

**PROPUESTA DE DISEÑO DE CICLORUTAS DE TIPO AMBIENTAL Y
RECREATIVA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.**

**YOREDY PAOLA CÁCERES BAUTISTA
BRENDA LIZETH VARGAS SUÁREZ**

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

2015

**PROPUESTA DE DISEÑO DE CICLORUTAS DE TIPO AMBIENTAL Y
RECREATIVA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.**

**YOREDY PAOLA CÁCERES BAUTISTA
BRENDA LIZETH VARGAS SUÁREZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Civil**

**Director:
YERLY FABIÁN MARTÍNEZ ESTUPIÑAN
Ingeniero Civil, M.Sc.**

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

2015

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradecemos a Dios y a nuestras familias que son nuestra motivación.

Así mismo agradecemos a nuestro director el Ingeniero Yerly Fabián Martínez Estupiñan por dirigir nuestro proyecto, así también por su confianza y acompañamiento en el proceso de ejecución del mismo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. LINEAMIENTOS NACIONALES DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS PARA CICLORUTAS.....	13
1.1 COMPONENTE DINÁMICO.	13
1.2 COMPONENTE ESTÁTICO.	13
1.2.1 Requisitos de la Red.....	14
1.3 VELOCIDAD DE OPERACIÓN Y DE DISEÑO.....	15
1.4 PENDIENTES MÁXIMAS Y SOBREANCHOS	15
1.5 TIPOLOGÍAS DE DISEÑO DE CICLORUTAS.....	16
1.6. INTERSECCIONES Y CRUCES.....	20
1.7 SEÑALIZACIÓN DE CICLORUTAS.....	21
2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA PLANTEADA EN EL PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD DE BUCARAMANGA 2010 – 2030 (PMMB).	23

2.1 TRAMO 1	24
2.2. TRAMO 2	28
2.3. TRAMO 3	30
2.4. TRAMO 4	33
3. IMPACTO QUE GENERA LA CICLOINFRAESTRUCTURA EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE BUCARAMANGA.	37
4. CONCLUSIONES.	41
CITAS.....	43
BIBLIOGRAFIA	45
ANEXOS.....	47

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. Red de ciclorutas, plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030 (PMMB).....	47
ANEXO B. Evidencias fotográficas Tramo 1.....	48
ANEXO C. Evidencias fotográficas Tramo 2.....	50
ANEXO D. Evidencias fotográficas Tramo 3.....	52
ANEXO E. Evidencias fotográficas Tramo 4.....	54
ANEXO F. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la Cicloruta (Punto crítico 5 ubicado en el Tramo 4).....	56
ANEXO G. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 1 ubicado en el Tramo 1).....	57
ANEXO H. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 4 ubicado en el Tramo 3).....	58
ANEXO I. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 6 ubicado en el Tramo 2).....	59
ANEXO J. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 2 ubicado en el Tramo 1).....	60
ANEXO K. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 3 ubicado en el Tramo 1).....	61
ANEXO L. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 1	62
ANEXO M. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 2.	63
ANEXO N. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 3.....	64
ANEXO O. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 4.....	65
ANEXO P. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 5.	66
ANEXO Q. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 6.....	67

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA DE DISEÑO DE CICLORUTAS DE TIPO AMBIENTAL Y RECREATIVA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

AUTORAS: YOREDY PAOLA CÁCERES BAUTISTA**
BRENDA LIZETH VARGAS SUÁREZ

PALABRAS CLAVES: Cicloruta, Cicloinfraestructura, Plan maestro de movilidad Bucaramanga, Transmodeler.

DESCRIPCIÓN

El incremento excesivo del parque automotor genera serios problemas como la congestión vehicular y daños ambientales. Por ende en algunos países desarrollados como Holanda, Dinamarca y Alemania han implementado diferentes opciones de transporte, incentivando el uso de modos alternativos no motorizados como la bicicleta, lo que ha permitido la conformación de redes de ciclorutas que con el paso del tiempo van teniendo mayor demanda y acogida. Actualmente Bucaramanga no cuenta con obras que le permitan a los usuarios optar por este tipo de transporte, dado que no se cuenta con las condiciones adecuadas, por esta razón y basados en el Plan Maestro de Movilidad de Bucaramanga (PMMB), en esta investigación se revisa la propuesta hecha en él y se establece las condiciones adecuadas para definir un trazado de cicloruta que se ajuste a los parámetros establecidos en el manual de cicloinfraestructura, además se realiza un análisis que permite determinar el impacto que generará en la red vial por medio del software de microsimulación Transmodeler.

Mediante el siguiente proyecto se pretende verificar la viabilidad de diseño de una cicloruta ambiental y recreativa que une diferentes puntos importantes de la ciudad, constatando que cumple los parámetros establecidos en el manual de diseño de ciclorutas Colombiano, además de otros existentes, y basados en la propuesta hecha en el PMMB (plan maestro de movilidad de Bucaramanga)

A pesar de que en este momento en la ciudad de Bucaramanga no se haya implementado ningún sistema de ciclorutas la cuales mejorarían la movilidad es una buena opción para mejorar aspectos de congestión vehicular y medioambiental.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Yerly Fabián Martínez Estupiñan, Magister en Ingeniería Civil

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL FOR ENVIRONMENTAL DESIGN CICLORUTAS TYPE AND RECREATION IN THE CITY OF BUCARAMANGA

AUTHORS: YOREDY PAOLA CÁCERES BAUTISTA**
BRENDA LIZETH VARGAS SUÁREZ

KEYWORDS: cicloruta, cycloinfrastructure, Bucaramanga mobility master plan, Transmodeler.

DESCRIPTION

The excessive increasing of the car industry generates serious issues such as traffic jams and environmental damage. Therefore, developing countries as Netherlands, Denmark and Germany have implemented different means of transportation, promoting the use of non-motorized vehicles such as bicycles which has permitted the conformation of cycling routes that through time are having a major demand and acceptance. Currently, Bucaramanga has no works that allow the bicycle users to opt for this type of transportation, since it does not have the appropriate conditions. For this reason and based on 'el Plan Maestro de Movilidad en Bucaramanga' (PMMB), in this research study it is reviewed the proposal made by PMMB and it is established the adequate conditions to define a cycle route that suits the established parameters in the cycle infrastructure manual. Besides, an analysis is made to determine the impact this plan (PMMB) will generate in the road network throughout the Transmodeler microsimulation software.

By following project aims to verify the feasibility of designing an environmental and recreational cycle route linking different important points of the city, finding that meet the parameters set in the manual design of Colombian cycling routes, and other existing and based on the proposal in PMMB (Bucaramanga mobility master plan).

Although at this time in the city of Bucaramanga has not implemented any system of bike paths which would improve the mobility is a good option to improve vehicular congestion and environmental aspects.

* Degree work

** School of Physics and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Yerly Fabian Martínez Estupiñan, Master of Civil Engineering

INTRODUCCIÓN

Dado el crecimiento del parque automotor en la ciudad de Bucaramanga el nivel de congestión vehicular es el principal problema que se percibe, dado que cuenta con 272.000 vehículos entre autos y motocicletas, con una población estimada en su área metropolitana de 1.150.000 habitantes, convirtiéndola en la ciudad de Colombia con el mayor parque automotor para su población, o sea, por cada 4.22 habitantes hay un vehículo en la ciudad [1]. Por ende en la actualidad se deben buscar medidas que den solución en cierta parte a este problema de movilidad, y de paso incentivar a la comunidad a usar diferentes alternativas de transporte que beneficien también el factor ambiental, y al usuario de forma económica y saludable.

Basados en el plan maestro de movilidad de Bucaramanga y en la red de ciclorutas planteadas en él, se escogió la propuesta de una red ambiental y recreativa, donde no sólo se ofrece una ruta de transporte, sino también un lugar de esparcimiento y recreación, ya que esta malla comunica varios de los principales parques de la ciudad, como el parque del agua, parque san pio, parque la Flora, y el parque integral metropolitano.

Utilizando herramientas como Arcgis, registros fotográficos y la plataforma Google Earth se busca realizar un diseño en planta que se ajuste mejor a los requisitos para la construcción de este tipo de obras según el manual de cicloinfraestructura y así determinar el impacto en el flujo vehicular que generaría en las diferentes zonas de afectación mediante el uso de herramientas de simulación en transporte y con el apoyo del software Transmodeler, para conocer el comportamiento actual y con la implantación de la cicloinfraestructura.

En los capítulos siguientes se muestran los parámetros más relevantes que se deben tener en cuenta para el diseño de ciclorutas según el manual de ciclo infraestructura y el manual de señalización vial y todo el desarrollo realizado en la investigación.

1. LINEAMIENTOS NACIONALES DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS PARA CICLORUTAS.

Para el diseño de una cicloinfraestructura se deben cumplir ciertos parámetros establecidos y de esa forma garantizarle al usuario el mejor servicio.

1.1 COMPONENTE DINÁMICO.

El diseño de cada una de las rutas debe permitirle al ciclista realizar su menor esfuerzo y minimizar la pérdida de energía. Además existen varios factores que influyen al ciclista y lo llevan a controlar su velocidad e impulso.

