

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE LA CREACIÓN DE UNA VARIANTE
PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD EN EL MUNICIPIO DE SAN
GIL”**

EDELBERTO POSADA CRUZ

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE LA CREACIÓN DE UNA VARIANTE
PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD EN EL MUNICIPIO DE SAN
GIL”**

EDELBERTO POSADA CRUZ

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

DIRECTORA DEL PROYECTO

ING. NORMA CRISTINA SOLARTE

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, Septiembre de 2014

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme la culminación de mi carrera.

A mis padres Edelberto Posada Rodriguez y Rosalba Cruz Quintero y hermanas Aura Maria y Paola Andrea por el apoyo , la constancia y el interés que tomaron para así obtener este título e inculcarme el espíritu de responsabilidad y superación personal.

A la ingeniera Norma Cristina Solarte quien con su conocimiento dirigió este proyecto enriqueciendo y fortaleciendo con sus aportes el contenido del mismo.

A la Universidad Pontificia Bolivariana por su excelente formación profesional que junto con el selecto grupo de profesores hacen de los estudiantes personas útiles a la sociedad.

A todas aquellas personas que de una y otra forma contribuyeron a la formación y éxitos en mi carrera

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
1. OBJETIVOS	14
1.1. GENERAL.....	14
1.2. ESPECÍFICOS.....	14
2. FORMULACION DEL PROBLEMA	15
3. JUSTIFICACIÓN.....	16
4. MARCO TEÓRICO.....	17
4.1. MARCO HISTÓRICO.....	17
4.1.1. ANTECEDENTES SOBRE EL DESARROLLO DE LA MOVILIDAD EN SAN GIL. 17	
4.1.2. ANTECEDENTES DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN	18
4.2. MARCO CONTEXTUAL.....	20
4.2.1. GENERALIDADES DEL SECTOR OBJETO DE ESTUDIO.....	20
4.3. MARCO CONCEPTUAL.....	23
4.3.1. GENERALIDADES DE LOS PROGRAMAS SIMULADORES.....	23
4.3.2. TIPOS DE MODELOS	25
4.3.2.1. Modelos macroscópicos	26
4.3.2.2. Modelos mesoscópicos	26
4.3.2.3. Modelos microscópicos	27
4.3.3. SOFTWARE DE MICROSIMULACION VISSIM	28
4.3.3.1. DEFINICION.....	28
4.3.3.2. APLICACIÓN DEL SOFTWARE	29
4.3.4. DATOS DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA VISSIM	30
4.3.5. PARAMETROS DE TRANSITO.....	30
4.3.5.1. Capacidad.....	30
4.3.5.2. La velocidad	31
4.3.5.3. Nivel de servicio.....	31
4.3.5.4. La densidad	33
4.3.5.5. Tiempos de viaje y demoras	34

4.4.	MARCO LEGAL.....	34
5.	METODOLOGIA.....	36
5.1.	DISEÑO METODOLOGICO.....	36
5.1.1.	PRIMERA ETAPA.....	36
5.1.1.1.	Identificación del tramo objeto de estudio.....	36
5.1.1.2.	Recolección de información secundaria.....	37
5.1.2.	SEGUNDA ETAPA.....	42
5.1.2.1.	Ubicación de los puntos de aforo.....	42
5.1.2.2.	Requerimientos para la toma de información primaria.....	52
5.1.2.3.	Calculo de la hora de máxima demanda.....	56
5.1.2.4.	Toma de información.....	57
5.1.2.5.	Velocidades de operación.....	57
5.1.3.	TERCERA ETAPA.....	59
5.1.3.1.	Creación de la red.....	59
5.1.3.2.	Decisiones de rutas.....	61
5.1.3.3.	Áreas de conflicto.....	63
5.1.3.4.	Distribución vehicular.....	63
5.1.3.5.	Equilibrio de la red.....	65
5.1.3.6.	Composición vehicular.....	65
5.1.3.7.	Entrada de vehículos.....	66
5.1.3.8.	Áreas de reducción de velocidad.....	67
5.1.3.9.	Nodos.....	68
5.1.4.	CUARTA ETAPA.....	69
5.1.4.1.	Corrida del modelo.....	69
5.1.4.2.	Generación de reportes.....	70
5.1.4.3.	Proyección.....	71
5.1.5.	QUINTA ETAPA.....	71
5.1.5.1.	Volúmenes.....	72
5.1.5.2.	Velocidad promedio.....	73
5.1.5.3.	Nivel de servicio.....	74
6.	CONCLUSIONES.....	76
7.	RECOMENDACIONES.....	78

8. BIBLIOGRAFIA.....	79
ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales de la simulación.	24
Tabla 2. Rutas de transporte público colectivo del municipio	41
Tabla 3. Parque automotor municipio de San Gil	42
Tabla 4. Intersección vía 45A con vía hacia Mogotes (vía 64).	44
Tabla 5. Intersección Avenida Ragonesi con carrera 5 (monumento del agua). ...	44
Tabla 6. Intersección Avenida Ragonesi con carrera 9.	45
Tabla 7. Intersección Avenida Ragonesi con carrera 10.	46
Tabla 8. Intersección Avenida Ragonesi con Carrera 11 y calle 10.	46
Tabla 9. Intersección Avenida Santander con calle 10 (monumento hoja de tabaco).	47
Tabla 10. Intersección Avenida Santander con calle 12.....	48
Tabla 11. Intersección Avenida Santander con calle 15 (puente Mochuelo).....	49
Tabla 12. Avenida Santander con transversal 21 (Punta del Este) costado Norte.	49
Tabla 13. Avenida Santander con calle 20 (Punta del Este) costado Sur.	50
Tabla 14. Avenida Santander con calle 24.....	51
Tabla 15. Avenida Santander frente al terminal de transportes.....	51
Tabla 16. Velocidades de operación	58
Tabla 17. Decisiones de ruta.....	61
Tabla 18. Resumen velocidades promedio para cada una de las situaciones	73
Tabla 19. Resumen nivel de servicio para cada una de las estaciones.	75

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Localización del municipio	21
Ilustración 2. Malla vial del municipio	22
Ilustración 3. Tipos de modelos de simulación	26
Ilustración 4. Tramo objeto de estudio	37
Ilustración 5. Distribución de accidentes según su gravedad.....	39
Ilustración 6. Puntos de aforo.....	43
Ilustración 7. Formato de campo	53
Ilustración 8. Nomenclatura de Movimientos Norma RILSA.....	55
Ilustración 9. Resumen datos obtenidos para el cálculo de la HMD.....	57
Ilustración 10. Imágenes de fondo guías.....	60
Ilustración 11. Tramos y conectores.....	61
Ilustración 12. Decisiones de rutas.....	62
Ilustración 13. Áreas de conflicto.....	63
Ilustración 14. Distribución de modelos 2D/3D.....	64
Ilustración 15. Composición vehicular	66
Ilustración 16. Entrada de vehículos al software	67
Ilustración 17. Área de reducción de velocidad	68
Ilustración 18. Creación de nodos	69
Ilustración 19. Microsimulación VISSIM	70
Ilustración 20. Proyección vehicular	72
Ilustración 21. Velocidades promedio según tipo de vehículo	73

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD **SOBRE** LA CREACIÓN DE UNA VARIANTE PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD EN EL MUNICIPIO DE SAN GIL

AUTOR(ES): Edelberto Posada Cruz

FACULTAD: Facultad de **Ingeniería** Civil

DIRECTOR(A): Ing. Norma Cristina Solarte

RESUMEN

En el presente proyecto se hizo un análisis sobre la factibilidad de crear una variante para el mejoramiento de la **movilidad** en el **municipio** de San Gil para lo cual se llevó a cabo la metodología trabajo de campo donde se obtuvieron datos importantes para el empleo del programa VISSIM herramienta de **gran valor** que permitió la microsimulación de los diferentes volúmenes vehiculares en el corredor objeto de estudio. Se realizó una proyección a 5 y 10 años teniendo en cuenta información secundaria dada por la secretaria de tránsito y transporte del municipio sobre crecimiento del **parque automotor** para así determinar el comportamiento vehicular para estos años. En cuanto a lo anterior se determinaron factores importantes como lo fue nivel de servicio de las intersecciones y velocidades promedio a las cuales los vehículos transitan por el corredor. Los resultados demuestran que el proyecto es financieramente viable, económicamente eficiente y socialmente conveniente puesto que el municipio de San Gil requiere de estudios y obras que ayuden a mejorar la movilidad de la ciudad conservando el entorno y respetando el flujo peatonal.

PALABRAS CLAVES:

VISSIM, Tránsito, Microsimulación, variante San Gil

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: FEASIBILITY STUDY ABOUT THE CREATION OF A VARIANT TO IMPROVE MOBILITY IN THE SAN GIL TOWN

AUTHOR(S): Edelberto Posada Cruz

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Ing. Norma Cristina Solarte

ABSTRACT

In this project I did an analysis of the feasibility of creating a variant for improving mobility in the town of San Gil for which it was held the methodology of fieldwork, where important data were obtained for the use of the VISSIM program, tool valuable that allowed the microsimulation of different vehicle volumes on the way under study. A projection at five and ten years was performed, taking into account secondary information given by the Secretariat of Traffic and Transportation of the municipality about the Growth of fleet to determine the vehicular behavior for these years. As for the above, important factors were determined as was service level intersections and average speeds at which the vehicles travel along the way. The results demonstrate that the project is financially viable, economically efficient and convenient socially, since the town of San Gil requires studies and works to help to improve the mobility of the city preserving the environment and respecting the pedestrian flow.

KEYWORDS:

VISSIM, transit, microsimulation, San gil

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

La naturaleza de los accidentes de tránsito en vías locales, departamentales y nacionales, comúnmente se estudia a partir de un análisis interrelacionado de los factores que intervienen en la accidentalidad a saber: el hombre, el vehículo y la vía, aunque desde hace algún tiempo determinados autores consideran a las condiciones del medio ambiente como parte de estos. Sin embargo, también es válido en relación con la seguridad vial, el estudio de algunos factores por separado y su posterior integración con los restantes.

Tal es el caso del estudio realizado sobre la factibilidad de la creación de una variante para el municipio de San Gil, objetivo principal de este trabajo, puesto que este municipio enfrenta hoy en día problemas de movilidad debido a la gran cantidad de vehículos de carga pesada que a falta de una ruta de circunvalación tienen que ingresar a la ciudad ocasionando conflictos viales y accidentes en puntos críticos.

Las razones anteriores son motivos suficientes que llevaron al gestor de este proyecto al **“Estudio de factibilidad sobre la creación de una variante para el mejoramiento de la movilidad en el municipio de San Gil”** el cual consta de seis etapas distribuidas así:

Primera etapa: recolección de la información secundaria.

Segunda etapa: toma de información primaria.

Tercera etapa: realización de la microsimulación en el programa VISSIM.

Cuarta etapa: generación de reportes.

Quinta etapa: análisis de resultados.

Sexta etapa: conclusiones y recomendaciones.

Lo anterior se pudo realizar gracias a la colaboración de la secretaria de transporte de San Gil, policía nacional y alcaldía de San Gil los cuales facilitaron la información necesaria; La Universidad Pontificia Bolivariana por su gran aporte con el programa VISSIM que facilito el análisis de la información. Por otra parte las observaciones valiosas y el proceso de seguimiento realizado por la ingeniera Norma Cristina Solarte asesora del proyecto.

1. OBJETIVOS

1.1. GENERAL

Realizar un estudio de factibilidad que conlleve al mejoramiento de la movilidad en el municipio de San Gil mediante la creación de una variante.

1.2. ESPECÍFICOS

- Recopilar la información necesaria y actualizada mediante diferentes medios respecto al tema de estudio.
- Obtener información primaria mediante aforos vehiculares determinando volúmenes del corredor vial, aspecto importante como dato de entrada de la microsimulación.
- Calcular la proyección vehicular a mediano, corto y largo plazo.
- Realizar la microsimulación en el programa VISSIM antes y después del proyecto.
- Analizar los resultados obtenidos por el software en cuanto a los parámetros de tránsito (capacidad, nivel de servicio, velocidad y tiempos de viaje).
- Organizar los datos obtenidos para tenerlos en cuenta en el estudio de factibilidad.
- Presentar conclusiones que aporten a la toma de decisiones en cuanto a la viabilidad del proyecto de la variante en el municipio de San Gil.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

Las vías terrestres han sido y seguirán siendo los medios más importantes de comunicación tanto para el sector urbano como para el rural; pero este medio se ve abocado constantemente por problemas de congestión y accidentalidad de tránsito. Es el caso del corredor principal que tiene San Gil en el sector correspondiente a la vía de acceso que de esta ciudad conduce al Socorro puesto que en este sitio se presenta gran influencia vehicular de camiones, buses, busetas, taxis, motos entre otros que a diario transitan por este lugar.

Unido a lo anterior, no existen semáforos, reductores de velocidad ni otros medios que permitan prevenir accidentes que a menudo se reportan en este sitio el cual presenta una movilidad crítica y riesgosa.

Ante todas las perspectivas descritas anteriormente es fundamental conocer las características del tramo objeto de estudio mediante la utilización de software que permitan dar una clara percepción de la movilidad en tiempo real, funcionalidad actual y dar conclusiones acertadas que contribuyan al mejoramiento de las vías en este sector.

Con los resultados obtenidos mediante el programa VISSIM se pretende verificar la viabilidad de la creación de una variante que permita desviar el tráfico que en la actualidad interfiere al transporte urbano en el municipio de San Gil.

3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la movilidad en San Gil es crítica debido a la falta de señalización, semáforos y todo lo referente a la prevención de accidentes, esto tiene que solucionarse prontamente puesto que San Gil al convertirse en una ciudad turística no solo debe proveer de albergues, sino garantizar un nivel mínimo de calidad de vida para sus pobladores, servicio de salud, agua, luz, seguridad, educación y como importante un mejoramiento en cuanto a movilidad se refiere.

El proyecto titulado “Estudio de factibilidad sobre la creación de una variante para el mejoramiento de tránsito en el municipio de San Gil” tiene grandes beneficios puesto que al utilizar el programa VISSIM se puede dar una visión amplia de cómo se deben tratar los problemas de movilidad siendo una herramienta útil y de gran desempeño para las direcciones de tránsito y administraciones municipales.

El presente trabajo se justifica porque la oficina de tránsito y transporte del municipio tendrá una amplia percepción sobre la factibilidad de la creación de la variante lo cual implica el mejoramiento de aspectos tales como: disminución de la contaminación auditiva y atmosférica, reducción de los índices de accidentalidad, entre otros.

Como aspecto importante se puede resaltar la oportunidad que se le daría al estudiante de ingeniería civil, gestor del proyecto, para enriquecer los conocimientos adquiridos durante la carrera y la práctica en la utilización de programas viales, contribuyendo en parte a las posibles soluciones a la problemática vial existente en el municipio de San Gil y el beneficio que obtendrá la comunidad en general.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. MARCO HISTÓRICO

4.1.1. ANTECEDENTES SOBRE EL DESARROLLO DE LA MOVILIDAD EN SAN GIL.

El plan de desarrollo del municipio habla sobre la problemática de movilidad en San Gil, como también sobre los requerimientos de estudios y obras que ayuden a mejorar el flujo vehicular de la ciudad conservando el entorno y respetando al peatón.

Hay estudios previos que indican que la construcción de una variante ayudaría a la movilidad en el municipio, ya que el tráfico pesado sería desviado a esta nueva vía, así como también disminuiría la accidentalidad en el municipio. Actualmente se están haciendo ajustes en el diseño geométrico para la variante.¹

En la actualidad se está trabajando sobre el plan de manejo de tránsito como propuestas en materia de vías y espacio público; el Plan Especial de Manejo y Protección (P.E.M.P.) considera una serie de medidas complementarias al manejo del casco histórico en materias de vías y movilidad. En particular este prevé:

- Un sistema de jerarquización vial.
- Un plan de circulación.
- Una serie de proyectos de espacio público.

A continuación se presentan dichos proyectos:

- a. Peatonalización de la carrera 9 entre las calles 12 y 13

¹ Plan de desarrollo del municipio de San Gil 2012 - 2015

- b. Peatonalización de la calle 12 entre las carreras 10 y 11, que corresponde a la vía de conexión del parque principal con la alameda del río.
- c. Semipeatonalización de la calle 12 entre carreras 9 y 10.
- d. Recuperación del borde occidental del río entre las calles 10 y 15, constituyendo una alameda que conecte esta alameda con la franja existente desde la calle 10 hasta el Parque El Gallineral.
- e. Recuperación y regularización de andenes existentes
- f. Creación de dos pasos peatonales prioritarios, uno sobre el río (y vía nacional) a la altura de la calle 12, que conecta el corredor peatonal habilitado con el futuro desarrollo comercial en el costado oriental de la ciudad, y otro que comunique la alameda propuesta con la alameda del parque el Gallineral, más exactamente a la altura del puente vehicular de la calle 10.

4.1.2. ANTECEDENTES DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

Hace más de 50 años, el tema de la planeación del transporte en las ciudades ha causado inquietud en los ingenieros planificadores, por lo que se fueron desarrollando herramientas computacionales que servían como soporte para la investigación, demostración y desarrollo de teorías de tránsito. Las simulaciones surgen de la necesidad de intentar modelar sistemas reales o hipotéticos por computador de forma que su funcionamiento pueda ser estudiado y se pueda predecir su comportamiento futuro. El desarrollo de herramientas computacionales ha sido el soporte para investigaciones y demostraciones de teorías en las que el esquema de planeación no había sido tema fundamental en el estudio del flujo vehicular y del transporte dentro de una ciudad.²

² La Simulación por Ordenador. [Artículo en línea]. Disponible en: <<http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/simulacio.html>>

El pionero en las simulaciones de las intersecciones por computador, fue el Laboratorio de Investigación del Transporte de Carreteras en el Reino Unido en el año de 1951(TRRL). Mientras que la revolución de la simulación en los Estados Unidos inició su auge con la publicación del discurso “Simulación de Tráfico en Autopistas con el propósito de variables discretas” por el Dr. Gerlough, en la Universidad de California en 1955.

Las bases para el desarrollo de estos modelos fueron básicamente los avances en la teoría del tránsito, en la tecnología de los computadores y herramientas de programación; teniendo en cuenta el manejo de la información y estudios más detallados sobre las consecuencias de implementación de medidas de tránsito, planes y políticas”.

Algunos modelos conocidos en los años 70’s fueron el “NETSIM, el INTEGRATION y el AIMSUN2” los cuales permitían el análisis individual de las intersecciones y las secciones de la vía con sus variables y la complejidad que estas conllevan en la red y combinando los diferentes tipos de intersecciones.

Ya que los adelantamientos y comportamientos vehiculares no dependen únicamente de la vía sino que también influyen sus características geométricas y sus controles, los modelos “VTI (sueco), TRARR (Australiano), ambos desarrollados en los años 70 y el TWOPAS desarrollado por la FHWA en los Estados Unidos de América”, fueron los más conocidos en este tipo de situaciones para las vías de doble calzada debido a la interacción que presentaba el flujo vehicular por circular en direcciones opuestas.

Los software hasta ahora mencionados se dedicaban a estudiar casos a nivel local o de micro zonas. Posteriormente se desarrollaron programas más complejos que podían manejar bases de datos más robustas, por lo que florecieron las simulaciones a nivel macro y meso (intermedio entre macro y micro).

Es así como programas desarrollados “en los años 60’s y comienzo de los 70’s, como el TRANSYT, FREQ y el FREFLO”, se destacaron por el análisis de la simulación de modelos macroscópicos. Para los modelos mesoscópicos el más conocido es “CONTRAM”, que es una herramienta de análisis de redes con intersecciones semáforizadas y no semáforizadas.

Para crear ambientes integradores con el periodo del día, la partición modal, los orígenes y destinos y el uso de las rutas, los científicos americanos han creado modelos como el SAMS y SMART y el modelo TRANSIMS que combina la simulación de la demanda y de flujos de tránsito y su comportamiento en las vías, todo en una sola simulación.

