

**Análisis Del Impacto De Tráfico En El Sector De Cabecera Del Llano Y Sus Zonas De
Influencia Más Importantes**

Autores

Yenni Carolina Mayorga Chacón y Astrid Dayanna Otero Uribe

Trabajo De Grado Para Optar Al Título De Ingeniera Civil

Director

Luis David Arévalo Durán

Ingeniero Civil

Universidad Industrial De Santander

Facultad De Ingenierías Físico-Mecánica

Escuela De Ingeniería Civil

Bucaramanga

2020

Agradecimientos

A Dios, primeramente, por ser nuestra guía y fortaleza en momentos difíciles, y por ser el patrocinador de este sueño.

A nuestros padres, que son el motor de nuestro día a día, nuestro apoyo y que al igual que nosotras vivieron este proceso, esto también es de ustedes, gracias por toda la paciencia, por creer en nosotras, por todo el amor.

A cada persona, cada amigo que estuvo allí siempre motivándonos, gracias por todo y por compartir este logro.

A nuestro director de proyecto Luis David Arévalo Durán, por el acompañamiento y por dirigirnos en nuestro proyecto.

A la Universidad Industrial de Santander, por todas las enseñanzas brindadas, orgullosamente somos UIS.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Generalidades del Proyecto.....	12
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Objetivo General.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
2. Metodología	12
2.1 Revisión material bibliográfico.....	13
2.2 Zona de estudio e identificación de puntos de cobertura.	13
2.2.1 Asignación de la estación maestra y sus 6 puntos de cobertura.	14
2.2.2 Red Vial.	15
2.2.2.1 Red Vial en el sector.	15
2.2.3. Intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.	21
2.3. Recolección de datos, ajuste y expansión de volúmenes de tránsito por medio de estaciones de cobertura.....	22
2.3.1. Asignación de aforadores.....	23
2.3.2. Tabulación de la información recolectada.	24
2.3.3. Porcentaje de tráfico.	24
2.3.4. Ajuste y expansión de volúmenes de tránsito en estaciones de cobertura a partir de la estación maestra.....	27
2.4. Análisis de datos	31
2.4.1. Volumen horario de máxima demanda (VHMD).	32
2.4.2. Descripción y clasificación de niveles de servicio vehiculares (NDS).....	32
2.4.3. NDS e impacto vehicular en estaciones de cobertura a partir de la estación maestra.	34
2.4.4. Factor horario de máxima demanda (FHMD).	36

2.4.5. Congestionamiento.	38
2.4.5.1. Congestión en la Estación 1.	40
2.4.5.2. Congestión en la Estación 2.	41
2.4.5.3. Congestión en la Estación 3.	42
2.4.5.4. Congestión en la Estación 4.	43
2.4.5.5. Congestión en la Estación 5.	43
2.4.5.6. Congestión en la Estación 6.	44
3. Conclusiones.	45
4. Soluciones y recomendaciones.	47
4.1. De bajo costo en corto plazo.	47
4.2. De alto costo a largo plazo.	49
Referencias Bibliográficas.	50
Apéndices.	51

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ubicación zona de estudio con las estaciones especificadas.....	14
Figura 2. Infraestructura vial vehicular urbana (2019).....	15
Figura 3. Clasificación vial urbana en el área metropolitana.....	17
Figura 4. Clasificación vial urbana en la zona.....	18
Figura 5. Generalidades perfiles viales, área metropolitana de Bucaramanga.	18
Figura 6. Centro comercial cabecera II sobre la carrera 33.	19
Figura 7. Esquina parqueadero Éxito sobre la Cll 51	19
Figura 8. Esquina Studio F sobre la Cll 48 antes del semáforo con Cra 35a.....	20
Figura 9. Esquina del Bumangués sobre la Cra 34 con calle 48.....	20
Figura 10. Esquina del parque sobre la Cll 51 antes del semáforo con Cra 33.	20
Figura 11. Esquina BBC sobre la Cll 52 con Cra. 35.	21
Figura 12. Esquina Banco Davivienda sobre la Cra 35 a con Cll 51.....	21
Figura 13. Formato de campo.	23
Figura 14. Ubicación de aforadores y horarios de recolección de información.	25
Figura 15. Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 1	25
Figura 16. Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 2	25
Figura 17. Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 3	26
Figura 18. Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 4	26
Figura 19. Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 5	26
Figura 20. Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 6	27

Figura 21. Impacto del tráfico.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 22. Porcentajes del impacto del tráfico diario en estaciones	35
Figura 23. Variación del flujo vehicular en la estación maestra.....	39
Figura 24. VHMD Est 1. 5:00 - 6:00 p.m.....	40
Figura 25. VHMD Est 2. 1:00 - 2:00 p.m.....	41
Figura 26. VHMD Est 3. 6:00 - 7:00 p.m.....	42
Figura 27. VHMD Est 4. 8:00 - 9:00 a.m.....	43
Figura 28. VHMD Est 5. 12:00 - 1:00 p.m.....	44
Figura 29. VHMD Est 6. 12:00 - 1:00 p.m.....	44

