120°	
DISTRIBUCIÓN POR SENTIDOS (ASC/DESC):	50/50			
COMPOSICIÓN DEL TRANSITO	(%)R	(%)B	(%)C	(%)B+C
	98,73	0,68	0,59	1,27
ZONAS DE NO REBASE (%)	100			

2. CALCULO DE LA CAPACIDAD (C60 Y C5)											
Fpe (TABLA 1)	x	Fd (TABLA 2)	x	Fcb (TABLA 3)	x	Fp (TABLA 4)	x	Ci (veh/hora)	=	C60 (veh/hora)	
0,88		1		0,89		0,73		3200		1830	
C60 (veh/h)	x	FPH (TABLA 5)	=	C5 (veh/h)							
1830		0,92		1684							
Q	÷	C60	=	Q/C60	Q	÷	C5	=	Q/C5		
889		1830		0,4858	889		1684		0,5279		

3. CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO												
Vi (TABLA 6)	x	Fu (TABLA 7)	=	V1 (km/h)	Fsr (TABLA 8)	x	Fcb (TABLA 9)	x	V1 (km/h)	=	V2 (km/h)	
57		0,88		50,16	1		0,66		50,16		33,11	
Fp1 (TABLA 10)	x	Fp2 (TABLA 11)	=	Fp (TABLA 11)	x	V2 (km/h)	=	V3 (km/h)	Vc (km/h) (TABLA 12)			
1		1,09		1,09		33,11		33,11	38			
Si fp > 1.00 hacer fp =1.00												
Si V3 ≤ Vc , V = V3								V		NIVEL DE SERVICIO (TABLA 13)		
Si V3 > Vc , Calcular V con la hoja de trabajo N°2.								33,11		D		

TRAMO B

CARRETERAS DOS CARRILES DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO					
TRAMO:	Tramo B	SECTOR:	Típico	TIPO:	Típico
RUTA:	"Tres Esquinas" - Peaje "Los Santos"				

1. DATOS GEOMÉTRICOS Y DE TRANSITO				
ANCHO DE BERMA (m):	0,75	TIPO DE TERRENO:		MONTAÑOSO
ANCHO DE CARRILES (m):	2,00	PENDIENTE (%):		7,6
ANCHO TOTAL CALZADA (m):	4,00	LONGITUD (m):		2000,00
ESTADO DE SUPERFICIE DE RODADURA IRI:	4	RADIO CURVATURA MAS CERRADA		10,00
VOLUMEN TOTAL EN AMBOS SENTIDOS (Q):	825	DEFLEXIÓN DE LA CURVA (grados):		150°
DISTRIBUCIÓN POR SENTIDOS (ASC/DESC):	50/50			
COMPOSICIÓN DEL TRANSITO	(%)R	(%)B	(%)C	(%)B+C
	97,07	1,87	1,06	2,93
ZONAS DE NO REBASE (%)	100			

2. CALCULO DE LA CAPACIDAD (C60 Y C5)											
F_{pe} (TABLA 1)	x	F_d (TABLA 2)	x	F_{cb} (TABLA 3)	x	F_p (TABLA 4)	x	C_i (veh/hora)	=	C_{60} (veh/hora)	
0,88		1		0,89		0,72		3200	=	1804	
		C_{60} (veh/h)	x	F_{PH} (TABLA 5)	=	C_5 (veh/h)					
		1804		0,92	=	1660					
Q	÷	C_{60}	=	Q/C_{60}			Q	÷	C_5	=	Q/C_5
825		1804		0,4573			825		1660		0,4970

3. CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO													
V_i (TABLA 6)	x	F_u (TABLA 7)	=	V_1 (km/h)			F_{sr} (TABLA 8)	x	F_{cb} (TABLA 9)	x	V_1 (km/h)	=	V_2 (km/h)
57		0,9		51,30			1		0,66		51,3	=	33,86
F_{p1} (TABLA 10)	x	F_{p2} (TABLA 11)	=	F_p (TABLA 11)	x	V_2 (km/h)	=	V_3 (km/h)					
1		1,08		1,08		33,86	=	33,86					
										V_c (km/h) (TABLA 12)			
										37			
Si $f_p > 1.00$ hacer $f_p = 1.00$													
Si $V_3 \leq V_c$, $V = V_3$							V						
Si $V_3 > V_c$, Calcular V con la hoja de trabajo N°2.							33,86						
							NIVEL DE SERVICIO (TABLA 13)						
							D						

Anexo D. Nivel de servicio por la HCM 1994 del “Tramo A” y “Tramo B”.

TRAMO A

FLUJO DE SERVICIO PARA DIFERENTES NDS						
PARÁMETROS SEGÚN HCM APLICADO						
NDS	CAPACIDAD	VALOR NDS	fR	fA	fVP	Fsi
A	2.800	0,01	1	0,57	0,936478653	15
B	2.800	0,10	1	0,57	0,919455682	147
C	2.800	0,16	1	0,57	0,919455682	235
D	2.800	0,33	1	0,57	0,906741624	478
E	2800	0,78	1	0,7	0,906741624	1.386

FHP	0,93
Q	937
q	998,925

TRAMO B

NDS es E

FLUJO DE SERVICIO PARA DIFERENTES NDS						
PARÁMETROS SEGÚN HCM APLICADO						
NDS	CAPACIDAD	VALOR NDS	fR	fA	fVP	Fsi
A	2.800	0,01	1	0,57	0,935374945	15
B	2.800	0,10	1	0,57	0,920979923	147
C	2.800	0,16	1	0,57	0,920979923	235
D	2.800	0,33	1	0,57	0,909462962	479
E	2800	0,78	1	0,7	0,909462962	1.390

FHP	0,93
Q	937
q	1007,53

NDS es E

Anexo E. Nivel de servicio por la HCM 2000 del "Tramo A" y "Tramo B".

