


| | | | | |
|--|---|---------------------|-------------------|----------|
|  Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigésima Milésima | UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA | | | |
| | Documento | Código | Fecha | Revisión |
| | FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO | F-AC-DBL-007 | 10-04-2012 | A |
| | Dependencia | Aprobado | | Pág. |
| DIVISIÓN DE BIBLIOTECA | SUBDIRECTOR ACADÉMICO | | i(105) | |

RESUMEN È TRABAJO DE GRADO

| | |
|--------------------|---|
| AUTORES | MARIA CAMILA ANGARITA PEÑARANDA- YUREINY MARCELA OSPINO GARCIA |
| FACULTAD | INGENIERÍA |
| PLAN DE ESTUDIOS | INGENIERÍA CIVIL |
| DIRECTOR | JOSE LUIS PEREZ AREVALO |
| TÍTULO DE LA TESIS | ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR EL ÍNDICE DE ACCIDENTALIDAD EN LA CALLE 2ª ENTRE LA CARRERA 22 Y 40 DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA-CESAR |

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL SIGUIENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN BUSCA MEJORAR LAS CONDICIONES DE ACCIDENTALIDAD QUE SE PRESENTAN SOBRE LA CALLE 2ª ENTRE LA CARRERA 22 Y 40 DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA-CESAR, MEDIANTE LA CREACIÓN DE ALTERNATIVAS BASADAS EN ESTUDIOS DE TRÁNSITO Y LA MODELACIÓN MEDIANTE EL SOFTWARE PTV VISSIM.

CARACTERÍSTICAS

| | | | |
|----------|---------|-------------------|-----------|
| PÁGINAS: | PLANOS: | ILUSTRACIONES: 31 | CD-ROM: 1 |
|----------|---------|-------------------|-----------|



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR EL ÍNDICE DE
ACCIDENTALIDAD EN LA CALLE 2ª ENTRE LA CARRERA 22 Y 406 DEL
MUNICIPIO DE AGUACHICA-CESAR**

**MARIA CAMILA ANGARITA PEÑARANDA
YUREINY MARCELA OSPINO GARCÍA**

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director

JOSE LUIS PEREZ AREVALO

Especialista en Vías Terrestres

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERÍA CIVIL**

Ocaña, Colombia

Agosto de 2018

Índice

| | |
|---|----------|
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1. Análisis de alternativas para disminuir el índice de accidentalidad sobre òla calle 2ª entre la carrera 22 y 40ò del municipio de Aguachica-Cesar..... | 2 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 2 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 3 |
| 1.3 Objetivos | 3 |
| 1.3.1 Objetivo general | 3 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.4 Justificación..... | 3 |
| 1.5 Delimitaciones | 4 |
| 1.5.1 Delimitación operativa. | 4 |
| 1.5.2 Delimitación conceptual. | 5 |
| 1.5.3 Delimitación geográfica..... | 5 |
| 1.5.4 Delimitación temporal | 5 |
| Capítulo 2. Marco referencial..... | 6 |
| 2.1. Marco histórico | 6 |
| 2.1.1. Accidentalidad vial en el mundo | 6 |
| 2.1.2 Accidentalidad vial en Colombia. | 7 |
| 2.1.3 Accidentalidad vial en el departamento del cesar. | 8 |
| 2.1.4 Movilidad vial en el municipio de Aguachica | 8 |
| 2.2. Marco contextual | 9 |
| 2.3. Marco conceptual..... | 11 |
| 2.3.1 Conductor..... | 11 |
| 2.3.2 Peatón. | 12 |
| 2.3.3 Vehículo..... | 12 |
| 2.3.4 Vía | 12 |
| 2.3.5 Transitar | 12 |
| 2.3.6 Tipos de vehículos..... | 12 |
| 2.3.6 Semáforos | 14 |
| 2.3.7 Volumen de tránsito | 14 |
| 2.3.8 Estudios de tránsito | 14 |
| 2.3.9 Aforo vehicular | 14 |
| 2.3.10 Simulación de tráfico vehicular | 14 |
| 2.3.11 Software PTV Vissim..... | 16 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.12 Intersecciones viales | 16 |
| 2.3.13 Señales de tránsito | 16 |
| 2.3.14 Señales verticales | 16 |
| 2.3.15 Señales horizontales | 17 |
| 2.3.16 Señales elevadas | 17 |
| 2.3.17 Accidente de tránsito | 17 |
| 2.3.18 Accidentes múltiples | 17 |
| 2.3.19 Seguridad vial | 18 |
| 2.3.20 Educación vial | 18 |
| 2.3.21 Niveles de servicialidad | 19 |
| 2.3 Marco teórico | 19 |
| 2.3.1 Modelos de micro-simulación | 21 |
| 2.3.2 Software PTV Vissim | 21 |
| 2.3.3 Tesis de modelación | 22 |
| 2.4 Marco legal | 22 |
| Capítulo 3. Diseño metodológico | 24 |
| 3.1 Tipo de investigación | 24 |
| 3.2 Localización | 24 |
| 3.3 Población y muestra | 25 |
| 3.3.1 Población | 25 |
| 3.3.2 Muestra | 25 |
| 3.4 Instrumentos para la recolección de información | 25 |
| 3.5 Análisis de información | 26 |
| Capítulo 4. Presentación de resultados | 27 |
| Capítulo 5. Conclusiones | 74 |
| Capítulo 6. Recomendaciones | 76 |
| Referencias | 77 |
| Apéndices | 81 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa del departamento del Cesar, ubicando el municipio de Aguachica..... | 10 |
| Figura 2. Tramo de estudio òCalle 2 ^a entre la carrera 22 y 40ö..... | 11 |
| Figura 3. Vehículos livianos..... | 13 |
| Figura 4. Vehículos pesados..... | 13 |
| Figura 5. Accidentes múltiples..... | 18 |
| Figura 6. Hora de máxima demanda en la intersección con mayor flujo vehicular..... | 29 |
| Figura 7. Pregunta uno de la encuesta aplicada..... | 40 |
| Figura 8. Pregunta dos de la encuesta aplicada..... | 41 |
| Figura 9. Pregunta tres de la encuesta aplicada..... | 42 |
| Figura 10. Pregunta cuatro de la encuesta aplicada..... | 42 |
| Figura 11. Pregunta cinco de la encuesta aplicada..... | 43 |
| Figura 12. Pregunta seis de la encuesta aplicada..... | 44 |
| Figura 13. Pregunta siete de la encuesta aplicada..... | 45 |
| Figura 14. Áreas de conflicto de las intersecciones con mayor flujo vehicular..... | 46 |
| Figura 15. Intersecciones más críticas del tramo en estudio..... | 47 |
| Figura 16. Fases semaforica sobre la calle 2 ^a con carrera 30..... | 51 |
| Figura 17. Fases semaforica sobre la calle 2 ^a con carrera 31..... | 59 |
| Figura 18. Señal vertical SR-01 PARE..... | 62 |
| Figura 19. Ejemplo de implementar la señal de PARE sobre la carrera 28..... | 63 |
| Figura 20. Señal vertical SR-28 PROHIBIDO PARQUEAR..... | 63 |
| Figura 21. Ejemplo de implementar la señal de PARE sobre la carrera 30..... | 64 |
| Figura 22. Señal vertical SR-30 VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA..... | 64 |
| Figura 23. Ejemplo de implementar la señal de MÁXIMA VELOCIDAD PERMITIDA sobre la carrera 28..... | 65 |
| Figura 24. Señal vertical SP-47 ZONA ESCOLAR..... | 66 |
| Figura 25. Ejemplo de implementar la señal de ZONA ESCOLAR sobre la calle 2 ^a con carrera 28..... | 66 |
| Figura 26. Plano topográfico de la vía en estudio, la cual comprende 1,6 kilómetros..... | 82 |
| Figura 27. Fotografía de la calle 2 ^a con carrera 30..... | 91 |
| Figura 28. Fotografía de la calle 2 ^a con carrera 30 en un día de aforo..... | 91 |
| Figura 29. Fotografía de la calle 2 ^a con carrera 31..... | 92 |
| Figura 30. Fotografía de la calle 2 ^a con carrera 31..... | 92 |
| Figura 31. Fotografía del estado de la calle 2 ^a con carrera 23..... | 93 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Análisis de accidentalidad en el municipio de Aguachica..... | 8 |
| Tabla 2 Muertes por accidentes de tránsito entre 2010-2014 | 9 |
| Tabla 3 Niveles de servicialidad | 19 |
| Tabla 4 Movimientos realizados en cada intersección de la vía en estudio | 28 |
| Tabla 5 Hora de máxima y mínima demanda de cada intersección..... | 29 |
| Tabla 6 Cantidad de vehículos en el día de máxima demanda | 30 |
| Tabla 7 Diagnóstico del estado actual de vía en estudio..... | 32 |
| Tabla 8 Longitud máxima de cola | 47 |
| Tabla 9 Volumen mínimo de vehículos | 49 |
| Tabla 10 Vehículos equivalentes | 53 |
| Tabla 11 Vehículos equivalentes | 53 |
| Tabla 12 Vehículos equivalentes | 53 |
| Tabla 13 Tiempo verde-amarillo-rojo del semáforo | 58 |
| Tabla 14 Datos arrojados del cálculo de los tiempos de los colores del semáforo..... | 60 |
| Tabla 15 Longitud máxima de cola..... | 69 |
| Tabla 16 Longitud máxima de cola..... | 70 |
| Tabla 17 Presupuesto de la primer alternativa..... | 71 |
| Tabla 18 Presupuesto de la segunda alternativa | 72 |
| Tabla 19 Presupuesto de la tercer alternativa | 72 |
| Tabla 20 Valor total de cada alternativa..... | 73 |
| Tabla 21 Actividades necesarias para la ejecución del proyecto de investigación..... | 84 |

Índice de apéndices

| | |
|--|----|
| Apéndice A. Plano topográfico de òla calle 2 ^a entre la carrera 22 y 40ö del municipio de Aguachica-Cesar. | 82 |
| Apéndice B. Formato utilizado para la realización del aforo. | 83 |
| Apéndice C. Cronograma de actividades. | 84 |
| Apéndice D. Planilla de encuesta. | 85 |
| Apéndice E. Pasos para realizar la micro simulación a través del software PTV Vissim. | 88 |
| Apéndice F. Carta de presentación para una empresa. | 89 |
| Apéndice G. MGA. | 90 |
| Apéndice H. Registro Fotográfico. | 91 |
| Apéndice I. Entrega proyecto a la Alcaldía Municipal de Aguachicaí í í í í í í í í í .. | 95 |

Introducción

La accidentalidad vial se ha convertido en un tema de gran relevancia, pues diariamente se evidencian casos de muertes y lesiones ocasionadas por diferentes infracciones de tránsito, lo cual se ha convertido en un problema social que amenaza la calidad de vida de las personas, reflejado en pérdidas humanas y económicas.

En el municipio de Aguachica-Cesar, específicamente sobre la calle 2ª entre la carrera 22 y 40 se presentan diversos factores que ocasionan accidentes viales, como altos índices de velocidad, imprudencias de peatones y conductores, carencia de señales de tránsito, mal estado del pavimento, y estacionamiento inadecuado.

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo principal, generar alternativas que ayuden a mejorar las condiciones actuales de accidentalidad en este sector, implementando medidas ingenieriles como semaforización, cambios de sentidos vial, y señalización, justificados en el análisis y evaluación a través del software de micro simulación PTV Vissim buscando siempre un equilibrio entre la relación costo-beneficio.

Capítulo 1. Análisis de alternativas para disminuir el índice de accidentalidad sobre la calle 2ª entre la carrera 22 y 40 del municipio de Aguachica-Cesar.

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente los índices de accidentalidad en el país están aumentando de manera descontrolada, lo cual se debe a factores como, el mal estado de las vías, excesos de velocidad, falta de consciencia ciudadana y sobre todo al incumplimiento de las normativas vigentes. De acuerdo a investigaciones realizadas por las instituciones de seguridad vial en Colombia se evidencia que cada 77 minutos fallece una persona por un accidente vial, cifra aportada por el director de la agencia nacional de seguridad vial Ricardo Galindo (Celis, 2016).

Por consiguiente el municipio de Aguachica y en específico la calle 2ª entre la carrera 22 y 40 no está exenta de esto, pues en este sector se presentan diversas causas como, imprudencia peatonal, falta de demarcación y señalización vial, mal estado del pavimento, congestionamiento en especial en las horas pico, uso indebido de cruces y la obstrucción por vehículos mal estacionados, las cuales inciden en la ocurrencia de accidentes de tránsito con diferente nivel de severidad, así mismo se evidencia la falta de conciencia vial pues los conductores no utilizan elementos de seguridad al manejar, por otra parte se presenta la irresponsabilidad de menores de edad que manejan sin precaución y documentación legal.

En consecuencia, estos factores constituyen un fenómeno que afecta el bienestar y seguridad de los usuarios.

1.2 Formulación del problema

¿Qué alternativas ayudan a disminuir el índice de accidentalidad en la calle 2ª entre la carrera 22 y 400 del municipio de Aguachica-Cesar?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Generar alternativas que ayuden a disminuir el índice de accidentalidad en la calle 2ª entre la carrera 22 y 400 del municipio de Aguachica-Cesar.