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Ubicación de las estaciones.	14
Tabla 2. Intersecciones semaforizadas donde están ubicadas las estaciones.....	22
Tabla 3. Ubicación de aforadores y horarios de recolección de información.....	23
Tabla 4. Volúmenes de tránsito en estación maestra.	28
Tabla 5. Proporción horaria para las estaciones de coberturas	29
Tabla 6. Distribución del tránsito en la estación de cobertura 1	30
Tabla 7. VHMD y tasa de flujo q en periodos de 15 minutos.	32
Tabla 8. Clasificación de los NDS según FHMD.	34
Tabla 9. Impacto del tránsito diario y NDS en la zona del proyecto.	35
Tabla 10. Cálculos de rangos de FHMD.....	36
Tabla 11. NDS en función de las velocidades para vías urbanas.....	37
Tabla 12. Factores de FHMD y NDS.....	37
Tabla 13. Horarios de flujo y volumen máximos	38
Tabla 14. Indicadores de congestión en la estación maestra	39

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Formatos para la toma de datos.	51
Apéndice B. Aforo vehicular de la estación maestra tomado durante 24horas	52
Apéndice C. Aforo vehicular de la estación de cobertura 1	52
Apéndice D. Aforo vehicular de la estación de cobertura 2	53
Apéndice E. Aforo vehicular de la estación de cobertura 3.....	53
Apéndice F. Aforo vehicular de la estación de cobertura 4	54
Apéndice G. Aforo vehicular de la estación de cobertura 5	54
Apéndice H. Aforo vehicular de la estación de cobertura 6	55
Apéndice I. Distribución del tránsito en estaciones de cobertura.....	55

Resumen

Título: Análisis Del Impacto De Tráfico En El Sector De Cabecera Del Llano Y Sus Zonas De Influencia Más Importantes.*

Autores: Yenni Carolina Mayorga Chacón y Astrid Dayanna Otero Uribe **

Palabras Clave: Congestión vehicular, ajuste de tránsito, factor horario de máxima demanda, niveles de servicio, volumen vehicular.

Descripción:

Actualmente en la ciudad de Bucaramanga, Santander, Colombia, se ha generado un incremento gradual en la movilidad del casco urbano, específicamente en la zona comprendida del sector de cabecera del llano y sus alrededores, el cual se conoce por ser un área de desarrollo comercial y de alto flujo vehicular. Teniendo en cuenta la demanda y problemática que ha generado la congestión vehicular y el deterioro en la infraestructura vial, ha sido necesario realizar un análisis del impacto de tráfico en 7 zonas de afluencias, en donde se realizó un aforo vehicular en un periodo de 24 horas en una estación específica que se considera la de más flujo vehicular ubicada estratégicamente, de igual manera el mismo proceso en las 6 estaciones de cobertura aledañas durante varias horas pico del mismo día, con el propósito de hacer un ajuste de tránsito en esas estaciones de cobertura teniendo en cuenta el factor de la hora de máxima demanda, siendo indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos y las velocidades de vehículos que permite medir los niveles de servicio y volúmenes vehiculares con el objetivo de dar un propuesta de mejora a la movilidad de la ciudad y del sector.

* Trabajo de Grado

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

Abstract

Title: Analysis of traffic impact in the Headboard Sector of the Plain and its Most Important Areas of Influence. *

Author: Yenni Carolina Mayorga y Astrid Dayanna Otero Uribe **

Keywords: Vehicle congestion, traffic adjustment, maximum demand time factor, service levels, vehicle volume.

Description:

Currently in the city of Bucaramanga, Santander, Colombia, there has been a gradual increase in the mobility of the urban area, specifically in the area within the head sector of the plain and its surroundings, which is known to be an area of commercial development and high vehicular flow. Taking into account the demand and problems generated by vehicle congestion and deterioration in road infrastructure, it has been necessary to carry out an analysis of the impact of traffic in 7 areas of influxes, where a vehicular capacity was carried out over a period of 24 hours in a specific station that is considered to be the most strategically located vehicle flow, similarly the same process in the 6 peak coverage stations for several peak hours of the same day, with the purpose of making a transit adjustment at those coverage stations taking into account the factor of the time of high demand, being an indicator of the characteristics of the transit flow in maximum periods and the speeds of vehicles that allows to measure service levels and vehicle volumes with the aim of giving a proposal of improves the mobility of the city and the sector.

* Degree work

**Faculty of Physical-mechanical Engineering, Civil Engineering School. Director: Luis David Arévalo Durán, Civil Engineer

Introducción

Hoy en día se ha percibido un aumento considerable en la demanda de transporte y tránsito vial a nivel mundial generando a su vez un problema como lo es la congestión. Esto hace que la movilidad se vea afectada y a su vez la calidad de vida y el desarrollo económico para el cual esta cumple un papel importante.