Con el tiempo además de todo, la simulación se ha venido enfocando en el análisis del conductor llamándose recientemente en este ámbito nano simulaciones, con el fin de separar las tradicionales microsimulaciones. Hoy en día “el uso integrado de varios programas y los sistemas de información geográfica (SIG), son una de las últimas tendencias de simulación del tránsito”.³

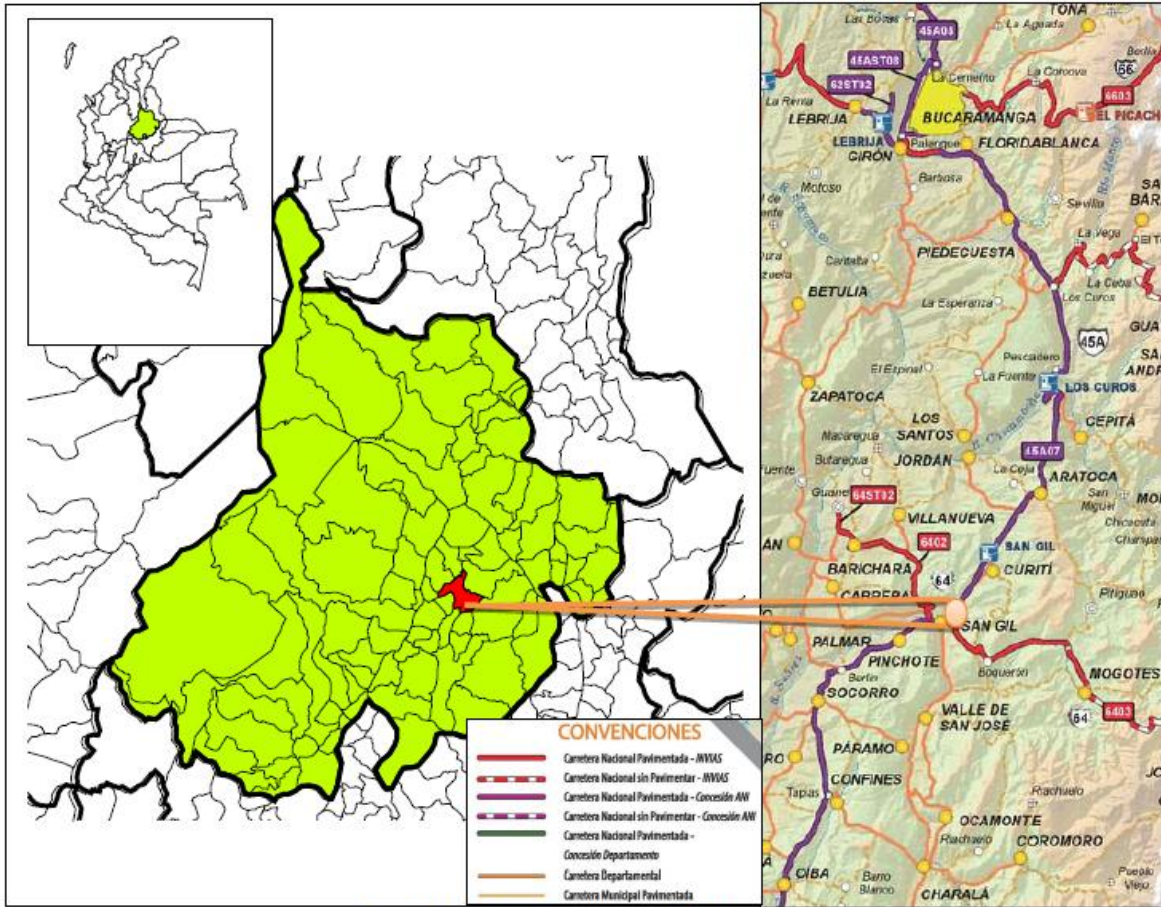
4.2. MARCO CONTEXTUAL

4.2.1. GENERALIDADES DEL SECTOR OBJETO DE ESTUDIO.

San Gil es un municipio santandereano que está ubicado sobre el eje vial entre Bucaramanga y Bogotá, y constituye el núcleo urbano más importante del sur de Santander. En el 2004 fue designada como la Capital Turística del Departamento.

³ SUAREZ C. Liliana Andrea. Análisis Y Evaluación Operacional De Intersecciones Urbanas Mediante Microsimulación. Universidad Nacional De Colombia, Facultad De Minas. Medellín. 2007.

Ilustración 1. Localización del municipio



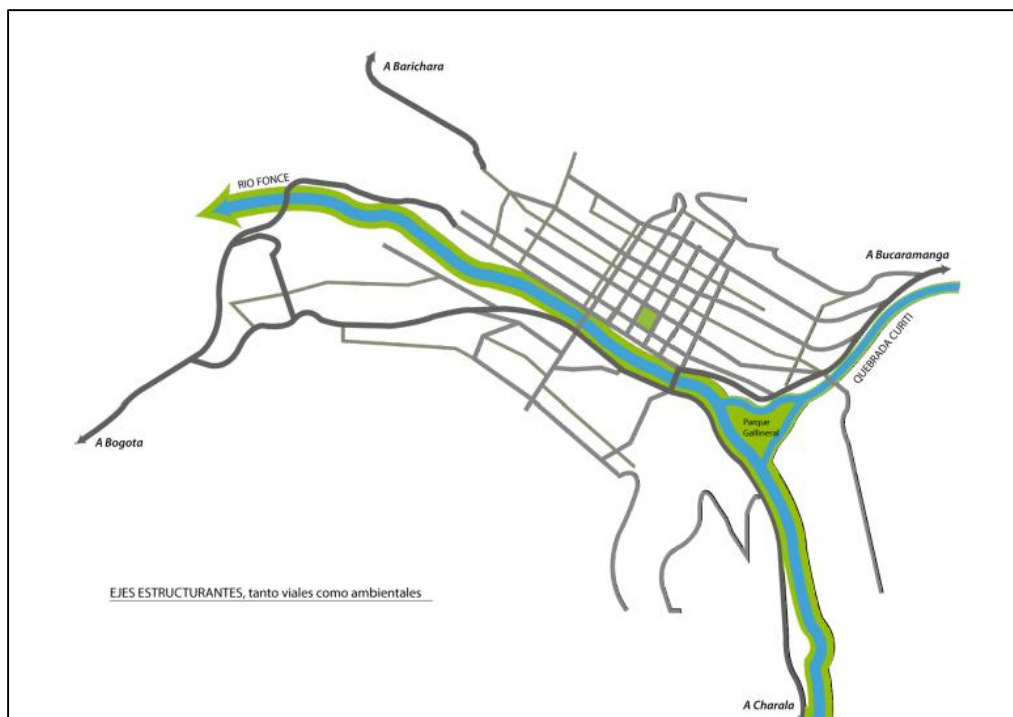
Fuente: <http://www.sangil.gov.co/>

Actualmente San Gil dado a su desarrollo turístico, comercial, urbanístico, educativo e industrial además de la afluencia masiva de visitantes para distintos fines viene sufriendo grandes transformaciones en su entorno urbanístico, evidenciadas en la actual construcción de nuevas vías, condominios, urbanizaciones campestres, grandes edificaciones, numerosos barrios, dos grandes centros comerciales (El Puente y San Gil Plaza), entre otros proyectos, lo cual causa la inversión de gran cantidad de capital en su mayor parte proveniente del sector privado que hacen del desarrollo y la proyección de la ciudad como unas de las más prometedoras del país y dinamiza la economía local y regional

catalogándose como la tercera ciudad más grande e importante del departamento y con un futuro muy promisorio para sus habitantes.

Su área urbana supera ligeramente las 1000 hectáreas regadas por los ríos Fonce, Mogoticos y Monas, y algunas quebradas afluentes de estos. Por su altura de 1114 metros sobre el nivel del mar, San Gil goza de una temperatura media de 24° C, con una máxima de 32° C y una mínima de 16° C. Sus límites intermunicipales son: por el norte con los municipios de Villanueva y Curití, por el oriente con Curití y Mogotes, por el sur con el Valle de San José y Páramo, y por el occidente con Pinchote, Cabrera y Barichara.

Ilustración 2. Malla vial del municipio



Fuente: <http://www.sangil.gov.co/>

La importancia del transporte para la economía local de San Gil, la podemos enfatizar en cuanto a su participación y dinámica en la generación de empleos, lo cual se manifiesta positivamente al observarse el aumento en un 60% de las personas empleadas en actividades del transporte.

La mayoría de la carga transportada desde las veredas y municipios cercanos, tiene como destino San Gil, por lo cual se puede deducir que es un municipio destinatario de productos agrícolas, manufactureros y pecuarios para atender tanto las demandas locales, como para desempeñar las funciones de un buen centro de acopio y comercialización de los municipios de las Provincias Guantán y Comunera. Además, San Gil es un polo educativo y un proveedor de empleos, gracias a una fábrica de cemento, empresas de cordelería, molinos y trilladoras. Con razón se afirma que San Gil, por su área de influencia, tiene una población flotante de más de 7.000 habitantes diarios que contribuye al dinamismo local, pero a su vez genera diariamente complicaciones de movilidad, especialmente críticas los fines de semana, por la gran concurrencia de turistas.

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Trata sobre aspectos relacionados con el tema objeto de estudio destacando partes importantes de autores versados en el tema lo cual fortalece el presente proyecto.

4.3.1. GENERALIDADES DE LOS PROGRAMAS SIMULADORES.

Con el fin de estandarizar las características de los programas de simulación se enumeran a continuación esos comunes denominadores de estos programas:

- Desde un computador personal se pueden ejecutar los modelos.
- Interacción con otros modelos: Enlace con módulos de otro software, herramientas para análisis y procesamiento. Generación de archivos de texto que pueden ser procesados posteriormente. Herramientas para análisis posterior de información.
- Disponibilidad del código fuente: Los modelos se pueden modificar y entender debido a la disponibilidad para el usuario de código fuente.
- Editor gráfico de red extensible: En conjunto con la creación y configuración de la red se permite la configuración de códigos externos.
- Editores gráficos de la red: Permiten que el uso de los modelos sea más amigable para el usuario, debido a que sus comandos permiten que la construcción, manejo y visualización sea muy atractiva.
- Orientado a objetos: Son más fáciles de modificar y mejorar las simulaciones con orientación a objetos.
- Modelación de semáforos controlados: Teniendo en cuenta los controladores se evaluación de diferentes fases semaforicas.

Una comparación de características de diferentes software, puede verse en la Tabla 1.

Tabla 1. Características generales de la simulación.

CARACTERISTICA	CORSIM	VISSIM	AIMSUN	WATSIM	INTEGRATION
SE EJECUTA EN PC	SI	SI	SERVIDOR	SI	SI
DISPONIBILIDAD DEL CÓDIGO FUENTE	SI	NO	NO	NO	NO
INTERACCIÓN CON OTROS MODELOS	ACS, CID	CID, VNP, VISSUM	EMME/2 SCATS, TRANSYT 7F	CINEMA	NO
EDITORES GRAFICOS DE LA RED	SI	SI	SI	NO	NI
EDITOR GRAFICO DE LA RED (EXTENSIBLE)	SI	NO	NI	N/A	NO
HERRAMIENTAS PARA	NO	NO	SI	NO	SI*

EL PROCESAMIENTO POSTERIOR					
MODELACION DE SEMÁFOROS CONTROLADOS	SI	SI**	SI***	SI	NO

Fuente: Melo Miguel, López Margarita y López Isabel. Evaluación y aplicación de modelos de tránsito en Medellín.

NI (No hay información).

N/A (No aplica).

* El software tiene archivos de salida para análisis independientes.

** Usa lenguaje VAP (programación de vehículos actuados), VAP, interpreta los comandos lógicos de control y crea los comandos de control para los semáforos en la red de VISSIM.

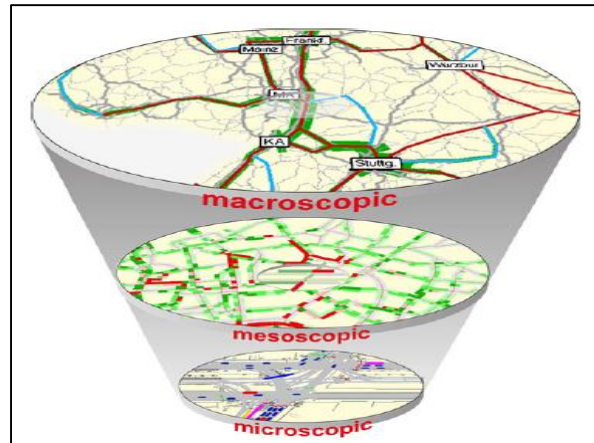
*** (Con hardware redundante).

En la tabla se da a conocer la caracterización de algunos software usados en la modelación de tráfico en el país, al analizar la herramienta VISSIM, se puede comparar con los otros modelos observando que sobresale en varias características, debido a que es la segunda herramienta de mayor interacción con otros modelos, se puede ejecutar en un computador y modela de muy buena forma los semáforos controlados.

4.3.2. TIPOS DE MODELOS

Existen variedad de tipos de modelos para identificar el tráfico vehicular de una determinada zona. La clasificación de los modelos está basada en los detalles de la simulación, teniendo en cuenta, los modelos ya sea macroscópicos, microscópicos o mesoscópicos.

Ilustración 3. Tipos de modelos de simulación



Fuente: Ptv. vision, VISSIM Overview, Analyzing the Transportation System.

4.3.2.1. Modelos macroscópicos

Captar las relaciones globales del flujo de tránsito, como velocidad de los vehículos, flujo vehicular y densidad de tránsito. Son modelos continuos, hacen uso extensivo de ecuaciones diferenciales.

Se caracterizan básicamente para la descripción y el análisis integrado del comportamiento de las corrientes de tráfico vehicular, representándolo a gran escala. Este modelo no son los más apropiados para estudiar comportamientos dinámicos de tipo discreto, al no considerar los automóviles desde una visual individual, sino en un conjunto global como tal.

4.3.2.2. Modelos mesoscópicos

Definen una función que expresa la probabilidad de que un vehículo a determinada velocidad se encuentre en cierto tiempo en determinada posición. Utilizan por lo general métodos de la mecánica estadística.

En estos modelos el comportamiento de los vehículos se describe por conjuntos, los movimientos de giro, tiempos de entrada y salida son especialmente determinados por los mecanismos simulados. Esta simulación se puede decir que está en un nivel intermedio entre el macroscópico y el microscópico.

4.3.2.3. Modelos microscópicos

Se enfocan en la descripción del comportamiento del flujo del tráfico vehicular describiendo las entidades discretas individuales y atómicas que interactúan unas con otras (en este caso cada vehículo individual). Son modelos por lo general discretos. Incluye los modelos de carro siguiente y los modelos con autómatas celulares.

Este modelo se encuentra basado por considerar las diferentes características de cada vehículo individual y la forma como interactúa con los demás. Simulan las operaciones de tránsito detalladamente, aunque en ocasiones se vuelve extensa su ejecución.

Es considerado que se concibe un riesgo importante en el flujo vehicular cuando se percibe una brecha en el carril contrario, por tanto el modelo adopta la teoría de seguimiento de vehículos que se colma con el paso de vehículos bajo una distancia de seguridad y cambio de carril que describe su comportamiento vehicular con respecto a la conducta del tránsito lateral.

Además, los modelos de simulación microscópicos son estocásticos, emplean los métodos como el de Montecarlo para generar aleatoriedad y representar la visión

del conductor en situaciones reales e introduce el análisis de formación de colas, a su vez el análisis de propagación de onda y otras técnicas analíticas.

Varios modelos combinan las características de modelos microscópicos, macroscópicos y mesoscópicos, es el caso del KRONOS, clasificado como modelo macroscópico, pero se adapta las conductas de cambio de carril y por ende se puede decir que es un modelo mesoscópico.

El TransCAD es un ejemplo de un modelo de simulación macro, al igual que el Vissum, de la casa de PTV. Mientras el VISSIM (estudiado en este documento) y el Transmodeler pertenecen al nivel de simulación micro por su detalle.

4.3.3. SOFTWARE DE MICROSIMULACION VISSIM

4.3.3.1. DEFINICION

VISSIM es un software de simulación microscópica o también llamada microsimulación, que permite visualizar en tres dimensiones las características de operación del flujo de tráfico urbano y de carreteras en sus diferentes modos (vehículos, buses, camiones, motos, peatones, ciclistas, etc.) y la interacción entre ellos.

VISSIM está basado en modelos matemáticos que modulan diversos parámetros de tránsito como densidad, velocidad, volúmenes horarios, etc., dependiendo de los diferentes escenarios en los que se trabaje.

Este programa es un simulador que permite conocer a los expertos en cada tema en el control de los semáforos, la operación del tránsito y la planeación en las ciudades, para que se pueda evaluar la influencia de las nuevas tecnologías de

control. VISSIM emite resultados que permiten definir estrategias de control de la optimización de semáforos, para probar los cruces complejos, para la ubicación de puntos de parada de los autobuses, para saber qué tan viable es un peaje en determinado lugar, entre otros.⁴

VISSIM forma parte del paquete de software PTV VISIO. Es la herramienta de simulación microscópica para modelos de flujo de tránsito multimodal y proporciona las condiciones necesarias para probar diferentes escenarios antes de la implementación final.

4.3.3.2. APLICACIÓN DEL SOFTWARE

Algunas de las áreas de aplicación en las que se puede utilizar VISSIM son:

- Diseño de intersecciones, semaforizadas y no semaforizadas.
- Carriles de alta ocupación.
- Estaciones de peaje.
- Vías exclusivas para transporte público y determinación de prioridades.
- Control automático de velocidades.
- Efectos de cierre de vías.
- Reducción en el uso de vías debido a incidentes y obras.
- Medidas de administración del tráfico.
- Diseño y evaluación de intersecciones.
- Análisis de mejoras en el desempeño del transporte público.
- Cálculo de emisiones – impactos en el medio ambiente.
- Implementación y coordinación de sitios de construcción.

⁴ DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE TRÁNSITO DEL CORREDOR DE LA AUTOPISTA DESDE LA PUERTA DEL SOL HASTA QUEBRADA SECA UTILIZANDO EL PROGRAMA VISSIM” presentada por Susana López y Mauricio Mesa para obtener el título de Ingenieros Civiles en la Universidad Pontificia Bolivariana.

- Estudios de impacto vial.
- Simulación peatonal.⁵

4.3.4. DATOS DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA VISSIM

Los modelos de simulación requieren los siguientes datos de entrada:

- Flujo de vehículos por tipo, por hora del día, por día de semana, por punto de medición, en cada sentido de tránsito.
- Velocidad de los vehículos por tipo, por hora del día, por día de semana, por punto de medición, en cada sentido de tránsito, expresada en kilómetros por hora.
- Matriz de distancias entre cada par de puntos de medición en kilómetros.
- Flujo de vehículos a intervalos de quince minutos en cada uno de los puntos de ingreso de flujo, es decir puntos de medición.⁶

4.3.5. PARAMETROS DE TRANSITO.

4.3.5.1. Capacidad

El concepto de capacidad se encuentra directamente ligado al tiempo y el uso del tramo vial hecho por cada vehículo. La capacidad es el valor que permite conocer cuántos vehículos pueden usar un tramo de una vía en determinado periodo de tiempo.

⁵ <http://redes.iner.gob.ec/transporte/blog/2013/10/sistemas-de-microsimulaci%C3%B3n-simulaci%C3%B3n-microsc%C3%B3pica-de-tr%C3%A1fico>

⁶ <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP116.pdf>

4.3.5.2. La velocidad

La velocidad es un parámetro definido como la relación entre la distancia recorrida por un vehículo y el tiempo que tarda en hacerlo. Es un factor importante al estimar la calidad de servicio que proporciona una vía, al poder ser percibida de forma interna por el conductor y exteriormente por el resto de los usuarios del sistema, situación que no ocurre con parámetros como el volumen o la densidad.

Entre las diferentes características del tránsito se encuentran las variantes del estudio de velocidades, debido a la incidencia en la accidentalidad y así mismo el uso para la valoración del nivel de servicio de muchos tipos de vías.