Tramo A

TIEMPO CONSUMIDO DE SEGUIMIENTO

ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD A FLUJO LIBRE

$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$	PT	1,32 %	Porcentaje de vehículos pesados incluyendo los autobuses
	PR	0,00%	Porcentaje de Vehículos recreativos
	Et	1,5	Automóviles equivalente a un vehículo pesado
	Er	1	Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo

$V_p = \frac{V}{PHF * f_G * f_{HV}}$	Vp	1143,472	(Vehículos livianos/h/ambos sentidos)
	V	929	(Vehículo mixto/h)
	PHF (FHMD)	0,87	Factor de la hora de máxima demanda
	fG	0,94	
	fHV	0,99344327	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

VP1d 571,735999

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE TIEMPO EMPLEADO EN SEGUIMIENTO

$PTSF = BPTSF + f_{d/hp}$	PTSF	74,51213183	
	BPTSF	63,39963183	Porcentaje base de tiempo empleado en seguimiento para ambas direcciones de viaje combinadas (%)
	fd/hp	11,1125	

$BPTSF = 100 \left(1 - e^{-0.000879V_p} \right)$	BPTSF	63,3996318	
	Vp	1143,472	

Según la tabla 12-2: " Nivel de servicio de carretera de dos carriles Clase I y Clase II

El nivel de servicio es D, por medio de % de tiempo consumido en seguimiento

VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE

ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD A FLUJO LIBRE

MEDICIÓN DIRECTA DE CAMPO

$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$	FFS	38,94694	(Km/h)
	SFM	32	(Km/h)
	Vf	549,23	(Vehículo/h)
	fHV	0,988259	
$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$	PT	1.32%	Porcentaje de vehículos pesados incluyendo los autobuses
	PR	0,00%	Porcentaje de Vehículos recreativos
	Et	1,9	Automóviles equivalente a un vehículo pesado
	Er	1,1	Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo
$V_p = \frac{V}{PHF * f_G * f_{HV}}$	Vp	1161,83	(Vehículos livianos/h/ambos sentidos)
	V	929	(Vehículo mixto/h)
	PHF (FHMD)	0,87	
	fG	0,93	
	fHV	0,988259	

VP1d 580,9140

DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE

		Directa	Indirecta	
$ATS = FFS - 0.0125v_p - f_{np}$	ATS	20,86994	35,723	(Km/h)
	FFS	38,94694	53,8	(Km/h)
	Vp	1162	1162	(vehículos livianos/h/ambos sentidos)
	fnp	3,552	3,552	

Según la tabla 12-2: " Nivel de servicio de carretera de dos carriles Clase I y Clase II

Según Clase I, por medio de la velocidad media de viaje que es menor de 70(Km/h) el nivel de servicio es E

TRAMO B

TIEMPO CONSUMIDO DE SEGUIMIENTO

ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD A FLUJO LIBRE

$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$	PT	2,93%	Porcentaje de vehículos pesados incluyendo los autobuses
	PR	0,00%	Porcentaje de Vehículos recreativos
	Et	1,5	Automóviles equivalente a un vehículo pesado
	Er	1	Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo

$V_p = \frac{V}{PHF * f_G * f_{HV}}$	Vp	1072,912394	(Vehículos livianos/h/ambos sentidos)
	V	825	(Vehículos mixto/h)
	PHF (FHMD)	0,83	Factor de la hora máxima demanda
	fG	0,94	
	fHV	0,985561524	Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

VP1d 536,4561971

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE TIEMPO EMPLEADO EN SEGUIMIENTO

$PTSF = BPTSF + f_{d/hp}$	PTSF	73,04823261
	BPTSF	61,06073261
	fd/hp	11,9875
$BPTSF = 100 \left(1 - e^{-0.000879V_p} \right)$	BPTSF	61,06073261
	Vp	1073

Según la tabla 12-2: " Nivel de servicio de carretera de dos carriles Clase I y Clase II

El nivel de servicio es D, por medio de % de tiempo consumido en seguimiento

VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE

ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD A FLUJO LIBRE

MEDICIÓN DIRECTA DE CAMPO

$FFS = S_{FM} + 0.0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$	FFS	29,1325806	(Km/h)
	SFM	22,25	(Km/h)
	Vf	536,46	(vehículos/h)
	fHV	0,97430751	
$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$	PT	2,93%	Porcentaje de vehículos pesados incluyendo los autobuses
	PR	0,00%	Porcentaje de Vehículos recreativos
	Et	1,9	Automóviles equivalente a un vehículo pesado
	Er	1,1	Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo
$V_p = \frac{V}{PHF * f_G * f_{HV}}$	Vp	1096,97532	(Vehículos livianos/h/ambos sentidos)
	V	825	(Vehículo mixto/h)
	PHF (FHMD)	0,83	
	fG	0,93	
	fHV	0,97430751	

VP1d 548,48766

DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE

		Directa	Indirecta	
$ATS = FFS - 0.0125v_p - f_{np}$	ATS	11,6080806	11,2755	(Km/h)
	FFS	29,1325806	28,8	(Km/h)
	Vp	1097	1097	(vehículos livianos/h/ambos sentidos)
	fnp	3,812	3,812	

Según la tabla 12-2: " Nivel de servicio de carretera de dos carriles Clase I y Clase II

Según Clase I, por medio de la velocidad media de viaje que es menor de 70(Km/h) el nivel de servicio es E