La ciudad de Bucaramanga al crecer con un ritmo acelerado su infraestructura urbana y al no contar con una malla vial que soporte dicho crecimiento se ve perjudicada en la movilidad vehicular haciendo que los usuarios enfrenten a diario una cantidad de problemas como pérdidas de tiempo en su recorrido. Y Debido a esto encuentra catalogada entre las ciudades que gasta más de 50 horas en congestiones viales al año. Ya que en la actualidad cuenta con una población de 597.316 personas y solo en la comuna 12 que comprende cabecera del llano es de 37.930. Correspondiente a la problemática expresada anteriormente se ve la necesidad de estudiar la zona en un sector de cabecera del llano, con la finalidad de cooperar con dicha dificultad aportando posibles soluciones a implementar, ya que es considerada unos de los barrios más comerciales de Bucaramanga por su variedad en restaurantes, centros comerciales, discotecas y una de las vías de acceso de norte a sur de la ciudad.

La siguiente investigación se enfoca en estudio de 7 estaciones de distribuidas en el sector, para el cual una de esas se tomó datos durante las 24 horas llamada estación maestra y el resto estaciones de cobertura durante horarios pico en el mismo día, con el propósito de hacer un ajuste de tránsito en estas estaciones teniendo en cuenta el factor horario de máxima demanda.

1. Generalidades del Proyecto

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General.

Analizar el impacto del tráfico en la zona de Cabecera del Llano y sus alrededores mediante la determinación de niveles de servicio.

1.1.2 Objetivos Específicos.

- Identificar, registrar y valorar los datos de los volúmenes de tránsito tomados en campo en el sector de Cabecera del Llano y sectores adyacentes escogidos estratégicamente en función de la movilidad del sector.
- Determinar y analizar los niveles de servicio en el sector.
- Determinar los niveles de congestión del sector.
- Plantear alternativas de soluciones para futuros desarrollos viales, que beneficien la movilidad del sector.

2. Metodología

Para medir el impacto de tráfico en la siguiente investigación en cuanto a su metodología se desarrolló por etapas:

- Revisión de material bibliográfico con base en tema de la metodología guía a realizar en el proyecto.
- Observación de zona de estudio e identificación puntos de cobertura, con su respectiva malla vial existente y sus intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.

- Recolección de datos vehiculares en la estación maestra y los diferentes puntos de cobertura en horas previamente identificadas, con el fin de realizar un ajuste del tránsito en función de la estación maestra y así poder medir el impacto del proyecto en áreas circundantes.
- Análisis de los datos y estudio de los volúmenes y factor de máxima demanda, para estimar los niveles de servicios con base en el manual de capacidad de carreteras HCM 2000, por sus siglas en inglés, Highway Capacity Manual, según las velocidades, con el fin de analizar congestión.
- Recopilación de los resultados anteriores para establecer posibles soluciones y recomendaciones a implementar.

2.1 Revisión material bibliográfico

Esta metodología se basa en realizar en la estación principal un aforo durante el periodo de 24 horas el cual se considera la de más flujo vehicular, para las estaciones de cobertura aledañas se escogen estratégicamente alrededor de la estación principal y durante varias horas pico del mismo día se toman los aforos correspondientes, esto con el fin de hacer un ajuste de tránsito en esas estaciones de cobertura teniendo en cuenta el factor de la hora de máxima demanda, siendo indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos y las velocidades de vehículos que permite medir los niveles de servicio y volúmenes vehiculares.

2.2 Zona de estudio e identificación de puntos de cobertura.

El tramo analizado está comprendido en la zona de Cabecera del llano incluyendo la Carrera 33 en la cual se han ubicado estratégicamente varios puntos distribuidos visualmente donde se realizaron los respectivos aforos vehiculares, teniendo en cuenta que es un sector comercial.

Figura 1.

Ubicación zona de estudio con las estaciones especificadas.



Nota: Adaptado de ArcGIS.

2.2.1 Asignación de la estación maestra y sus 6 puntos de cobertura.

Se hizo el reconocimiento de la ubicación exacta para aforar los vehículos que circulaban en el sector.

Tabla 1.

Ubicación de las estaciones.

ESTACIÓN	UBICACIÓN
Maestra	Carrera 33 entre 51 y 48
1	Calle 51 entre 35 y 35 ^a
2	Calle 48 entre 35 y 35 ^a
3	Carrera 34 con 48
4	Calle 51 entre 32 – 33
5	Calle 52 entre 34 y 33
6	Carrera 35a entre 51 y 52

2.2.2 Red Vial.

Para atender las necesidades de movilidad de las personas es indispensable tener en cuenta que existe una relación funcional entre el uso del suelo y los sistemas de transporte, ya que si se aumenta el flujo vehicular pero no la infraestructura se verá reflejado en el congestionamiento y contaminación ambiental por lo que se debe, contar con vías de acceso como carreteras y calles que satisfagan la demanda.