4.3.5.3. Nivel de servicio

El nivel de servicio es un recurso que intenta describir cualitativamente las condiciones de operación de un flujo vehicular viéndose reflejado en la satisfacción de los usuarios. El concepto se utiliza para evaluar la calidad del flujo vehicular en el tramo determinado de una vía.

Los factores: velocidad, tiempo de recorrido, libertad de maniobras y movimientos, interrupciones del tránsito, comodidad, conveniencia, y seguridad vial son los que plantean esta situación y para los especialistas en el tema, las medidas cuantitativas son las de gran valor. Los factores que afectan el nivel de servicio son básicamente dos tipos: Los factores internos que son los parámetros como la velocidad, el volumen, la composición de tránsito, entre otros. Y los factores externos que se relacionan con el ancho de los carriles, la distancia libre lateral, el ancho de cunetas, la pendiente, el estado de la superficie de rodadura, entre otros.

Se han definido seis niveles para Colombia que van desde el A al F, así:

Nivel de servicio A. Representa flujo libre en una vía cuyas especificaciones geométricas son adecuadas. Hay libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular es sumamente alta, al no existir prácticamente interferencia con otros vehículos y contar con condiciones de vía que no ofrecen restricción por estar de acuerdo con la topografía de la zona.

Nivel de servicio B. Comienzan a aparecer restricciones al flujo libre o las especificaciones geométricas reducen algo la velocidad. La libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular se ven disminuidas, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. Para mantener esta velocidad es preciso adelantar con alguna frecuencia otros vehículos. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es bueno.

Nivel de servicio C. Representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos o existir deficiencias de la vía que son en general aceptables. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado.

Nivel de servicio D. El flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente. No existe libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular, al ocurrir interferencias frecuentes con otros vehículos, o existir condiciones de vía más defectuosas. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es deficiente.

Nivel de servicio E. Representa la circulación a capacidad cuando las velocidades son bajas pero el tránsito fluye sin interrupciones. En estas condiciones es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de libertad y comodidad

son muy bajos. La circulación a capacidad es muy inestable, ya que pequeñas perturbaciones al tránsito causan congestión. Aunque se han tomado estas condiciones para definir el nivel E, este nivel también se puede alcanzar cuando limitaciones de la vía obligan a ir a velocidades similares a la velocidad a capacidad, en condiciones de inseguridad.

Nivel de servicio F. Representa la circulación congestionada, cuando el volumen de demanda es superior a la capacidad de la vía y se rompe la continuidad del flujo. Cuando eso sucede, las velocidades son inferiores a la velocidad a capacidad y el flujo es muy irregular. Se suelen formar largas colas y las operaciones dentro de éstas se caracterizan por constantes paradas y avances cortos. También condiciones sumamente adversas de la vía pueden hacer que se alcancen velocidades e irregularidades en el movimiento de los vehículos semejantes a las descritas anteriormente.⁷

4.3.5.4. La densidad

La densidad suele representarse en vehículos por kilómetro, se expresa como el número de vehículos que se encuentra en un tramo en determinado instante de tiempo.

Este parámetro se puede obtener por medio de fotografías o videos del sistema y su posterior conteo de vehículos, aunque muy pocas veces se mide directamente ya que se puede calcular con la ayuda de la intensidad y la velocidad media del recorrido. El valor de la densidad es máximo cuando todos los vehículos se encuentran detenidos en fila sin que existan vacíos entre ellos. En ese momento sería imposible el movimiento de los vehículos.

⁷ <http://www.bdigital.unal.edu.co/3555/1/victorhugonaranjoherrera.2008.pdf>

4.3.5.5. Tiempos de viaje y demoras

El tiempo de viaje es el tiempo que tarda en desplazarse un vehículo de un lugar a otro en una ruta dada. Al realizar un estudio de tiempos de demora adicionalmente se puede obtener información de los lugares, la duración y las causas de las demoras. Los datos obtenidos brindan una idea para valorar el nivel de servicio a lo largo de una ruta y son de ayuda para los especialistas en el tema para localizar zonas de problema pudiendo requerir atención especial con el fin de mejorar la circulación del tránsito en la ruta.

4.4. MARCO LEGAL

El presente proyecto está sustentado en cuanto a lo legal por:

- Plan Básico de Ordenamiento Territorial (P.B.O.T.) el cual hace énfasis en ordenar el sistema de vías, tránsito y transporte de tal manera que se propicie el mejoramiento de la movilidad general del municipio conectado con los circuitos viales nacionales, metropolitanos y a su vez con las áreas rurales del municipio de San Gil.
- El Plan Especial de Manejo y Protección (P.E.M.P.) el cual considera una serie de medidas complementarias al manejo del centro histórico en materia de vías y movilidad.
- El Plan de Desarrollo 2012 – 2015 por el San Gil que merecemos define como línea estratégica la movilidad, el espacio público y peatonalización (dimensión ambiente construido).
- Artículo 5 de la ley 105 de 1993: regulación del sector transporte sobre la facultad que tienen los municipios para definir lineamientos de movilidades.
- Plan prospectivo Guanenta 2025 define como uno de los proyectos, fortalecer la red vial secundaria y terciaria de la provincia.

- Acuerdo número 038 de 2003 diciembre 10 por medio del cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial para el municipio de San Gil.
- Ley 1083 de julio 31 del 2006 la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan disposiciones, el artículo 2 establecen sobre planes de movilidad.

5. METODOLOGIA

5.1. DISEÑO METODOLOGICO.

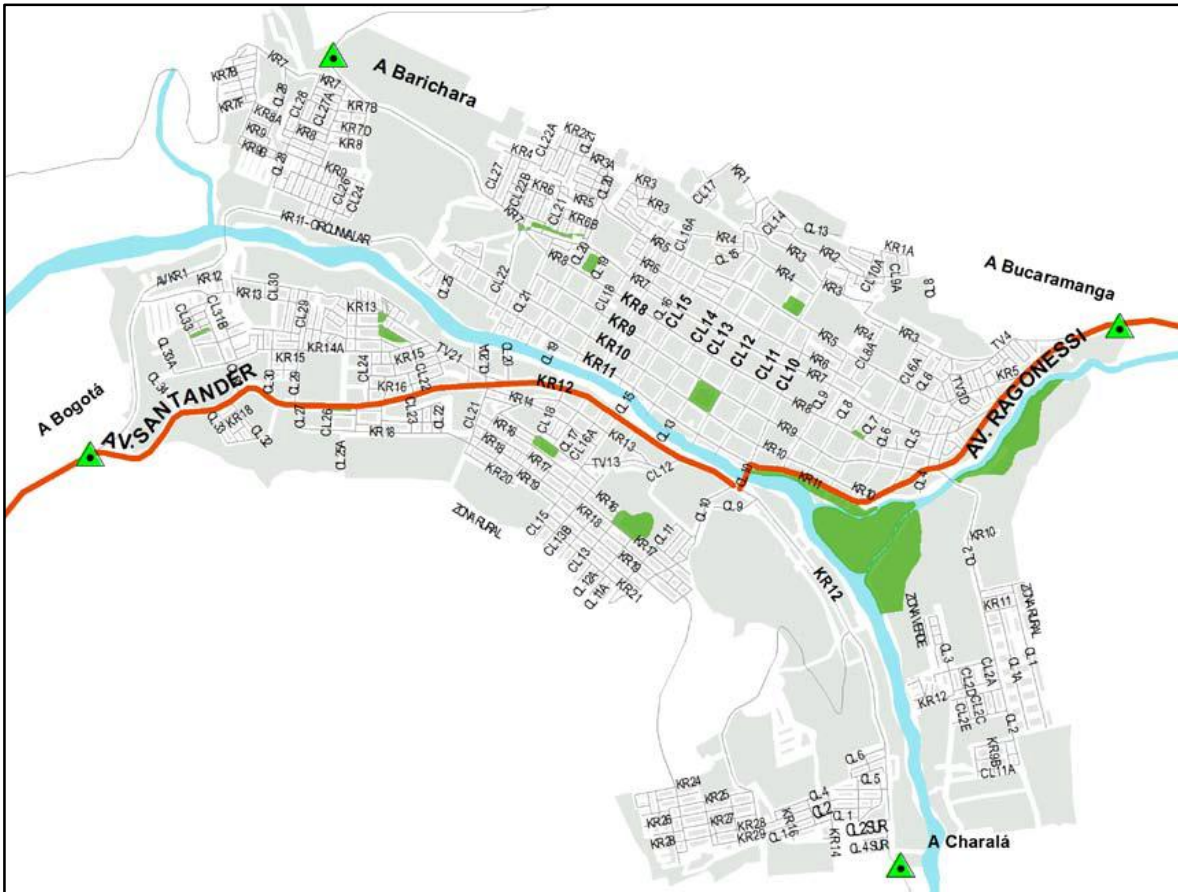
La metodología utilizada en el desarrollo de este proyecto fue trabajo de campo cuyos datos obtenidos en este fueron importantes y necesarios para la implementación del programa VISSIM. Se tuvieron en cuenta los objetivos propuestos los cuales se desarrollaron en 6 etapas descritas a continuación.

5.1.1. PRIMERA ETAPA

5.1.1.1. Identificación del tramo objeto de estudio

El tramo objeto de estudio está ubicado sobre la vía nacional 45A y corresponde a una carretera de orden primario en donde se mezcla el tráfico de paso y el local, cuenta con una longitud aproximada de 4,3 kilómetros y pasa sobre dos Avenidas principales: Avenida Ragonesi que va desde la carrera 5 hasta el puente principal y Avenida Santander que va desde el monumento hoja de tabaco en el puente principal hasta el terminal de transportes del municipio. En la Ilustración 4 (en rojo) se muestra la localización del tramo.

Ilustración 4. Tramo objeto de estudio



Fuente: <http://www.sangil.gov.co/>

5.1.1.2. Recolección de información secundaria

Se realizó una entrevista con el secretario de tránsito y transporte de San Gil y la policía nacional para lograr la información necesaria actual sobre:

Ubicación geográfica del corredor vial, Reportes de accidentalidad ocurridos en el tramo objeto de estudio, Información sobre rutas de buses, Numero de taxis registrado, Incremento del parque automotor.

Sobre esta información se obtuvieron los siguientes datos:

- a. El corredor vial objeto de estudio es una vía de carácter nacional tipificada como Vía Urbana Principal (VUP) y consta de dos calzadas bidireccionales de tránsito mixto con ancho de carril de 3.2 metros aproximadamente.
- b. Con respecto al tipo de pavimento el tramo en estudio está conformado en su totalidad por pavimento flexible y se encuentra en buen estado.
- c. En el tramo se encuentran localizados dos puentes peatonales que comunican al centro histórico con la Avenida Santander y el Centro comercial El Puente, que atraviesan el Río Fonce a la altura de la Calle 11 y calle 12 respectivamente y pasan sobre dicha avenida.
- d. El tramo en cuestión no cuenta con intersecciones semaforizadas, la totalidad de las intersecciones son reguladas con señal de pare o ceda el paso.
- e. En el tramo objeto de estudio se encuentran dos puentes vehiculares. El primer puente denominado “Rojas Pinilla” se localiza sobre la vía nacional (45A) que comunica de Bogotá a Bucaramanga y que hace su paso por el municipio. Este puente cuenta con una longitud aproximada de 39 metros, ancho de calzada de 6,5 m y anchos de andén de 1,10. Presenta pavimento tipo flexible. Este puente posibilita la conexión nacional y regional del municipio, y debido a su carácter de vía nacional y a su cercanía con el punto denominado “hoja de tabaco”, sitio de llegada de los usuarios provenientes de la vía que conduce de Charala a San Gil, Es utilizado principalmente por el tránsito regional y nacional.

El segundo puente se localiza sobre la calle 15, dando conectividad al municipio desde el centro histórico hasta la zona sur de la ciudad. Cuenta con una longitud aproximada de 66 metros, un ancho de calzada de 7 m y anchos de andén de 1,2 m. El tipo de pavimento es flexible.

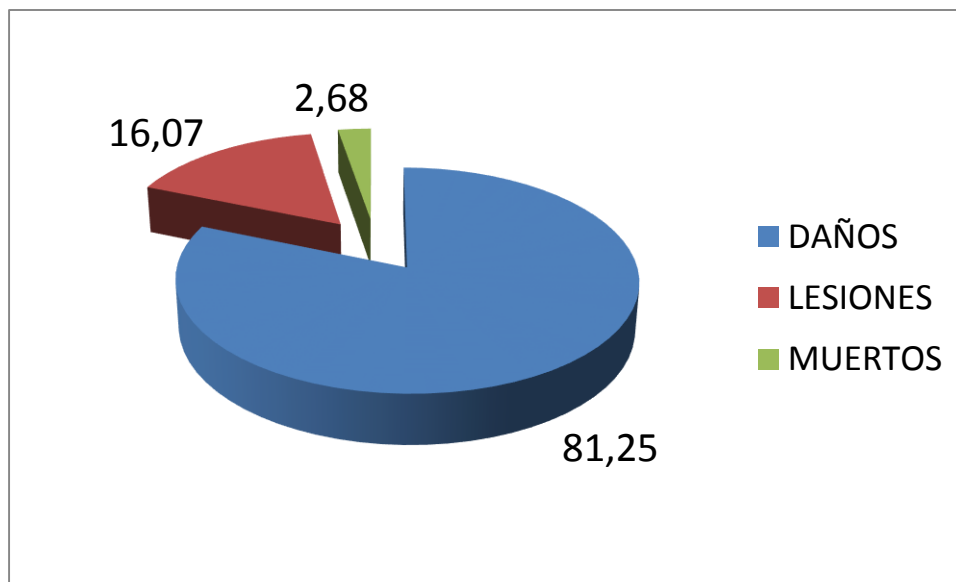
- f. Basados en información suministrada referente a la accidentalidad del año 2013 de los meses de Enero a Noviembre, se realiza el análisis correspondiente, tendiente a identificar los índices de accidentalidad y los

sitios de mayor peligrosidad en el corredor objeto de estudio así como las características principales de las condiciones de los accidentes de tránsito.

La base de datos analizada tiene un total de 112 registros.

La gravedad de los accidentes se divide en tres categorías, accidentes con solo daños, accidentes con lesionados y accidentes con muertos; En el año 2013, el 81,3% de los accidentes reportado fue de solo daños, el 16% de accidentes con lesiones y el 2,7% de accidentes con muertos.

Ilustración 5. Distribución de accidentes según su gravedad



Fuente: Secretaria de tránsito y elaboración propia

De acuerdo con el mes de ocurrencia de los accidentes Enero es el que más ocurrencia de accidentes tiene, seguido del mes de octubre y en tercer lugar junio.

El día de mayor ocurrencia de accidentes es el domingo, seguido del sábado y el miércoles.

Se pudo detectar que las intersecciones que comprende a los dos puentes (avenida Santander con calle 10 y calle 15) y el sector conocido como la Punta del Este (carrera 17 A con transversal 21 y carrera 17 A con calle 20), son los sitios donde se presentan y se reportan mayor número de accidentes.

Las causas más notorias son la falta de señalización, imprudencias de los conductores, el gran flujo vehicular que allí se presenta en horas pico y por el gran número de tráfico pesado.

- g. En el municipio de San Gil están habilitadas 3 empresas que prestan el servicio de transporte público colectivo urbano, las cuales sirven ocho 8 rutas con un total de 101 vehículos. Los vehículos son de tipo microbuses con una capacidad de 14 a 19 pasajeros

Las empresas autorizadas para prestar el servicio de transporte público colectivo de la ciudad son:

- Cooperativa de Transportadores de San Gil – COTRASANGIL.
- Cooperativa de Transportadores de Guanentá – COOTRAGUANENTA LTDA.
- Cooperativa de Transportadores del Fonce – COOTRAFONCE LTDA.

A continuación en la **Tabla 2. Rutas de transporte público colectivo del municipio** Tabla 2 se presenta la lista de las rutas autorizadas para el transporte público colectivo en el municipio de san gil. Cabe destacar que todas las rutas en su recorrido pasan por el puente de la calle 10.

Tabla 2. Rutas de transporte público colectivo del municipio

EMPRESA	No.	RUTAS AUTORIZADAS	Tiempo de Recorrido (min)	Frecuencia (min)	Long Recorrida (km)	Número de vehículos
COOTRAGUANENTÁ	1	Almendros I - Centro - San Martín	50	5 a 10	13,4	14
	2	Barrio José Antonio Galán - Centro - Ciudadela del Fonce - Centro - Barrio José Antonio	55	5 a 10	10,2	15
COTRASANGIL	3	Villa Olímpica	60	5 a 10	10	14
	4	Mateguadua - UniSanGil - Centro - Hospital - Sena - Mateguadua	40	5 a 10	10	10
	5	Talleres El Tierrero - Fátima - Hospital - Terminal de Transportes - Talleres El Tierrero	50	5 a 10	14,4	14
	6	Barrio Santander - Cementos - Hospital - Barrio Santander	50	5 a 10	11	12
COOTRAFONCE	7	Paloblanca - Centro - Paloblanca	58	5 a 10	22,3	22
	8	Sector Bella Isla		30		

Fuente: Secretaria de tránsito y elaboración propia

- h. El parque automotor en el municipio de San Gil, según los registros oficiales es de 23.416 vehículos para todas las categorías.

El 57,85% de los vehículos totales son motocicletas siendo los de mayor participación en el municipio por encima del automóvil, esta cifra tan elevada se da muy probablemente a la accesibilidad económica que tiene este medio de transporte. El segundo tipo de vehículo con mayor presencia es el automóvil con un total del 36,42% de los motorizados. Los taxis apenas representan el 2,83% del parque automotor total. Los vehículos de transporte colectivo (microbús y buseta) representan el 2.14% del total; cabe destacar que acá se cuentan tanto los vehículos de servicio público como los particulares. Y finalmente con un 0,75% están los camiones que se encuentran registrados en el municipio. En la Tabla 3 se encuentra el resumen de esta información.

Tabla 3. Parque automotor municipio de San Gil

	No. VEHICULOS	PORCENTAJE
MOTO	13544	57,85%
AUTO	9191	39,25%
BUSETA	502	2,14%
CAMION	176	0,75%
TOTAL	23413	

Fuente: Secretaria de tránsito y elaboración propia

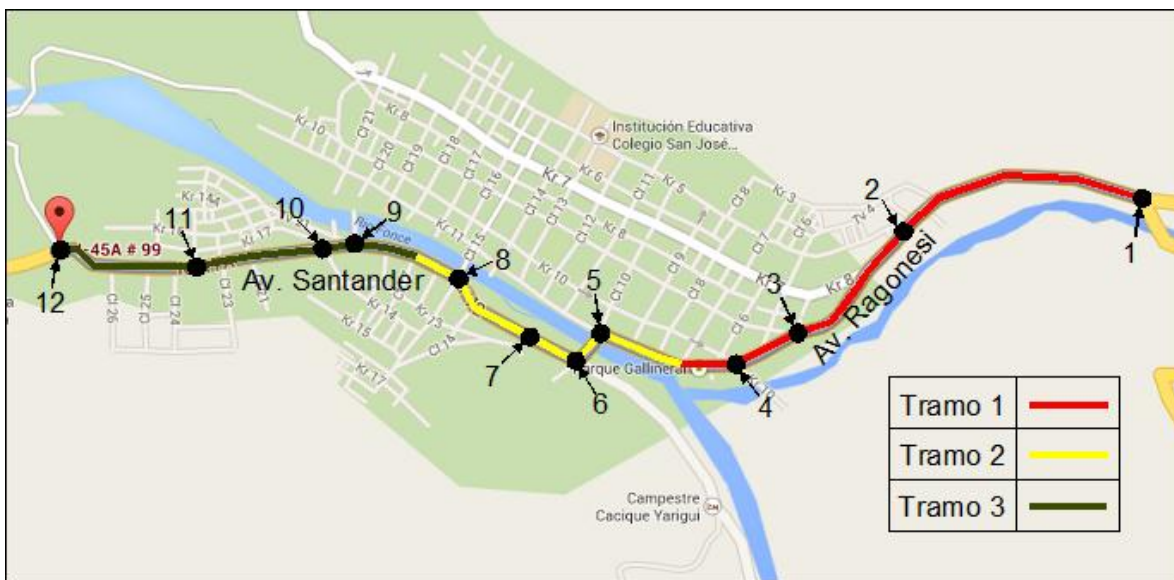
- i. Con referencia al incremento del parque automotor se estima que para los automóviles crecerá a una tasa del 8,42% anual, mientras la de los buses tendrá un crecimiento del 5,22% y la de los camiones a 4,6% según el registro oficial del ministerio de transporte en Colombia.
- j. En san Gil operan tres (3) empresas habilitadas para la prestación del servicio de transporte público individual tipo taxi, la relación es la siguiente:
 - Cooperativa de Transportadores de San Gil – COTRASANGIL. con un total de 126 vehículos.
 - Cooperativa de Transportadores de Guanentá – COOTRAGUANENTA LTDA. con un total de 88 vehículos.
 - Cooperativa de Transportadores del Fonce – COOTRAFONCE LTDA. con un total de 62 vehículos.