1.3.2 Objetivos específicos. Realizar los estudios de tránsito para identificar el flujo vehicular que transita en el sector.

Formular alternativas que disminuyan la accidentalidad en la zona de estudio.

Realizar la micro simulación con el Software PTV Vissim de las alternativas formuladas.

Seleccionar las alternativas que mejoren la seguridad vial del sector teniendo en cuenta los resultados obtenidos a través del software PTV Vissim.

1.4 Justificación

La accidentalidad en las vías se ha convertido en una de las principales causas de muertes en el país; aunque existen organismos como el ministerio de transporte terrestre, agencia nacional de seguridad vial y el instituto nacional de vías encargados de planificar, ejecutar y hacer cumplir las normativas para resguardar las vías y prevenir accidentes de tránsito, muchas

veces son insuficientes, pues sus políticas no responden ante la problemática existente. Por tal motivo es indispensable emprender búsquedas que ayuden analizar las principales causas que provocan los accidentes, para así encontrar alternativas que ayuden a mejorar las condiciones de seguridad, es decir teniendo como prioridad central la protección de los usuarios, con el fin de disminuir la cantidad de afectados en las vías, y por consiguiente aumentar considerablemente la calidad de vida de las personas.

Esta investigación tiene como finalidad determinar las variables que inciden en la accidentalidad sobre la vía en estudio, debido a que este es un tramo donde regularmente ocurren accidentes viales ocasionados por factores como excesos de velocidad, imprudencia de peatones-conductores, falta de señalización, cultura ciudadana, mal estado del pavimento ente otros. Por tal motivo se hace necesario realizar estudios de tránsito para recolectar la información necesaria con el fin detectar los puntos críticos de la vía. Y en efecto plantear y modelar alternativas integrales que ayuden reducir el impacto de accidentalidad en el sector.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación operativa. En la ejecución de este proyecto fue necesario:

- Trabajo de campo (conteo, tomas de velocidades, registro fotográfico)
- Software òMicrosoft Excelò para la tabulación de la información recolectada en los aforos.

- Software de PTV Vissim para realizar la micro simulación de la situación actual y las alternativas planteadas.

1.5.2 Delimitación conceptual. Para efectuar un análisis de accidentalidad se debe tener en cuenta diferentes factores como: accidentes de tránsito, puntos críticos, seguridad vial, estudios de tránsito, acción vial preventiva, peligrosidad en carreteras, niveles de servicialidad, clases de vehículos, micro simulación, alternativas.

1.5.3 Delimitación geográfica. El presente trabajo se ejecutó sobre la calle 2ª entre la carrera 22 y 40 del municipio de Aguachica-Cesar.

1.5.4 Delimitación temporal. La realización de esta investigación tuvo una duración de ocho meses comprendidos entre el 24 de abril y el 14 de diciembre del año 2017, de forma continua sin considerar el periodo de vacaciones de la universidad.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1. Marco histórico

Para la realización de este proyecto se requiere conocer los antecedentes a nivel mundial, nacional y local sobre el tema en estudio, con el objetivo de ubicar la investigación en los diferentes espacios.

2.1.1. Accidentalidad vial en el mundo. Cada año mueren cerca de 1,3 millones de personas en las carreteras del mundo entero, y entre 20 y 50 millones padecen traumatismos no mortales. Se ha convertido en una de las principales causas de muertes para personas entre 15 y 29 años (Organización mundial de salud, 2017).

Según la organización mundial de la salud los accidentes de tránsito cuestan a la mayoría de los países el 3% de su PIB (producto interno bruto). Cabe mencionar que más del 93% de las defunciones causadas por accidentes de tránsito se producen en los países de ingresos bajos y medianos. Incluso en los países de ingresos altos, las personas de nivel socioeconómico más bajo corren mayor riesgo de verse involucradas en accidentes de tránsito.

Así mismo la organización mundial de la salud establece que los siguientes factores de riesgos son los que han incidido a gran escala en esta problemática:

- Aceleración.
- Conducción bajo los efectos del alcohol u otras sustancias psicoactivas.

- No utilización de cascos, cinturones de seguridad y sistemas de sujeción para niños.
- Conducción distraída.
- Vehículos inseguros.
- Cumplimiento insuficiente de las normas de tránsito

2.1.2 Accidentalidad vial en Colombia. La inseguridad vial en el país presenta retrocesos en los últimos 16 años, para el año 2015 se obtienen cifras de muertes que no se presentaban desde 1999, el aumento de muertes es de aproximadamente 27,06% con respecto al año 2005, en términos de tasas por 100.000 habitantes ha pasado de 12,90 a 14,28 en este mismo periodo (2005-2015) lo que implica que el aumento de la violencia vial se evidencia diariamente. La concentración por sexo de la víctima muestra que afecta mayormente a hombres (81,30% en muertes y 61,99% en heridos), entre 15 y 39 años, sin embargo, cabe resaltar que 500 menores de edad murieron por accidentes de tránsito durante el 2015 (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2015).

En Colombia se evidencia que el medio de movilización más afectado por accidentes de tránsito es la motocicleta (47,36%), seguida por el peatón (26,57%), cifra aportada por el instituto nacional de medicina legal y forense.

En base a estadísticas de la agencia nacional de seguridad vial, los medios de comunicación aseguran que cada día del 2017 mueren 16 personas mientras que 82 resultan lesionadas, cifras que representan una mejoría frente al año 2016, el cual fue catalogado como el más crítico respecto accidentes viales (Periódico El Tiempo, 2017).

2.1.3 Accidentalidad vial en el departamento del Cesar. Según el periódico RPT noticias, los tramos que comunican el Cesar son los lugares en donde más se presentan accidentes de tránsito dato basado en los informes entregados por los institutos de tránsito de la costa, así mismo afirman que entre el 2015 y lo que va corrido de 2017 se han registrado 113 accidentes de tránsito en donde el 68% de ellos han sido en todos los tramos del Cesar, específicamente el de Bosconia-San Roque (RPTNoticias, 2017).

El instituto de tránsito y transporte menciona que en el municipio de Aguachica se han reportado 23 accidentes, 13 heridos y 5 daños en el sector, esta información es de los meses de enero, febrero y marzo.

2.1.4 Movilidad vial en el municipio de Aguachica. Según el diagnóstico del plan de desarrollo de Aguachica-Cesar la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito en el municipio ha superado el promedio nacional. El instituto municipal de tránsito y transporte de Aguachica realizó estudios y de acuerdo a estos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1
Análisis de accidentalidad en el municipio de Aguachica

| Porcentaje | Resultado arrojado |
|------------|--|
| 92% | motociclistas no utilizan casco |
| 99% | motociclistas no usan chaleco |
| 25% | motocicletas llevan más de dos ocupantes |
| 5% | motocicletas llevaban niños menores de 10 años |
| 1% | motocicletas observadas llevaban carga |

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos de los estudios realizados por el instituto de tránsito y transporte del municipio de Aguachica. Fuente: (Plan de Desarrollo, Alcaldía de Aguachica, 2016-2019).

Así mismo la inspección de policía del municipio de Aguachica realizó algunos análisis de accidentalidad vial entre los años 2010-2014, con base a información aportada por el INML (instinto nacional de medicina legal), las conclusiones más importantes se evidencian en la siguiente tabla.

Tabla 2
Muertes por accidentes de tránsito entre 2010-2014

| Año | Fallecidos | Motos | Porcentaje de muertos en moto |
|------------|-------------------|--------------|--------------------------------------|
| 2010 | 32 | 24 | 75% |
| 2011 | 34 | 20 | 59% |
| 2012 | 26 | 15 | 58% |
| 2013 | 25 | 16 | 64% |
| 2014 | 26 | 14 | 54% |

Nota. La tabla muestra los porcentajes de muertes causadas por accidentes de tránsito. Fuente: (Plan de Desarrollo, Alcaldía de Aguachica, 2016-2019).

Por lo tanto una movilidad sin orden propicia la accidentalidad vial, por esto es indispensable generar condiciones de movilidad que proteja la vida de todos los usuarios (Plan de Desarrollo, Alcaldía de Aguachica, 2016-2019).

2.2. Marco contextual

Es de vital importancia realizar el marco contextual para delimitar el ambiente físico, el sujeto y el objeto correspondiente al desarrollo de la investigación.

Este proyecto se desarrollará en el Departamento del Cesar, específicamente en el Municipio de Aguachica, en la ò calle 2ª entre la carrera 22 Y 40ö. El municipio geográficamente es un punto de conexión entre el norte y el interior oriental del país, a través de la trocal del Magdalena (ruta nacional 45ª).

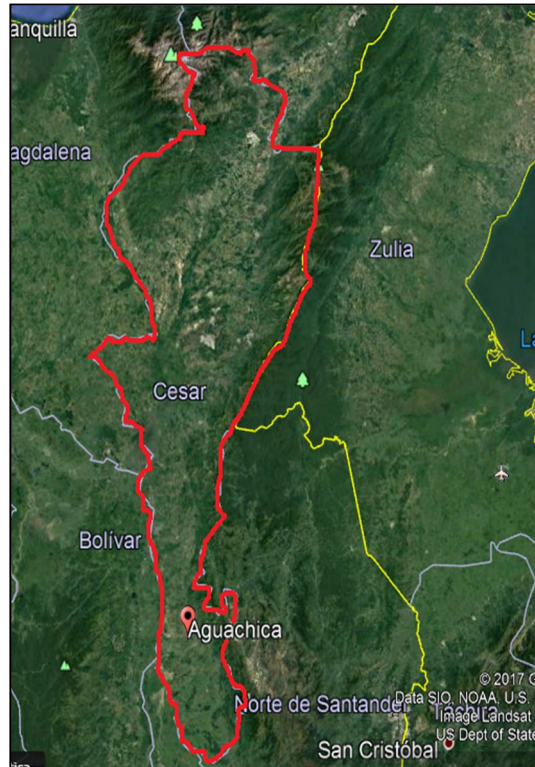


Figura 1. Mapa del departamento del Cesar, ubicando el municipio de Aguachica. Fuente: (Google Earth, s.f.).



Figura 2.Tramo de estudio de Calle 2^a entre la carrera 22 y 40. Fuente: (Google Earth, s.f.).

2.3. Marco conceptual.

Contiene la definición de términos propios de la ingeniería de tránsito y transporte necesarios para desarrollar este proyecto de investigación. Es decir, explica los conceptos generales de la ingeniería de tránsito como lo son: volumen de tránsito, velocidad, estudios de tránsito, aforos vehiculares, estudio origen y destino, simulación de tráfico vehicular e intersecciones viales.

La ingeniería de tránsito es la rama de la ingeniería civil que se encarga de estudiar la particularidad y la relación existente entre los cinco elementos básicos que a ella la componen:

2.3.1 Conductor. Es la persona que maneja el mecanismo de dirección de los vehículos o va a los mandos de estos (Varcácel, 2014).

2.3.2 Peatón. Es la persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías públicas.

También se consideran peatones los que empujan cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones o las personas con movilidad reducida que circulan al paso con una silla de ruedas con motor o sin él (Varcárcel, 2014).

2.3.3 Vehículo. De acuerdo al artículo 2° del Código Nacional de Tránsito. Ley 769 del 2002, se define como todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas, animales o cosas de un punto a otro por vía terrestre pública o privada abierta al público (Mintransporte, 2017).

2.3.4 Vía. Zona de uso público o privado, abierta al público, destinada al tránsito de vehículos, personas y animales (Mintransporte, 2017).

2.3.5 Transitar. Ir o pasar de un punto a otro por vías, calles o parajes públicos (Rafael Cal y Mayor, 2007).

2.3.6 Tipos de vehículos.

2.3.6.1 Vehículo liviano. Son aquellos de menos de 5 toneladas de capacidad, tales como automóviles, camionetas, campero, etc (Montejo, 2002).

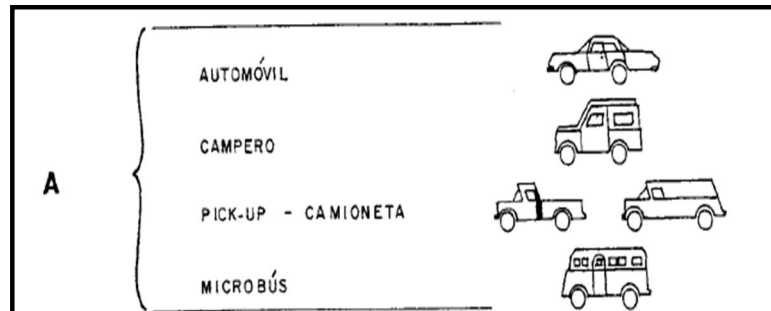


Figura 3. Vehículos livianos. Fuente: (Montejo, 2002).