2.2.2.1 Red Vial en el sector. Bucaramanga en infraestructura vehicular urbana está conformada por 499 km, lo que equivale aproximadamente 3.500.000 m² de calzada, como se muestra distribuidas en la siguiente tabla.

Figura 2.

Infraestructura vial vehicular urbana (2019).

Competencia	Clasificación Vial Urbana	Longitud (Km)	Área (m ²)
Municipal	Vías arteriales primarias	28	196.000
	Vías arteriales secundarias	39	273.000
	Vías arteriales terciarias	50	350.000
	Vías locales nivel 1	97	679.000
	Vías locales nivel 2	285	1.995.000
	TOTAL RED VIAL URBANA	499	3.493.000

Nota: Adaptado de Secretaria de Infraestructura del Municipio de Bucaramanga, 2019.

Para facilitar la gestión y regulación del tránsito se ha optado por marcar un conjunto de corredores viales metropolitanos y urbanos en una jerarquización vial con criterios como: funcionalidad, características del tránsito, tipo de transporte, continuidad de los corredores viales, articulación con la red vial nacional y conectividad entre sectores de los municipios.

Red Vial Urbana

- Red vial arterial

Es la red de vías que articula operacionalmente los subsistemas de la malla arterial principal y secundaria. Facilita la movilidad de mediana y larga distancia como elemento articulador a escala metropolitana.

- ✓ Vías metropolitanas primarias.

Son las que permite la movilidad de mediana y larga distancia en el área metropolitana de Bucaramanga. A través de ellas se presenta el mayor flujo vehicular y se tiene mezcla de tráficos. Son vías rápidas con mínima intervención en el tránsito de sectores urbanos. Permite conexión ágil de la ciudad con la región y el país.

- ✓ Vías metropolitanas secundarias.

Son las que permite la movilidad de mediana distancia en el área metropolitana de Bucaramanga. A través de ellas se presenta el mayor flujo vehicular y se tiene mezcla de tráficos. Haciendo vías rápidas que permiten transitar vehículos de manera eficiente, con conexión a sectores urbanos.

- Red vial intermedia.

Se cataloga como el conjunto de vías vehiculares que cumple la función de permitir el acceso desde las vías arterias y nacionales a puntos de interés urbano, conectando al usuario con vías locales.

- Red vial local.

Son las vías vehiculares que permiten acceso directo a las propiedades o actividades adyacentes. Pierden la función de movilidad y se clasifican en dos niveles:

- ✓ Red vial local de nivel 1.

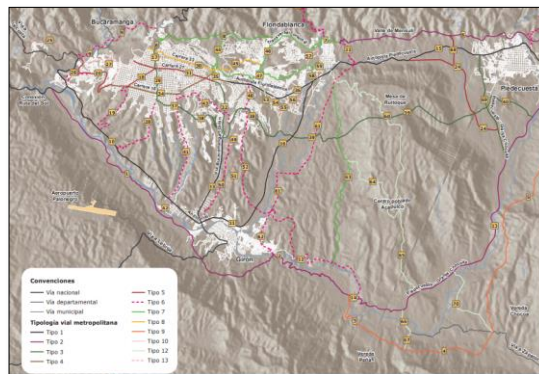
Corredores de acceso a barrios, que permiten la función de accesibilidad; es decir, conectan la red vial arterial e intermedia con los barrios. Se permite el flujo de vehículos de transporte público y de carga, por el desarrollo de las actividades y flujos peatonales.

- ✓ Red vial local de nivel 2.

Vías que conectan la red vial local principal con zonas residenciales, en lo posible se restringe el transporte público y de carga.

Figura 3.

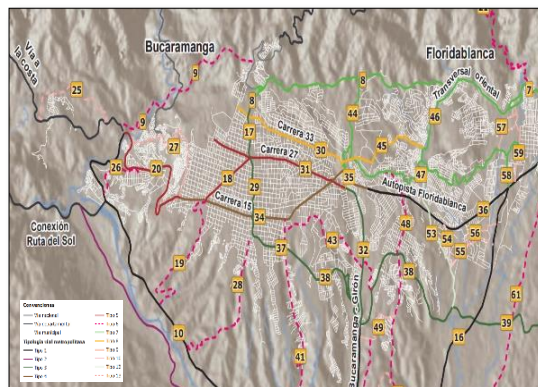
Clasificación vial urbana en el área metropolitana.



Nota: Adaptado de PMM AMB 2011-2030 Bucaramanga.

Figura 4.

Clasificación vial urbana en la zona.



Nota: Adaptado de PMM AMB 2011-2030 Bucaramanga.

Figura 5.

Generalidades perfiles viales, área metropolitana de Bucaramanga.