- Ancho total de diseño, el cual no puede ser menor a 1 [mt].
- Ancho de la bicicleta con ciclista: 0.75m

1.2 COMPONENTE ESTÁTICO.

Para el diseño de la red se debe tener en cuenta el entorno en donde se quiere implementar pues de esto dependen los resultados además de los factores para calcular sus beneficios y proponer políticas y diseños adecuados.

1.2.1 Requisitos de la Red

➤ Coherencia

La cicloruta debe conectar puntos origen de los ciclistas con los destinos principales de la ciudad. Teniendo en cuenta: Intersecciones y encuentros con otros modos de transporte, tipo de superficie de rodamiento, iluminación y calidad de la infraestructura durante todo el recorrido.

➤ Rutas Directas

La cicloinfraestructura debe ofrecer al ciclista una ruta tan directa como sea posible, garantizando el menor consumo de energía, se debe prestando atención a la velocidad y demoras o retrasos.

➤ Atractividad

La planeación, diseño, implantación y operación de la red, sus rutas y elementos deben tener como objetivo principal, brindar una buena percepción de seguridad en la vía, la cual, debe estar directamente relacionada con condiciones óptimas de iluminación, visibilidad, y el acompañamiento de las autoridades en el contexto inmediato.

➤ Seguridad

El diseño geométrico, cruces, intersecciones, señalización, mobiliario, superficie de rodamiento y demás elementos de diseño de la cicloinfraestructura deben garantizar la seguridad vial del ciclista y de los otros usuarios de la vía.

➤ Comodidad

La cicloinfraestructura debe permitir un desplazamiento amigable, continuo y confortable del tráfico de bicicletas. Reducir el estrés mental y físico de los usuarios. Se debe tener en cuenta varios parámetros como: pendiente transversal no superior al 2% de inclinación y pendientes longitudinales. [2]

1.3 VELOCIDAD DE OPERACIÓN Y DE DISEÑO

La velocidad de diseño determina el radio y el peralte de las curvas, distancias mínimas de visibilidad e influye en determinar el ancho de la vía.

- La velocidad de diseño de una Cicloruta no debe ser menor a 10 km/h, siendo una velocidad recomendada de 25 a 30 km/h.
- La velocidad de operación es a la cual las bicicletas se mueven, entre 15 y 20 km/h normalmente, pero varía según situaciones especiales como pendientes y tramos largos. [2]

1.4 PENDIENTES MÁXIMAS Y SOBREANCHOS

Dada la topografía diversa de Colombia es importante evaluar las pendientes del terreno y su efecto sobre las Ciclorutas. De ser posible no se deben diseñar Ciclorutas en lugares de tramos largos con pendientes constantes mayores a 6%; este nivel de pendiente fatiga al ciclista y desestimula el uso de la cicloinfraestructura.

Igualmente, dado el esfuerzo y balance extra que debe hacer el usuario durante el ascenso y las altas velocidades que se alcanzan durante el descenso, es necesario contemplar sobreanchos en las Ciclorutas, especialmente si estas son bidireccionales.

1.5 TIPOLOGÍAS DE DISEÑO DE CICLORUTAS.

Según características como anchos de calzada, velocidad de diseño, pendiente transversal y longitudinal, tráfico de bicicletas entre otras, existen varios tipos de cicloinfraestructura.

◊ **Cicloruta Unidireccional**

Tráfico en un sólo sentido, normalmente acompañada de una cicloruta en el sentido contrario al otro lado de la vía y se emplea por lo general cuando no existe espacio en los andenes o hay ausencia de separador.

◊ **Cicloruta Bidireccional**

- Posee carriles de circulación exclusivos para bicicletas en los dos sentidos y se ubica segregada a un costado de la calzada vehicular o sobre el andén.
- Se recomienda este tipo de cicloruta en la mayoría de los casos para el contexto local, preferentemente a la de tipo unidireccional, ya que ofrece mayor seguridad al ciclista y los vehículos motorizados no la pueden invadir.

◊ **Cicloruta segregada sobre andén**

- Se usa a lo largo de vías con alto tráfico de bicicletas (mayor a 750 bicicletas por día) y un alto tráfico peatonal. (más de 160 peatones por hora en un metro de andén)

➤ Implementación

Se recomienda dejar un ancho mínimo de 1.20 m en las secciones paralelas de circulación peatonal.

Prohibición a la circulación de motocicletas y ciclomotores.

Instalación de bolardos cuando existen accesos a garajes sobre el andén.

Velocidad de diseño de hasta 30 km/h.

Evitar que peatones circulen sobre la berma de separación entre la calzada vehicular y la cicloruta.

◆ **Cicloruta compartida sobre andén**

- Se usa a lo largo de vías con alto tráfico de bicicletas (mayor a 750 bicicletas por día) y un bajo tráfico peatonal. (Menor a 160 peatones por hora en un metro de andén)

➤ Implementación

Se recomienda dejar un ancho mínimo de 1.20 m en las secciones paralelas de circulación peatonal.

Prohibición a la circulación de motocicletas y ciclomotores.

Instalación de bolardos cuando existen accesos a garajes sobre el andén.

Velocidad de diseño de hasta 20 km/h.

Una cicloruta de doble sentido igual o inferior a 2.50 m debe tener un espacio adicional a lado y lado, el cual pueda ser utilizado por los ciclistas para realizar acciones evasivas o maniobras de equilibrio en caso de ser necesario.

◆ **Cicloruta segregada sobre calzada**

- Se usa a lo largo de vías con alto tráfico peatonal (más de 200 peatones por hora en un metro de andén) y/o vías con andenes estrechos.
- Implementación

Se debe controlar la ocupación ilegal de la cicloruta por vehículos motorizados en maniobras de cargue y descargue, y de vehículos para discapacitados.

Una cicloruta unidireccional de 2.00 m debe tener un espacio adicional (preferiblemente al lado izquierdo) que pueda ser utilizado por los ciclistas para que tengan la posibilidad de realizar una maniobra, acción evasiva, o adelantar a otro ciclista.

Debe evitarse la implementación de una cicloruta de doble sentido sobre la calzada vehicular, debido a que los ciclistas de una de las dos direcciones tendrían que desplazarse demasiado cerca de la vía. [1]

◆ **Cicloruta sobre separador central**

- Se usa a lo largo de vías con alto tráfico vehicular y con separador central con suficiente sección.
- Implementación:

Se deben tener en cuenta los accesos a la cicloruta a través de cruces debidamente señalizados o a través de puentes peatonales o pasos deprimidos.

Velocidad de diseño de hasta 30 km/h o mayores.

Una cicloruta de doble sentido con un ancho igual o inferior a 2.50 m, debe tener un espacio adicional a lado y lado, el cual pueda ser utilizado por los ciclistas para realizar acciones evasivas o maniobras de equilibrio en caso de ser necesario.

◆ **Cicloruta sobre alameda**

- Se usa a lo largo de alamedas peatonales, rondas de ríos y parques.
- Implementación

Se recomienda dejar un ancho mínimo de 1.20 m en las secciones paralelas de circulación peatonal.

Velocidad de diseño de hasta 30 km/h o mayores.

◆ **Cicloruta en carretera**

- Se usa a lo largo de carreteras y vías nacionales en zonas rurales.
- Implementación

La distancia de separación entre la carretera nacional y la cicloruta se determinará según la velocidad de diseño de la carretera y/o el tipo de elemento de separación seleccionado para la misma. El área de separación recomendada es de 7.00 m a 9.00 m según velocidad de operación de la vía vehicular.

◆ **Cicloruta segregada en carretera**

- Se usa a lo largo de carreteras y vías nacionales en zonas rurales donde sea imposible implantar una cicloruta con el suficiente aislamiento del tráfico motorizado.

Si la cicloruta segregada de las carreteras no posee la capacidad o no contempla este comportamiento, la infraestructura será subutilizada y los usuarios circularán por la calzada vehicular, en búsqueda de mayor eficiencia y comodidad en el recorrido. [2]

1.6. INTERSECCIONES Y CRUCES

Las estadísticas de accidentes de tránsito demuestran la importancia que se le debe dar a este tema. La causa más importante de accidentes de tránsito graves (fatalidades y hospitalizaciones) que involucra a ciclistas, son las colisiones entre ciclistas y automóviles.

Más de la mitad de estos accidentes ocurren en intersecciones en el área urbana (58%) y dentro de éstos, especialmente en las intersecciones en vías con velocidades sobre los 50 km/h (95%).

En Colombia, los datos de accidentalidad de ciclistas no se encuentran desglosados. El panorama de accidentalidad se mide cuando los sistemas y redes son completos. En Colombia los estudios sobre las Ciclorutas aún no contemplan la red integralmente.

Se deben cumplir los parámetros como: Coherencia, Identificación, Consistencia de calidad.

- ◇ **Semaforización o señales de control.** La semaforización de intersecciones permite la reducción o eliminación de conflictos y crean un periodo seguro de maniobra y cruce de los diferentes modos de transporte. En todo caso, debe también considerarse a los peatones.