2.3.6.2 Vehículo pesado. Son aquellos de más de 5 toneladas, como camión, remolques (Montejo, 2002).

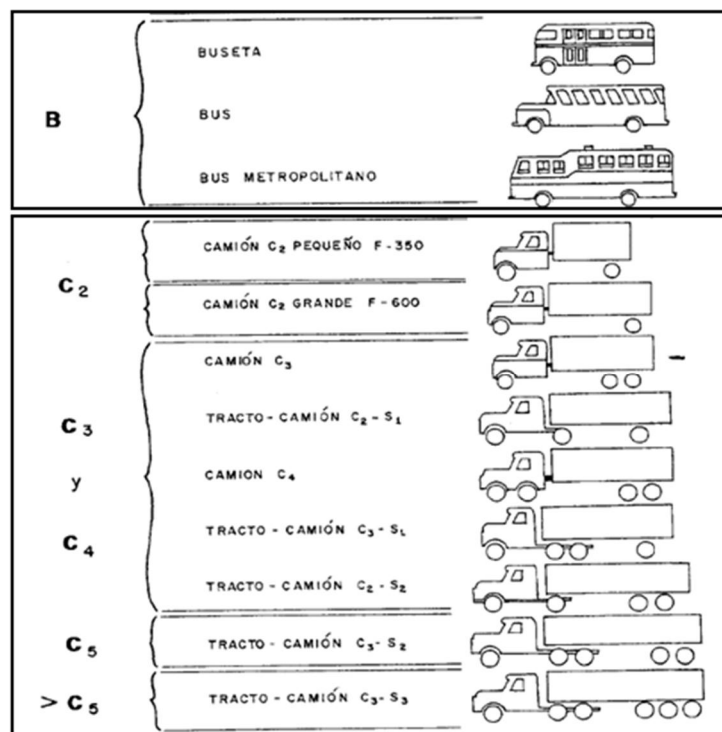


Figura 4. Vehículos pesados. Fuente: (Montejo, 2002).

2.3.6 Semáforos. Son dispositivos electrónicos que tiene como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color rojo, amarillo y verde, operados por una unidad de control (Rafael Cal y Mayor, 2007).

2.3.7 Volumen de tránsito. Se define como el número de vehículos o peatones que pasan por un punto o sección transversal dado de un carril o de una calzada, durante un período determinado de tiempo (Navarro, 2013).

2.3.8 Estudios de tránsito. Son una herramienta fundamental para el análisis y solución de los problemas de circulación de los vehículos, es decir tienen la finalidad de estudiar la movilidad y proponer soluciones ingenieriles de una zona determinada, considerando todos los factores que influyen en ella (Tranconsult, 2014).

2.3.9 Aforo vehicular. Es un conteo que se realiza con el objetivo de recolectar información acerca de las características de circulación de vehículos en las carreteras existentes (Bañón, 2017).

2.3.10 Simulación de tráfico vehicular. Consiste en representar mediante diferentes modelos basados en métodos matemáticos el comportamiento del flujo vehicular de una determinada zona. Los modelos pueden ser: (Fontalvo, 2013).

2.3.10.1 Macro simulación. Se refiere a una representación general de los aspectos típicos del comportamiento del flujo vehicular es decir no hay detalle en cuanto al seguimiento de la conducta del vehículo (Fontalvo, 2013).

2.3.10.2 Meso simulación. Realiza el análisis de grupos de vehículos en una escala de mediana magnitud en cuanto a espacio y cantidad de vehículos. A demás puede seguir la conducta del grupo de vehículos y la determinación de tiempos de entrada y salida de estos (Fontalvo, 2013).

2.3.10.3 Modelación microscópica. Consideran las características de cada vehículo individual, y sus interacciones con otros vehículos y el medio que los rodea (Fontalvo, 2013).

Los modelos microscópicos se pueden estudiar a partir de modelos lineales o modelos no lineales, los cuales se expresan a continuación: (Ardila D. R.-G., 2002).

- Modelos lineales: Hay una buena relación entre sus variables.
- Modelos no lineales: No existe una buena relación entre la velocidad y la densidad.
- Modelos logarítmicos: Combina las ecuaciones de movimiento y continuidad de los flujos.
- Modelos exponenciales: Es utilizado para flujos no congestionados.

2.3.11 Software PTV Vissim. Es un software líder mundial para la simulación microscópica del tráfico, permite en un solo modelo representar a todos los usuarios de la vía pública y estudiar sus interacciones: autos, transporte de carga y cualquier tipo de transporte público, ya sea ferroviario o convencional. Cabe resaltar que PTV Vissim es una herramienta potente para evaluar y planificar la infraestructura vial urbana e inter urbana. Además, con este software se pueden obtener tanto resultados numéricos detallados como impresionantes animaciones en 3D representando diversos escenarios. Por consiguiente, resulta un recurso ideal para presentar propuestas de infraestructura (PTV GROUP, 2017).

2.3.12 Intersecciones viales. Una intersección es el área en la que dos o más calles se unen o cruzan. Tienen como función principal posibilitar el cambio de dirección en la trayectoria de manera controlada, ordenada, cómoda y segura (Guía de ingeniería de tránsito, 2007).

2.3.13 Señales de tránsito. Tienen como función prevenirnos sobre la existencia de un peligro en un tramo de vía, además, reglamentan las restricciones del uso de las vías públicas y privadas del país, así mismo informan acerca de las facilidades que se puedan encontrar en una vía. Los tipos de señales de tránsito son los siguientes: (Sura, 2012).

2.3.14 Señales verticales. Estas son:

- Las Señales reglamentarias, de color rojo y blanco o blanco y negro, son aquellas que demandan un cumplimiento obligatorio por parte del conductor.
- Las señales preventivas tienen como función advertir un peligro y su naturaleza.
- Las señales informativas tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitio de interés, turístico, geográfico, intersecciones, cruces, entre otros (Sura, 2012).

2.3.15 Señales horizontales. Son aquellas que están demarcadas en el asfalto y tienen como objetivo regular el tránsito de todos los actores viales (conductores y peatones). Tienen las mismas condiciones que las señales verticales, solo que están dispuestas de diferente manera (Sura, 2012).

2.3.16 Señales elevadas. Como su nombre lo indica, son aquellas que están elevadas sobre la vía. Están dispuestas en grandes postes que pueden visualizarse desde una distancia más apartada (Sura, 2012).

2.3.17 Accidente de tránsito. Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento que causa daño a personas y bienes involucrados (Accidentes de tránsito, 2012).

2.3.18 Accidentes múltiples. Son aquellos en los que intervienen dos o más vehículos, o un vehículo y un peatón. Los accidentes múltiples pueden dividirse en los siguientes grupos: (Accidentes de tránsito, 2012).

- Los que ocurren entre un vehículo y un peatón. Comprende los siguientes supuestos:

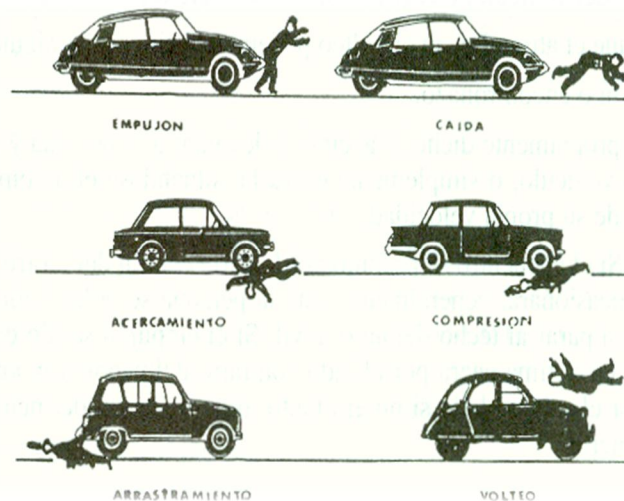


Figura 5. Accidentes múltiples. Fuente: (Accidentes de tránsito, 2012).

- Los que ocurren entre dos vehículos: El accidente que se produce entre dos vehículos se llama colisión. Las colisiones pueden dividirse en las siguientes clases: topetazo, colisión central, colisión lateral y alcance (Accidentes de tránsito, 2012).

2.3.19 Seguridad vial. Es el conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) y normas de conducta, bien sea como Peatón, Pasajero o Conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito (Mediadrive, 2013).

2.3.20 Educación vial. Conjunto de conocimientos, reglas y normas de comportamiento que toda persona debe poseer a la hora de transitar en una vía, tiene por objeto desarrollar en el ciudadano aptitudes, destrezas, hábitos y el interés necesario para prevenir accidentes viales (EcuRed, 2017).

2.3.21 Niveles de servicialidad. Se define como la evaluación de la calidad que ofrece una carretera En vías interurbanas se definen 6 niveles de servicio, lo cuales se describen a continuación: (Tráfico en vías interurbanas, 2003).

Tabla 3
Niveles de servicialidad

| NIVELES | DESCRIPCIÓN |
|---------|--|
| A | Condiciones de circulación libre y fluida. |
| B | Circulación estable a alta velocidad. |
| C | Niveles de circulación estables. |
| D | Condiciones inestables de circulación. |
| E | Velocidad reducida. |
| F | Circulación de forma forzada |

Nota: Descripción de los niveles de servicialidad en vías interurbanas. Fuente: (Tráfico en vías interurbanas, 2003).

2.3 Marco teórico

A continuación, se dan a conocer investigaciones anteriormente realizadas, con el fin de proporcionar nuevas ideas y conocer el campo en el que se está desarrollando la investigación.

Según la Organización Mundial de la Salud la conducción de vehículos constituye una de las principales causas de muerte e invalidez en el mundo, pues conducir un vehículo es una actividad que requiere altos niveles de concentración y atención. Por lo tanto los factores más influyentes y determinantes en los accidentes son la fatiga, los disturbios emocionales, embriaguez, y uso de estupefaciente (Calderón, 2013).

De acuerdo a lo anterior establecer las causas que ocasionan un accidente de tránsito se convierte en una situación que se puede relacionar con múltiples posibilidades, todas sujetas a características específicas en cada situación y que nunca se repiten con exactitud entre un evento y otro (Calderón, 2013).

Algunos autores, como Williams Henderson y Mills realizaron trabajos de investigación donde compararon a 100 conductores que habían cometido infracciones serias de tránsito, frente a personas que no habían cometido infracciones, cabe mencionar que la información fue organizada por sexo, edad, lugar de residencia, para ejercer un control; lo interesante que hallaron es que la mayoría de los infractores tenían menor conciencia social, mayor impulsividad y más indicios de desórdenes mentales no psicóticos (ansiedad, molestias somáticas, etc.) frente a los individuos no infractores (Calderón, 2013).

Cabe mencionar que el tema de seguridad vial ha tomado impulso en el último decenio, pues se han elaborado varios documentos que describen la magnitud de la situación de los traumatismos causados por el tránsito, sus efectos sociales, sanitarios y económicos, los cuales han servido para impulsar la adopción de varias resoluciones en las que se impulsa a los Estados a que incluyan la seguridad vial como una cuestión política mundial, formulando recomendaciones específicas para tomar medidas necesarias ante esta problemática. Desde 2004, bajo la presidencia de la Organización Mundial de la Salud y con las comisiones regionales de las Naciones Unidas se han congregado organizaciones internacionales para coordinar respuestas eficaces a las cuestiones relativas a la seguridad vial (Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020, 2011)

2.3.1 Modelos de micro-simulación. Con la aplicación de modelos de Micro-simulación se pretende evaluar técnicamente la mejor solución para resolver los problemas que se pudieran presentar en intersecciones y en pasos urbanos para garantizar un mejoramiento integral de la infraestructura (Instituto nacional de vías, 2015).

2.3.2 Software PTV Vissim. Es una herramienta de software para la simulación microscópica y multimodal del tránsito. VISSIM usa el modelo del comportamiento psicofísico del conductor desarrollado por Wiedemann.

Aplicaciones de PTV Vissim:

- Puede ser utilizado para simular las intersecciones controladas con señales de seda el paso, pare, intersecciones semaforizadas con controlador de tiempos fijos.
- Se utiliza para evaluar y controlar la viabilidad y el impacto de integrar sistemas de transporte masivo en redes urbanas y para este caso en particular solucionar problemas de movilidad.
- Vissim permite comparar de manera fácil y rápida posibles alternativas de solución para el mejoramiento de una intersección o un tramo de una vía específica.
- Permite evaluar el transporte público optimizando tiempos de viajes y demoras (Avila, 2014).

2.3.3 Tesis de modelación. Esta investigación fue realizada por Zarpadiel y Narváez en la ciudad Cartagena-Colombia, debido a que el tráfico vehicular en la capital del departamento de Bolívar se ha convertido en un problema evidente a causa de factores como: insuficiente infraestructura vial, crecimiento del parque automotor, mototaxismo y desorden en la organización de las rutas de buses, los cuales han generado grandes colas y demoras en el tráfico, teniendo en cuenta lo anterior se realizó un estudio de tránsito con la ayuda del software Vissim y base a los resultados se concluyó que una vez entre a funcionar transcribe los niveles de servicio en el sector mejoran pero no es una solución a largo plazo ya que en las modelaciones a 15 y 20 años la vía presenta nuevamente niveles de servicio bajos, por eso se considera la ampliación de un carril y modificación de los tiempos de los semáforos como una alternativa de solución que puede mejorar los niveles de servicio a largo plazo (Quezada, 2012).

2.4 Marco legal

En este marco se mencionan las referencias legales con las cuales se sustenta el objeto de esta investigación.

- Decreto Ley 015 de 2011: Por la cual se establecen los límites máximos de velocidad para garantizar la seguridad vial en el Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica. ñArtículos usados I y IIö (Ley 015-2011, 2011).
- Ley 1503 de 2011: Por la cual se promueve la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguros en la vía. Enfocado en el artículo II (Ley 1503-2011, 2011).