Tipo de perfil	Características para el tránsito vehicular	Ancho mínimo (m)	Observación
1	Vía provista de 2 calzadas, con 3 carriles por sentido, con paralelas y ciclorrutas a cada lado. Los carriles internos son destinados al transporte masivo.	64	Metropolitano
2	Vía provista de 2 calzadas, con 2 carriles por sentido, con paralelas y ciclorrutas a cada lado.	60	Metropolitano
3	Vía provista de 2 calzadas, con 3 carriles por sentido y ciclorrutas a cada lado. Los carriles internos son destinados al transporte masivo.	43	Metropolitano
4	Vía provista de 2 calzadas, con 3 carriles por sentido. Los carriles internos son destinados al transporte masivo.	36	Metropolitano
5	Vía provista de 2 calzadas, con 3 carriles por sentido.	33	Metropolitano
6	Vía provista de 2 calzadas, con 2 carriles por sentido.	29	Metropolitano
7	Vía provista de 2 calzadas, con 2 carriles por sentido y ciclorrutas a un solo lado.	28	Metropolitano
8	Vía provista de 2 calzadas, con 2 carriles por sentido. Se diferencia del tipo 6 por tener un ancho de 3,50 metros para los andenes.	26	Metropolitano
9	Vía provista de 2 calzadas, con 2 carriles por sentido y berma a cada lado, en vez de andén.	23	Metropolitano
10	Vía provista de 2 calzadas, con 2 carriles por sentido. Se diferencia del tipo 6 y el tipo 8 por tener un ancho de 3 metros para los andenes.	22	Metropolitano
11	Vía provista de 1 calzada, con 1 carril por sentido y ciclorrutas a un solo lado.	18	Metropolitano
12	Vía provista de 1 calzada, con 1 carril por sentido.	17	Metropolitano
13	Vía provista de 1 calzada, con 1 carril por sentido.	14	Metropolitano
14	Vía provista de 1 calzada, con 2 carriles en un único sentido y ciclorrutas a un solo lado.	18	Urbano
15	Vía provista de 1 calzada, con 2 carriles en un único sentido.	17	Urbano
16	Vía provista de 1 calzada, con 1 carril en un único sentido y ciclorrutas a un solo lado.	18	Urbano
17	Vía provista de 1 calzada, con 1 carril en un único sentido.	11	Urbano (vía semipeatonal)
18	Perfil con funcionalidad peatonal.	11	Urbano (vía peatonal)

Nota: Adaptado de PMM AMB 2011-2030 Bucaramanga.

Como se puede observar en las imágenes y en tabla anterior, la carrera 33 está catalogada como una red vial secundaria, con tipo de perfil 8 el cual su característica para el tránsito vehicular es de 2 calzadas, con 2 carriles por sentido con ancho de 3.50 metros.

Figura 6.

Estación Maestra Centro comercial cabecera II sobre la carrera 33.



Nota: Adaptado de Google Maps.

Figura 7.

Estación de Cobertura 1 parqueadero Éxito sobre la Cl 51 antes del semáforo con Cra 35a.



Nota: Adaptado de Google Maps.

Figura 8.

Estación de Cobertura 2 Esquina Studio F sobre la ClI 48 antes del semáforo con Cra 35a.



Nota: Adaptado de Google Maps.

Figura 9.

Estación de Cobertura 3 Esquina del Bumangués sobre la Cra 34 con calle 48.



Nota: Adaptado de Google Maps.

Figura 10.

Estación de Cobertura 4 Esquina del parque sobre la ClI 51 antes del semáforo con Cra 33.



Nota: Adaptado de Google Maps.

Figura 11.

Estación de Cobertura 5 Esquina BBC sobre la Cll 52 con Cra. 35.



Nota: Adaptado de Google Maps.

Figura 12.

Estación de Cobertura 6 Esquina Banco Davivienda sobre la Cra 35 a con Cll 51.



Nota: Adaptado de Google Maps.

2.2.3. Intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.

El flujo del tráfico es uno de los aspectos más importantes para el desarrollo de una ciudad ya que minimiza los tiempos de viajes y reduce el combustible, es por eso por lo que una buena señalización y semaforización son parte clave, por que brinda niveles de prevención, seguridad y comodidad a la hora de desplazamientos vehiculares y peatonales disminuyendo así la congestión y accidentabilidad.

Actualmente Bucaramanga cuenta con uno de los sistemas más antiguos operando a través de una tecnología funcional aprobada a nivel mundial, aunque se ha ido mejorando con equipos de última generación, requiere de mantenimientos permanentes para poder contar con condiciones de semaforización apropiadas.

En el sector de cabecera del llano se pudo observar buena semaforización. La siguiente tabla describe la estación en donde se encontraba intersección con su respectiva dirección.

Tabla 2.

Intersecciones semaforizadas donde están ubicadas las estaciones.