- ◇ **Prioridad de cruce de la Cicloruta.** Se aplica exclusivamente en vías de uno o dos carriles donde el flujo de vehículos es inferior a 4.000 vehículos por día y la velocidad del vehículo es inferior a 50 km/h.

- ◇ **Soluciones a desnivel.** La infraestructura a desnivel se recomienda y es necesaria, cuando otras soluciones para las intersecciones no cumplen con los requisitos en relación a rutas seguras en términos de volúmenes viales y de seguridad. [2]

1.7 SEÑALIZACIÓN DE CICLORUTAS

Las señales asociadas al uso de bicicletas en vías con o sin facilidades para ellas cumplen tres funciones básicas: regular la circulación (reglamentarias), advertir sobre peligros (preventivas) y guiar a los ciclistas a través de las ciclorutas (informativas).

En los cruces de ciclo vías con tránsito de vehículos motorizados, deben instalarse señales reglamentarias de prioridad sólo si el flujo total de vehículos motorizados es inferior a 500 vehículos/hora en cada una de las 8 horas de mayor demanda de un día promedio, de lo contrario debe utilizarse semáforo.[2]

- ◇ **Señalización Horizontal.** La señalización horizontal está conformada por símbolos, flechas, letras y líneas que se pintan sobre el pavimento, sardineles y estructuras de la vía o adyacentes a ella. También podrán colocarse otros elementos que sobresalgan de la superficie del pavimento, que permitan regular o canalizar el tránsito. [3]

- ◇ **Señalización vertical.** La señalización vertical hace referencia a los dispositivos que se instalan a nivel de la vía o sobre ella, mediante placas fijadas en postes o estructuras, que cumplen la finalidad de transmitir a los usuarios de la cicloruta las normas específicas que buscan prevenir, reglamentar e informar, mediante el uso de símbolos o textos determinados.[3]

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA PLANTEADA EN EL PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD DE BUCARAMANGA 2010 – 2030 (PMMB).

En este plan se propone la implementación de una red de ciclorutas conformada por una serie de anillos perimetrales que parten del eje ambiental de la quebrada, La iglesia y conecta el oriente de la ciudad sector de plaza guarín, con el sector de Villa Olímpica y la UIS. A partir de este sector se plantea una conexión directa con el occidente de la ciudad a partir de la calle 9, y a su vez con el centro administrativo municipal a través del eje de la carrera 11. [4]

Así mismo, se plantean otras alternativas que conecten la ciudad en sentido transversal y unos tramos complementarios que unan sectores específicos. (Ver ANEXO A)

A continuación la red propuesta:

- *Red de cicloruta estudiantil*
- *Red de cicloruta para la conectividad.*
- *Red de cicloruta ambiental y recreativa.*

Este proyecto se fundamentó en la red de cicloruta ambiental y recreativa, la cual es un tipo de infraestructura que denota importancia a las diferentes zonas verdes de la ciudad o en áreas vinculadas a centros deportivos y recreativos no sólo prestando el servicio de conectividad, sino también ofreciendo al usuario espacios de distracción y entretenimiento; su planteamiento se basa en la normativa nacional sobre diseño de infraestructura de cicloruta y el circuito planteado en el plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030 (PMMB), donde uno de sus objetivos fue proponer diferentes alternativas de movilidad y conectividad para la ciudadanía en general.

A partir de la anterior propuesta se hizo la verificación del cumplimiento de la normatividad mediante las especificaciones dadas por el grupo de Geomática de la Universidad Industrial de Santander (ancho de calzada, longitudes) [5] y herramientas como Google Earth (demarcación de rutas, pendientes y ancho de andén) y Google Maps, además de la identificación en campo de cada una de las rutas que contiene esta red.

A continuación se puede observar la descripción de la propuesta hecha por el plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030 (PMMB) donde se hizo una segmentación por tramos para identificar mejor los diferentes parámetros de diseño y sus respectivas modificaciones en las zonas que lo requerían.

2.1 TRAMO 1

- Vía a Pamplona entre calles 34 y 33^a

Ancho de calzada de 7,5 m y la pendiente longitudinal varía entre 4,5% a 5,5%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido N-S).

- Calle 32 entre carreras 33b y 31

Ancho de calzada de 9 m y la pendiente longitudinal varía entre 1,5% y 4%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido W-O).

- Carrera 33^a con calle 32

Vía doble calzada con ancho de carril de 6,5 m y la pendiente longitudinal varía entre 3% y 4%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido N-S)

- Calle 33 con carrera 33^a

Ancho de calzada de 6,9 m y la pendiente longitudinal de 4,0%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido W-O).

- Carrera 34 entre calles 33 y 44

Ancho de calzada de 7 m y la pendiente longitudinal varía entre 1,5% y 3%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido N-S)

- Parque San Pío

La cicloruta pasa a través del parque san pío con un ancho de 3,5 metros y senderos peatonales de 1,5 m cada uno, tipo de cicloruta: compartida sobre andén.

- Carrera 34 entre calles 46 y 48

Ancho de calzada de 6 m y la pendiente longitudinal varía 1,5% y 3%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido N-S).

- Calle 49 con 33

Vía peatonal, ancho de calzada de 3m y la pendiente longitudinal de 3%, tipo de cicloruta: compartida sobre andén.

- Carrera 33 con calle 49

Vía doble calzada con ancho de carril de 6,5 m y la pendiente longitudinal de 4,0%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido N-S).

- Calle 51 con 33

Ancho de calzada de 7 m y la pendiente longitudinal de 3,0%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido W-O).

- Carrera 34 con calle 51

Ancho de calzada de 6 m y la pendiente longitudinal de 3,5 %, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido N-S).

- Calle 52 entre carreras 34 y 36

Ancho de calzada de 8 m y la pendiente longitudinal varía entre 5% y 6%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido W-O).

- Carrera 37 entre calles 52 y 54

Ancho de calzada de 6 m y la pendiente longitudinal varía entre 3,5% y 5%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido N-S).

- Entrada al parque la Flora

Según el plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030 la conexión para entrar a este parque es desde la carrera 37 con calle 54 pero debido a que no existe vía de acceso y el desnivel de esta zona del parque es muy elevado además representa un dificultad constructiva se propuso extender el tramo de cicloruta por la diagonal 56 con calle 36 brindando una vía de acceso al parque óptima y favorable.

- Diagonal 56 con 36

Ancho de calzada de 7,5m y la pendiente longitudinal varía entre 2% y 3%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido W-O).

- Parque La Flora

La cicloruta pasa a través del parque La Flora con un ancho de 3,5 metros y senderos peatonales de 1,5 m cada uno, tipo de cicloruta: compartida sobre andén.

- Terminación del primer tramo de cicloruta en el parque la flora, según el Plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030 este continua por la vía antigua a Floridablanca y se conecta con los barrios Antonia Santos Sur, San Pedro y San Martin donde se unen con otros dos tramos de ciclorutas que son Diamante II y Vía a Lebrija.

Esta propuesta es modificada por varios factores que afectan directamente el diseño e implementación de la cicloruta. Según el manual de infraestructura se debe cumplir lineamientos como:

- Atractividad: Debe haber un especial cuidado de las características físicas y sociales de los alrededores, de tal manera que contribuyan con el bienestar del ciclista y minimice el riesgo de robo, atraco, acoso, violencia o lesiones al usuario lo cual no se puede garantizar en estas zonas.
- Se deben cumplir anchos mínimos de calzada con andenes o separadores en el caso que los tenga según el tipo de cicloruta que se desee y en su mayoría estas vías no disponen de suficiente espacio para incluir este tipo de infraestructura. (Ver ANEXO B)

Figura 1. Tramo 1 propuesto en el plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030.



Figura 2. Tramo 1 con las respectivas modificaciones propuestas.



2.2. TRAMO 2

- Calle 65 entre carrera 20cc y 50cc

Ancho de calzada de 7,5 m y la pendiente longitudinal varía entre 3% y 4,5%, segregada sobre andén izquierdo (sentido O-W).

- Carrera 60cc entre calles 64^a y 63^a

Ancho de calzada de 6 m y la pendiente longitudinal varía entre 3% y 4,5%, segregada sobre andén izquierdo (sentido S-N).

- Vía no existente

Después de la carrera 60cc entre calles 64^a y 63^a en el plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030 se planteó un trazado donde actualmente no existe vía, es un precipicio con zona verde lo que hace imposible la conexión con la carrera 8 con calle 62, la única forma de hacer posible ese trazado es con la construcción de un puente o un terraplén de gran magnitud. Por ende se propuso que el trazado siga su rumbo por las siguientes direcciones

- Calle 63^a entre carreras 5occ y 4occ.

En esta zona se presenta un ancho de calzada de 7,5 m donde 2m se utilizan como parqueadero es por esto que se tomó un ancho de calzada de 5 m y la pendiente longitudinal de varía entre 2% y 4% tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido W-O)

- Calle 63 entre carrera 4occ y 2aocc

Ancho de carril de 5m y la pendiente longitudinal varía entre 0,5% y 2%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido W-O)

- Carrera 3occ entre calle 62 y 62^a

Zona peatonal y escolar donde el ancho cicloruta es de 3,5 m.