- Código de Tránsito de Colombia: En el cual se mencionan los límites de velocidad las sanciones, la utilidad de las señales de tránsito, entre otras. Los capítulos usados fueron: I, III, X, XI, XII, y XIII (código de tránsito, 2002).

- Manual de señalización vial (Instituto nacional de vías, 2015).

- Manual de carreteras de la dirección de vialidad:
 - Volumen 6: Seguridad Vial (Manual de carreteras, 2017).

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

La investigación descriptiva es un método científico que busca conocer determinadas características que se presenten en un lugar determinado, mediante la descripción de ciertas actividades y procesos, con el fin de medir diferentes aspectos seleccionados de forma independiente, por otra parte, la investigación aplicada utiliza la recopilación y análisis de datos para poder establecer soluciones concretas y confiables que ayudan a la toma de decisiones.

El tipo de investigación que se utilizó en este proyecto, fue de tipo descriptiva aplicada. La unión de estas metodologías tiene como objetivo realizar un análisis detallado de diversas variables que inciden en la accidentalidad como: tránsito, movilidad, seguridad vial y modelación, con el fin de encontrar soluciones sostenibles que mejoren las condiciones actuales de movilidad.

3.2 Localización

La investigación fue realizada sobre la calle 2ª entre la carrera 22 y 40 del municipio de Aguachica-Cesar, el cual se encuentra ubicado geográficamente $8^{\circ} 18' 26.26''$ al norte y $73^{\circ} 36' 41.10''$ al oeste del país.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población. Esta investigación está dirigida a la comunidad de Aguachica, Cesar. La población está conformada por el parque automotor y peatones que transitan sobre la vía en estudio, los cuales son vulnerables a la situación de accidentalidad vial que se presenta.

3.3.2 Muestra. La obtención de la muestra es el resultado de la sumatoria de los aforos realizados en las intersecciones que conforman el tramo en estudio. Aproximadamente 108000 vehículos.

3.4 Instrumentos para la recolección de información

Para la ejecución de este proyecto se realizó en primer lugar un registro fotográfico para establecer el estado actual de la vía en estudio, también se llevó a cabo una encuesta escrita con el objetivo de conocer la percepción que tienen los usuarios respecto al estado y circulación de este tramo, asimismo se efectuó los respectivos estudios de tránsito para la obtención de hora de máxima demanda y los volúmenes de flujo vehicular. Además, se modeló la situación actual y las alternativas planteadas a través del software PTV Vissim.

Los instrumentos que se utilizaron en el desarrollo de este proyecto de investigación son los siguientes:

- Imágenes satelitales.
- Cámara digital.

3.5 Análisis de información

En primera instancia se recolecto la información en campo, luego se ordenó en un archivo digital mediante el software Microsoft Excel, posteriormente se calculó los volúmenes del tránsito y la hora de máxima demanda de cada intersección que comprende el tramo en estudio, enseguida se simulo la situación actual de la vía mediante el software PTV Vissim para conocer el comportamiento real del tránsito en este sector, conforme a esto se plantearon alternativas ingenieriles y se modelaron a través de PTV Vissim con el objetivo de verificar que estas mejorarían las condiciones de accidentalidad existentes, por último se elaboró el presupuesto de cada opción y se realizó una comparación teniendo en cuenta la relación costo-beneficio para escoger las que sean sostenibles.

Capítulo 4. Presentación de resultados

Dando cumplimiento al objetivo general el cual es generar alternativas que ayuden a disminuir el índice de accidentalidad en el tramo de estudio, se ejecutaron cada uno de los objetivos específicos propuestos anteriormente, permitiendo obtener los resultados que se mostraran a continuación.

4.1 Realizar los estudios de tránsito para identificar el flujo horario que circula en el sector.

Para la ejecución del primer objetivo específico del proyecto de investigación fue necesario realizar un aforo vehicular para obtener los volúmenes de tránsito del tramo en estudio, teniendo en cuenta los movimientos de cada intersección (ver tabla 4), además se ordenó la información mediante el software Microsoft Excel en donde se calculó la hora de máxima demanda la cual arroja que esta es entre las 6:00 am - 7:00 am (ver tabla 5), cabe resaltar que esta zona hace parte del mercado público del municipio de Aguachica - Cesar, así mismo se obtuvo que la intersección donde se presenta la situación más crítica es la òcalle 2ª con carrera 30ª con un total de 9583 vehículos en día de máxima demanda (ver tabla 6), de igual forma se realizó un registro fotográfico de la vía con el fin de identificar qué factores intervienen en la incidencia de los accidentes de tránsito en el tramo de estudio.

Tabla 4*Movimientos realizados en cada intersección de la vía en estudio*

| Carrera | Cantidad de movimientos |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Calle 2 ^a con carrera 22 | 4 |
| Calle 2 ^a con carrera 23 | 2 |
| Calle 2 ^a con carrera 24 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 25 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 26 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 27 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 28 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 29 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 30 | 7 |
| Calle 2 ^a con carrera 31 | 7 |
| Calle 2 ^a con carrera 32 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 33 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 34 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 35 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 36 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 37 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 38 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 39 | 12 |
| Calle 2 ^a con carrera 40 | 4 |

Nota. Esta tabla muestra los diferentes movimientos que realizan los vehículos en cada intersección. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 5
Hora de máxima y mínima demanda de cada intersección

| Intersección | Día de máxima demanda | Hora de máxima demanda | Hora de mínima demanda |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Calle 2ª con carrera 22 | Lunes | 6:00am - 7:00am | 1:00pm - 2:00pm |
| Calle 2ª con carrera 23 | Viernes | 6:00am - 7:00am | 1:00pm - 2:00pm |
| Calle 2ª con carrera 24 | Lunes | 6:00am - 7:00am | 1:00pm - 2:00pm |
| Calle 2ª con carrera 25 | Miércoles | 6:00am - 7:00am | 9:00am - 10:00am |
| Calle 2ª con carrera 26 | Jueves | 6:00am - 7:00am | 9:00am - 10:00am |
| Calle 2ª con carrera 27 | Lunes | 6:00am - 7:00am | 9:00am - 10:00am |
| Calle 2ª con carrera 28 | Jueves | 6:00am - 7:00am | 5:00pm - 6:00pm |
| Calle 2ª con carrera 29 | Martes | 6:00am - 7:00am | 2:00pm - 3:00pm |
| Calle 2ª con carrera 30 | Lunes | 6:00am - 7:00am | 6:00pm - 7:00pm |
| Calle 2ª con carrera 31 | Martes | 6:00am - 7:00am | 8:00am - 9:00am |
| Calle 2ª con carrera 32 | Viernes | 6:00am - 7:00am | 6:00pm - 7:00pm |
| Calle 2ª con carrera 33 | Viernes | 6:00am - 7:00am | 9:00am - 10:00am |
| Calle 2ª con carrera 34 | Jueves | 6:00am - 7:00am | 6:00pm - 7:00pm |
| Calle 2ª con carrera 35 | Lunes | 6:00am - 7:00am | 3:00pm - 4:00pm |
| Calle 2ª con carrera 36 | Lunes | 6:00am - 7:00am | 3:00pm - 4:00pm |
| Calle 2ª con carrera 37 | Martes | 6:00am - 7:00am | 4:00pm - 5:00pm |
| Calle 2ª con carrera 38 | Martes | 6:00am - 7:00am | 12:00am - 1:00pm |
| Calle 2ª con carrera 39 | Jueves | 6:00am - 7:00am | 4:00pm - 5:00pm |
| Calle 2ª con carrera 40 | Lunes | 6:00am - 7:00am | 3:00pm - 4:00pm |

Nota. La tabla muestra la hora de máxima y mínima demanda del día de máxima demanda de cada intersección aforada. Fuente: Autores del proyecto.

La siguiente figura representa la hora de máxima demanda de la intersección que tiene más cantidad de vehículos mixtos (Calle 2ª con carrera 30), es importante mencionar que los periodos del aforo fueron cada quince minutos.

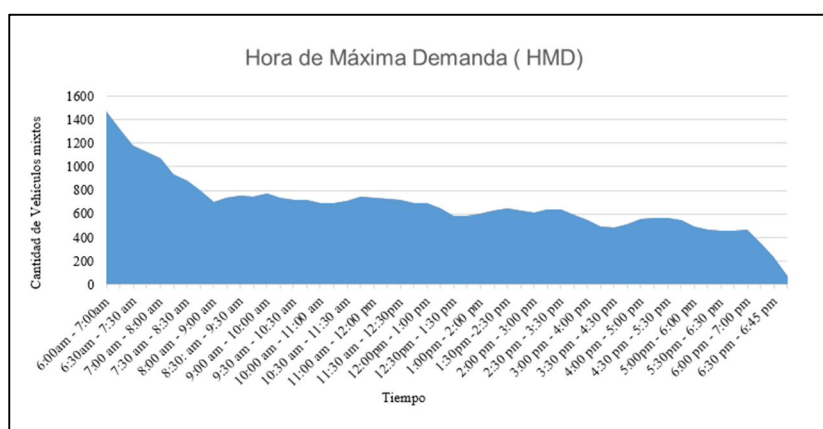


Figura 6. Hora de máxima demanda en la intersección con mayor flujo vehicular. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 6
Cantidad de vehículos en el día de máxima demanda


| Intersección | Cantidad de vehículos |
|-------------------------|------------------------------|
| Calle 2ª con carrera 22 | 2300 |
| Calle 2ª con carrera 23 | 1112 |
| Calle 2ª con carrera 24 | 5542 |
| Calle 2ª con carrera 25 | 5857 |
| Calle 2ª con carrera 26 | 5627 |
| Calle 2ª con carrera 27 | 6090 |
| Calle 2ª con carrera 28 | 6578 |
| Calle 2ª con carrera 29 | 6543 |
| Calle 2ª con carrera 30 | 9583 |
| Calle 2ª con carrera 31 | 6374 |
| Calle 2ª con carrera 32 | 5966 |
| Calle 2ª con carrera 33 | 6373 |
| Calle 2ª con carrera 34 | 6325 |
| Calle 2ª con carrera 35 | 6533 |
| Calle 2ª con carrera 36 | 6238 |
| Calle 2ª con carrera 37 | 6165 |
| Calle 2ª con carrera 38 | 6283 |
| Calle 2ª con carrera 39 | 5992 |
| Calle 2ª con carrera 40 | 1909 |
| Total | 107390 |

Nota. La tabla muestra la cantidad total de vehículos que se presentó el día de máxima demanda sobre cada intersección del tramo en estudio. Fuente: Autores del proyecto.

Para el aforo realizado en campo se utilizó un formato con el fin de llevar ordenada la información, (Ver apéndice B).

Para identificar el estado actual de la vía en estudio se realizó un registro fotográfico de cada intersección, el cual se ordenó desde la tabla 7 a la tabla 24.

Tabla 7*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 22*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|--|
| Calle 2ª con carrera 22 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Buen estado. • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Señalización vertical deteriorada. • Presencia de un reductor de velocidad. • Carencia de señalización horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 22. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 8*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 23*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 23 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Buen estado. • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 23. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 9*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 24*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 24 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Buen estado. • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |


Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 24. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 10*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 25*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|--|
| Calle 2ª con carrera 25 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada. • Empozamiento. |


Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 25. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 11*Estado actual de la ñcalle 2ª con carrera 26*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 26 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Presencia de baches. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 26. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 12*Estado actual de la ñcalle 2ª con carrera 27*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 27 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Presencia de baches. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 27. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 13*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 28ö*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 28 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada la vía principal • Sin pavimentar las carreras. |


Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 28. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 14*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 29ö*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 29 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización horizontal. • Mal estado de señal vertical. • Carencia de cunetas. • Presencia de baches. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 29. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 15*Estado actual de la ò calle 2ª con carrera 30*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 30 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Presencia de baches. • Congestionamiento. • Vehículos mal estacionados. • Vendedores ambulantes • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |


Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 30. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 16*Estado actual de la ò calle 2ª con carrera 31*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 31 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Presencia de baches. • Vehículos mal estacionados. • Vendedores ambulantes • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 31. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 17*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 32ö*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 32 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Presencia de baches. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 32. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 18*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 33ö*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|--|
| Calle 2ª con carrera 33 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada la vía principal. • Sin pavimentar las carreras. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 33. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 19*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 35ö*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 35 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Buen estado. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 35. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 20*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 36ö*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|--|---|
| Calle 2ª con carrera 36 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Buen estado. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 36. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 21*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 37ö*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 37 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Buen estado. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 37. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 22*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 38ö*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|--|---|
| Calle 2ª con carrera 38 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Buen estado. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 38. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 23*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 39*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|---|---|
| Calle 2ª con carrera 39 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Buen estado. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 39. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 24*Estado actual de la òcalle 2ª con carrera 40*

| Intersección | Fotografía | Estado actual |
|-------------------------|--|--|
| Calle 2ª con carrera 40 |  | <ul style="list-style-type: none"> • Sin pendiente. • Flujo vehicular mixto. • Carencia de señalización vertical y horizontal. • Carencia de cunetas. • Pavimentada la vía principal. • Sin pavimentar la carrera. |

Nota. La tabla muestra el registro fotográfico de calle 2ª con carrera 40. Fuente: Autores del proyecto.