5.1.2. SEGUNDA ETAPA

5.1.2.1. Ubicación de los puntos de aforo

Se realizó la ubicación de los puntos de aforo a lo largo del corredor vial, para ello se hizo una observación directa en todas la intersecciones que involucran al tramo con el fin de detectar con mayor precisión cuales eran las más significativas en el corredor objeto de estudio. En la Ilustración 6 se presentan las estaciones de aforo representados en número.

Ilustración 6. Puntos de aforo



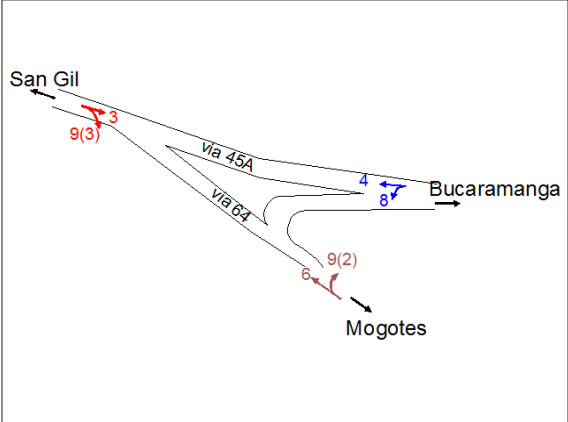

Fuente: maps.google.es / Elaboración propia

A continuación se presentan la descripción de las intersecciones con el número que le corresponde a cada movimiento según el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte (ver Ilustración 8. Nomenclatura de Movimientos Norma RILSA):

- **Estación 1: Intersección vía 45A con vía hacia Mogotes (vía 64).**

Intersección en Y a nivel controlada por señal de pare horizontal, es bidireccional en los tres accesos a la intersección; en ella se desvían los vehículos que se dirigen hacia el municipio de Mogotes.

Tabla 4. Intersección vía 45A con vía hacia Mogotes (vía 64).

Esquema de la intersección	Fotografía
	

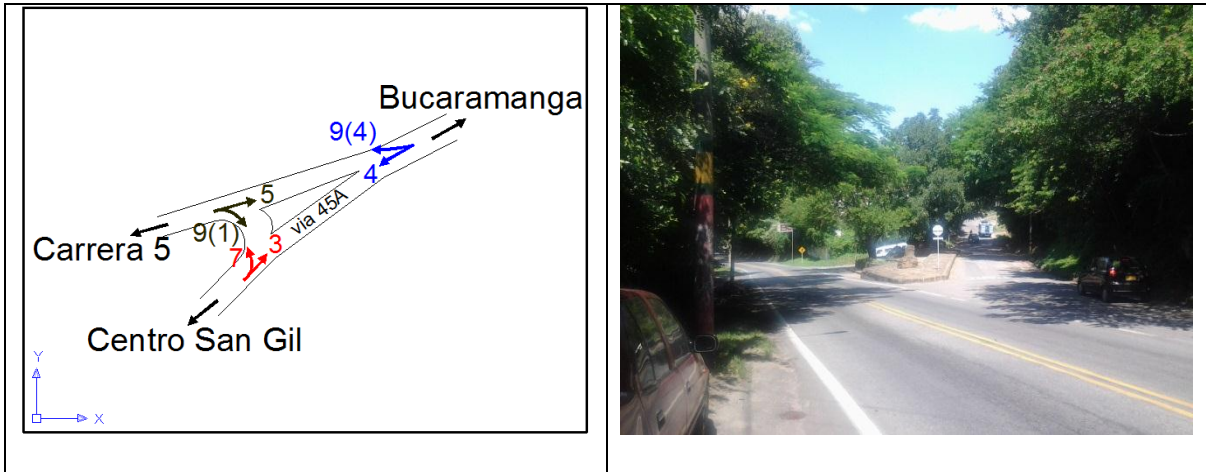
Fuente: Elaboración propia

- **Estación 2: Intersección Avenida Ragonesi con carrera 5 (monumento del agua).**

Intersección a nivel en Y controlada por señal de pare horizontal, presenta doble sentido en los tres accesos a la intersección. Punto importante puesto que en esta se desvían los vehículos que van hacia los barrios altos del municipio y también hacia el municipio de Barichara.

Tabla 5. Intersección Avenida Ragonesi con carrera 5 (monumento del agua).

Esquema de la intersección	Fotografía
----------------------------	------------



Fuente: Elaboración propia

- **Estación 3: Intersección Avenida Ragonesi con carrera 9.**

Intersección a nivel en Y con un solo sentido de circulación por la carrera 9 y doble sentido en los dos accesos restantes. Es uno de los accesos al pueblo más utilizados por los vehículos puesto que se dirige directamente hacia el centro histórico del municipio.

Tabla 6. Intersección Avenida Ragonesi con carrera 9.

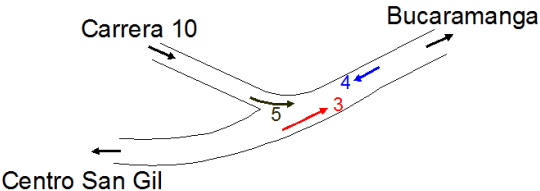

Esquema de la intersección	Fotografía

Fuente: Elaboración propia

- **Estación 4: Intersección Avenida Ragonesi con carrera 10.**

Intersección a nivel en Y controlada por señal de pare horizontal en la carrera 10. Es una de las salientes más importantes en el municipio.

Tabla 7. Intersección Avenida Ragonesi con carrera 10.

Esquema de la intersección	Fotografía
	

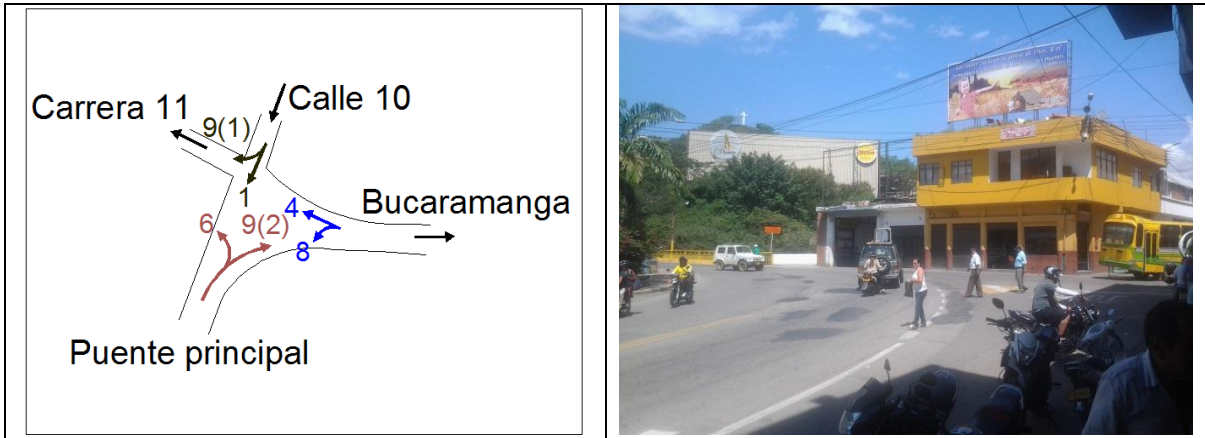
Fuente: Elaboración propia

- **Estación 5: Intersección Avenida Ragonesi con Carrera 11 y calle 10 (puente principal Rojas Pinilla lado norte).**

Intersección ubicada sobre la Vía Nacional en donde se moviliza el tránsito de paso y se accede al centro histórico por la carrera 11. Dicha intersección está a nivel y es controlada con señales horizontales.

Tabla 8. Intersección Avenida Ragonesi con Carrera 11 y calle 10.

Esquema de la intersección	Fotografía
----------------------------	------------



Fuente: Elaboración propia

- **Estación 6: Intersección Avenida Santander con calle 10 (monumento hoja de tabaco).**

Intersección en T a nivel controlada por señal de pare horizontal, es bidireccional en los tres (3) accesos a la intersección. En ella se encuentra la vía que de San Gil conduce al municipio de Charalá.

Tabla 9. Intersección Avenida Santander con calle 10 (monumento hoja de tabaco).

Esquema de la intersección	Fotografía

Fuente: Elaboración propia

- **Estación 7: Intersección Avenida Santander con calle 12 (centro comercial el puente).**

Intersección en T a nivel controlada por señal de pare horizontal, es bidireccional en los tres accesos a la intersección. En este sector se encuentra el acceso a la clínica Santa Cruz de la Loma así como también la entrada al centro comercial El Puente, además de comunicar la Avenida central con la Villa olímpica.

Tabla 10. Intersección Avenida Santander con calle 12.

Esquema de la intersección	Fotografía

Fuente: Elaboración propia

- **Estación 8: Intersección Avenida Santander con calle 15 (puente Mochuelo).**

Es la intersección que conecta la vía nacional con el centro histórico por la calle 15 en donde se encuentra el puente vehicular el Mochuelo sobre el Rio Fonce, se encuentran controlada por señal de pare horizontal, presenta doble sentido en cada uno de sus accesos.

Tabla 11. Intersección Avenida Santander con calle 15 (puente Mochuelo).

Esquema de la intersección	Fotografía

Fuente: Elaboración propia

- **Estación 9: Avenida Santander con transversal 21 (Punta del Este) costado Norte.**

Se le llama Punta del Este a un grupo de intersecciones sobre la Avenida Santander con una proximidad de máximo 30 metros que están ubicadas en el costado norte y sur de la Av. Santander, se encuentran controlada por señal de pare horizontal, presenta doble sentido en cada uno de sus accesos. Esta intersección conecta a la vía principal con la transversal 21.

Tabla 12. Avenida Santander con transversal 21 (Punta del Este) costado Norte.

Esquema de la intersección	Fotografía

Fuente: Elaboración propia

- **Estación 10: Avenida Santander con calle 20 (Punta del Este) costado Sur.**

Intersección ubicada en la Avenida Santander en el sector conocido como Punta del Este. Conecta con la villa olímpica y es regulada con señales horizontales.

Tabla 13. Avenida Santander con calle 20 (Punta del Este) costado Sur.

Esquema de la intersección	Fotografía

Fuente: Elaboración propia

- **Estación 11: Avenida Santander con calle 24**

Intersección en T a nivel controlada por señal de pare horizontal, es bidireccional en los tres accesos a la intersección. Se encuentra la calle 24 principal acceso al barrio San Martín.

Tabla 14. Avenida Santander con calle 24

Esquema de la intersección	Fotografía
<p>Diagrama de la intersección de Avenida Santander con Calle 24. El diagrama muestra un cruce con avenidas B. San Martín, El Serguro, Bogotá, y Centro San Gil. Se indican volúmenes de tráfico con números 7, 9(1), 5, 9(4) y 4, algunos con flechas de color rojo y azul.</p>	<p>Fotografía de la intersección de Avenida Santander con Calle 24, mostrando un autobús y edificios en el fondo.</p>

Fuente: Elaboración propia

- Estación 12: Avenida Santander frente al terminal de transportes.

Intersección a nivel sobre la Avenida Santander controlada con señales verticales y horizontales. Se encuentra la vía que conduce hacia el barrio Villa del Prado.

Tabla 15. Avenida Santander frente al terminal de transportes.

Esquema de la intersección	Fotografía
<p>Diagrama de la intersección de Avenida Santander frente al terminal de transportes. El diagrama muestra un cruce con avenidas B. Villa del Prado, Bogotá, y Centro San Gil. Se indican volúmenes de tráfico con números 9(1), 9(4) y 4, algunos con flechas de color rojo y azul.</p>	<p>Fotografía de la intersección de Avenida Santander frente al terminal de transportes, mostrando un camino pavimentado y árboles.</p>

Fuente: Elaboración propia

5.1.2.2. Requerimientos para la toma de información primaria

- Capacitación del personal

Para la recopilación de la información se contó con la participación de aforadores con experiencia en este tipo de actividades; en un paso previo al trabajo de campo, se efectuó el proceso de capacitación sobre los diferentes aspectos relacionados con el procedimiento de conteo, enfatizándose en la técnica y forma de diligenciamiento de los formatos.

- Formato de campo

En la

Ilustración 7, se presenta el formato empleado para la recopilación de la información. Cada formato de volúmenes vehiculares debe ser diligenciado por el aforador asignado a cada estación y movimiento, consignando la siguiente información:

- Fecha: se anota el día, el mes y el año de la observación.
- Hora Inicio: se registra la hora de iniciación del turno de observación de cada hoja.
- Hora Final: espacio en el cual se anota la hora de terminación del turno de observación de cada hoja.
- Condición Climática: se registra el estado del tiempo predominante durante la observación.
- Aforador: nombre completo del aforador.
- Supervisor: nombre completo del supervisor.

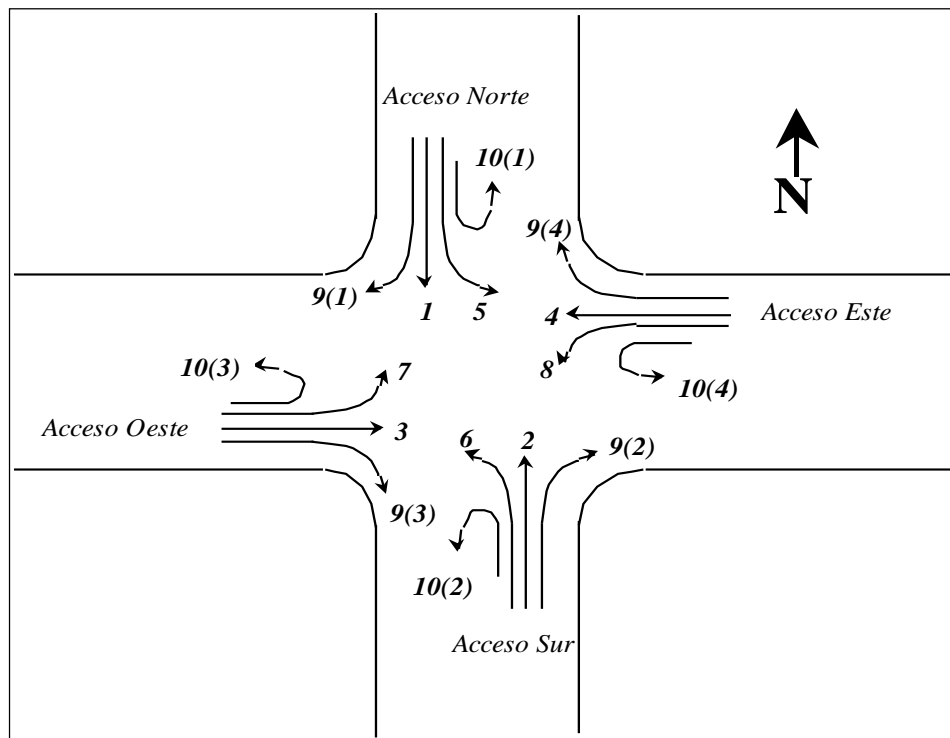
- Ubicación: en este espacio se registran las nomenclaturas de las vías que se interceptan en la estación aforada, el cual es independiente para cada sitio.
- Movimiento: aquí se incluyeron los movimientos aforados por un mismo observador, identificados con letras que corresponden al punto cardinal de origen y de destino.
- Hoja:_____ De:_____: corresponde al control secuencial comenzando en uno, del número de formatos diligenciados por turno, anotándose el total de los mismos luego de la palabra “De”.
- Croquis: zona para ubicar el esquema de la estación en el cual se identifican aspectos como: el norte, los movimientos aforados y el punto de observación, este esquema solo se incluyó en la primera hoja de los formatos diligenciados por turno.
- Hora militar: corresponde al período en el cual se observan los vehículos que realizan el movimiento indicado en la columna anterior; aquí se registró la hora militar de inicio de cada período de aforo, teniendo en cuenta que cada división del formato considera un período de quince (15) minutos por movimiento.
- Celdas para cada tipo de vehículo: para cada movimiento y para cada tipo de vehículo se destina una celda con el fin de registrar el paso de los vehículos.
- Total: se incluye una celda por movimiento y tipo de vehículo para totalizar el número de vehículos registrados en cada período.
- Observaciones: este espacio se destina para anotar algún comentario de importancia a juicio del aforador o del supervisor.

Ilustración 7. Formato de campo

- Recopilación de información

Para recopilar la información se identifican las estaciones con sus respectivas características operacionales. Los movimientos vehiculares y su correspondiente codificación (Ver Ilustración 8) establecida en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, se ajustan a las necesidades puntuales del proyecto en cada estación.

Ilustración 8. Nomenclatura de Movimientos Norma RILSA



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, elaborado por la firma Cal & Mayor y Asociados S.C. para la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá, D.C.

La información se recolecta en intervalos de tiempo de aforo de 15 minutos, empleando los formatos establecidos anteriormente, según tipo de vehículo, tal como se describe a continuación.

- a. Autos (vehículos livianos se incluirán colectivos).
- b. Buses (se incluirán todos los tipos de servicio incluidas las buses, microbuses, buses escolares, etc).
- c. Camiones (se incluirán todos los tipos de camiones: C2P, C2G, C3, C4, C5, >C5).
- d. Motos. (Vehículos tipo motocicleta y triciclo auto propulsados).

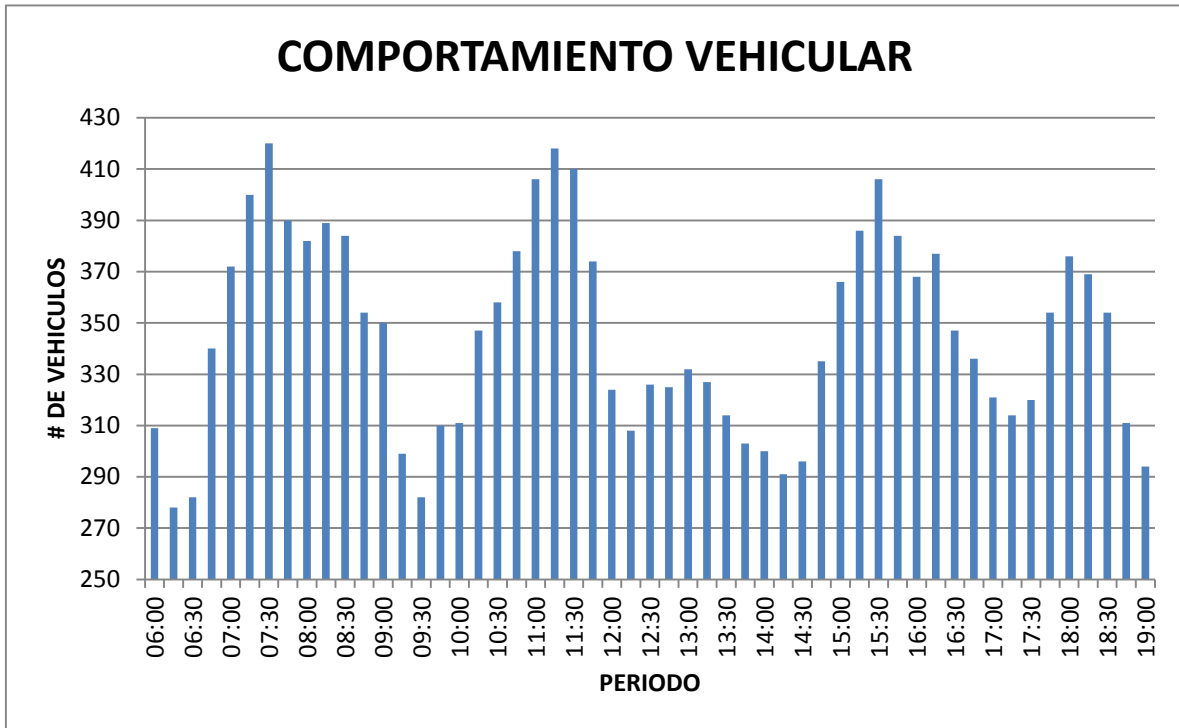
5.1.2.3. Calculo de la hora de máxima demanda

Para la determinación de esta hora se tomó una estación base ubicada en la Avenida Santander frente al monumento Hoja de Tabaco donde se realizó un aforo general de 6 de la mañana a 8 de la noche con solo dos movimientos (movimiento 3 y 4) cuyo fin fue detectar la hora del día donde se presentaba el mayor flujo vehicular.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que la hora donde hay mayor concurrencia de vehículos es de 7:30 am a 8:30 am con un valor de 420. (Ver anexo 1 y 2).