- Parque ubicado entre la calle 61 con carrera 2occ y calle 62 con carrera 7occ.

La cicloruta pasa a través del parque con un ancho de 3,5 metros y senderos peatonales de 1,5 m cada uno, tipo de cicloruta: compartida sobre andén.

- Carrera 8occ entre calles 61 y 55

Ancho de calzada de 6m y la pendiente longitudinal varía entre 0,5% y 2%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido S-N).

- Calle 55 entre carreras 7occ y 1occ

Ancho de calzada de 6m y la pendiente longitudinal varía entre 3% y 5%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido W-O). (Ver ANEXO C).

Figura 3. Tramo 2 propuesto en el plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030.



Figura 4. Tramo 2 con las respectivas modificaciones propuestas.



2.3. TRAMO 3

- Carrera 17 entre calle 65

Ancho de calzada de 8 m y la pendiente longitudinal varía entre 1% y 3%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido N-S).

- Calle 69 entre carrera 16 y 11

Ancho de calzada de 7m y la pendiente longitudinal de varía entre 1.5% y 2%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido W-O).

- Carrera 11 entre calle 68b y 67

Ancho de calzada de 7 m y la pendiente longitudinal 1%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido S-N).

- Carrera 11 con calle 65

Ancho de carril de 4,5m y la pendiente longitudinal 2%, tipo de cicloruta: segregada en carretera carril derecho (sentido S-N).

- Calle 65 entre carreras 11 y 16

Ancho de calzada de 7 m y la pendiente longitudinal varía entre 2,5% y 4%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido O-W).

- Calle 65 entre carreras 17 y 24

Ancho de calzada de 8,5 m y la pendiente longitudinal varía entre 2,5% y 4%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido O-W).

- Carrera 25 con calle 64^a

Ancho de calzada de 7 m y la pendiente longitudinal de 1%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido S-N).

- Calle 64^a entre carreras 17c y 17^a

Ancho de calzada de 6 m y la pendiente longitudinal varía entre 3% y 4%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido O-W).

- Carrera 17ª entre calles 64 y 63

Ancho de calzada de 7m y la pendiente longitudinal varía entre 1,5% y 3%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido S-N).

- Calle 63 con carrera 17ª

Ancho de calzada de 6,5 m y la pendiente longitudinal de 3%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido W-O).

- Carrera 17 con 61

Ancho de calzada de 6,5 m y la pendiente longitudinal de 1%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido S-N).

- Calle 61 entre carreras 17 y 14.

Zona doble calzada con un ancho de 8 m y la pendiente longitudinal varía entre 1,5% y 3,5% tipo de cicloruta: segregada sobre calzada. (Ver ANEXO D)

Figura 5. Tramo 3 propuesto en el plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030.



2.4. TRAMO 4

- Vía Lebrija desde el barrio granada sur hasta la transversal metropolitana
Vía doble calzada con un ancho por calzada de 7 m y la pendiente longitudinal varía entre 2% y 5% tipo de cicloruta: aislada en carretera lado derecho (sentido S-N).
- Tramo nuevo desde el barrio granada sur hasta el parque metropolitano
En esta zona verde que colinda con el barrio granada sur se propuso una cicloruta con un ancho de 3,5 metros y senderos peatonales de 1,5 m cada uno, tipo de cicloruta: sobre alameda.
- Tramo nuevo desde el parque metropolitano hasta la avenida 87 con 79.
En esta zona verde se propuso una cicloruta con un ancho de 3,5 metros y senderos peatonales de 1,5 m cada uno, tipo de cicloruta: sobre alameda.
- Avenida 87 con 79
Actualmente esta vía no cuenta con las condiciones para flujo vehicular ya que su superficie de rodamiento no se encuentra pavimentada. El ancho de calzada es de 6 m y la pendiente longitudinal de 2%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido N-S).
- Avenida 87 entre transversal 23 y 23d.
Ancho de calzada de 6,5 m y la pendiente longitudinal varía entre 1% y 3%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido N-S).
- Vía peatonal transversal 23 con 87
Zona de uso peatonal con un ancho de vía de 5 m y una pendiente de 2,5% se tomó un ancho de cicloruta de 2m

- Transversal 23 con 87

Ancho de calzada de 6,5 m y la pendiente longitudinal de 2, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido W-O).

- Vía nueva frente a la Iglesia Diamante II

Ancho de calzada 5 m donde 3 m se utilizan para zona de parqueadero, la pendiente longitudinal de 3%, tipo de cicloruta: segregada sobre carretera lado izquierdo (sentido W-O).

- Calle 85 con carrera 24

Ancho de calzada de 7 m y pendiente longitudinal de 4%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido W-O).

- Carrera 25 con calle 85

Zona de uso peatonal con un ancho de vía de 5 m y una pendiente de 2,5% se tomó un ancho de cicloruta de 2m.

- Carrera 25 entre calles 86 y 87

Ancho de calzada de 6,5 m y pendiente longitudinal varía entre 2,5% y 3%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén izquierdo (sentido N-S).

- Carrera 25 con calle 88

Zona de uso peatonal con un ancho de vía de 5 m y una pendiente de 2,5% se tomó un ancho de cicloruta de 2m.

- Calle 89 entre carreras 25 y 26

Ancho de calzada de 8,5 m y la pendiente longitudinal varía entre 3% y 4%, tipo de cicloruta segregada sobre andén derecho (sentido W-O).

- Calle 104 entre carreras 26 y 25 (vía Provenza)

Ancho de calzada de 7 m y la pendiente longitudinal varía entre 5% y 6%, tipo de cicloruta: segregada sobre andén derecho (sentido N-S). (Ver ANEXO E).

Figura 6. Tramo 4 propuesto en el plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030



Figura 7. Tramo 4 con las respectivas modificaciones propuestas.



Los anchos de calzada que se mencionan en cada uno de los tramos son los que se encuentran sin la cicloinfraestructura y luego de su implementación algunos de esos anchos se modificaron como se puede evidenciar en los planos en planta y perfiles de cada uno de los tramos. (Ver PLANOS)

3. IMPACTO QUE GENERA LA CICLOINFRAESTRUCTURA EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE BUCARAMANGA.

Para conocer el impacto que se genera en la operación del flujo vehicular con la implementación de la cicloinfraestructura se utilizó el software Transmodeler, este es un paquete de simulación de tráfico potente y versátil aplicable a una amplia gama de planificación del tráfico y tareas de modelado. Transmodeler puede simular todo tipo de redes de carreteras, desde autopistas hasta calles en el centro de ciudades analizando mallas multimodales en áreas extensas, animando el comportamiento del sistema del tráfico. Permitiendo también la modelación y visualización del comportamiento de los sistemas complejos de tráfico en un entorno SIG 2D o 3D para ilustrar o variar la dinámica del flujo del tráfico, señales de tráfico con sus operaciones y el rendimiento general de la red. [6]

Teniendo en cuenta características como el alto tráfico y flujo vehicular a ciertas horas del día o intersecciones de más de 2 vías en un nodo; se identificaron seis puntos críticos en la red de cicloinfraestructura ambiental y recreativa como se muestra en la imagen.

Figura 8. Puntos críticos.



Para cada uno de los puntos de mayor influencia de flujo vehicular se realizaron aforos en diferentes horas del día [7]:

- Tramo 1: se realizó el aforo de 7:00 am – 8:00 am con intervalos de cada 15 minutos.
- Tramo 2: se realizó el aforo de 1:30 pm -2:30 pm con intervalos de cada 15 minutos.
- Tramo 3: se realizó el aforo de 3:00pm- 4:00pm con intervalos de cada 15 minutos.
- Tramo 4: se realizó el aforo de 3:00pm- 4:00pm con intervalos de cada 15 minutos.

Con la información que se tiene de la malla vial en los puntos de influencia se creó una red en Transmodeler con las especificaciones de los tramos, planteando un modelo con y sin la implementación de la cicloinfraestructura y para analizar el comportamiento del flujo vehicular de automóviles, camiones, buses, motocicletas y bicicletas se introdujo la información recopilada en los aforos hechos en campo en forma de matrices Origen- Destino.

Al realizar la simulación en Transmodeler se obtuvo los siguientes resultados (ver ANEXO F, G, H, I, J y K)

❖ PUNTO CRITICO 1.

La velocidad promedio del flujo vehicular disminuye con la presencia de la cicloinfraestructura en un porcentaje de 12,55% lo que a su vez aumentan los tiempos de espera, lo cual es el resultado actualmente de tres semáforos en esta intersección además con la implementación de la cicloruta funcionarían tres semáforos nuevos adicionales para los ciclousuarios, lo que hace que los tiempos de espera en cada paso aumenten. (Ver ANEXO L).

❖ PUNTO CRITICO 2.