Con lo anterior se pudo demostrar que el tramo de estudio presenta carencia de señalización, mal estado del pavimento en algunos tramos, obstrucción de la vía debido a vehículos mal estacionados y vendedores ambulantes; así mismo, los usuarios de la vía no utilizan implementos de seguridad ni respetan los sentidos de circulación, lo cual ocasiona cogestión vehicular, demoras en los tiempos de recorridos y diversos accidentes viales especialmente en la intersección de la òcalle 2ª con carrera 30.

Como complemento para la obtención de resultados del primer objetivo se realizó una encuesta escrita (ver apéndice C) dirigida a los comerciantes, conductores, pasajeros y peatones de la zona de estudio, con el propósito de conocer la percepción de la ciudadanía frente a la problemática del sector.

La encuesta aplicada consta de siete preguntas de respuesta múltiple, de fácil comprensión; los datos obtenidos fueron ordenados mediante el software Microsoft Excel lo cual permitió realizar un análisis cuantitativo apoyado en gráficas.

Con la primera pregunta se pretendió conocer la opinión de los usuarios frente a la cantidad de señalización que existe en el tramo, los resultados muestran que el 76,67% de las personas creen que es insuficiente la señalización existente, y el 23,33% piensan lo contrario.

¿Cree usted que es suficiente la señalización presente sobre la calle 2ª entre la carrera 22 y 40 del municipio?

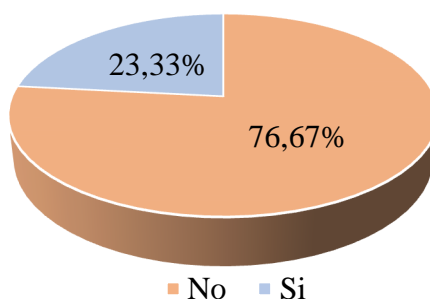


Figura 7. Pregunta uno de la encuesta aplicada. Fuente: Autores del proyecto.

La segunda consulta arrojó el porcentaje de personas que consideran que la vía presenta un estado, excelente, bueno o malo, del cual se obtuvo que el 0% piensa que la vía está en excelente estado, el 40% en bueno y el 60% en malo debido a la presencia de baches en el sector.

¿Cómo cree usted que está el estado de esta vía?

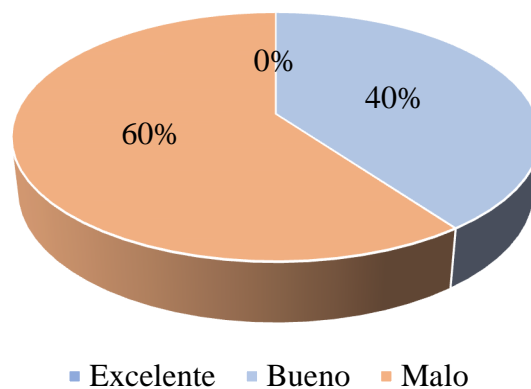


Figura 8. Pregunta dos de la encuesta aplicada. Fuente: Autores del proyecto.

El tercer apartado tuvo como objetivo conocer de qué manera los usuarios de la vía hacen parte de esta, de lo cual se obtuvo que el 10% son peatones, 40% conductores, 23% pasajeros y el 27% de los usuarios son comerciantes.

¿De qué manera se ve usted involucrado en la vía?

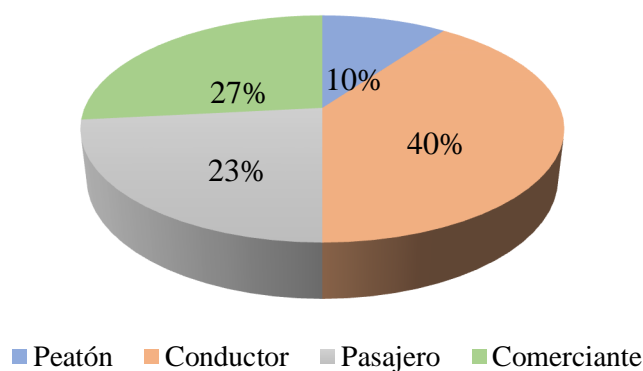


Figura 9. Pregunta tres de la encuesta aplicada. Fuente: Autores del proyecto.

Así mismo se quiso conocer si la comunidad cree que este tramo es una vía congestionada o si es de rápida circulación. Con lo cual se pudo concluir que el 55% de las personas que transitan por esta vía piensan que es congestionada y el 45% piensan lo contrario.

¿Considera que se presenta congestión en la vía?

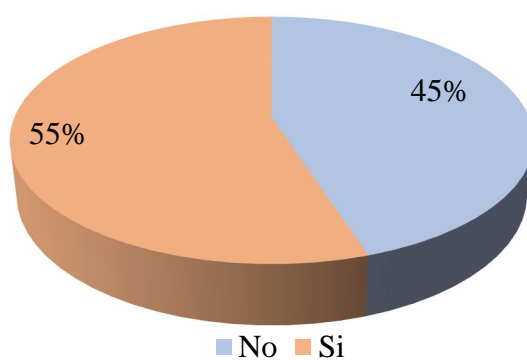


Figura 10. Pregunta cuatro de la encuesta aplicada. Fuente: Autores del proyecto.

En esta consulta se evaluó si los encuestados estuvieron relacionados con accidentes viales presentados en el sector de estudio; esta pregunta es de vital importancia pues muchos de los accidentes de leve gravedad no son denunciados ni reportados a las autoridades y por ende a las entidades competentes, por lo tanto, no son registrados en la minuta de accidentes de tránsito del municipio. Estos casos son realmente significativos para esta investigación pues acentúa la estrategia de buscar alternativas que mejoren la accidentalidad en el sector. De esta pregunta se obtuvo que un 47% ha sido testigo, 23% ha estado involucrado y el 30% no ha evidenciado accidentes de tránsito.

¿Ha evidenciado o se ha visto implicado en algún accidente en el sector?

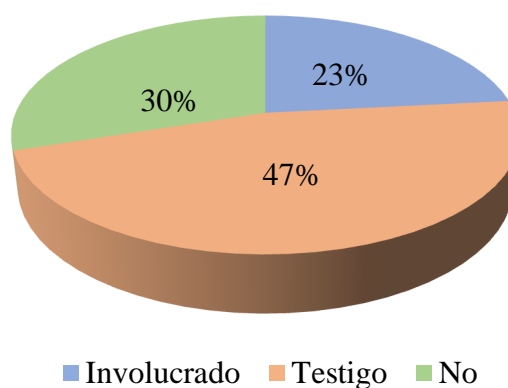


Figura 11. Pregunta cinco de la encuesta aplicada. Fuente: Autores del proyecto.

La sexta pregunta pretendió conocer el grado de importancia para las personas del sector sobre la ejecución de un estudio de tránsito que mejore las condiciones de accidentalidad, con los resultados obtenidos se puede evidenciar que la mayoría de encuestados es decir el 93% consideran necesario e importante emprender búsquedas para mitigar la accidentalidad vial que se presenta en la zona y el restante piensa lo contrario.

¿Creé que es necesario realizar un estudio de tránsito para mejorar el estado actual de la vía, y así evitar accidentes?

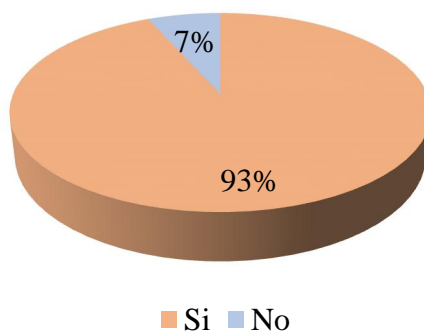


Figura 12. Pregunta seis de la encuesta aplicada. Fuente: Autores del proyecto.

Por último, se quiso conocer lo que piensa la comunidad en la implementación de campañas de seguridad vial por los entes de tránsito encargados, arrojando que el 77% cree que es necesario y el 23% piensa lo contrario, esta pregunta es de vital importancia pues los organismos de control deben emprender búsquedas que mejoren la educación vial de la ciudadanía, y por consiguiente ayudar a disminuir los índices de accidentalidad.

¿Creé que es necesario realizar campañas de seguridad vial con los entes de tránsito encargados?

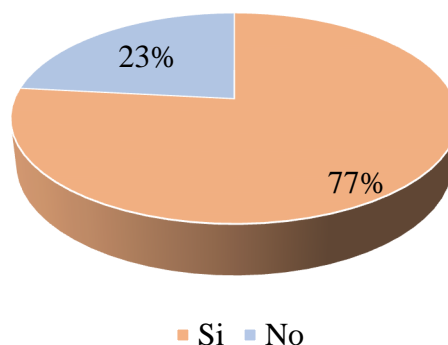


Figura 13. Pregunta siete de la encuesta aplicada. Fuente: Autores del proyecto.

Luego de la realización de este objetivo se pudo conocer el flujo total de vehículos que pasa por esta vía, además se logró conocer la hora de máxima demanda en este sector que comprende parte de mercado público del municipio, así mismo se identificó el estado de la vía por medio de un registro fotográfico y la percepción que tiene la comunidad frente al problema de accidentalidad vial que se presenta.

4.2 Formular alternativas que disminuyan la accidentalidad en la zona de estudio.

Para la formulación de las alternativas fue necesario realizar la micro simulación de la situación actual mediante el software PTV Vissim, (Zarinbal, 2016) con el fin de comprender el comportamiento que se presenta en este tramo de vía y así generar propuestas racionales que ayuden a mejorar la condición de accidentalidad vial del sector.

Es importante mencionar que se realizó el análisis de nudos en las siete intersecciones (ver figura 14) con mayor número de vehículos en el tramo, dato obtenido de los aforos realizados en campo.

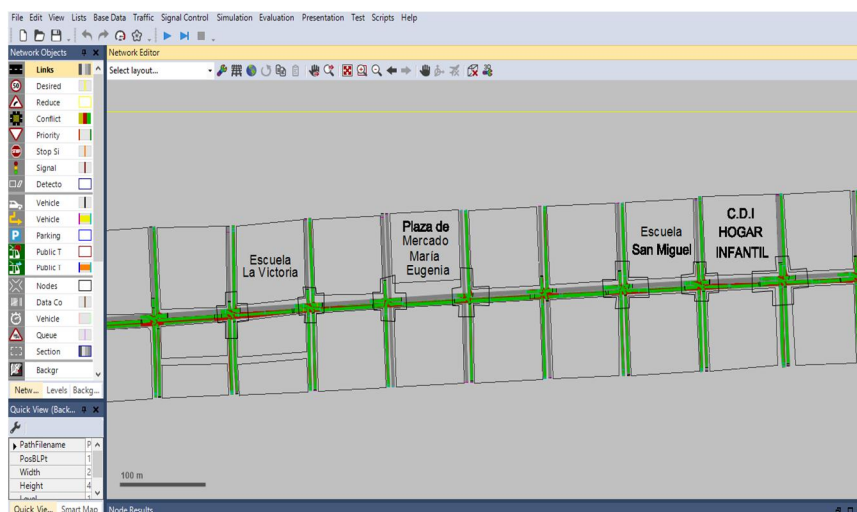


Figura 14. Áreas de conflicto de las intersecciones con mayor flujo vehicular. Fuente: Autores del proyecto.

Por lo tanto, en la ejecución de la micro simulación de la situación actual se pudo demostrar según los datos de la longitud máxima de cola (ver tabla 8) que las intersecciones que presentan las áreas de mayor conflicto son las siguientes:

- Calle 2ª con carrera 28

- Calle 2ª con carrera 29

- Calle 2ª con carrera 30
- Calle 2ª con carrera 31

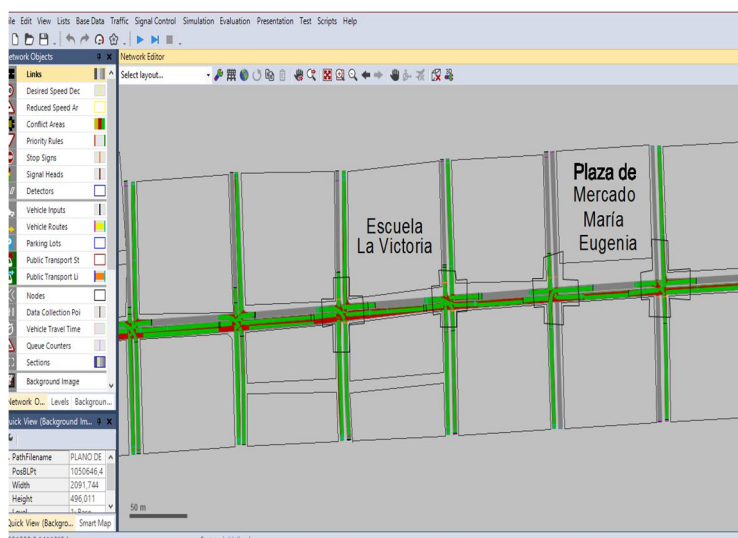


Figura 15. Intersecciones más críticas del tramo en estudio. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 25

Longitud máxima de cola

| Intersección | Sentido de la Vía principal | | Sentido de la carrera |
|-------------------------|-----------------------------|-----|-----------------------|
| | W-E | E-W | |
| Calle 2ª con carrera 28 | 9 | 0 | 67 |
| Calle 2ª con carrera 29 | 15 | 5 | 79 |
| Calle 2ª con carrera 30 | 5 | 0 | 80 |
| Calle 2ª con carrera 31 | 37 | 20 | 74 |
| Calle 2ª con carrera 33 | 2 | 7 | 66 |
| Calle 2ª con carrera 34 | 0 | 5 | 57 |
| Calle 2ª con carrera 35 | 0 | 7 | 61 |

Nota. La tabla muestra la máxima de cola en las siete intersecciones escogidas en la situación actual. Fuente: Autores del proyecto.