EST	SEMÁFORO	INTERSECCIÓN
Maestra	-	-
1	SI	Cra 35a con calle 51
2	SI	Cra 35a con calle 48
3	-	-
4	SI	Cra 33 con calle 51
5	-	-
6	SI	Cra 35a con calle 52

2.3. Recolección de datos, ajuste y expansión de volúmenes de tránsito por medio de estaciones de cobertura.

Para la recolección de datos se crearon formatos para cada estación específica con su dirección exacta y horarios, teniendo en cuenta que la estación maestra es durante 24 horas y la de cobertura solo horas pico durante el mismo día. En estos formatos van caracterizados los vehículos del transporte terrestre tales como motos, taxis, particulares, busetas, camión/ volquetas y buses.

Debido a que solo dos integrantes hacemos parte de este proyecto requerimos la ayuda de terceros para la toma de datos en algunas estaciones de coberturas el cual se cruzaban con los

horarios de las estaciones que nos correspondían, para estas personas se vio la necesidad de capacitarlos para la recolección de datos que debían hacer.

Figura 13.

Formato de campo. Apéndice A. Formatos para la toma de datos.

HORA PICO . VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N°							
Fecha: (D.M.A.)	02/09/19	Hora Inicio:	8:00 a.m	Localización:	ESTACIÓN 6	Cra 95a entre 51a y 52	
Día:	Miércoles	Hora Final:	8:00 a.m	Encargado:			
HORA AM	MOTOS	TAXIS	PARTICULARES	BUSSETAS	CAMVOLG.	BUSES	TOTAL
6:00 A 6:15							
6:15 A 6:30							
6:30 A 6:45							
6:45 A 7:00							
7:00 A 7:15							

Nota: Elaborado por Arévalo, L; Mayorga, Y; Otero, A. (2019).

2.3.1. Asignación de aforadores.

Tabla 3.

Ubicación de aforadores y horarios de recolección de información.

EST	HORARIO	NOMBRE
Maestra	24 horas	Aforador 1
		Aforador 2
1	5 - 8 pm	Aforador 1
2	12 - 2 pm	Aforador 3
	5 - 8 pm	
3	6 - 8 pm	Aforador 4
4	7 - 9 am	Aforador 3
5	12 - 2 pm	Aforador 2
	5 - 8 pm	Aforador 5
6	6 - 8 am	Aforador 5
	12 - 2 pm	

2.3.2. Tabulación de la información recolectada.

El aforo vehicular se inició el día 2 de septiembre del 2019 a las 6:00 a.m. y finalizó el día 3 de septiembre del 2019 en el horario de 6:00 a.m. La información recolectada se encuentra al final del artículo adjuntada como APENDICES.

- Apéndice B. Aforo vehicular de la estación maestra tomado durante 24horas sobre la Carrera 33 entre 51 y 48 Sentido Sur-Norte.
- Apéndice C. Aforo vehicular de la estación de cobertura 1 tomado en el horario de 5:00 a 8:00 p.m. sobre la Calle 51 entre 35 y 35a sentido Occidente-Oriente.
- Apéndice D. Aforo vehicular de la estación de cobertura 2 tomado en el horario de 12:00 a 2:00 p.m. y de 5:00 a 8:00 p.m. sobre la Calle 48 entre 35 y 35^a sentido Occidente-Oriente.
- Apéndice E. Aforo vehicular de la estación de cobertura 3 tomado en el horario de 6:00 a 8:00 p.m. sobre la Carrera 34 con 48 sentido Norte-Sur.
- Apéndice F. Aforo vehicular de la estación de cobertura 4 tomado en el horario de 7:00 a 9:00 a.m. sobre la Calle 51 entre 32 y 33 sentido Occidente-Oriente.
- Apéndice G. Aforo vehicular de la estación de cobertura 5 tomado en el horario de 12:00 a 2:00 p.m. y de 5:00 a 8:00 p.m. sobre la Calle 52 entre 34 y 33 sentido Oriente-Occidente.
- Apéndice H. Aforo vehicular de la estación de cobertura 2 tomado en el horario de 6:00 a 8:00 a.m. y de 12:00 a 2:00 p.m. sobre la Carrera 35a entre 51 y 52 sentido Norte-Sur.

2.3.3. Porcentaje de tráfico.

Con los datos arrojados en campo se determina el porcentaje de tráfico en las siguientes categorías: motos, taxis, particulares, busetas/buses, camión/volquetas y tracto, en cada una de las estaciones.

Figura 14.

Ubicación de aforadores y horarios de recolección de información.

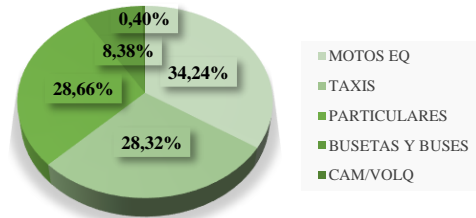


Figura 15.

Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 1 tomado de 5:00 a 8:00 p.m.

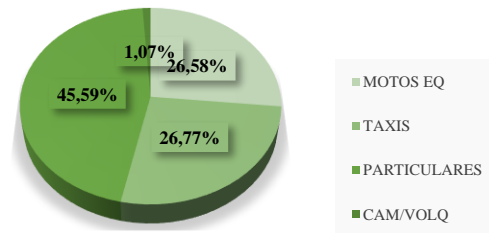


Figura 16.

Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 2 tomado de 12:00 a 2:00 p.m. y de 5:00 a 8:00 p.m.

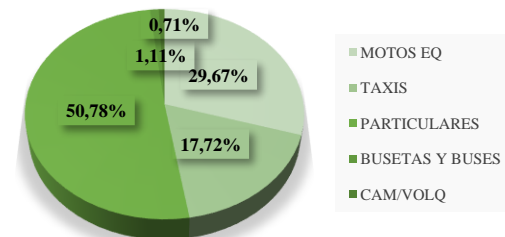


Figura 17.

Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 3 tomado de 6:00 a 8:00 p.m.

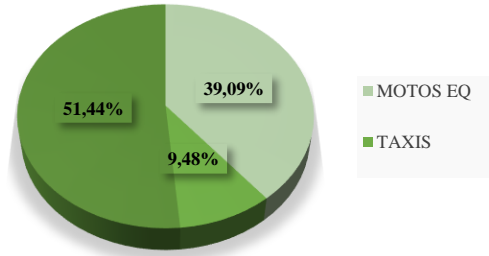


Figura 18.

Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 4 tomado de 7:00 a 9:00 a.m.

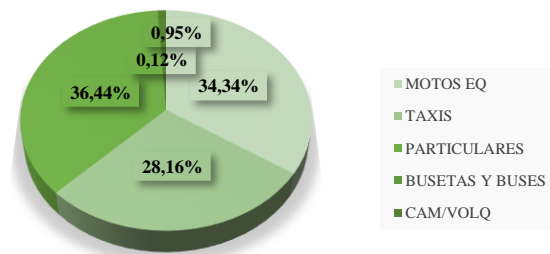


Figura 19.

Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 5 tomado de 12:00 a 2:00 p.m. y de 5:00 a 8:00 p.m.

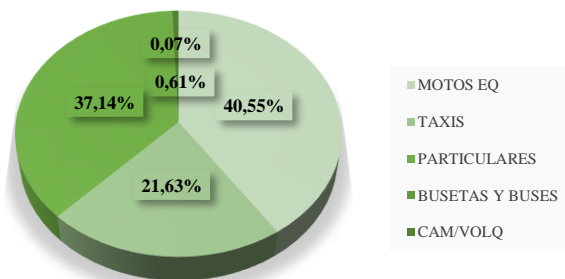
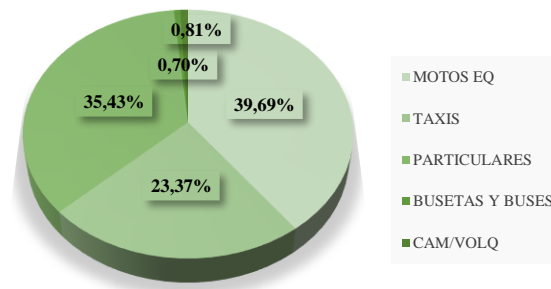


Figura 20.

Composición del porcentaje de tráfico aforado en la estación 6 tomado de 6:00 a 8:00 a.m. y de 12:00 a 2:00 p.m.



2.3.4. Ajuste y expansión de volúmenes de tránsito en estaciones de cobertura a partir de la estación maestra.

El tomar aforos continuos en una estación maestra proporciona información muy importante con respecto a los patrones de variación horaria, diaria, periódica o anual del volumen del tránsito. El tránsito tiende a presentar variaciones repetitivas predecibles, y a través de una clasificación adecuada de las vialidades y los aforos, es posible establecer el patrón básico de variación del volumen del tránsito.

Los volúmenes horarios se pueden expresar como una proporción de los volúmenes diarios, mediante el registro del tránsito horario de la estación maestra realizando la proporción horaria de cada hora del día, por medio de la relación entre el tránsito horario y el tránsito diario calculado para la estación maestra.

Debido a esto, se obtiene una proporción horaria de cada hora del día multiplicado por el tránsito diario de cada estación de cobertura que se calculó con la relación del conteo y la proporción horaria correspondiente, como lo plantea Cal y Mayor en el libro de Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones.

En la “Tabla 4” se muestran los volúmenes horarios de tránsito tomados en campo, 24 horas en la estación maestra y horas pico en las estaciones de cobertura.

Calculado el valor total de tránsito diario en la estación maestra, y teniendo un valor máximo de tránsito horario calculado en cada estación de cobertura, se halló la proporción horaria y el tránsito diario correspondiente como se observa en la “Tabla 5”.