La velocidad promedio del flujo vehicular con cicloinfraestructura aumenta en un porcentaje de 8,89%, lo que a su vez disminuyen los tiempos de espera. En este tramo se presenta esta situación dado que se habilitaría una vía adicional para uso de bicicletas, lo que implica que estas no circulen junto a los vehículos motorizados. (Ver ANEXO M).

❖ PUNTO CRITICO 3.

La velocidad promedio del flujo vehicular con cicloinfraestructura aumenta en un porcentaje de 22,25% lo que a su vez disminuye los tiempos de espera, pero en la diagonal 56 con 37 el tiempo de espera aumenta debido a que con la implementación de la cicloinfraestructura el flujo vehicular se ve obligado a reducir

la velocidad cuando pasen los ciclistas además de ser uno de los puntos críticos con mayor incidencia de bicicletas. (Ver ANEXO N).

❖ PUNTO CRÍTICO 4.

La velocidad promedio del flujo vehicular disminuye con la presencia de la cicloinfraestructura en un porcentaje de 3,62% lo cual no es un resultado significativo, dado que el flujo vehicular sigue su trayecto normal, a excepción de que como es un tipo de cicloruta segregada sobre calzada hay una reducción en los anchos del carril provocando una disminución en la velocidad. (Ver ANEXO O)

❖ PUNTO CRÍTICO 5.

La velocidad promedio del flujo vehicular con cicloinfraestructura aumenta en un porcentaje de 27,11%, lo que a su vez disminuyen los tiempos de espera. Dado que se habilitará una vía adicional para solo bicicletas, disminuyendo el flujo que transcurría sobre la calzada. (Ver ANEXO P).

❖ PUNTO CRÍTICO 6.

La velocidad promedio del flujo vehicular con cicloinfraestructura disminuye en un porcentaje de 0,82%, lo que a su vez aumentan los tiempos de espera. Este cambio no es tan significativo dado que en esa zona el flujo vehicular es poco. (Ver ANEXO Q).

4. CONCLUSIONES.

- Cuando se hizo la revisión del trazado de la red de cicloruta ambiental y recreativa propuesta por el plan maestro de movilidad de Bucaramanga (PMMB), se observó que la mayoría de las vías por las cuales pasaba la cicloruta eran óptimas para la construcción de la cicloinfraestructura, ya que se ajustan a los parámetros mínimos como anchos de calzada, pendiente transversal y longitudinal, ancho de andenes y seguridad vial que se deben cumplir en el diseño, pese a ello se hicieron algunas modificaciones que optimizaron el trazado dado que habían rutas que no cumplían con los requisitos de diseño en ciertas zonas además de la inexistencia de vías.
- Al hacer la simulación con cicloinfraestructura en algunos casos como lo son los tramos de los puntos críticos: 2, 3 y 5 se puede evidenciar tiempos de viaje más cortos y velocidades promedio mayores en el flujo vehicular sin embargo en algunos casos como los tramos de los puntos críticos: 1, 4 y 6 los resultados son desfavorables debido a factores como semaforización, cruces e intersecciones lo cual generarían aún más demoras además se debe tener en cuenta que los análisis se hicieron bajo la poca influencia de ciclistas que existe en la ciudad, pero ya implementada una infraestructura adecuada que preste un excelente servicio, quizás muchas personas que utilizan medios de transporte motorizados cambiarán la cultura y seguramente se decidirán a utilizar las bicicletas como medio de transporte.
- Dado que el tipo de cicloruta que predomina en el diseño de la cicloinfraestructura es segregada sobre andén, esto favoreció notablemente los resultados obtenidos en los puntos críticos 2, 3 y 5 porque en general esta zona cuenta con andenes amplios, lo que hace que el ancho de calzada no sea vea afectada con la implementación de la obra. Caso contrario el que ocurre en los

tramos de los puntos críticos 1, 4 y 6, ya que en estos no se cuentan con espacios de andén tan favorables, además de las intersecciones semaforizadas y cruces que generarían más demoras en los tiempos de viaje.

- A pesar de que en este momento en la ciudad de Bucaramanga no se haya implementado ningún sistema de ciclorutas la cuales mejorarían la movilidad, en ciertas zonas de la ciudad no se cuenta con las condiciones ideales de infraestructura que permitan la fácil adecuación de las ciclorutas, además de otros factores como vías en mal estado y sin bermas, invasión del espacio público e inseguridad en las calles.

CITAS

[1] REYES, Margarita; ALVARES, Carlos, ROMERO, Juan José. SCRIBD: <http://es.scribd.com/doc/24021697/Historia-y-Crecimiento-de-Bucaramanga-Ing-Transito-Uis-2011>.

[2] FONDOS DE PREVENCIÓN VIAL. Guía de cicloinfraestructura, ejemplos ilustrados y soluciones. 2013.

[3] Manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia. Bogotá D.C., mayo de 2004.

[4] PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD DE BUCARAMANGA. 2010-2030.

[5] GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEOMÁTICA UIS. Levantamiento de la malla vial de la ciudad de Bucaramanga.

[6], Caliper Corporation. Transmodeler traffic simulation software. Disponible en: www.caliper.com/transmodeler

[7] Aforos de fuente propia.

[8] BALLESTEROS LARROTA, Luis Ernesto. Evaluación preliminar de ciclorutas alimentadoras al sistema integrado de transporte masivo en Bucaramanga. Proyecto de grado, Bucaramanga UIS 2011.

[9] Observatorio Geomática," Sistema de Información de la movilidad y el espacio público urbano de Bucaramanga", Disponible en: <http://garza.uis.edu.co/sigbucaramanga/index.html>

[10] CICLARAMANGA la bicicleta también nos mueve. Disponible en: <https://sites.google.com/site/ciclaramanga/>.

[11] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010- 2030.

[12] Manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia. Bogotá D.C., mayo de 2004.

[13] FONDOS DE PREVENCIÓN VIAL. Guía de cicloinfraestructura, ejemplos ilustrados y soluciones. 2013.

[14] MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA. Manual para determinar las necesidades de movilización en el transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera. Resolución 3202 de 1999.

BIBLIOGRAFÍA

BALLESTEROS LARROTA, Luis Ernesto. Evaluación preliminar de ciclorutas alimentadoras al sistema integrado de transporte masivo en Bucaramanga. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, 2011.

CALIPER. MAPPING & TRANSPORTATION SOFTWARE SOLUTIONS. Transmodeler traffic simulation software: TransModeler Overview. [Online] [Newton MA. E.U] Caliper Corporation, 2015. [Cited: 2 Junio 2015] Disponible en: Internet: <http://www.caliper.com/transmodeler/>

FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Guía de ciclo infraestructura, ejemplos ilustrados y soluciones. [En línea] [Bogotá: Colombia] Corporación Fondo de Prevención vial, 2013. [Citado: 5 marzo 2015] Disponible en Internet: http://www.fpv.org.co/uploads/documentos/libreria/guia_practica_de_ciclo_infraestructura.pdf

MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia. Bogotá D.C., mayo de 2004. [Citado: 20 febrero 2015] Disponible en internet: http://www.mysvial.com/pdf/Manual%20de%20Se%C3%B1alizaci%C3%B3n%20Vial%20-%20Indice_y_Presentacion.pdf

MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA. Manual para determinar las necesidades de movilización en el transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera. Resolución 3202 de 1999. [Citado: 3 marzo 2015] Disponible en Internet: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=3691>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER: Observatorio Geomática. Sistema de Información de la movilidad y el espacio público urbano de Bucaramanga: Sistema de Información Geográfica. [En línea] UIS, 2010. [Bucaramanga: Colombia] Universidad Industrial de Santander: Escuela de Ingeniería Civil Geomática, gestión y optimización de sistemas, 2010. [Citado: 2 Febrero 2015] Disponible en internet: <http://garza.uis.edu.co/sigbucaramanga/index.html>

ANEXOS

ANEXO A. Red de ciclorutas, plan maestro de movilidad de Bucaramanga 2010-2030 (PMMB).



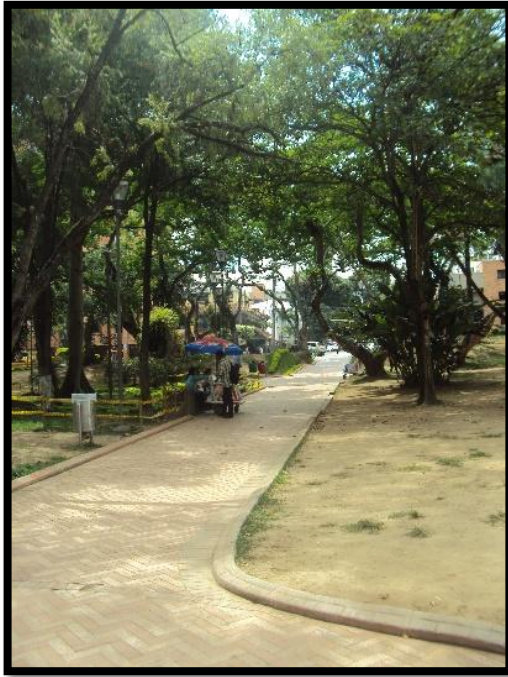
ANEXO B. Evidencias fotográficas Tramo 1.