Esta hora fue indispensable para luego realizar el aforo en las intersecciones más concurrentes del tramo en estudio. A continuación se presenta un gráfico que resume los datos obtenidos en este ítem.

Ilustración 9. Resumen datos obtenidos para el cálculo de la HMD



Fuente: Elaboración propia

5.1.2.4. Toma de información

Con el fin de obtener la información necesaria para caracterizar el tránsito en el municipio de San Gil se definieron 12 puntos de aforo (Ver Ilustración 6) en los cuales se realizó en la hora de máxima demanda el respectivo aforo.

En el anexo 3 se puede observar la recolección de esta información.

5.1.2.5. Velocidades de operación

Con el fin de estudiar las condiciones actuales de movilización en el corredor objeto de estudio de modo que se puedan calcular las velocidades en el tramo, se realizó la toma de información con ayuda de un vehículo de prueba que se desplaza en el tráfico, el cual hace un viaje de ida y vuelta en un día típico.

Después del recorrido se realizó el cálculo de tiempos de espera y número de paradas con base en los datos tomados en terreno. Para calcular dichos tiempos se tomaron las diferencias que hay en segundos, desde que se presenta una parada, hasta cuando el vehículo arranca nuevamente para la siguiente y al final se sumaron todos los tiempos de espera y se contaron el número de paradas a lo largo del corredor.

Generalmente se realiza la toma de varias muestras por sentido para calcular el promedio y para tener una información más veraz.

Las velocidades promedio por sentido para los vehículos particulares que circulan sobre el corredor fueron:

Tabla 16. Velocidades de operación

AVENIDA	TRAMO	DISTANCIA (m)	SENTIDO			
			OCCIDENTE - ORIENTE		ORIENTE - OCCIDENTE	
			VEL. RECORRIDO (Km/h)	VEL. MARCHA (Km/h)	VEL. RECORRIDO (Km/h)	VEL. MARCHA (Km/h)
Ragonesi	Pozo azul - Carrera 5	913	53	50	56	52
	Carrera 5 - Calle 10	1446	44	44	31	31
Santander	Calle 10 - Calle 15	620	25	31	25	29
	Calle 15 - Punta del Este	524	21	21	18	18
	Punta del Este - Terminal	1018	36	36	20	20

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 16, el tramo comprendido entre la Pozo azul y la carrera 5 es el de mayor velocidad, alcanzando los 56 Km/h en el sentido Oriente – Occidente y los 53 Km/h en el sentido Occidente - Oriente; disminuyendo la velocidad por presencia de las señales de pare y los giros izquierdos a la altura de la Calle 15 y la Punta del Este.

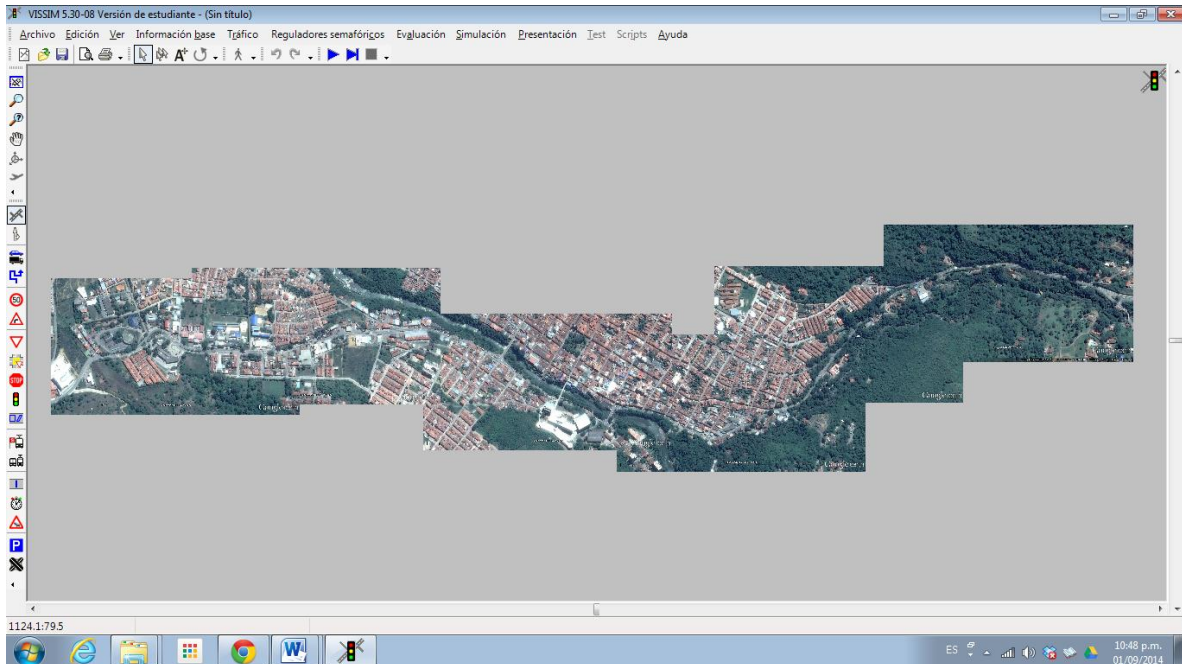
5.1.3. TERCERA ETAPA

Se empleó el programa VISSIM para realizar la microsimulación en cinco escenarios diferentes: Situación actual y proyección a 5 y 10 años del corredor en estudio sin la variante y con ella. A continuación se presenta la descripción de lo realizado para cada una de los escenarios.

5.1.3.1. Creación de la red

El proceso de creación de la red inicia con los tramos y conectores teniendo como guía imágenes satelitales del corredor en google earth previamente cargadas al programa y escaladas en el mismo. Debido a que el corredor objeto de estudio es bastante amplio se hizo necesario tomar varias imágenes para identificar con mayor precisión el eje vial. Dichas imágenes fueron interpuestas de tal forma que coincidieran unas con otras y no hubiera saltos en todo el corredor. A continuación se presenta la pantalla principal del programa VISSIM con las imágenes ya mencionadas anteriormente.

Ilustración 10. Imágenes de fondo guías.



Fuente: Elaboración propia, tomada del software de microsimulación VISSIM

Para la realización de los tramos y conectores se tuvo en cuenta la información secundaria suministrada por la secretaria de tránsito y transporte donde se presenta que el ancho de carril promedio del tramo objeto de estudio es de 3,2 metros. Este dato es indispensable puesto que el programa al crear un tramo nos permite introducir este valor.

También fue necesario tener en cuenta que en algunos de los tramos está restringido el paso de camiones, esto se debe a la prohibición que por norma se tiene sobre la circulación del tráfico pesado en las ciudades.

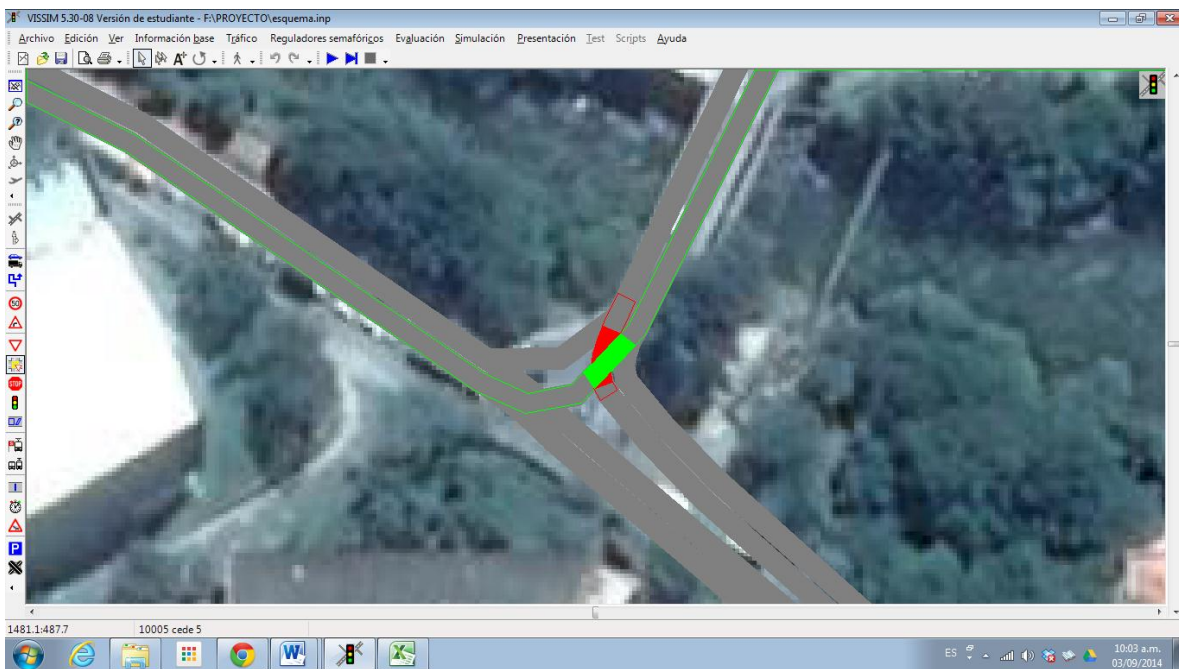
A continuación se muestra una ilustración donde se presenta los datos que son necesarios para la creación de los tramos.

5.1.3.3. Áreas de conflicto

Debido a que en el corredor objeto de estudio las intersecciones son controladas por señales de pare se debió hacer uso de esta herramienta.

Las áreas de conflicto es un parámetro determinante en la microsimulación puesto que este nos indica que vehículo tiene la vía al llegar a determinada intersección. A continuación se muestra una de las áreas de conflicto.

Ilustración 13. Áreas de conflicto



Fuente: Elaboración propia, tomada del software de microsimulación VISSIM

Nota: El verde indica cual es el movimiento que tiene la prioridad de paso al llegar al cruce (ver Ilustración 13).

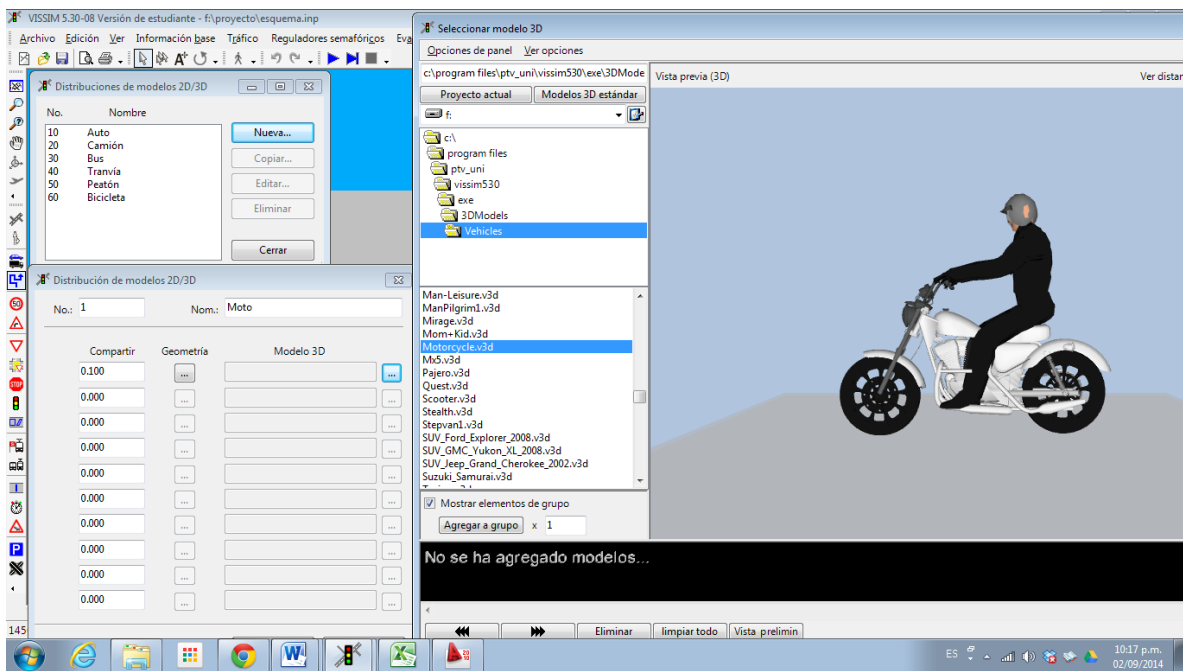
5.1.3.4. Distribución vehicular

Teniendo en cuenta la información obtenida en los aforos vehiculares se pudo establecer que en el corredor vial objeto de estudio transitan 9 tipos de vehículos (Autos, Motos, buses, camión de 2 ejes pequeño, camión de 2 grande, camión de 3 ejes, camión de 4 ejes, camión de 5 ejes y camión con más de 5 ejes) debido a que es una vía de carácter primario.

Basados en lo anterior se procedió al ingreso de vehículos tipo, en el software. El programa trae por defecto una serie de modelos para cada tipo de vehículo que en la red se presentan. Estos modelos fueron los que se observaron al momento de correr el programa, por lo tanto se debió introducir los 9 vehículos tipo, ya mencionados.

La siguiente imagen, se presenta el menú de herramientas para ingresar un nuevo vehículo tipo, así como el modelo del mismo en 3D.

Ilustración 14. Distribución de modelos 2D/3D



Fuente: Elaboración propia, tomada del software de microsimulación VISSIM

Cuando se terminó de introducir todos los modelos 3D que se necesitaron en la red se procedió a agregarlos también a los tipos de vehículo y clases de vehículo respectivamente para así culminar este parámetro.

5.1.3.5. Equilibrio de la red

Para este factor se tuvo en cuenta las entradas y salidas que en los diferentes sub-tramos se presentan, por tanto se realizó la verificación de que los vehículos que entraran a la red fueran iguales a los que salieran para así ingresar los datos en el software.

Cabe destacar que se tuvo en cuenta tanto el movimiento realizado por el vehículo en cada estación como el tipo de vehículo para la realización de las diferentes matrices. Este equilibrio de la red se hizo para la hora de máxima demanda.

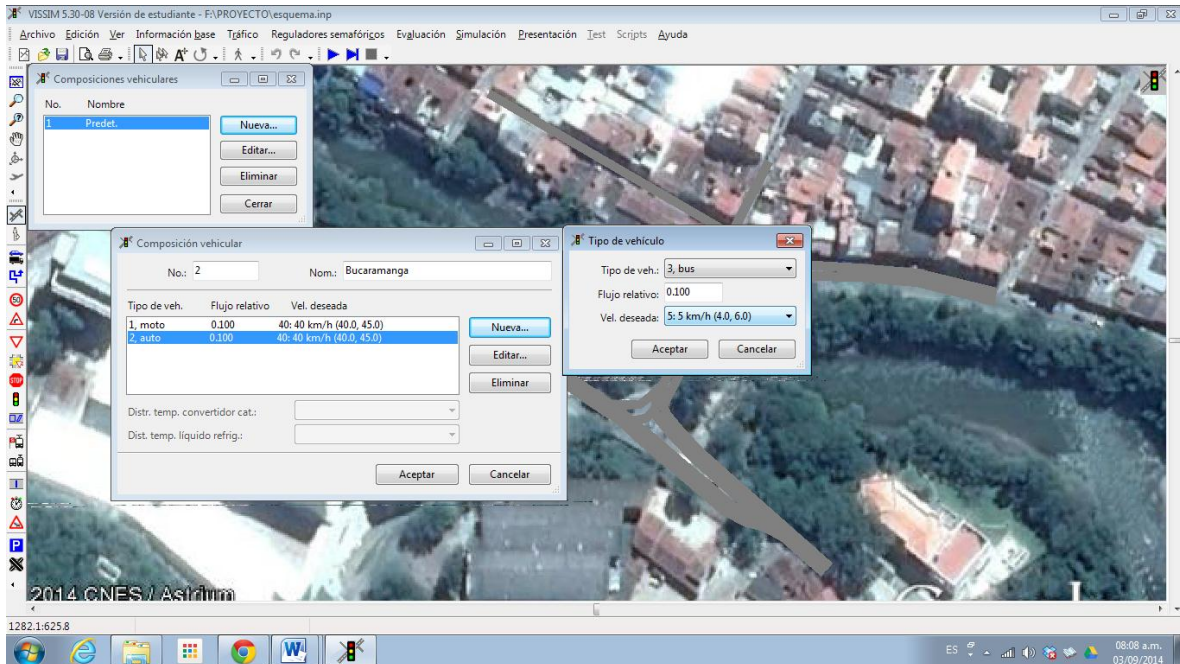
En el anexo 4 se observa estas matrices en equilibrio.

5.1.3.6. Composición vehicular

Se procedió a determinar la composición vehicular teniendo en cuenta las posibles entradas que comprenden a la red y las velocidades que para cada tipo de vehículo se tomaron previamente en el ítem 5.1.2.5. Puesto que la red ya está en equilibrio solo fue necesario calcular el valor del porcentaje de cada vehículo tipo que en las entradas se presentan (ver anexo 5).

A continuación se presenta el menú de herramientas para ingresar los datos de las diferentes composiciones viales (para cada entrada a la red debe haber una composición diferente).

Ilustración 15. Composición vehicular



Fuente: Elaboración propia, tomada del software de microsimulación VISSIM

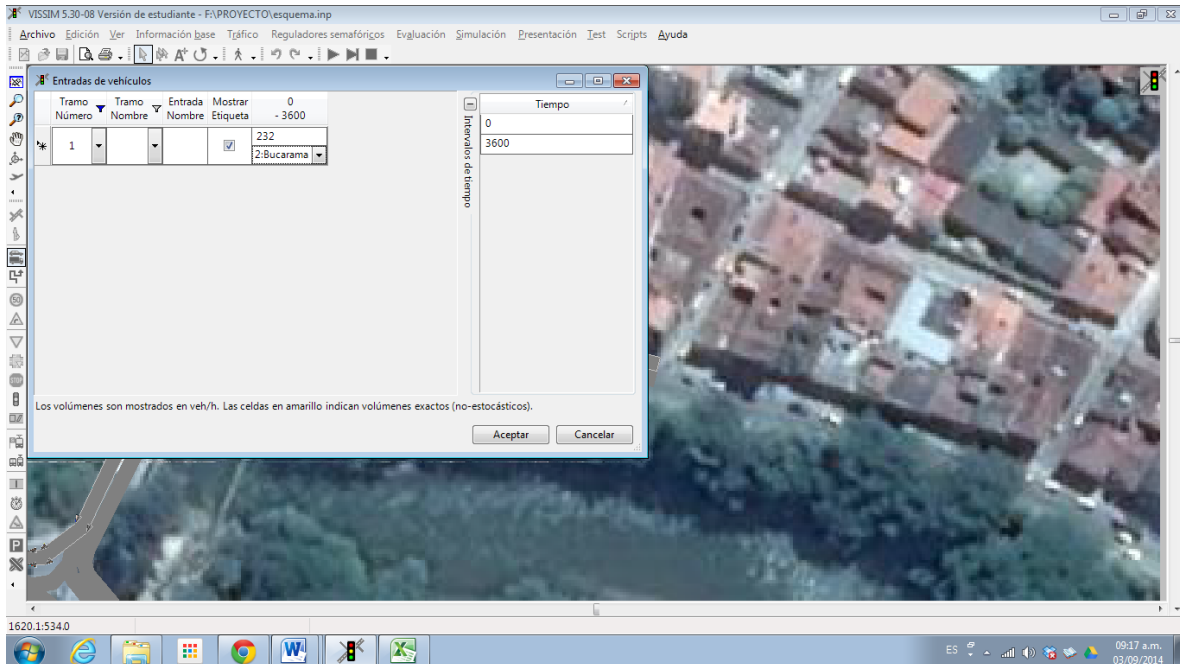
5.1.3.7. Entrada de vehículos

Basados en la información tomada en campo en las diferentes estaciones sobre el número de vehículos que ingresan en determinada entrada se efectuó este parámetro.