Con lo anterior se puede evidenciar que las intercepciones más críticas son aquellas con mayor cantidad de flujo vehicular y donde es indiscutible la carencia de señales de tránsito. Por consiguiente, se generaron las siguientes alternativas ingenieriles:

Primera alternativa: Semaforización sobre la òcalle 2ª con carrera 30 y 31ö, debido a que son las intersecciones donde más se presenta flujo vehicular convirtiéndose así en una de las áreas de mayor conflicto del tramo estudiado, cabe aclarar que se va dejar los sentidos y la señalización existente.

Se quiso plantear esta alternativa debido a que los semáforos pueden controlar de forma ordenada el tránsito vehicular que pasa por una intersección determinada logrando reducir la frecuencia de accidentes viales.

Según James Cárdenas y Rafael Cal y Mayor (2007), òsi la instalación y operación de los semáforos es correcta estos podrían aportar diversas ventajas, en cambio si uno o más semáforos son deficientes solo servirán para entorpecer el flujo vehicularö, por tal motivo es indispensable que antes de seleccionar y poner a funcionar un semáforo se realice un análisis cuantitativo con las condiciones de cada intersección con el objetivo de comprobar que esta cumple con los requisitos para implementar estos dispositivos de control del tránsito.

Conforme a lo descrito en el libro de ingeniería de tránsito Cal y Mayor, Cárdenas; para la instalación de semáforos fijos se debe verificar el cumplimiento de uno o más de los requisitos mencionados allí, por lo tanto, se prosiguió hacer la verificación del requerimiento.

Requisito 1. Volumen mínimo de vehículos: Aquí la intensidad del tránsito de las vías que se cruzan es la principal justificación. Se cubre este requisito cuando en cualquiera de las ocho horas de un día representativo, se presentan los vehículos indicados en la siguiente tabla.

Tabla 26
Volumen mínimo de vehículos

| Número de carriles de circulación por acceso | | Vehículos por hora en la calle principal (total en ambos accesos) | | Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria (un solo sentido) | |
|--|------------------|---|-------|---|-------|
| Calle principal | Calle secundaria | Urbano | Rural | Urbano | Rural |
| 1 | 1 | 500 | 350 | 150 | 105 |
| 2 ó más | 2 ó más | 600 | 420 | 150 | 105 |
| 2 ó más | 2 ó más | 600 | 420 | 200 | 140 |
| 1 | 1 | 500 | 350 | 200 | 140 |

Nota. la tabla muestra los volúmenes mínimos de vehículos para el cumplimiento del primer requisito. Fuente: (Rafael Cal y Mayor, 2007).

Teniendo en cuenta que las calles principales escogidas para implementar los semáforos constan de dos carriles, se debe cumplir que la cantidad de vehículos mínimos es de 600 en ambos sentidos; y la secundaria 150 vehículos en un solo sentido. Al realizar la comparación entre la anterior condición y los datos arrojados del aforo realizado este requisito cumple puesto que la calle 2ª con carrera 30 que es la vía principal consta de 610 vehículos en una de las ocho horas de un día representativo así mismo la calle 2ª con carrera 31 consta de 621 vehículos, por

otra parte, las vías secundarias cumplen este requisito pues la carrera 30 y la carrera 31 constan de un total de 281 y 163 respectivamente.

Debido al cumplimiento de este requisito se prosiguió al cálculo de los ciclos de las fases semafóricas, el cual se presenta a continuación.

En primer instancia se calcula el intervalo de tiempo para cada fase semaforica sobre la calle 2ª con carrera 30.

- Fase 1: Flujo vehicular que circula por la calle 2ª con carrera 30 (W-E) (Vía principal).
- Fase 2: Flujo vehicular que circula por la calle 2ª con carrera 30 (E-W) (Vía principal).
- Fase 3: Flujo vehicular que circula por la carrera 30 (N-S)(Vía secundaria).

$$C = Y + \frac{Y}{2} + \frac{Y + Y}{2}$$

Donde:

Y: Intervalo de cada fase, ámbar mas todo rojo (s).

t: Tiempo de percepcion- reaccion del conductor (valor sugerido 1 s).

v: Velocidad de aproximación de los vehículos (m/s).

a: Tasa de desaceleración (valor sugerido $3,05 \text{ m/s}^2$).

W: Ancho de la intersección (m).

L: Longitud del vehiculos (valor sugerido 6,10 m)



Figura 16. Fases semaforica sobre la calle 2ª con carrera 30. Fuente: autores del proyecto.

Fase 1:

$v = 5,56 \text{ m/s}$ $W = 6 \text{ m}$

$$\frac{5,56}{2 * 3,05} + \frac{6 + 6,1}{5,56}$$

$$Q_1 = 4$$

Fase 2:

$$v = 5,56 \text{ m/s} \quad W = 6 \text{ m}$$

$$Q_1 = Q_1 + \frac{5,56}{2 * (3,05)} \frac{6 + 6,1}{5,56}$$

$$Q_1 = 4$$

Fase 3:

$$v = 5,56 \text{ m/s} \quad W = 6 \text{ m}$$

$$Q_1 = Q_1 + \frac{5,56}{2 * (3,05)} + \frac{6 + 6,1}{5,56}$$

$$Q_1 = 4$$

Posteriormente se calcula la cantidad de vehiculos equivalentes, este factor es de vital importancia debido a que en estas intersecciones no solo se encuentran automoviles si no también C-2P y buses, ademas se presentan diversos sentidos de circulación. Cabe aclarar que se tuvo en cuenta los resultados obtenidos de las relaciones de vehículos en el estudio de transito en la ciudad de Mexico por Aldape Cantú , en referencia a este se calcularon los vehículos equivalentes para cada fase, los cuales se presentaran a continuación.

Tabla 27
Vehículos equivalentes

| Tipo de vehiculos | Relación de vehículos | Cantidades de vehículos | Vehículos equivalentes |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Motos | 0,33 | 278 | 92 |
| Autos | 1 | 24 | 24 |
| C-2P | 1 | 1 | 1 |
| | | Total fase 1 | 117 |

Nota. La tabla muestra el total de vehículos equivalentes de la fase 1. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 28
Vehículos equivalentes

| Tipo de vehiculos | Relación de vehículos | Cantidades de vehículos | Vehículos equivalentes |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Motos | 0,33 | 292 | 97 |
| Autos | 1 | 15 | 15 |
| C-2P | 1 | 0 | 0 |
| | | Total fase 2 | 112 |

Nota. La tabla muestra el total de vehículos equivalentes de la fase 2. Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 29
Vehículos equivalentes

| Tipo de vehiculos | Relación de vehículos | Cantidades de vehículos | Vehículos equivalentes |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Motos | 0,33 | 261 | 87 |
| Autos | 1 | 20 | 20 |
| C-2P | 1 | 0 | 0 |
| | | Total fase 3 | 107 |

Nota. La tabla muestra el total de vehículos equivalentes de la fase 3. Fuente: Autores del proyecto.

Por otra parte, Aldape Cantú indica que se debe tener un parámetro de saturación (s) de 1800 vehículos, para poder establecer una relación con la cantidad de vehículos equivalentes, y así obtener un parámetro para cada fase semafórica lo cual será útil para el cálculo del ciclo total.

$$x_2 = \frac{117 \cdot 1800 + 112 \cdot 1800 + 107 \cdot 1800}{1800 \cdot 3} = 0,062$$

Teniendo en cuenta la ecuación anterior se obtiene lo siguiente para cada fase.

Fase 1:

$$x_1 = \frac{117}{1800}$$

$$x_1 = 0,065$$

Fase 2:

$$x_2 = \frac{112}{1800}$$

$$x_2 = 0,062$$

Fase 3:

$$x_3 = \frac{107}{1800}$$

$$x_3 = 0,059$$

Con lo calculado anteriormente se puede obtener el valor de la duración del ciclo total, de la siguiente forma:

$$C = \frac{1.5 \sum_{i=1}^n Q_i + 5}{1 - \sum_{i=1}^n Q_i \cdot \lambda_i}$$

Donde:

C : Tiempo óptimo del ciclo (s).

L : Tiempo total perdido por ciclo (s).

λ_i : Máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i .

por lo tanto se obtiene que:

$$C = \frac{1.5 \sum_{i=1}^n Q_i + 5}{1 - \sum_{i=1}^n Q_i \cdot \lambda_i}$$

$$C_0 = \frac{1.5 (12) + 5}{1 - 0,065 - 0,062 - 0,059}$$

$$C_0 = 28,26 \text{ s}$$

Los valores admisibles para la longitud del tiempo optimo se pueden tomar entre el 75% al 150%, para esta investigación se tomo el 150%, por consiguiente el factor $C_0=42,39$ ó 43s .

Teniendo en cuenta el libro de ingeniería de tránsito de Cal y Mayor, Cárdenas los tiempos verdes se obtienen de la siguiente forma:

$$C = C_0 - Y_1$$

Donde:

C: Tiempo óptimo del ciclo (s).

Lgt: Tiempo total perdido por ciclo, es decir sumatorias de Y_1 .

Por lo tanto:

$$C = 43 - 12$$

$$T_2 = 31 \text{ s}$$

Asi mismo, la demora minima se obtiene al distribuir en cada fase el valor del tiempo verde total.

$$T_2 = \frac{T_2}{\sum_{i=1}^n T_i} * T_2$$

Por consiguiente:

$$T_1 = \frac{0,000}{0,000} * (31)$$

$$T_1 = 10,83$$

$$T_2 = \frac{0,000}{0,000} * (31)$$

$$T_2 = 10,33$$

$$T_3 = \frac{0,000}{0,000} * (31)$$

$$T_3 = 9,83$$

Por último se obtienen los valores verdes reales para cada fase.

$$T_2 = T_2 + T_2 - T_2$$

$$T_1 = 10,83$$

$$T_2 = 10,33$$

$$T_3 = 9,83$$

La siguiente tabla presentara los tiempos de verde-amarillo-rojo para cada fase.

Tabla 30

Tiempo verde-amarillo-rojo del semáforo

| Fase | Tiempo verde | Tiempo amarillo | Tiempo rojo |
|------|--------------|-----------------|-------------|
| 1 | 11 | 3 | 29 |
| 2 | 11 | 3 | 29 |
| 3 | 10 | 3 | 30 |

Nota. La tabla muestra los tiempos verde-amarillo-rojo de cada fase. Fuente: Autores del proyecto.

Del mismo modo se realiza el análisis para la calle 2ª con carrera 31 con el fin de conocer los tiempos del ciclo del semáforo propuesto.

dado que para la calle 2ª con carrera 30 se desarrollaron todos los cálculos con procedimientos de los tiempos del ciclo del semáforo para este caso solo se mostrara los resultados arrojados.

Las fases semaforicas son las siguientes:

- Fase 1: Flujo vehicular que circula por la calle 2ª con carrera 31 (W-E) (Vía principal).
- Fase 2: Flujo vehicular que circula por la calle 2ª con carrera 31 (E-W) (Vía principal).
- Fase 3: Flujo vehicular que circula por la carrera 31 (S-N)(Vía secundaria).



Figura 17. Fases semaforica sobre la calle 2ª con carrera 31. Fuente: autores del proyecto.

Tabla 31*Datos arrojados del cálculo de los tiempos de los colores del semáforo*

| Fases | Yi | Total de vehículos equivalentes | i | Co | gT | Gi | Gi | Tiempo en verde | Tiempo en amarillo | Tiempo en rojo |
|-------|----|---------------------------------------|-------|----|----|------|------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| 1 | 4 | 99 | 0,055 | | | 5,57 | 5,57 | 6 | 3 | 18 |
| 2 | 4 | 112 | 0,062 | 27 | 15 | 6,28 | 6,28 | 7 | 3 | 17 |
| 3 | 4 | 56 | 0,031 | | | 3,14 | 3,14 | 4 | 3 | 20 |

Nota. la tabla muestra el total de los cálculos para la obtención de los tiempos del semáforo en este tramo. Fuente: Autores del proyecto.

Segunda alternativa: señalización vertical en las intersecciones más críticas que comprende el tramo, dejando los mismos sentidos de circulación de la vía en estudio.

Según el instituto de nacional de vías (2015) la circulación vehicular debe ser guiada y regulada con miras a garantizar su seguridad, fluidez, orden y comodidad, por consiguiente, es necesario implementar señales de tránsito que indiquen a los actores la forma correcta y segura de circulación con el objetivo de evitar riesgos, facilitar la circulación y optimizar los tiempos de viaje.

Toda señal de tránsito debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debe ser entendible.
- Deber ser indispensable.

- Debe ser verosímil.

Cabe resaltar que la función de las señales verticales es reglamentar las limitaciones, prohibiciones, percatar peligros, informar acerca de las rutas de circulación. Es importante mencionar que estas señales no se deben implementar en tramos cortos pues ocasionarían contaminación visual y así mismo perderían su efectividad.