Carrera 28 con calle 87



Parque la Flora



Parque San Pío



Diagonal 56 con 37

ANEXO C. Evidencias fotográficas Tramo 2.



Calle 55 con carrera 2aocc



Calle 63 con carrera 3occ



Parque Mutis



Carrera 80cc con calle 55a

ANEXO D. Evidencias fotográficas Tramo 3.



Carrera 17 con calle 67



Calle 61 con carrera 17



Calle 65 con carrera 13



Carrera 25 con calle 64a

ANEXO E. Evidencias fotográficas Tramo 4.



Calle 85 con carrera 24



Vía a Lebrija

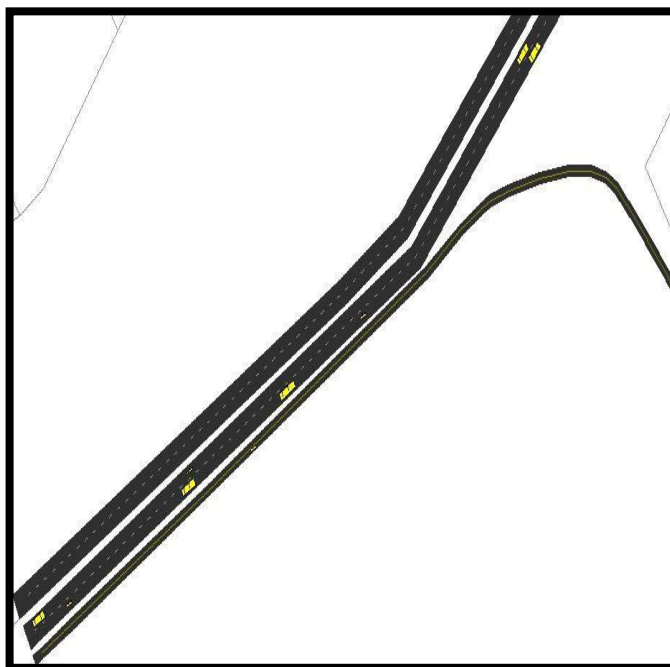
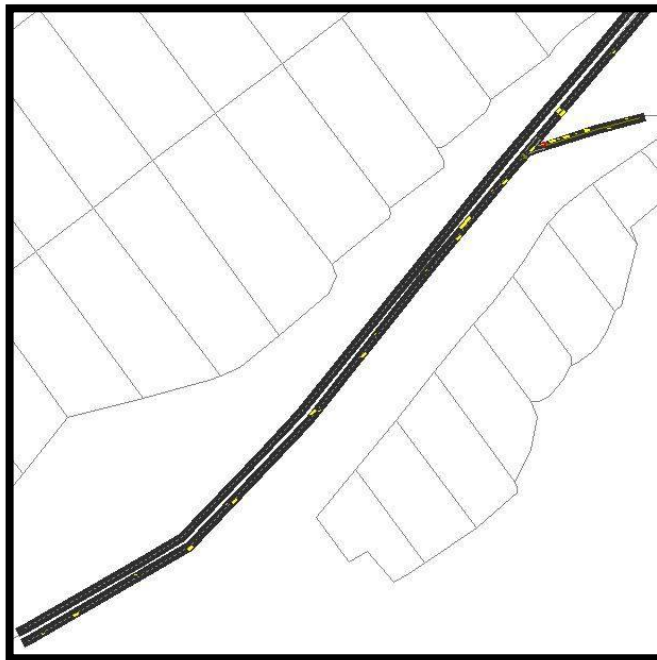


Avenida 87 con calle 79

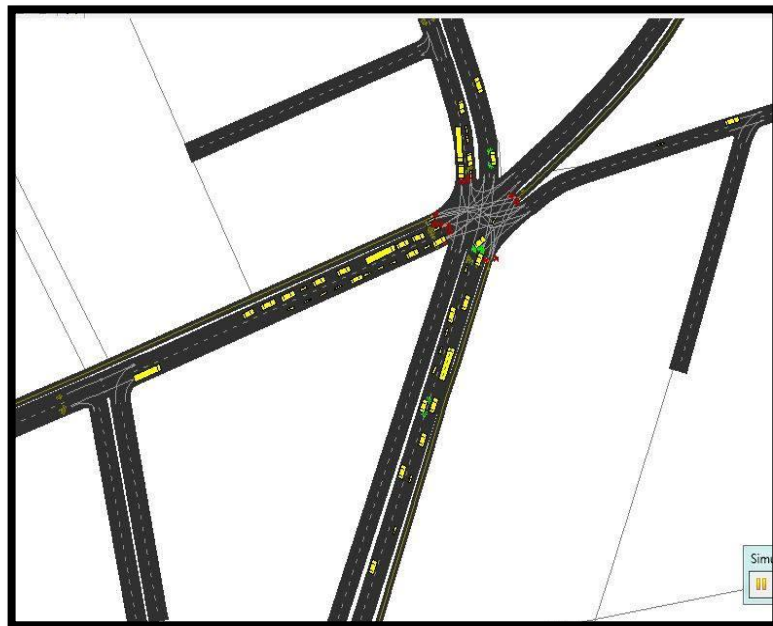


Calle 89 con carrera 25

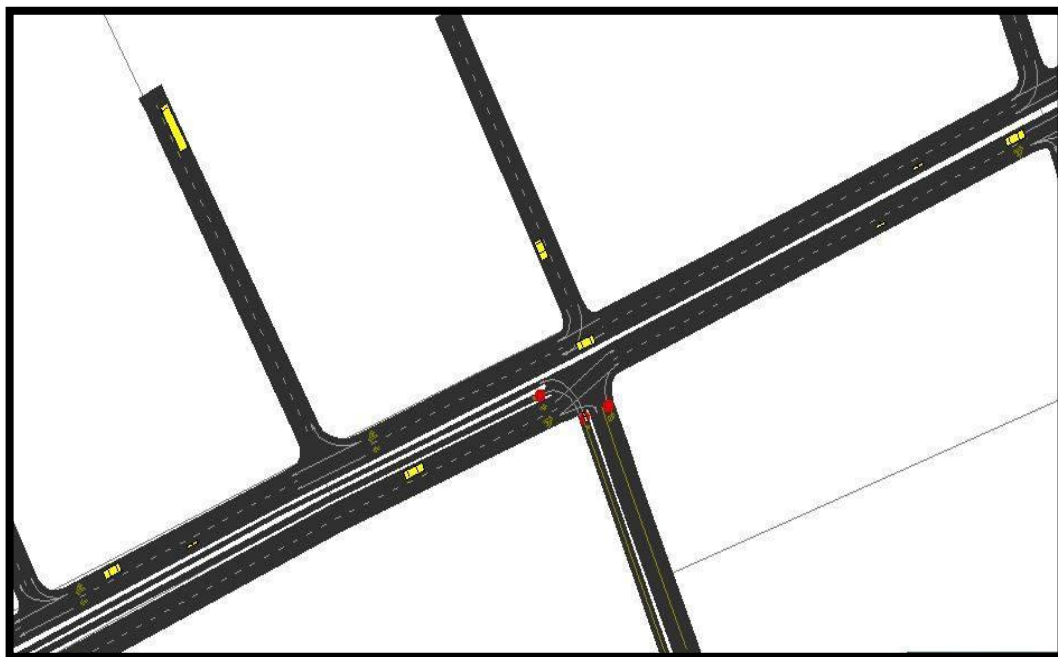
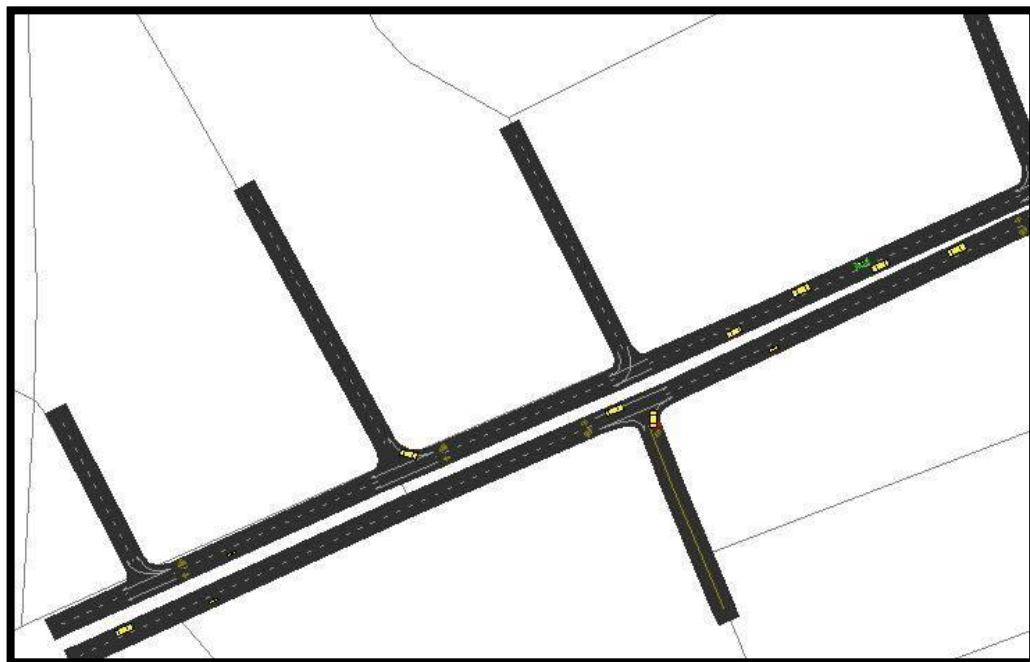
ANEXO F. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la Cicloruta (Punto crítico 5 ubicado en el Tramo 4)