Primero se debe introducir el valor del volumen total que ingresa en cada entrada al corredor para un periodo de 3600 segundo (hora de máxima demanda) para luego determinar la composición vehicular previamente ya definida anteriormente en el ítem 5.1.3.6.

Seguidamente se presenta el menú de herramientas que el software tiene para este parámetro.

Ilustración 16. Entrada de vehículos al software



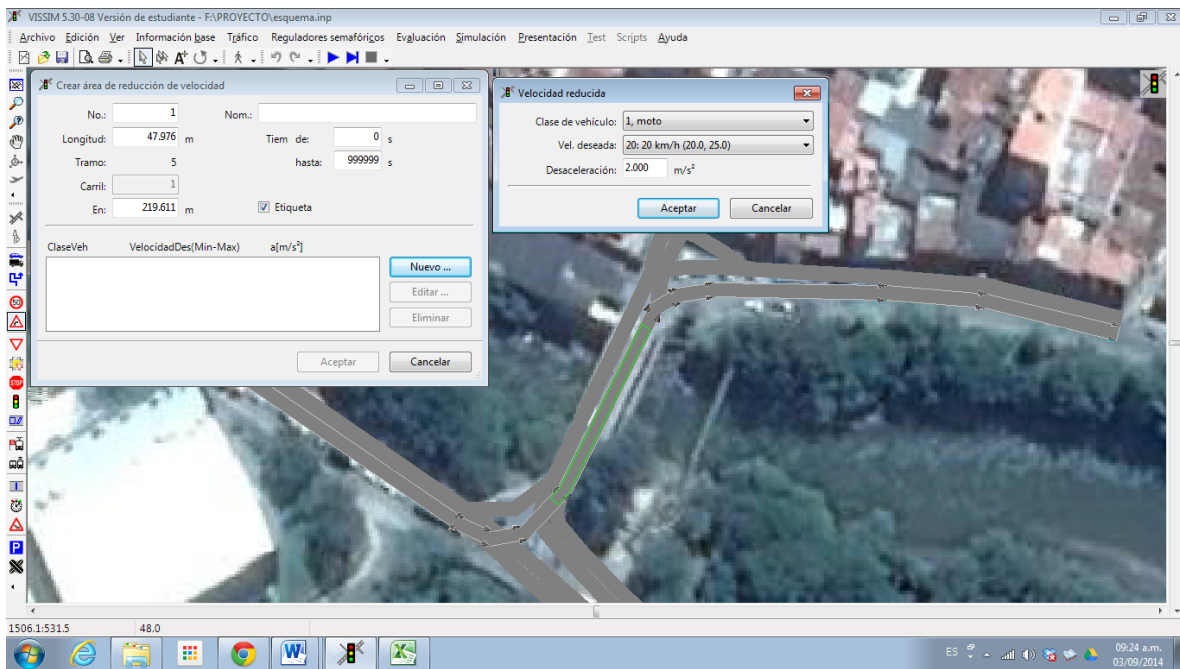
Fuente: Elaboración propia, tomada del software de microsimulación VISSIM

5.1.3.8. Áreas de reducción de velocidad

Debido a que en toda la malla vial la velocidad de los vehículos no es uniforme se debió hacer uso de esta herramienta con el fin de restringir las velocidades en algunos sectores puesto que por ser una zona urbana los vehículos no pueden transitar libremente por el corredor o tienen algún tipo de restricción.

La Ilustración 17 se presenta las ventanas para definir las restricciones de velocidad en ciertas áreas del tramo.

Ilustración 17. Área de reducción de velocidad



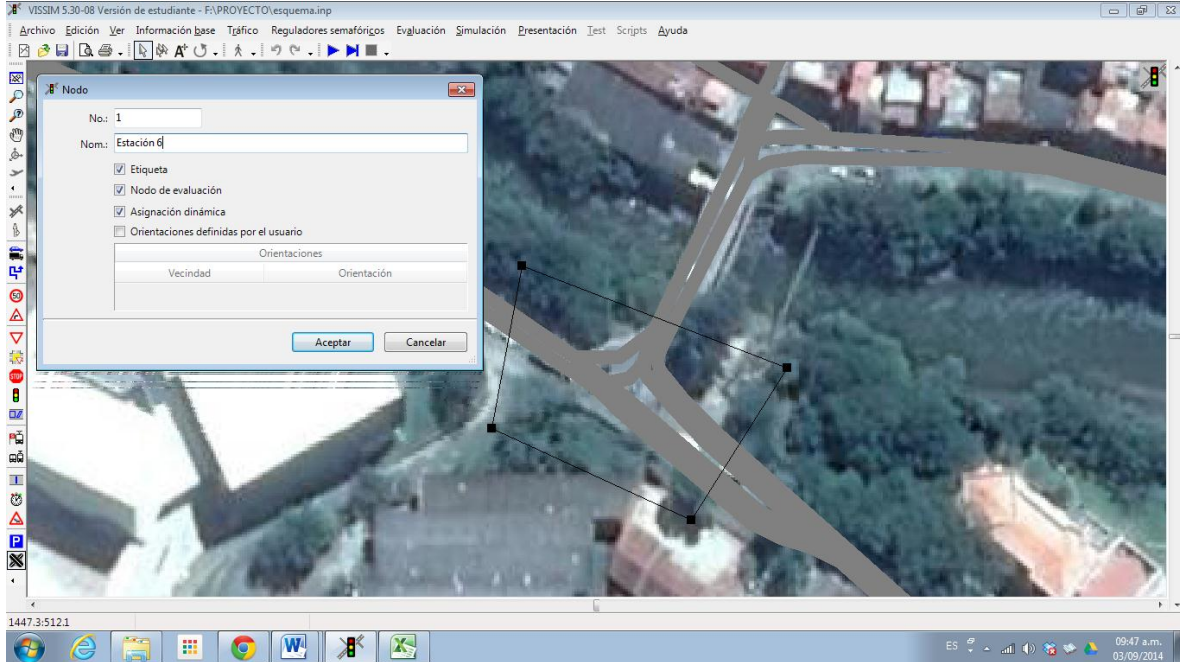
Fuente: Elaboración propia, tomada del software de microsimulación VISSIM

5.1.3.9. Nodos

Cuando se habla de nodos en el programa VISSIM nos referimos a una especie de rectángulos que determinan el área donde el programa va a realizar la debida evaluación y generar los respectivos reportes. Estas áreas se ubicaron en cada una de todas las intersecciones que en el corredor se presentan.

La ilustración siguiente presenta uno de los nodos y la ventana de herramientas al crear uno de ellos.

Ilustración 18. Creación de nodos



Fuente: Elaboración propia, tomada del software de microsimulación VISSIM

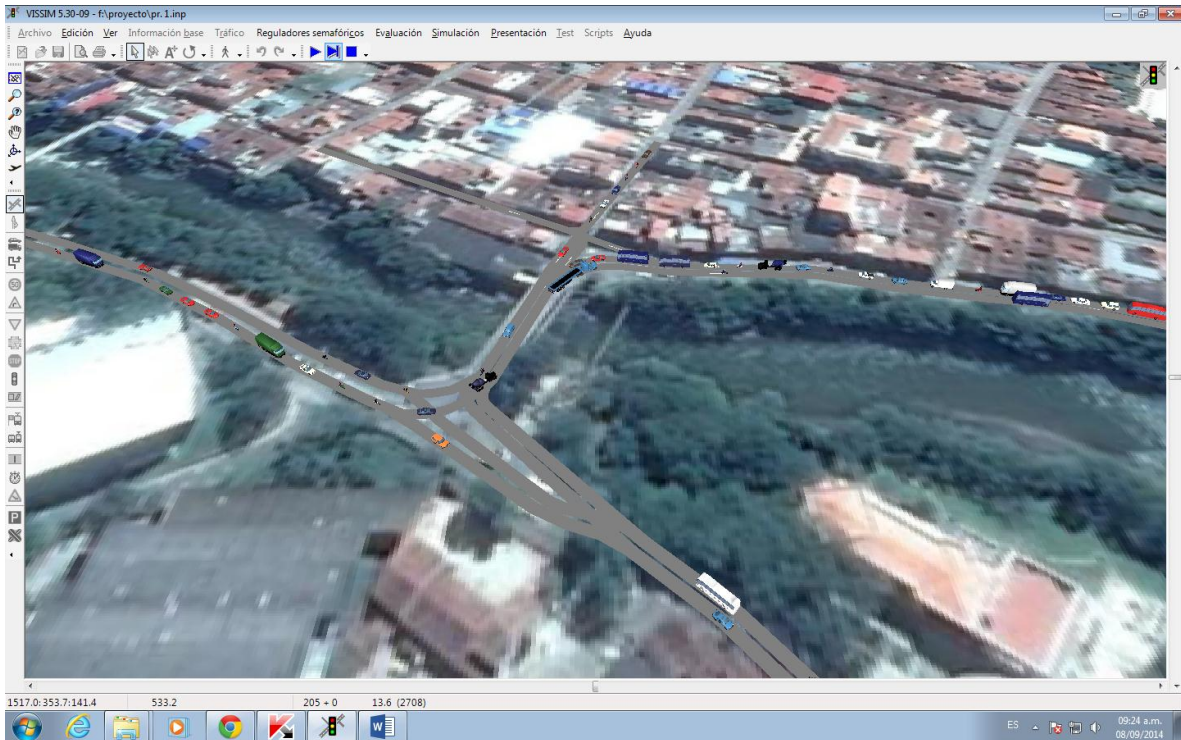
5.1.4. CUARTA ETAPA

Esta etapa muestra los reportes obtenidos al implementar el software teniendo en cuenta los datos de entrada que en la anterior etapa se definieron.

5.1.4.1. Corrida del modelo

Realizado todo este procedimiento de montaje de la red con su respectiva calibración, el modelo fue guardado y puesto a correr. Es en este punto donde finalmente se pudo observar la operación de los vehículos a lo largo del corredor. En la siguiente imagen se presenta la microsimulación en una de las intersecciones.

Ilustración 19. Microsimulación VISSIM



Fuente: Elaboración propia, tomada del software de microsimulación VISSIM

La corrida del modelo es por el periodo de 3600 segundos (1hora) por lo que se tomó la hora más crítica del sistema que fue la establecida en el ítem 5.1.2.3.

5.1.4.2. Generación de reportes

Finalmente el programa genera los reportes organizados en tablas de Excel, los cuales son los que se van a analizar en la siguiente etapa del proyecto. Estos reportes se presentan en el anexo 6.

5.1.4.3. Proyección

Debido a que la construcción de la variante del municipio de San Gil es un proyecto a largo plazo se debió hacer una proyección a 5 y 10 años para realizar los diferentes modelos que identificarán como se encontraría el corredor objeto de estudio si no se realizara esta variante. Para ello fue indispensable la información suministrada por la secretaria de tránsito y transporte donde se expone el crecimiento promedio del parque automotor en los últimos años. En el anexo 7 se presenta el cálculo de estas proyecciones las cuales se calcularon utilizando la siguiente ecuación:

$$P(t) = P(0) * (1 + r)^t$$

Dónde:

- P(t) = proyección vehicular para el año t.
- P(0) = número de vehículos que ingresan a la malla vial actualmente.
- r = crecimiento promedio del parque automotor.
- t = tiempo en años de la proyección.

Calculadas las proyecciones se realizaron los ajustes en el modelo para crear los diferentes escenarios del sistema (sin proyecto y con proyecto) para 5 y 10 años respectivamente y así generar los reportes para evaluarlos en la siguiente etapa.

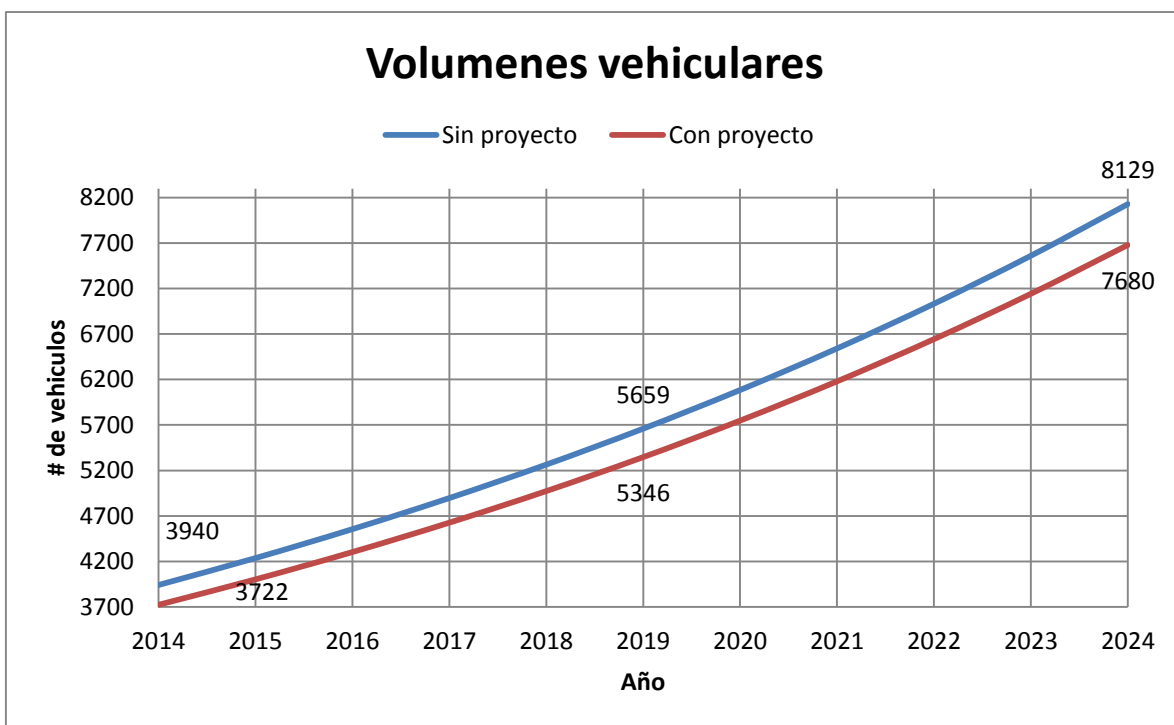
5.1.5. QUINTA ETAPA

En esta etapa se da un informe general sobre los aspectos encontrados al analizar los reportes del programa VISSIM en los cuales se pudo observar:

5.1.5.1. Volúmenes

En siguiente grafica se puede observar el aumento exponencial de vehículos con respecto a las proyecciones realizadas para los dos diferentes escenarios (con la variante construida y sin ella).

Ilustración 20. Proyección vehicular



Fuente: Elaboración propia, tomada de los reportes de la microsimulación

Como se puede observar en la gráfica abra para las diferentes proyecciones una reducción considerable del volumen vehicular.

5.1.5.2. Velocidad promedio

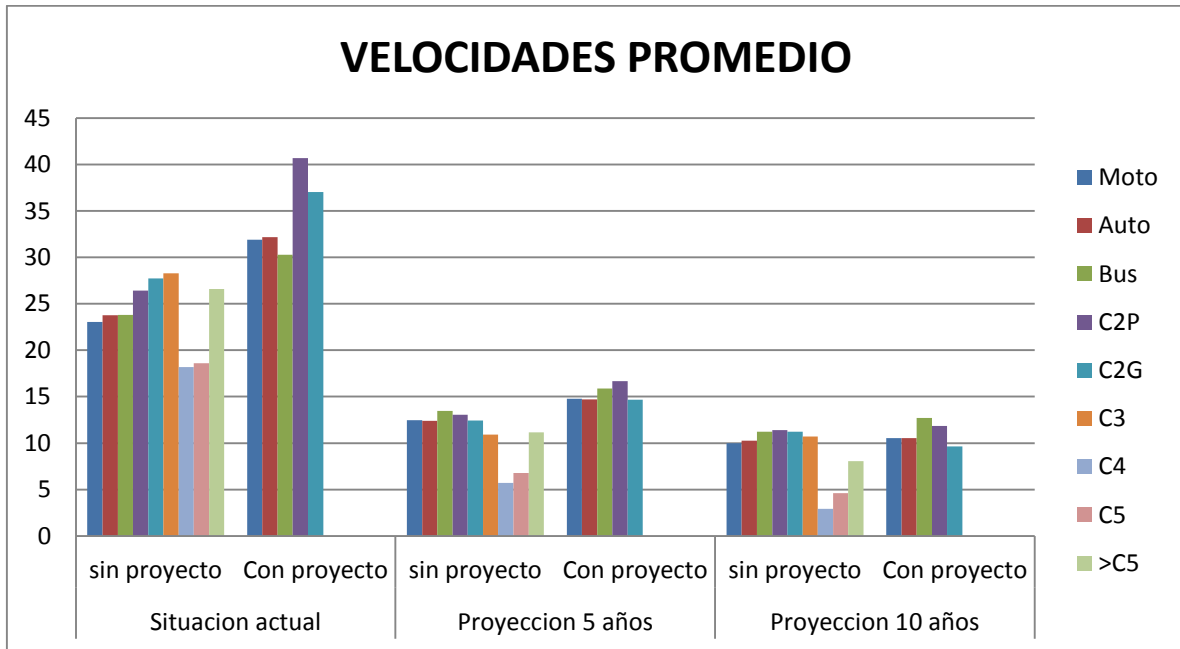
En la Tabla 18 e Ilustración 21 se puede observar el resumen de las velocidades promedio arrojadas por el programa VISSIM para cada tipo de vehículo. En ellas se puede observar que para la situación con proyecto no hay velocidades para los vehículos tipo C3, C4, C5, >C5; esto se debe a que al crear la variante estos vehículos se desviarían a esta y no tendrían la necesidad de ingresar a la red salvo casos especiales.

Tabla 18. Resumen velocidades promedio para cada una de las situaciones

Vehículo tipo	Situación actual		Proyección 5 años		Proyección 10 años	
	sin proyecto	Con proyecto	sin proyecto	Con proyecto	sin proyecto	Con proyecto
Moto	23,05	31,91	12,48	14,78	10	10,55
Auto	23,78	32,19	12,41	14,7	10,25	10,54
Bus	23,81	30,29	13,47	15,87	11,23	12,71
C2P	26,41	40,7	13,04	16,68	11,38	11,86
C2G	27,75	37,04	12,43	14,67	11,23	9,65
C3	28,3		10,9		10,71	
C4	18,19		5,72		2,92	
C5	18,61		6,77		4,6	
>C5	26,61		11,16		8,05	

Fuente: Elaboración propia, tomada de los reportes de la microsimulación

Ilustración 21. Velocidades promedio según tipo de vehículo



Fuente: Elaboración propia, tomada de los reportes de la microsimulación

Como se puede observar la velocidad promedio en el tramo disminuiría en casi un 50% para la primera proyección haciendo necesaria la construcción de la variante en un corto plazo para optimizar el servicio vial del corredor.