Para esta alternativa se utilizarán señales verticales reglamentarias debido a que en este sector no se evidencia quien es el usuario que tiene prioridad en la vía ni tampoco indican la velocidad máxima que deben llevar los conductores, además se adoptarán señales preventivas pues en este trayecto se encuentran dos instituciones educativas y un centro de educación infantil por lo tanto es necesario informar a los usuarios para que reduzcan la velocidad y eviten accidentes de tránsito que involucre menores de edad.

Teniendo en cuenta el manual de señalización vial, las señales reglamentarias que se tendrán en cuenta para esta investigación son las siguientes:

SR-01 PARE



Figura 18. Señal vertical SR-01 PARE. Fuente: **(Instituto nacional de vías, 2015).**

La anterior señal reglamentarias se emplea para indicarle al conductor que debe detenerse completamente con el vehículo y solo reanudar la marcha cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente, esta se implementará con el objetivo de ordenar el flujo vehicular y darle prioridad a los usuarios que van sobre la vía principal.

Esta señal estará situada sobre las intersecciones de las carreras 28,29,30 y 31 del tramo en estudio, las cuales fueron escogidas por las siguientes razones:

- Flujo considerable de vehículos.
- Presencia de centros educativos.
- Son intersecciones que tiene mayor jerarquía.



Figura 19. Ejemplo de implementar la señal de PARE sobre la carrera 28. Fuente: Autores del proyecto.

SR-28 PROHIBIDO PARQUEAR



Figura 20. Señal vertical SR-28 PROHIBIDO PARQUEAR. Fuente: (Instituto nacional de vías, 2015).



Figura 21. Ejemplo de implementar la señal de PARE sobre la carrera 30. Fuente: Autores del proyecto.

Esta señal reglamentaria se utiliza para indicar la prohibición de parquear o detenerse, es importante considerarla en las intersecciones de la carrera 30 y 31 pues aquí se evidencian diversos vehículos estacionados y vendedores ambulantes que entorpecen la circulación vial del tramo, al incorporar esta se mejoraría los tiempos de recorrido y disminuirían las colas.

SR-30 VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA



Figura 22. Señal vertical SR-30 VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA. Fuente: (Instituto nacional de vías, 2015).

La señal mostrada indica la velocidad máxima a la que puede circular los vehículos a partir del lugar donde este instalada, su aplicación será sobre la carrera 28,33 y 34 debido a que en estas intersecciones se encuentra la zona escolar por lo tanto se hace necesario que los usuarios disminuyan la velocidad con el fin de evitar accidentes de tránsito.



Figura 23. Ejemplo de implementar la señal de MÁXIMA VELOCIDAD PERMITIDA sobre la carrera 28. Fuente: Autores del proyecto.

Por otra parte, es indispensable instalar señales preventivas en esta alternativa debido a que es necesario advertir a los usuarios de la vía la existencia de instituciones educativas presentes en el tramo, para de que de este modo los conductores tomen precaución y reduzcan la velocidad para evitar accidentes de tránsito. A continuación, se muestra la señal a considerar.

SP-47 ZONA ESCOLAR



Figura 24. Señal vertical SP-47 ZONA ESCOLAR. Fuente: (Instituto nacional de vías, 2015).



Figura 25. Ejemplo de implementar la señal de ZONA ESCOLAR sobre la calle 2ª con carrera 28. Fuente: Autores del proyecto.

Tercera alternativa: Dejar la vía principal con un solo sentido (W-E), e implementar la
la señalización propuesta en la segunda alternativa.

En Colombia no existe ningún reglamento que indique que no están permitidos los cambios de sentidos en un tramo de vía determinada, es importante tener en cuenta que para poder efectuarlos se debe realizar un estudio de tránsito y movilidad para comprobar que no se va a poner en riesgo la vida de los usuarios.

Los parámetros tenidos en cuenta para plantear esta alternativa en este tramo de estudio fueron los siguientes:

- Carencia de curvas sobre el tramo.
- Carencia de señales que impidan este tipo de cambios.
- Buena visibilidad debido a que no existe cambios de rasante.

Por consiguiente, el cambio de sentido en la vía principal del tramo no expondría la vida de los usuarios, por lo tanto, podría disminuir los índices de accidentalidad sobre este sector.

Es importante resaltar que para obtener resultados eficientes de las alternativas planteadas es indispensable que los usuarios (conductores-peatones- pasajeros y comerciantes) tengan educación vial, es decir adopten y respeten los cambios realizados sobre el tramo en estudio.

4.3 Realizar la micro simulación con el Software PTV Vissim de las alternativas formuladas.

Después de proponer las tres alternativas se procedió a realizar sus respectivos análisis mediante el software PTV Vissim con el propósito de obtener una representación en tiempo real de todos los aspectos del tráfico que cambian con la aplicación de estas propuestas sobre el tramo en estudio.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la micro simulación de cada propuesta.

Primer alternativa: con base a los cálculos realizados para la obtención del tiempo del ciclo de los semáforos sobre las carreras 30 y 31 se puede demostrar que, aunque esta propuesta cumpla con el primer requisito para implementar estos dispositivos, el tiempo de los semáforos no es óptimo pues se considera que es muy corto y por lo tanto no daría tiempo suficiente para ordenar el tránsito vehicular, además sería un gasto innecesario, y podría ocasionar accidentes de tipo alcance dado al cambio repentino de color del semáforo, por consiguiente, se consideró que en esta alternativa no era conveniente realizar la micro simulación en el software pues no arrojaría resultados que mejoren la condición actual.

Segunda alternativa: como se mencionó anteriormente esta alternativa consiste en implementar señales de tránsito en aquellas carreras del tramo donde se presenta mayor caos vehicular.

El parámetro tenido en cuenta para realizar la evaluación de esta alternativa fue la longitud de máximas colas en las intersecciones que se escogieron anteriormente, debido a que, si se reducen estos valores, significa que la circulación vehicular va a mejorar y que los usuarios van a respetar a los que tengan prioridad en la vía por lo tanto los índices de accidentalidad van a disminuir.

Al modelar la segunda alternativa con el software Vissim se obtuvo las siguientes longitudes máximas de colas en las cuatro intersecciones escogidas, lo cual se evidencia a continuación.

Tabla 32
Longitud máxima de cola

| Intersección | Situación actual | | | Situación futura alternativa dos | | Sentido de la carrera |
|-------------------------|-----------------------------|----|-----------------------|----------------------------------|-----|-----------------------|
| | Sentido de la Vía principal | | Sentido de la carrera | Sentido de la Vía principal | | |
| | | | | W-E | E-W | |
| Calle 2ª con carrera 28 | 9 | 0 | 67 | 0 | 0 | 44 |
| Calle 2ª con carrera 29 | 15 | 5 | 79 | 13 | 0 | 46 |
| Calle 2ª con carrera 30 | 5 | 0 | 80 | 0 | 0 | 31 |
| Calle 2ª con carrera 31 | 37 | 20 | 74 | 0 | 0 | 23 |

Nota. la tabla muestra la comparación de la máxima longitud de cola entre la situación actual y la segunda alternativa. Fuente: Autores del proyecto.

Teniendo en cuenta la comparación que se realizó en la tabla mostrada es posible observar la mejoría en la cantidad de longitudes de máxima cola al implementar señales de tránsito sobre las carreras 28,29,30 y 31, lo cual nos indica que los resultados al ejecutar esta alternativa son viables.

Tercera alternativa: para poder modelar esta propuesta se realizó la modificación de los sentidos de la calle principal quedando la circulación solo en dirección W-E, además se adoptó las señales que se implementaron en la segunda alternativa.

Al igual que en la segunda alternativa los resultados se evaluaron teniendo en cuenta las longitudes máximas de cola.

Los resultados arrojados por el software fueron los siguientes:

Tabla 33
Longitud máxima de cola

| Intersección | Situación actual | | | Situación futura alternativa tres | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| | Sentido de la Vía principal | Sentido de la carrera | | Sentido de la Vía principal W-E | Sentido de la Vía principal E-W | Sentido de la carrera |
| Calle 2 ^a con carrera 28 | 9 | 0 | 67 | 0 | 0 | 33 |
| Calle 2 ^a con carrera 29 | 15 | 5 | 79 | 0 | 0 | 43 |
| Calle 2 ^a con carrera 30 | 5 | 0 | 80 | 4 | - | 27 |
| Calle 2 ^a con carrera 31 | 37 | 20 | 74 | 3 | - | 14 |

Nota. La tabla muestra la comparación de la máxima longitud de cola entre la situación actual y la tercera alternativa. Fuente: Autores del proyecto.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación realizada en la tabla anterior se puede observar que con la ejecución de esta alternativa se mejora notablemente las máximas longitudes de cola, lo cual indica que esta propuesta puede optimizar en gran medida la situación actual del tramo, disminuyendo los índices de accidentalidad y mejorando la circulación vial en este sector de municipio de Aguachica.

Tabla 37
Valor total de cada alternativa

| Alternativa | Valor total |
|-------------|------------------|
| 1 | \$144.933.853,73 |
| 2 | \$5.577.626,31 |
| 3 | \$4.648.021,93 |

Nota. La tabla muestra el precio total de la ejecución de cada alternativa propuesta. Fuente: Autores del proyecto.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos a través del software PTV Vissim y los presupuestos realizados para cada alternativa se pudo demostrar que la propuesta que mejor se ajusta a la relación costo-beneficio es la alternativa tres, debido a que en esta se reduce significativamente las longitudes de cola respecto a la situación actual de las intersecciones más críticas, por consiguiente esta opción mejoraría el flujo vehicular, y en consecuencia disminuirían los índices de accidentalidad vial en el sector, así mismo es la que presenta el menor valor para su ejecución.

Como segunda opción se implementaría la alternativa dos, pues en esta también se reduce las longitudes de cola lo cual tendría una respuesta positiva a la situación que se presenta en la vía de estudio, además su valor no difiere en gran medida con la propuesta más económica. en cambio, la tercer propuesta no mejoría las condiciones actuales debido a que los tiempos del ciclo de los semáforos no son óptimos y además su valor de ejecución es muy elevado.

Capítulo 5. Conclusiones

A través de la micro simulación realizada mediante el software PTV Vissim se logró establecer un plan de mejoramiento que ordenara el flujo vehicular sobre la calle 2ª entre la carrera 22 y 400, con el objetivo de disminuir los índices de accidentalidad vial en el sector, lo cual hace cumplimiento de la finalidad de este proyecto de investigación.

En primer lugar, fue indispensable efectuar un registro fotográfico para evaluar y así obtener un diagnóstico del estado actual de la vía en estudio, el cual permitió evidenciar la carencia de señales de tránsito y el mal estado del pavimento de algunas intersecciones que comprende el tramo; así mismo se ejecutó una encuesta escrita que ratificó que en este sector se presenta frecuentemente accidentes de tránsito que no son registrados por las autoridades competentes.

De igual manera, los aforos realizados en campo fueron fundamentales para establecer el volumen de vehículos que transitan por esta vía (con un total de 107390 vehículos) y para determinar la hora de máxima demanda en este sector, la cual arroja que esta se encuentra entre las 6:00 y 7:00 am, cabe resaltar que este tramo hace parte del mercado público del municipio.

Por medio de los resultados obtenidos de la micro simulación de la situación actual mediante el software PTV Vissim se pudo demostrar en tiempo real la congestión vehicular y las

áreas de conflictos que se presentan, lo cual permitió establecer diversas alternativas ingenieriles que mejoraran los focos negativos encontrados, comprobando que la instalación de semáforos era una solución deficiente, pues no causaría mejoras en los índices de accidentalidad vial, debido a que los periodos del ciclo era muy cortos, por otra parte el cambio de sentido de la vía principal y la instalación de señales de tránsito en los puntos más críticos del sector fue la elección más favorable puesto que se disminuyen las longitudes de cola y se presenta la relación costo- beneficio, convirtiéndose de este modo en una propuesta sostenible.

La alternativa de implementar señales de tránsito en los puntos más críticos del sector dejando los mismos sentidos de circulación de la vía principal implica un mayor costo en su ejecución en comparación con la propuesta anterior, ésta no se rechaza totalmente pues los resultados arrojados por el software muestran una disminución en las longitudes de cola respecto a la situación actual.

Finalmente, es importante mencionar que la educación vial es un factor de gran relevancia en esta investigación, debido a que esta permite obtener resultados eficientes en la ejecución de las alternativas propuestas, en efecto al cumplir los cambios y las normas de tránsito se puede evitar pérdidas humanas y económicas causadas por los accidentes viales.

Capítulo 6. Recomendaciones

La entidad a cargo del tránsito y transporte del municipio de Aguachica debe emprender planes estratégicos que mejoren la movilidad vehicular sobre la carrera 30 y 31, debido a que en estas intersecciones se evidencia la obstrucción del tránsito por vendedores ambulantes y vehículos mal estacionados. Asimismo, deben implementar señales de tránsito en especial donde se encuentran las zonas escolares y realizar el mantenimiento aquellas que se encuentran deterioradas.

Es indispensable que las autoridades competentes cumplan las funciones de prevenir y educar a los usuarios de la vía para garantizar que la circulación sea segura, además establecer sanciones para aquellas personas que no cumplan con el régimen normativo.

Por otra parte, se debe tener en cuenta las consideraciones del software PTV Vissim para poder representar de forma realista y exacta las conductas de los usuarios de la vía, también es importante tener ordenada la información de los aforos y disponer de la topografía actual del tramo para obtener resultados eficientes y verídicos.