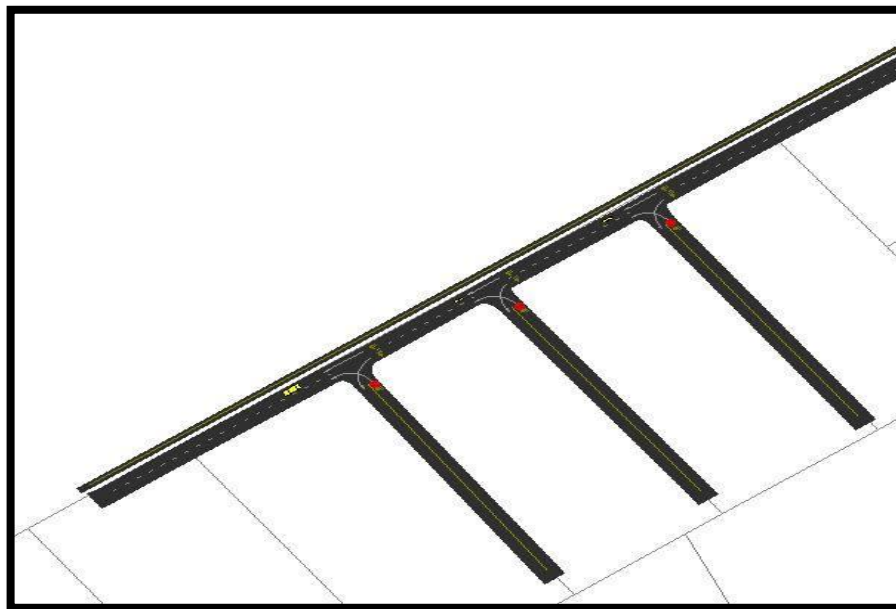
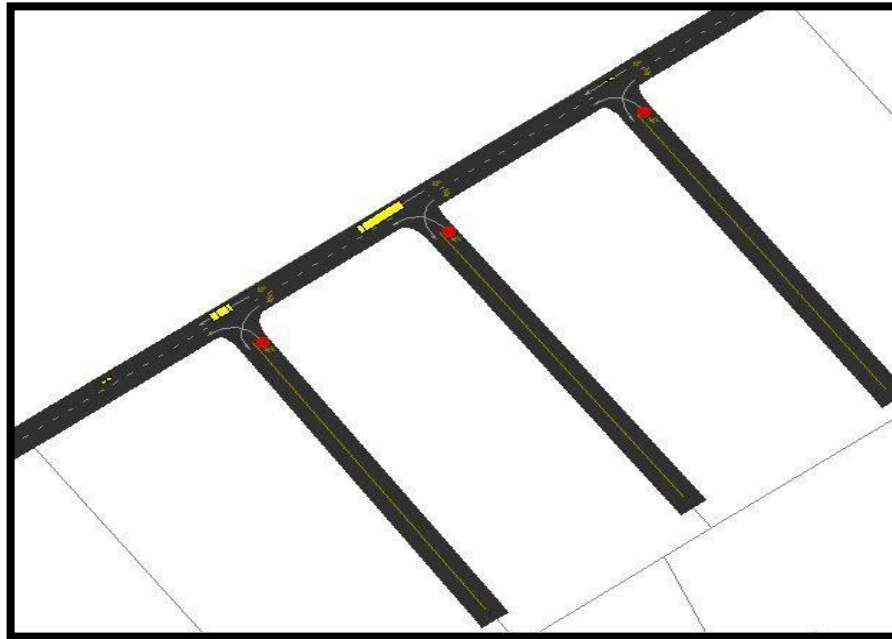
ANEXO G. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 1 ubicado en el Tramo 1)



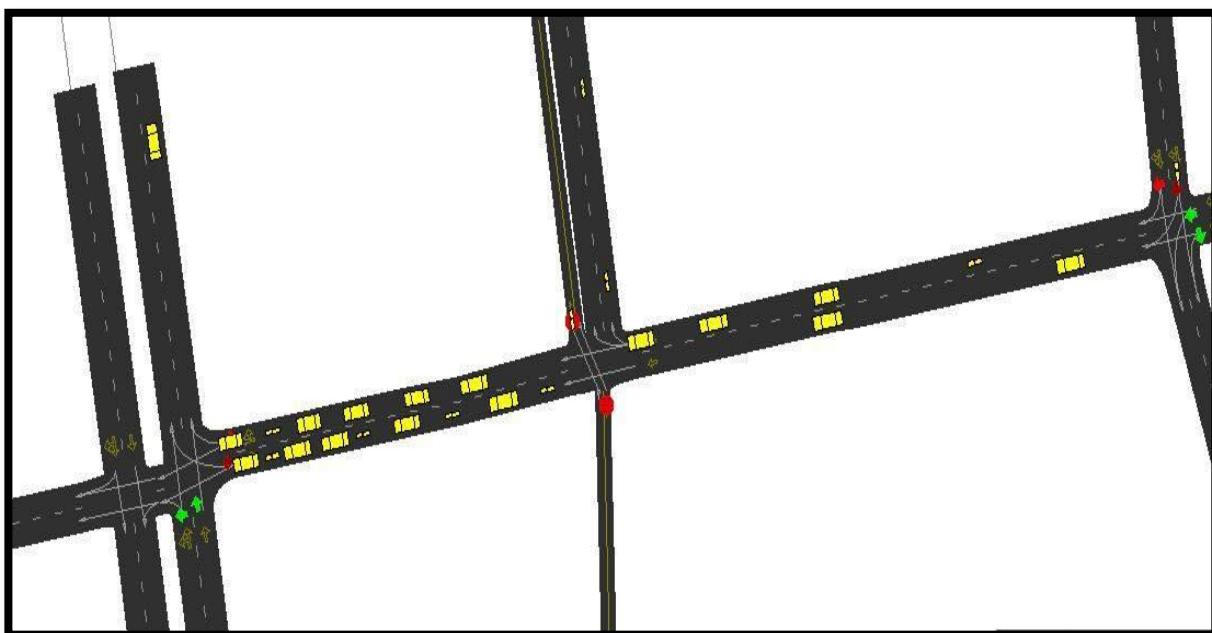
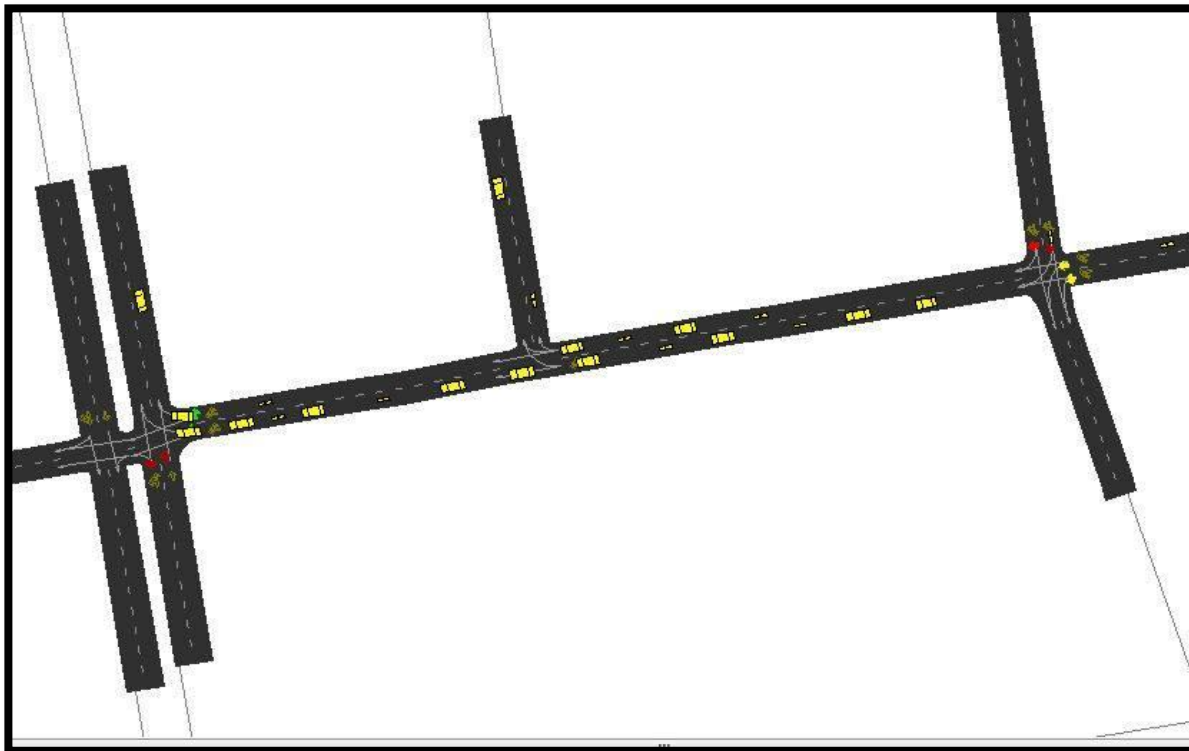
ANEXO H. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 4 ubicado en el Tramo 3)