En cuanto a las dos situaciones (sin construir la variante y con ella) se puede observar un aumento considerable de la velocidad promedio para la situación con variante sobre todo para el tráfico semipesado (C2P y C2G).

5.1.5.3. Nivel de servicio

A continuación se presenta los reportes generados por el programa VISSIM en cuanto a nivel de servicio se refiere.

Tabla 19. Resumen nivel de servicio para cada una de las estaciones.

Estación	Situación actual		Proyección 5 años		Proyección 10 años	
	sin proyecto	Con proyecto	sin proyecto	Con proyecto	sin proyecto	Con proyecto
1	A	A	C	A	D	D
2	B	A	D	C	E	E
3	B	A	C	C	D	C
4	C	A	D	C	D	C
5	D	D	D	D	D	D
6	B	B	B	B	B	B
7	B	A	C	C	C	C
8	C	A	D	C	E	E
9	A	B	B	B	C	C
10	A	A	D	C	D	D
11	A	A	C	B	C	C
12	A	A	C	B	D	D

Fuente: Elaboración propia, tomada de los reportes de la microsimulación

Se puede observar que la estación más críticas de la red es la 5 para la situación actual, en la cual, se ve involucrado el puente vehicular Rojas pinilla que conducen el tráfico del pueblo hacia la vía nacional (tramo en estudio).

En la proyección a 5 años se puede observar que la construcción de la variante aumentaría el nivel de servicio en 7 de los 12 sectores estudiados siendo una optimización del 58,33 % haciendo viable este proyecto.

En cuanto a la proyección a 10 años se puede decir que a pesar de mejorar el nivel de servicio en algunas intersecciones del corredor al construir la variante no es suficiente ya que sus niveles son muy altos haciendo necesaria la realización de otros proyectos que mejoren la movilidad en el municipio.

6. CONCLUSIONES

El presente proyecto permitió cumplir los objetivos propuestos en cuanto:

- La información secundaria fue dada en forma oportuna, actualizada y veras por la secretaría de tránsito y transporte y la policía nacional. Cabe destacar la colaboración de las personas encargadas de dicha dependencia.
- Se realizaron los aforos vehiculares los cuales fueron importantes y necesarios para determinar volúmenes del corredor vial como dato de entrada de la microsimulación; estos aforos dieron como resultados que en el corredor vial estudiado actualmente se movilizan aproximadamente 3940 vehículos en hora pico los cuales se distribuyen en autos, motos, buses, camión de 2 ejes pequeño, camión de 2 grande, camión de 3 ejes, camión de 4 ejes, camión de 5 ejes y camión con más de 5 ejes.
- Los datos obtenidos en campo pueden ser utilizados en futuros proyectos viales que en el corredor objeto de estudio se presenten.
- Haciendo una comparación de la microsimulación y la observación que se realizó en el sector se pudo detectar que hay una similitud en cuanto a la cantidad de tráfico que en las intersecciones se presenta.
- Se calculó la proyección vehicular a corto, mediano y largo plazo obteniendo como resultado que para el año 2019 abra 5659 vehículos transitando por el corredor y 8129 vehículos para el año 2024 en caso tal de no realizar el proyecto “variante en el municipio de San Gil”. En caso de que se realice el proyecto habría una reducción de vehículos del 5,5 % lo cual representa un número aproximado de 313 vehículos para el año 2019 y 449 para el año 2024 factor importante para la viabilidad del proyecto.
- Ante esta circunstancia se puede decir que la variante en mención será de gran beneficio para la ciudadanía Sangileña la cual se verá beneficiada a nivel social, cultural, económico entre otros.

- De acuerdo a la georreferenciación de los accidentes se pudo establecer que el lugar donde más se presentan es sobre la avenida Santander, en cercanías a la intersección hoja de tabaco y el sector denominado punta del este. Lo cual recalca la necesidad de la variante para evitar accidentes lamentables sobre esta vía puesto que el tránsito disminuiría sobre estos sectores.
- El software fue un elemento indispensable puesto que con los datos obtenidos se pudo conocer nivel de servicio, velocidades promedio y tiempos de viaje, información importante puesto que muestra la viabilidad de la creación de la variante.
- El proyecto realizado fue enriquecedor puesto que se pudo conocer como es el comportamiento de los vehículos en el tramo de estudio y ver la factibilidad de la creación de la variante.
- Se debe especificar que la programación del software microsimulador VISSIM solo permite el cálculo del nivel de servicio en las intersecciones a lo largo de un corredor vial, lo cual implica que no se puede conocer el nivel de servicio de un tramo a menos que posea intersecciones.
- La capacidad del sector que posee gran afectación en materia de movilidad se encuentra seriamente perturbada debido a que el volumen vehicular que lo circula sobrepasa los niveles de capacidad, por esta razón en ese sector el nivel de servicio es F.
- Como estudiante de la universidad pude afianzar los conocimientos adquiridos durante la carrera en cuanto a tránsito y transporte se refiere.
- Otro factor importante que vale la pena recalcar en este proyecto es la oportunidad que brinda la universidad de conocer y emplear los distintos software para el análisis de proyectos viales.

7. RECOMENDACIONES

- Mejorar la seguridad vial en San Gil es un reto importante considerando el alto impacto que tiene las mezclas de tráfico de paso y locales por tanto se deben crear medidas de solución a esta problemática.
- Actualmente la señalización en San Gil es deficiente y por tanto se recomienda mejorar las existentes y ubicar nuevas Señales.
- En el sector Punta del Este debido al alto flujo vehicular que del barrio San Martín ingresan a la Avenida Santander se recomienda el estudio de un intercambiador para ser implementado.
- Para el mejoramiento del flujo vehicular en las intersecciones del centro comercial y Punta del Este, donde los vehículos que de la avenida Santander sentido oriente-occidente, hacen el giro hacia la izquierda, se recomienda implementar un carril exclusivo para no generar colas.
- A la secretaria de tránsito y transporte de San Gil se recomienda tener en cuenta los proyectos viales que conduzcan al mejoramiento del flujo vehicular y hacer factible el diseño, construcción e implementación de la variante del municipio objetivo principal de este proyecto.
- A la Universidad Pontificia Bolivariana se recomienda seguir fortaleciendo los proyectos que conlleven al mejoramiento de las vías locales, departamentales y nacionales con el manejo de este software.

8. BIBLIOGRAFIA

- DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE TRÁNSITO DEL CORREDOR DE LA AUTOPISTA DESDE LA PUERTA DEL SOL HASTA QUEBRADA SECA UTILIZANDO EL PROGRAMA VISSIM” presentada por Susana López y Mauricio Mesa para obtener el título de Ingenieros Civiles en la Universidad Pontificia Bolivariana.
- ARBOLEDA VELEZ, Carlos Alberto. FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS VIALES Y DE TRANSPORTE. 2005, Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil.
- Plan de desarrollo municipio de San Gil.
- DETERMINACION DEL IMPACTO EN LA MOVILIDAD VEHICULAR DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA EVENTUAL SOLUCION VIAL SOBRE EL VIADUCTO GARCIA CADENA UTILIZANDO MODELOS DE SIMULACION / tesis presentada por GUSTAVO ADOLFO RODRIGUEZ SANGUINO
- SUÁREZ CASTAÑO, Liliana Andrea. Análisis y evaluación operacional de intersecciones urbanas mediante microsimulación. [En línea]. [consultada el 15 de agosto del 2014]. Disponible en: <http://www2.unalmed.edu.co/minas/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=982&Itemid=57 >
- La Simulación por Ordenador. [Artículo en línea]. [Consultada el 10 de agosto del 2014]. Disponible en: <http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/simulacio.html>
- Propuesta de soluciones a la movilidad en el sector de Cañaveral. Tesis presentada por Manrique Bautista Jhair Andres y Jaimes Tarazona Walther Mauricio

- Ministerio de transporte [Documentos en línea]. [Consultado 20 de agosto de 2014]. <https://www.mintransporte.gov.co/documentos>

- Análisis de la seguridad vial mediante microsimulación de una travesía urbana, caso de aplicación en Argentina [Artículo en línea]. [Consultada el 12 de agosto]. Disponible en: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen14/analisis.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Aforos vehiculares para la determinación de la hora de máxima demanda

MOVIMIENTO SAN GIL - SOCORRO										
PERIODO		AUTOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5
06:00	06:15	10	16	2	2	3	1			1
06:15	06:30	15	12	2	1	1				2
06:30	06:45	13	11	2	2	1			2	3
06:45	07:00	15	10	1	2	2		1		1
07:00	07:15	16	10	2	1	1				1
07:15	07:30	19	9	2	3	2				1
07:30	07:45	21	21	2	2	1			3	7
07:45	08:00	19	28	1	1	3				3
08:00	08:15	18	12	5	4	4				2
08:15	08:30	20	13	5	4	5	1	1	1	2
08:30	08:45	21	10	3	6	3	1		1	5
08:45	09:00	28	9	4	4	3	1			3
09:00	09:15	17	10	6	6	2	1	1	1	1
09:15	09:30	19	12	2	2	3	2		1	1
09:30	09:45	13	9	3	1	2				1
09:45	10:00	15	10	1	3	2	1		1	1
10:00	10:15	14	5	1	4			1		2
10:15	10:30	17	13	3	3	3				4
10:30	10:45	20	17	3	6	1	1			4
10:45	11:00	12	14	4	3	1				4
11:00	11:15	24	10	2	5	3				2
11:15	11:30	12	15	1	2	1	1		2	1
11:30	11:45	27	13	4	3	4	1		2	4
11:45	12:00	25	10	4	7	8	1		4	9
12:00	12:15	21	11	3	3	1	1			5
12:15	12:30	12	12	2	4	1				5
12:30	12:45	13	9	1	1	2	1		2	4
12:45	13:00	15	7	3	2	5	1			1
13:00	13:15	12	12	2	4	4			1	2
13:15	13:30	16	11	1	1	2	1		1	2
13:30	13:45	18	10	3	2	5	2	1		3
13:45	14:00	15	8	2	2	4		1	1	5
14:00	14:15	14	4	1	2	3		1		2
14:15	14:30	14	12	3	2	2	1	1	1	4
14:30	14:45	12	12	1	3	4	1			3
14:45	15:00	13	11	2	4	2	2			1
15:00	15:15	16	13	2	1	1		1		2
15:15	15:30	14	14	3	7	1			1	2
15:30	15:45	20	6	1	9	1	1			8
15:45	16:00	22	11	10	11	4	2	1	2	5
16:00	16:15	17	11	3	8	2	1		2	3
16:15	16:30	24	11	4	4	2	1			4
16:30	16:45	16	5	2	5	2		1		3
16:45	17:00	20	6	2	6	3	1			5
17:00	17:15	20	15	3	1	4			2	4
17:15	17:30	15	13	2	2	1	1	2	2	1
17:30	17:45	17	14	1	1	2		1	1	3
17:45	18:00	16	14	4	6	2				2
18:00	18:15	23	13	4	7	3	1			6
18:15	18:30	16	14	1	3	2				2
18:30	18:45	17	23	5	7	5		1		3
18:45	19:00	13	12	1	2	1				3
19:00	19:15	14	12	1	2	4	1			1
19:15	19:30	11	15	4	2	4	1	1	1	4
19:30	19:45	10	13	3	1	3	1	1	1	3
19:45	20:00	7	8	2	2	2			1	2

MOVIMIENTO SOCORRO - SAN GIL

PERIODO		AUTOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5
06:00	06:15	17	23	5	7	5		1		3
06:15	06:30	12	12	1	3	4	1			3
06:30	06:45	13	11	2	4	2	2			1
06:45	07:00	11	15	4	2	4	1	1	1	4
07:00	07:15	15	7	3	2	5	1			1
07:15	07:30	12	12	2	4	4			1	2
07:30	07:45	23	23	4	9	3		1	3	4
07:45	08:00	25	12	3	3	3	1			5
08:00	08:15	25	11	4	3	1			2	2
08:15	08:30	12	10	2	8	4			1	4
08:30	08:45	14	9	3	9	1			1	10
08:45	09:00	24	9	2	3	4				5
09:00	09:15	24	8	3	7	6	1	1		5
09:15	09:30	15	9	4	5	5	1	1		6
09:30	09:45	16	14	1	3	2				2
09:45	10:00	17	23	5	7	5		1		3
10:00	10:15	6	5	3	4	1		1		2
10:15	10:30	9	8	2	5				1	3
10:30	10:45	21	9	1	1	3	3			5
10:45	11:00	25	15	3	5	1	1		2	6
11:00	11:15	17	6	1	6	2				7
11:15	11:30	21	9	2	5	2	1	1	1	5
11:30	11:45	25	9	2	4	5	1	1	1	11
11:45	12:00	22	14	2	8	3				7
12:00	12:15	20	17	3	6	1	1			4
12:15	12:30	12	14	4	3	1				4
12:30	12:45	24	10	2	5	3				2
12:45	13:00	17	14	1	1	2		1	1	3
13:00	13:15	16	14	4	6	2				2
13:15	13:30	23	13	4	7	3	1			6
13:30	13:45	16	5	2	5	2		1		3
13:45	14:00	20	6	2	6	3	1			5
14:00	14:15	20	15	3	1	4			2	4
14:15	14:30	15	13	2	2	1	1	2	2	1
14:30	14:45	13	10	2	4					2
14:45	15:00	21	11	1	3	1	1	1	2	2
15:00	15:15	12	12	2	2	2				1
15:15	15:30	20	8	4	5	2	2			1
15:30	15:45	28	13	4	6	4	1	2		2
15:45	16:00	22	9	2	5					3
16:00	16:15	17	14	3	2	2				2
16:15	16:30	18	17	3	6	5		1		4
16:30	16:45	27	10	2	3	1	2	1		4
16:45	17:00	18	15	4	6	3			1	3
17:00	17:15	19	13	3	7	1	1			3
17:15	17:30	10	16	2	2	3	1			1
17:30	17:45	15	12	2	1	1				2
17:45	18:00	13	11	2	2	1			2	3
18:00	18:15	15	10	1	2	2		1		1
18:15	18:30	14	14	3	7	1			1	2
18:30	18:45	20	6	1	9	1	1			8
18:45	19:00	22	11	10	11	4	2	1	2	5
19:00	19:15	17	11	3	8	2	1		2	3
19:15	19:30	6	5	3	4	1		1		2
19:30	19:45	9	8	2	5				1	3
19:45	20:00	25	9	2	4	5	1	1	1	11

Anexo 2. Calculo de la hora de máxima demanda

MOVIMIENTO SAN GIL - SOCORRO											
PERIODO		AUTOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	TOTAL
06:00	07:00	53	49	7	7	7	1	1	2	7	134
06:15	07:15	59	43	7	6	5	0	1	2	7	130
06:30	07:30	63	40	7	8	6	0	1	2	6	133
06:45	07:45	71	50	7	8	6	0	1	3	10	156
07:00	08:00	75	68	7	7	7	0	0	3	12	179
07:15	08:15	77	70	10	10	10	0	0	3	13	193
07:30	08:30	78	74	13	11	13	1	1	4	14	209
07:45	08:45	78	63	14	15	15	2	1	2	12	202
08:00	09:00	87	44	17	18	15	3	1	2	12	199
08:15	09:15	86	42	18	20	13	4	2	3	11	199
08:30	09:30	85	41	15	18	11	5	1	3	10	189
08:45	09:45	77	40	15	13	10	4	1	2	6	168
09:00	10:00	64	41	12	12	9	4	1	3	4	150
09:15	10:15	61	36	7	10	7	3	1	2	5	132
09:30	10:30	59	37	8	11	7	1	1	1	8	133
09:45	10:45	66	45	8	16	6	2	1	1	11	156
10:00	11:00	63	49	11	16	5	1	1	0	14	160
10:15	11:15	73	54	12	17	8	1	0	0	14	179
10:30	11:30	68	56	10	16	6	2	0	2	11	171
10:45	11:45	75	52	11	13	9	2	0	4	11	177
11:00	12:00	88	48	11	17	16	3	0	8	16	207
11:15	12:15	85	49	12	15	14	4	0	8	19	206
11:30	12:30	85	46	13	17	14	3	0	6	23	207
11:45	12:45	71	42	10	15	12	3	0	6	23	182
12:00	13:00	61	39	9	10	9	3	0	2	15	148
12:15	13:15	52	40	8	11	12	2	0	3	12	140
12:30	13:30	56	39	7	8	13	3	0	4	9	139
12:45	13:45	61	40	9	9	16	4	1	2	8	150
13:00	14:00	61	41	8	9	15	3	2	3	12	154
13:15	14:15	63	33	7	7	14	3	3	2	12	144
13:30	14:30	61	34	9	8	14	3	4	2	14	149
13:45	14:45	55	36	7	9	13	2	3	2	14	141
14:00	15:00	53	39	7	11	11	4	2	1	10	138
14:15	15:15	55	48	8	10	9	4	2	1	10	147
14:30	15:30	55	50	8	15	8	3	1	1	8	149
14:45	15:45	63	44	8	21	5	3	1	1	13	159
15:00	16:00	72	44	16	28	7	3	2	3	17	192
15:15	16:15	73	42	17	35	8	4	1	5	18	203
15:30	16:30	83	39	18	32	9	5	1	4	20	211
15:45	16:45	79	38	19	28	10	4	2	4	15	199
16:00	17:00	77	33	11	23	9	3	1	2	15	174
16:15	17:15	80	37	11	16	11	2	1	2	16	176
16:30	17:30	71	39	9	14	10	2	3	4	13	165
16:45	17:45	72	48	8	10	10	2	3	5	13	171
17:00	18:00	68	56	10	10	9	1	3	5	10	172
17:15	18:15	71	54	11	16	8	2	3	3	12	180
17:30	18:30	72	55	10	17	9	1	1	1	13	179
17:45	18:45	72	64	14	23	12	1	1	0	13	200
18:00	19:00	69	62	11	19	11	1	1	0	14	188
18:15	19:15	60	61	8	14	12	1	1	0	9	166
18:30	19:30	55	62	11	13	14	2	2	1	11	171
18:45	19:45	48	52	9	7	12	3	2	2	11	146
19:00	20:00	42	48	10	7	13	3	2	3	10	138