Finalmente, las autoridades y los entes competentes del municipio deben acoger la alternativa que mejor se ajustó a la relación beneficio- costo, con el objetivo de mejorar las condiciones de movilidad y disminuir los índices de accidentalidad en este sector.

Referencias

- (1996). Obtenido de https://ufpso.edu.co/ftp/pdf/estatutos/acuerdo065_26_08_1996.pdf
- (octubre de 2015). Obtenido de organización mundial de la salud:
<http://www.who.int/features/factfiles/roadsafety/es/>
- Accidentes de transito. (s.f.). Obtenido de <http://transito-accidentesdetransito.blogspot.com.co/2012/03/definicion.html>
- Accidentes de tránsito. (2012). Obtenido de <http://transito-accidentesdetransito.blogspot.com.co/2012/03/definicion.html>
- Ardila, A. f. (25 de enero de 2016). [comparamejor.com](https://comparamejor.com/co/seguros-para-vehiculos-todo-riesgo/principales-causas-de-accidentes-de-transito-en-colombia/). Obtenido de <https://comparamejor.com/co/seguros-para-vehiculos-todo-riesgo/principales-causas-de-accidentes-de-transito-en-colombia/>
- Ardila, D. R.-G. (2002). Tráfico urbano. Obtenido de Transpor Simulation Systems. Departamento de Estadística e Investigación de Operaciones. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Avila, R. C.-C. (2014). Obtenido de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1372/1/Proyecto%20De%20Grado.pdf>
- Banco de la republica, actividad cultural. (2015). Obtenido de http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/medio_ambiente
- Bañón, L. (2017). Tráfico. Obtenido de https://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/01020106.pdf
- Calderón, C. (2013). Prevalencia de accidentes de tránsito en el municipio de Granada-Meta. Obtenido de <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/2256/1/40447827.pdf>
- Celis, C. (2016). Obtenido de <http://lavozdelrioarauca.com/2016/11/77-minutos-muere-una-persona-accidente-transito-colombia/>
- código de tránsito. (2002). Obtenido de <http://www.colombia.com/actualidad/codigos-leyes/codigo-de-transito/>
- EcuRed. (2017). Obtenido de http://www.ecured.cu/Educaci%C3%B3n_Vial
- Escuelas de Tránsito. (2010). Obtenido de <http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/interolimpicos/transito/espaniol/conducto.htm>

- Fontalvo, K. (13 de Julio de 2013). Universidad de cartagena. Obtenido de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/532/1/MODELACI%C3%93N%20DE%20TRAFICO%20VEHICULAR%20CON%20EL%20SOFTWARE%20PTV%20VISIM%20TRAMO%20BOMBA%20EL%20GALLO-%20BOMBA%20EL%20AMPARO.pdf>
- Google Earth. (s.f.). Obtenido de <https://earth.google.com/web/@8.3059245,-73.61166445,164.15757096a,11501.58706401d,35y,0h,45t,0r/data=CkwaShJECiUweDhINWQ4NTYzZGJjMmE5NWI6MHgyZWMyMjhhYTdhZTYxMGNjG8OnDOinCBAIefG9IQIZ1LAKglBZ3VhY2hpY2EYAiABKAI>
- Guía de ingeniería de tránsito. (Febrero de 2007). Obtenido de <http://www.docentes.unal.edu.co/vgvalenc/docs/GUIA%20Ingenieria%20de%20Transito%2001-07.pdf>
- Instituto nacional de vías. (2015). Obtenido de [OD_PROCESO_15-19-4419588_124001001_17585250.pdf](http://www.invia.gov.co/OD_PROCESO_15-19-4419588_124001001_17585250.pdf)
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2015). Obtenido de <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/88730/3418907/8.+ACCIDENTES+DE+TRANSPORTE-2+parte.pdf/08355b15-e20d-4eb7-bea6-243ead87c90c>
- Ley 015-2011. (2011). Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=41203>
- Ley 1503-2011. (2011). Obtenido de [LEY%201503%20DE%202011.pdf](http://www.leyes.gov.co/LEY%201503%20DE%202011.pdf)
- Manual de carreteras. (2017). Obtenido de www.vialidad.cl/areasdevialidad/manualdecarreteras/Paginas/default.aspx
- Mediadrive. (2013). Obtenido de <http://culturavial.com/seguridad-vial/que-es-seguridad-vial.html>
- Merino, J. P. (2010). Obtenido de <http://definicion.de/via/>
- Mintransporte. (2017). Obtenido de <http://www.mintransporte.gov.co/loader.php?lServicio=FAQ&lFuncion=viewPreguntas&id=18>
- Montejo, a. (2002). Ingeniería de pavimentos. En A. Montejo.
- Municipio de aguachica. (s.f.). https://www.ecured.cu/Municipio_Aguachica.
- Navarro, S. (2013). Obtenido de <https://es.slideshare.net/sjnavarro/volmenes-de-transito>

- organización mundial de la salud. (mayo de 2017). Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/es/>
- Organización mundial de salud. (julio de 2017). Obtenido de <http://www.who.int/features/factfiles/roadsafety/es/>
- Periódico El Tiempo. (15 de Junio de 2017). Obtenido de <http://www.eltiempo.com/justicia/servicios/bajan-muertes-por-accidentalidad-vial-en-colombia-por-primera-vez-en-una-decada-99184>
- (2016-2019). Plan de Desarrollo, Alcaldía de Aguachica. Aguachica. Obtenido de <file:///C:/Users/colfray-rectoria/Downloads/Plan%20de%20Desarrollo,%20Por%20un%20nuevo%20Aguachica%20incluyente%20y%20en%20paz.pdf>
- Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020. (2011). Obtenido de http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/spanish.pdf
- PTV GROUP. (2017). Obtenido de <http://vision-traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>
- Quezada, M. P.-R. (2012). Obtenido de <https://www.construaprende.com/descargas/tesis/8-tesis-modelacion-en-vissim-5-3/file>
- Rafael Cal y Mayor, J. C. (2007). Ingeniería de tránsito. Alfaomea.
- RPTNoticias. (27 de abril de 2017). Obtenido de <http://www.rptnoticias.com/2017/04/tramos-viales-comunican-cesar-los-mayor-accidentalidad/>
- Secretaría de movilidad de Medellín. (2017). Obtenido de <https://www.medellin.gov.co/movilidad/transito-transporte/semaforizacion>
- Solomon, H. L.-M.-S. (s.f.). Obtenido de <https://www.elsevier.com/books/microscopic-simulation-of-financial-markets/levy/978-0-12-445890-1>
- Sura. (2012). Obtenido de <https://www.sura.com/blogs/autos/senales-transito-abc.aspx>
- Tráfico en vías interurbanas. (2003). Obtenido de https://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/01020203.pdf
- Tranconsult. (2014). Obtenido de <http://www.transconsult.com/especialidad-estudiodeltransito.html>
- Universidad nacional de ingeniería. (2005). Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/apuntes-ingenieria-de-transito.pdf>

Varcácel, J. (2014). Los conductores. Obtenido de
http://www.dgt.es/PEVI/documentos/catalogo_recursos/didacticos/did_adultas/conductores.pdf

Varcácel, J. (2014). Los peatones. Obtenido de
<https://www.coruna.gal/descarga/1453609628801/Guia-para-peatones.pdf>

Zarinbal, A. (2016). Vissim tutorial.

Apéndices

Apéndice A. Plano topográfico de òla calle 2^a entre la carrera 22 y 40ö del municipio de Aguachica-Cesar.

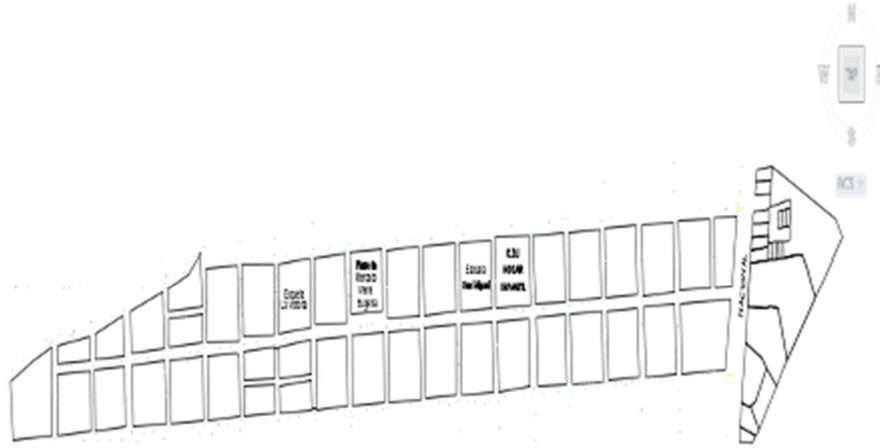


Figura 26. Plano topográfico de la vía en estudio, la cual comprende 1,6 kilómetros. Fuente: AutoCAD.

Apéndice B. [Formato utilizado para la realización del aforo.](#)

Apéndice C. Cronograma de actividades.

Tabla 38

Actividades necesarias para la ejecución del proyecto de investigación.

| Fase | Actividades | Mes1 | Mes2 | Mes3 | Mes4 | Mes5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 |
|------|--|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1.1 | Inspección visual y registro fotográfico. | X | | | | | | | |
| 1.2 | Identificar puntos críticos. | X | | | | | | | |
| 1.3 | Aforos. | | X | | | | | | |
| 2.1 | Ordenar la información. | | X | | | | | | |
| 2.2 | Cálculos del volumen de tránsito y hora de máxima demanda. | | | X | | | | | |
| 3.1 | Reconocimiento y uso del software PTV Vissim. | | | | X | | | | |
| 3.2 | Planteamiento de alternativas. | | | | | X | | | |
| 3.3 | Definir parámetros para la modelación. | | | | | X | | | |
| 4.1 | Procesar la información. | | | | | | X | | |
| 4.2 | Comparación de cada alternativa (beneficio-costos). | | | | | | | X | |
| 4.3 | Selección de alternativas. | | | | | | | | X |

Nota. Descripción de las actividades necesarias para el cumplimiento del proyecto de investigación. Fuente: Autores del proyecto.

Apéndice D. Planilla de encuesta.

1. ¿Cree usted que es suficiente la señalización presente sobre òla calle 2^a entre la carrera 22 y 40ö del municipio?

Sí

No

2. ¿Cómo cree usted que está el estado de esta vía?

Excelente

Bueno

Malo ¿Por qué? _____

3. ¿De qué manera se ve usted involucrado en la vía?

Peatón

Conductor

Pasajero

Comerciante

4. ¿Considera que se presenta congestión en la vía?

Sí

No

5. ¿Ha evidenciado o se ha visto implicado en algún accidente en el sector?

Sí, he sido testigo

Sí, me he visto involucrado

No

6. ¿Cree que es necesario realizar un estudio de tránsito para mejorar el estado actual de la vía, y así evitar accidentes?

Sí

No

7. ¿Cree que es necesario realizar campañas de seguridad vial con los entes de tránsito encargados?

Sí

No

Apéndice E. [Pasos para realizar la micro simulación a través del software PTV Vissim.](#)

Apéndice F. [Carta de presentación para una empresa.](#)

Apéndice G. [MGA](#)

Apéndice H. Registro Fotográfico.



Figura 27. Fotografía de la calle 2ª con carrera 30. Fuente: Autores del proyecto.



Figura 28. . Fotografía de la calle 2ª con carrera 30 en un día de aforo. Fuente: Autores del proyecto.



Figura 29. Fotografía de la calle 2ª con carrera 31. Fuente: Autores del proyecto.



Figura 30. Fotografía de la calle 2ª con carrera 31. Fuente: Autores del proyecto



Figura 31. Fotografía del estado de la calle 2ª con carrera 23. Fuente: Autores del proyecto



Tabla 39. Fotografía del estado de la calle 2ª con carrera 30. Fuente: Autores del proyecto



Tabla 40. . Fotografía del estado de la calle 2ª con carrera 29. Fuente: Autores del proyecto.



Tabla 41. Fotografía del estado de la calle 2ª con carrera 32. Fuente: Autores del proyecto.

Apéndice I. Entrega de proyecto a la Alcaldía Municipal de Aguachica

Aguachica, 30 de julio de 2018

Señores:

ALCALDIA MUNICIPAL DE AGUACHICA-CESAR

Banco de proyectos.

Calle 4 No 10-33

REF. ENTREGA DE PROYECTO

Alcaldía Municipio de Aguachica

Al contestar cite este número de Radicado:

R-2018-004145

8/1/2018 2:52:42 PM

REMITENTE: MARIA CAMILA ANGARITA PEÑARANDA

RESPONSABLE: JOSÉ DE JESÚS PICÓN SANTIAGO

FOLIOS: 10 ANEXOS: 1

Cordial saludo,

Por medio de la presente me permito entregar el proyecto titulado "ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LOS INDICES DE ACCIDENTALIDAD EN LA CALLE 2° ENTRE LA CARRERA 22 Y 40 DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA-CESAR", con el fin de que el municipio acoja esta propuesta realizada por estudiantes de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, para mejorar los índices de accidentalidad del sector de estudio y por consiguiente disminuir la cantidad de afectados en la vía.

Maria Camila Angarita Peñaranda
Maria Camila Angarita Peñaranda

C.C. 1091673643

Correo: mariaca_41@hotmail.com