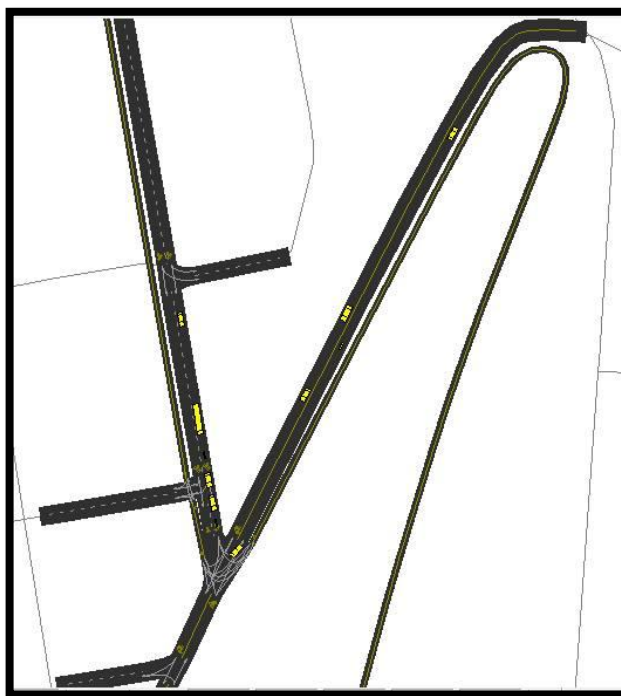
ANEXO I. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 6 ubicado en el Tramo 2)



ANEXO J. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 2 ubicado en el Tramo 1)



ANEXO K. Modelo en el software Transmodeler sin y con la implementación de la cicloruta (Punto crítico 3 ubicado en el Tramo 1)



ANEXO L. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 1

	ARTERIA	SENTIDO	AB DEMORAS	AB TIEMPO TOTAL DE VIAJE	AB TIEMPO DETENIDO	VELOCIDAD PROMEDIO
sin cicloinfraestructura	calle 32-Cra 33b	(W-O)	728,3024292	41475,74805	615,8814697	9,24
	cra 33a-calle 31a	(N-S)	498,9238892	25162,48633	481,900116	
	cra 33a-calle 31a	(S-N)	8,391076088	2042,419922	0	
	cra 33a-calle 32	(N-S)	15,55946064	3528,230469	0	
	cra 33a-calle 32	(S-N)	924,3808594	52874,46875	768,3984375	
	Vía a Pamplona con 33a	(N-O)	20,32278633	3932,164063	0	
	calle 32-Cra 32a	(W-O)	26,7153759	3766,757813	0	
con cicloinfraestructura	calle 32-Cra 33b	(W-O)	766,6896362	42727,73828	654,5127563	8,08
	cra 33a-calle 31a	(N-S)	571,2207642	28615,40039	549,1633301	
	cra 33a-calle 31a	(S-N)	8,554821014	2126,261719	0	
	cra 33a-calle 32	(N-S)	15,44025707	3412,347656	0	
	cra 33a-calle 32	(S-N)	1026,200562	60363,37891	858,5548706	
	Vía a Pamplona con 33a	(N-O)	19,8518219	3869,375	0	
	calle 32-cra 32a	(W-O)	26,73290443	3700,220703	0	

ANEXO M. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 2.

	ARTERIA	SENTIDO	AB DEMORAS	AB TIEMPO TOTAL DE VIAJE	AB TIEMPO DETENIDO	VELOCIDAD PROMEDIO
sin cicloinfraestructura	calle 45-cra 33	(O-W)	313,5136719	17375,01172	175,3579559	7,54
	calle 45-cra 34	(O-W)	180,4529724	15301,42969	65,98168182	
	cra 34-calle 44	(S-N)	5,919494152	663,7363281	0,068326823	
con cicloinfraestructura	calle 45-cra 33	(O-W)	310,5441895	17503,30664	169,1630554	8,21
	calle 45-cra 34	(O-W)	156,1528778	13938,59961	47,24658203	
	cra 34-calle 44	(S-N)	6,07124424	687,8105469	0	

ANEXO N. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 3.

	ARTERIA	SENTIDO	AB DEMORAS	AB TIEMPO TOTAL DE VIAJE	AB TIEMPO DETENIDO	VELOCIDAD PROMEDIO
sin cicloinfraestructura	diagonal 56 con 36	(O-W)	1,513189912	180,765625	0	26,52
	diagonal 56 con 36	(W-O)	13,92315006	1368,265625	0,169960946	
	diagonal 56 con 37	(O-W)	9,039552689	3546,847656	0	
	diagonal 56 con 37	(W-O)	26,19493866	6567,205078	0	
	cra 37-calle 54	(N-S)	73,96443176	2310,759766	56,15966797	
con cicloinfraestructura	diagonal 56 con 36	(O-W)	1,03851223	158,2832031	0	32,42
	diagonal 56 con 36	(W-O)	12,73181248	1386,667969	0,071640626	
	diagonal 56 con 37	(O-W)	8,524711609	3348,308594	0	
	diagonal 56 con 37	(W-O)	14,63471985	6500,494141	0,930019557	
	cra 37-calle 54	(N-S)	31,28267479	745,0566406	23,02013016	

ANEXO O. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 4.

	ARTERIA	SENTIDO	AB DEMORAS	AB TIEMPO TOTAL DE VIAJE	AB TIEMPO DETENIDO	VELOCIDAD PROMEDIO
sin cicloinfraestructura	calle 61-cra 17	(W-O)	14,42237759	6903,935547	0	37,82
	calle 61-cra 17a	(W-O)	15,05341244	5292,662109	0	
	cra 17a-calle 61	(N-S)	1,430915713	183,0380859	0	
	cra 17a-calle 61	(S-N)	7,210305691	158,1757813	5,483359337	
con cicloinfraestructura	calle 61-cra 17	(W-O)	16,24073219	7166,192383	0	36,45
	calle 61-cra 17a	(W-O)	15,78695202	5303,374023	0	
	cra 17a-calle 61	(N-S)	1,85797298	234,4794922	0	
	cra 17a-calle 61	(S-N)	8,047040939	171,5986328	6,080035686	

ANEXO P. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 5.

	ARTERIA	SENTIDO	AB DEMORAS	AB TIEMPO TOTAL DE VIAJE	AB TIEMPO DETENIDO	VELOCIDAD PROMEDIO
sin cicloinfraestructura	Vía Girón con 20	(W-O)	137,4550781	54076,13281	0,018333334	19,22
	Vía Girón con 69a	(W-O)	39,28053284	12583,78906	0	
	calle 69c-27	(N-S)	1411,295532	29865,22461	1401,541748	
	calle 69c-27	(S-N)	4,5029459	1828,554688	0	
con cicloinfraestructura	Vía Girón con 20	(W-O)	142,6283722	55897,88477	0	24,43
	Vía Girón con 69a	(W-O)	39,74104691	12577,08398	0	
	calle 69c-27	(N-S)	825,2901611	30016,77148	813,1167603	
	calle 69c-27	(S-N)	4,819238663	1836,985352	0	

ANEXO Q. Resultados del software Transmodeler, Punto crítico 6.

	ARTERIA	SENTIDO	AB DEMORAS	AB TIEMPO TOTAL DE VIAJE	AB TIEMPO DETENIDO	VELOCIDAD PROMEDIO
sin cicloinfraestructura	calle 55-cra 3ooc	(O-W)	5,987558365	1013,217773	0,024996746	36,39
	calle 55-cra 2aoc	(O-W)	5,458478928	1127,94043	0	
	cra 3ooc-calle 55	(N-S)	2,208435297	160,3989258	0,568341494	
	cra 3ooc-calle 55	(S-N)	0,501653194	85,24804688	0	
con cicloinfraestructura	calle 55-cra 3ooc	(O-W)	5,708069324	999,3369141	0,04833496	36,09
	calle 55-cra 2aoc	(O-W)	5,471239567	1130,774414	0	
	cra 3ooc-calle 55	(N-S)	1,825417995	128,9936523	0,556668282	
	cra 3ooc-calle 55	(S-N)	0,391322166	74,80029297	0	