MOVIMIENTO SOCORRO - SAN GIL

PERIODO		AUTOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	TOTAL
06:00	07:00	53	61	12	16	15	4	2	1	11	175
06:15	07:15	51	45	10	11	15	5	1	1	9	148
06:30	07:30	51	45	11	12	15	4	1	2	8	149
06:45	07:45	61	57	13	17	16	2	2	5	11	184
07:00	08:00	75	54	12	18	15	2	1	4	12	193
07:15	08:15	85	58	13	19	11	1	1	6	13	207
07:30	08:30	85	56	13	23	11	1	1	6	15	211
07:45	08:45	76	42	12	23	9	1	0	4	21	188
08:00	09:00	75	39	11	23	10	0	0	4	21	183
08:15	09:15	74	36	10	27	15	1	1	2	24	190
08:30	09:30	77	35	12	24	16	2	2	1	26	195
08:45	09:45	79	40	10	18	17	2	2	0	18	186
09:00	10:00	72	54	13	22	18	2	3	0	16	200
09:15	10:15	54	51	13	19	13	1	3	0	13	167
09:30	10:30	48	50	11	19	8	0	2	1	10	149
09:45	10:45	53	45	11	17	9	3	2	1	13	154
10:00	11:00	61	37	9	15	5	4	1	3	16	151
10:15	11:15	72	38	7	17	6	4	0	3	21	168
10:30	11:30	84	39	7	17	8	5	1	3	23	187
10:45	11:45	88	39	8	20	10	3	2	4	29	203
11:00	12:00	85	38	7	23	12	2	2	2	30	201
11:15	12:15	88	49	9	23	11	3	2	2	27	214
11:30	12:30	79	54	11	21	10	2	1	1	26	205
11:45	12:45	78	55	11	22	8	1	0	0	17	192
12:00	13:00	73	55	10	15	7	1	1	1	13	176
12:15	13:15	69	52	11	15	8	0	1	1	11	168
12:30	13:30	80	51	11	19	10	1	1	1	13	187
12:45	13:45	72	46	11	19	9	1	2	1	14	175
13:00	14:00	75	38	12	24	10	2	1	0	16	178
13:15	14:15	79	39	11	19	12	2	1	2	18	183
13:30	14:30	71	39	9	14	10	2	3	4	13	165
13:45	14:45	68	44	9	13	8	2	2	4	12	162
14:00	15:00	69	49	8	10	6	2	3	6	9	162
14:15	15:15	61	46	7	11	4	2	3	4	6	144
14:30	15:30	66	41	9	14	5	3	1	2	6	147
14:45	15:45	81	44	11	16	9	4	3	2	6	176
15:00	16:00	82	42	12	18	8	3	2	0	7	174
15:15	16:15	87	44	13	18	8	3	2	0	8	183
15:30	16:30	85	53	12	19	11	1	3	0	11	195
15:45	16:45	84	50	10	16	8	2	2	0	13	185
16:00	17:00	80	56	12	17	11	2	2	1	13	194
16:15	17:15	82	55	12	22	10	3	2	1	14	201
16:30	17:30	74	54	11	18	8	4	1	1	11	182
16:45	17:45	62	56	11	16	8	2	0	1	9	165
17:00	18:00	57	52	9	12	6	2	0	2	9	149
17:15	18:15	53	49	7	7	7	1	1	2	7	134
17:30	18:30	57	47	8	12	5	0	1	3	8	141
17:45	18:45	62	41	7	20	5	1	1	3	14	154
18:00	19:00	71	41	15	29	8	3	2	3	16	188
18:15	19:15	73	42	17	35	8	4	1	5	18	203
18:30	19:30	65	33	17	32	8	4	2	4	18	183
18:45	19:45	54	35	18	28	7	3	2	5	13	165
19:00	20:00	57	33	10	21	8	2	2	4	19	156

Anexo 3. Aforos vehiculares

LUGAR	MOVIMIENTO	AUTOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	Total
RESTAURANTE MONTECARLO	6	66	28	12	4	2	0	0	0	0	112
	9(2)	12	6	2	1	1	0	0	0	0	22
	3	108	184	26	22	18	8	4	6	28	404
	9(3)	20	12	13	5	2	0	0	0	0	52
	4	118	194	20	22	14	6	4	4	28	410
AUTOPISTA CON CALLE 5	8	8	4	2	1	1	0	0	0	0	16
	5	12	20	2	1	0	0	0	0	0	35
	9(1)	44	68	20	4	0	0	0	0	0	136
	3	116	176	37	26	20	8	4	6	28	421
	7	72	44	28	14	0	0	0	0	0	158
	4	176	190	30	24	16	6	4	4	28	478
	9(4)	8	32	2	2	0	0	0	0	0	44
AUTOPISTA CON CALLE 9	3	188	220	65	40	20	8	4	6	28	579
	4	192	202	34	24	16	6	4	4	28	510
	9(4)	28	56	16	4	0	0	0	0	0	104
AUTOPISTA CON CALLE 10	5	40	64	26	6	0	0	0	0	0	136
	3	148	156	39	34	20	8	4	6	28	443
	4	192	202	34	24	16	6	4	4	28	510
PUENTE PRINCIPAL CARRERA 11	1	147	140	72	4	0	0	0	0	0	363
	9(1)	15	18	2	0	0	0	0	0	0	35
	6	110	179	68	6	0	0	0	0	0	363
	9(2)	148	156	39	34	20	8	4	6	28	443
	4	21	14	12	3	0	0	0	0	0	50
PUENTE PRINCIPAL CARRERA 12	8	171	188	22	21	16	6	4	4	28	460
	5	77	132	24	5	2	0	0	0	0	240
	9(1)	241	196	70	20	14	6	4	4	28	583
	3	60	52	12	8	0	0	0	0	0	132
	7	151	202	67	28	16	8	4	6	28	510
	4	77	94	12	6	4	0	0	0	0	193
CLINICA	9(4)	107	133	40	12	4	0	0	0	0	296
	6	16	20	0	0	0	0	0	0	0	36
	9(2)	28	40	15	0	0	0	0	0	0	83
	3	183	214	64	36	16	8	4	6	28	559
	9(3)	8	24	0	0	0	0	0	0	0	32
	4	265	238	69	26	18	6	4	4	28	658
PUENTE MOCHUELO	8	53	52	13	0	0	0	0	0	0	118
	9(1)	233	303	36	12	0	0	0	0	0	584
	3	191	238	64	36	16	8	4	6	28	591
	7	249	248	12	4	0	0	0	0	0	513
	4	217	181	54	24	18	6	4	4	28	536
PUNTA DEL ESTE (SAN MARTIN)	9(4)	64	77	15	2	0	0	0	0	0	158
	5	78	121	36	0	0	0	0	0	0	235
	9(1)	52	11	0	0	0	0	0	0	0	63
	3	362	365	40	40	16	8	4	6	28	869
	4	396	385	68	30	18	6	4	4	28	939
PUNTA DEL ESTE (VILLA OLIMPICA)	9(4)	54	99	22	6	0	0	0	0	0	181
	6	28	40	6	2	0	0	0	0	0	76
	9(2)	79	109	0	4	0	0	0	0	0	192
	3	283	256	40	36	16	8	4	6	28	677
	9(3)	53	44	0	3	0	0	0	0	0	100
	4	368	332	58	25	16	6	4	4	28	841
SEGURO	8	80	64	10	5	2	0	0	0	0	161
	5	16	44	0	3	0	0	0	0	0	63
	9(1)	16	24	0	0	0	0	0	0	0	40
	3	320	256	40	36	16	8	4	6	28	714
	7	12	12	24	0	0	0	0	0	0	48
	4	375	321	64	27	16	6	4	4	28	845
COCA COLA	9(4)	21	51	0	0	0	0	0	0	0	72
	9(1)	20	28	0	4	0	0	0	0	0	52
	5	41	80	12	4	0	0	0	0	0	137
	3	291	188	52	32	16	8	4	6	28	625
	4	332	276	54	22	16	6	4	4	28	742
9(4)	59	69	10	5	0	0	0	0	0	143	

Anexo 4. Matrices origen destino

1	BUCARAMANGA
2	MOGOTES
3	CRA 5
4	CRA 9
5	CRA 10
6	CLL 10
7	CRA 11
8	CHARALA
9	C.C. EL PUENTE
10	CENTRO
11	SAN MARTIN
12	VILLA OLIMPICA
13	SEGURO
14	COCA COLA
15	BOGOTA

AUTOS													
ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		8	5	14	11	21	11	13	5	7	2	4	25
2	12		3	8	6	12	6	7	3	4	1	2	14
3	10	2		6	4	8	4	5	2	3	1	2	10
5	21	4	15										
6					15	36	19	21	9	11	3	7	42
8	32	6	24		46		13	15	6	8	2	5	29
9	6	1	4		9	8		4	1	2	0	1	7
10									28	37	9	24	135
11	7	1	5		10	9	1	44		9	2	6	34
12	7	1	5		10	9	1	45			1	4	23
13	1	0	1		2	2	0	8		3		2	14
14	3	1	2		4	4	1	19		6	1		20
15	21	4	15		30	28	4	134		44	11		

MOTOS													
ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		4	28	36	9	49	13	18	9	5	4	5	19
2	6		4	5	1	7	2	3	1	1	1	1	3
3	19	1		15	4	20	5	7	3	2	2	2	8
5	48	3	13										
6					18	56	15	20	10	6	4	6	22
8	47	3	12		71		17	23	11	7	5	6	25
9	11	1	3		17	8		6	3	2	1	2	6
10									62	39	28	35	139
11	15	1	4		23	11	6	62		2	1	2	6
12	13	1	4		20	10	5	56			5	7	28
13	5	0	1		7	3	2	19		6		5	19
14	8	1	2		12	6	3	33		11	4		28
15	19	1	5		29	14	8	78		26	8		

BUSES													
ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		2	1	6	5	2	1	1	1	0	0	0	2
2	2		1	4	3	1	1	1	1	0	0	0	1
3	1	1		6	5	2	1	1	1	0	0	0	2
5	10	5	11										
6					2	18	9	10	9	4	0	4	19
8	6	3	6		25		2	2	2	1	0	1	4
9	2	1	2		8	2		0	0	0	0	0	0
10									9	4	0	4	20
11	4	2	4		16	5	0	6		0	0	0	0
12	0	0	0		0	0	0	0			0	1	5
13	0	0	0		0	0	0	0		0		0	0
14	1	0	1		3	1	0	1		0	5		0
15	3	2	4		15	4	0	5		0	20		

C2P													
ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		1	2	3	2	3	0	1	2	2	0	1	6
2	1		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3	1	0		1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
5	3	1	2										
6					0	1	0	0	0	0	0	0	2
8	5	1	4		2		0	0	1	1	0	1	3
9	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0
10									2	2	0	2	7
11	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
12	1	0	1		0	1	0	0			0	0	2
13	1	0	1		0	1	0	0		0		0	0
14	1	0	1		0	1	0	0		0	0		4
15	9	2	6		3	6	0	3		2	0		

C2G													
ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	11
2	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0										
6					0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4	0	0		0		0	0	0	0	0	0	4
9	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0
10									0	0	0	0	0
11	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
12	0	0	0		0	0	0	0			0	0	0
13	0	0	0		0	0	0	0		0		0	0
14	0	0	0		0	0	0	0		0	0		0
15	14	2	0		0	0	0	0		0	0		

C3													
ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0										
6					0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0		0		0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0
10									0	0	0	0	0
11	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
12	0	0	0		0	0	0	0			0	0	0
13	0	0	0		0	0	0	0		0		0	0
14	0	0	0		0	0	0	0		0	0		0
15	8	0	0		0	0	0	0		0	0		

>C5													
ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0										
6					0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0		0		0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0
10									0	0	0	0	0
11	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
12	0	0	0		0	0	0	0			0	0	0
13	0	0	0		0	0	0	0		0		0	0
14	0	0	0		0	0	0	0		0	0		0
15	28	0	0		0	0	0	0		0	0		

Anexo 5. Composiciones vehiculares en las diferentes entradas a la red

ENTRADA	AUTOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	TOTAL
BUCARAMANGA	126	198	22	23	15	6	4	4	28	426
	30%	46%	5%	5%	4%	1%	1%	1%	7%	
MOGOTES	78	34	14	5	3	0	0	0	0	134
	58%	25%	10%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	
CRA 5	56	88	22	5	0	0	0	0	0	171
	33%	51%	13%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	
CRA 10	40	64	26	6	0	0	0	0	0	136
	29%	47%	19%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	
CLL 10	162	158	74	4	0	0	0	0	0	398
	41%	40%	19%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	
CHARALA	184	227	52	18	8	0	0	0	0	489
	38%	46%	11%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	
C.C. PUENTE	44	60	15	0	0	0	0	0	0	119
	37%	50%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
CENTRO	233	303	36	12	0	0	0	0	0	584
	40%	52%	6%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	
SAN MARTIN	130	132	36	0	0	0	0	0	0	298
	44%	44%	12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
VILLA OLIMPICA	107	149	6	6	0	0	0	0	0	268
	40%	56%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	
SEGURO	32	68	0	3	0	0	0	0	0	103
	31%	66%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	
COCA COLA	61	108	12	8	0	0	0	0	0	189
	32%	57%	6%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	
BOGOTA	291	188	52	32	16	8	4	6	28	625
	47%	30%	8%	5%	3%	1%	1%	1%	4%	

Anexo 6. Reportes VISSIM

Situación actual sin proyecto

Desempeño de la red								
Clase de vehículo	Número de vehículos	Total			Velocidad media(km/h)	Por vehículo		
		Tiempo de viaje(h)	Distancia(km)	Demora(h)		Demora media (s)	Número de paradas medio	Demora en det. media (s)
Correr 1(1)								
Moto (1)	1705	130,48	3007,83	71,94	23,05	151,89	3	43,71
Auto (2)	1454	109,55	2604,88	59,02	23,78	146,13	2	42,54
Bus (3)	335	24,05	572,62	12,9	23,81	138,62	3	48,55
C2P (4)	126	9,15	241,56	4,48	26,41	127,97	2	17,21
C2G (5)	46	3,7	102,71	1,74	27,75	135,91	2	17,24
C3 (6)	12	1,09	30,83	0,47	28,3	142,18	3	30,4
C4 (7)	7	1,02	18,6	0,66	18,19	339,04	8	72,77
C5 (8)	8	1,09	20,36	0,71	18,61	317,66	6	58,25
>C5 (9)	49	4,98	132,42	2,38	26,61	175,08	4	25,89
Car (10)	0	0	0	0	0	0	0	0
HGV (20)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus (30)	0	0	0	0	0	0	0	0
Tram (40)	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedestrian (50)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bike (60)	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3742	285,1	6731,81	154,29	23,61	148,44	3	42,28

Situación actual con proyecto

Desempeño de la red								
Clase de vehículo	Número de vehículos	Total			Velocidad media(km/h)	Por vehículo		
		Tiempo de viaje(h)	Distancia(km)	Demora(h)		Demora media (s)	Número de paradas medio	Demora en det. media (s)
Correr 1(1)								
Moto (1)	1649	92,89	2964,04	35,2	31,91	76,84	1	29,74
Auto (2)	1402	80,08	2578,18	30,06	32,19	77,18	2	29,15
Bus (3)	318	17,27	523,1	7,08	30,29	80,12	2	40,47
C2P (4)	122	6,4	260,29	1,33	40,7	39,37	1	2,47
C2G (5)	36	2,37	87,75	0,65	37,04	65,14	2	4,49
C3 (6)	0	0	0	0	0	0	0	0
C4 (7)	0	0	0	0	0	0	0	0
C5 (8)	0	0	0	0	0	0	0	0
>C5 (9)	0	0	0	0	0	0	0	0
Car (10)	0	0	0	0	0	0	0	0
HGV (20)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus (30)	0	0	0	0	0	0	0	0
Tram (40)	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedestrian (50)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bike (60)	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3527	199,01	6413,35	74,32	32,23	75,86	2	29,27

Proyección 5 años sin proyecto

Desempeño de la red								
Clase de vehículo	Número de vehículos	Total			Velocidad media(km/h)	Por vehículo		
		Tiempo de viaje(h)	Distancia(km)	Demora(h)		Demora media (s)	Número de paradas medio	Demora en det. media (s)
Correr 1(1)								
Moto (1)	1910	253,45	3162,34	192,12	12,48	362,11	6	138
Auto (2)	1623	218,52	2711,15	166,02	12,41	368,26	6	139,52
Bus (3)	396	46,92	632,11	34,67	13,47	315,21	5	132,59
C2P (4)	146	18,92	246,71	14,15	13,04	348,85	6	115,81
C2G (5)	56	8,41	104,54	6,41	12,43	412,3	7	133,6
C3 (6)	14	2,73	29,82	2,14	10,9	549,91	10	213,1
C4 (7)	8	2,81	16,09	2,5	5,72	1125,58	22	567,15
C5 (8)	9	2,65	17,9	2,31	6,77	922,92	16	412,49
>C5 (9)	52	11,62	129,66	9,08	11,16	628,37	12	211,29
Car (10)	0	0	0	0	0	0	0	0
HGV (20)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus (30)	0	0	0	0	0	0	0	0
Tram (40)	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedestrian (50)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bike (60)	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	4214	566,03	7050,33	429,4	12,46	366,84	6	139,8

Proyección 5 años con proyecto

Desempeño de la red								
Clase de vehículo	Número de vehículos	Total			Velocidad media(km/h)	Por vehículo		
		Tiempo de viaje(h)	Distancia(km)	Demora(h)		Demora media (s)	Número de paradas medio	Demora en det. media (s)
Correr 1(1)								
Moto (1)	1989	229,1	3386,9	163,4	14,78	295,74	5	102,59
Auto (2)	1716	201,82	2966,76	144,42	14,7	302,97	5	101,21
Bus (3)	394	39,4	625,3	27,26	15,87	249,06	4	102,37
C2P (4)	158	18,04	300,75	12,19	16,68	277,83	5	66,82
C2G (5)	51	7,48	109,73	5,32	14,67	375,21	7	96,93
C3 (6)	0	0	0	0	0	0	0	0
C4 (7)	0	0	0	0	0	0	0	0
C5 (8)	0	0	0	0	0	0	0	0
>C5 (9)	0	0	0	0	0	0	0	0
Car (10)	0	0	0	0	0	0	0	0
HGV (20)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus (30)	0	0	0	0	0	0	0	0
Tram (40)	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedestrian (50)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bike (60)	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	4308	495,84	7389,45	352,58	14,9	294,64	5	100,64

Proyección 10 años sin proyecto

Desempeño de la red								
Clase de vehículo	Número de vehículos	Total			Velocidad media(km/h)	Por vehículo		
		Tiempo de viaje(h)	Distancia(km)	Demora(h)		Demora media (s)	Número de paradas medio	Demora en det. media (s)
Correr 1(1)								
Moto (1)	1992	326,06	3259,78	262,92	10	475,15	7	243,09
Auto (2)	1682	268,6	2751,83	215,4	10,25	461,02	7	227,16
Bus (3)	438	60	673,91	46,93	11,23	385,72	6	199,17
C2P (4)	156	23,28	265	18,16	11,38	419,04	6	187,76
C2G (5)	54	8,79	98,69	6,91	11,23	460,66	7	185,43
C3 (6)	11	2,44	26,09	1,91	10,71	626,05	9	257,31
C4 (7)	6	2,91	8,49	2,74	2,92	1646,84	14	1302,77
C5 (8)	7	3,01	13,85	2,75	4,6	1413,19	12	993,85
>C5 (9)	46	14,1	113,58	11,88	8,05	929,61	12	506,47
Car (10)	0	0	0	0	0	0	0	0
HGV (20)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus (30)	0	0	0	0	0	0	0	0
Tram (40)	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedestrian (50)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bike (60)	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	4392	709,19	7211,22	569,6	10,17	466,88	7	235,37

Proyección 10 años con proyecto

Desempeño de la red								
Clase de vehículo	Número de vehículos	Total			Velocidad media(km/h)	Por vehículo		
		Tiempo de viaje(h)	Distancia(km)	Demora(h)		Demora media (s)	Número de paradas medio	Demora en det. media (s)
Correr 1(1)								
Moto (1)	2019	326,24	3442,38	259,67	10,55	463	8	209,15
Auto (2)	1740	278,56	2935,99	221,83	10,54	458,96	7	202,08
Bus (3)	430	53,28	677,43	40,15	12,71	336,14	6	144,43
C2P (4)	168	26,85	318,35	20,67	11,86	443	7	165,17
C2G (5)	52	10,84	104,64	8,78	9,65	607,91	10	280,15
C3 (6)	0	0	0	0	0	0	0	0
C4 (7)	0	0	0	0	0	0	0	0
C5 (8)	0	0	0	0	0	0	0	0
>C5 (9)	0	0	0	0	0	0	0	0
Car (10)	0	0	0	0	0	0	0	0
HGV (20)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus (30)	0	0	0	0	0	0	0	0
Tram (40)	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedestrian (50)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bike (60)	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	4409	695,77	7478,79	551,1	10,75	449,98	7	199,21

Anexo 7. Proyecciones

Tasa	8,42%	8,42%	5,2%	4,6%	4,6%	4,6%	4,6%	4,6%	4,6%	
AÑO	AUTOS	MOTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	Total
0	126	198	22	23	15	6	4	4	28	426
1	137	215	23	24	16	6	4	4	29	458
2	148	233	24	25	16	7	4	4	31	493
3	161	252	26	27	17	7	5	5	32	530
4	174	274	27	28	18	7	5	5	34	571
5	189	297	28	29	19	8	5	5	35	615
6	205	322	30	31	20	8	5	5	37	662
7	222	349	31	33	21	8	5	5	38	713
8	241	378	33	34	21	9	6	6	40	768
9	261	410	35	36	22	9	6	6	42	827
10	283	444	37	38	24	9	6	6	44	891