Tabla 4.

Volúmenes de tránsito en estación maestra.

AFORO DE 24 HORAS DE VOLUMENES TRANSITO EN ESTACIÓN MAESTRA: CABECERA DE LLANO Y SECTORES ALEDAÑOS.							
HORA	ESTACIÓN MAESTRA	ESTACIONES DE COBERTURA					
	TH	1	2	3	4	5	6
6-7	458						363
7-8	1520				321		638
8-9	1392				524		
9-10	1139						
10-11	1250						
11-12	1115						
12-1	1012		979			1440	826
1-2	957		1029			1297	762
2-3	1151						
3-4	1176						
4-5	1352						
5-6	1116	651	934			1016	
6-7	1062	545	752	176		1010	
7-8	892	491	798	120		1099	
8-9	661						
9-10	464						
10-11	279						
11-12	83						
12-1	62						
1-2	63						
2-3	53						
3-4	55						
4-5	54						
5-6	98						
	17462						

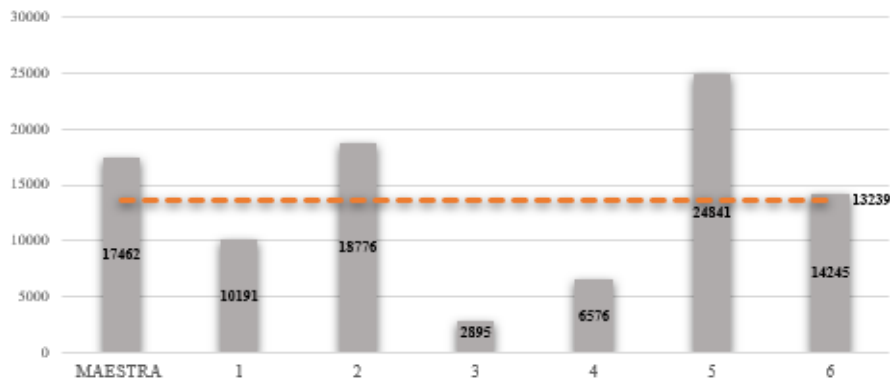
En la “Figura 21” se aprecia el impacto del tráfico diario que se produce a través de la estación maestra, presentado un valor máximo de tránsito diario de 24.841 Vehículos en la estación de cobertura 5 ubicada en la Calle 52 entre 34 y 33 sentido Oriente-Occidente.

En la “Tabla 6” podemos observar la distribución de la proporción horaria correspondiente en la estación de cobertura 1, y el tránsito horario que se estima a través de un impacto de tránsito diario de 17.462 vehículos de la estación maestra generando un tránsito diario de 10.191 vehículos para la estación de cobertura 1. La tabla de distribución de las estaciones faltantes se encuentra en el Apéndice I.

Tabla 5.

Proporción horaria para las estaciones de coberturas a partir de los datos de la estación maestra.

TH. EST. COB. 1	
TH (5-6 PM)	651
PROPORCIÓN	0,064
TD1	10191
TH. EST. COB. 2	
TH (1-2 PM)	1029
PROPORCIÓN	0,055
TD2	18776
TH. EST. COB. 3	
TH (6-7 PM)	176
PROPORCIÓN	0,061
TD3	2895
TH. EST. COB. 4	
TH (8-9 AM)	524
PROPORCIÓN	0,080
TD4	6576
TH. EST. COB. 5	
TH (12-1 PM)	1440
PROPORCIÓN	0,058
TD5	24841
TH. EST. COB. 6	
TH (12-1 PM)	826
PROPORCIÓN	0,058
TD6	14245

Figura 21.*Impacto del tráfico.***Tabla 6.***Distribución del tránsito en la estación de cobertura 1 desde la estación maestra.*

DISTRIBUCIÓN DEL TRÁNSITO EN LA ESTACIÓN DE COBERTURA 1 DESDE LA ESTACIÓN MAESTRA.			
HORA	TH	PROPORCIÓN HORARIA ESTACIÓN MAESTRA	TRANSITO HORARIO ESTACIÓN DE COB 1
6-7	458	0,026	267
7-8	1520	0,087	887
8-9	1392	0,080	812
9-10	1139	0,065	665
10-11	1250	0,072	729
11-12	1115	0,064	651
12-1	1012	0,058	591
1-2	957	0,055	559
2-3	1151	0,066	672
3-4	1176	0,067	686
4-5	1352	0,077	789
5-6	1116	0,064	651
6-7	1062	0,061	620
7-8	892	0,051	521
8-9	661	0,038	385
9-10	464	0,027	271
10-11	279	0,016	163
11-12	83	0,005	48
12-1	62	0,004	36
1-2	63	0,004	37
2-3	53	0,003	31
3-4	55	0,003	32
4-5	54	0,003	31
5-6	98	0,006	57
TOTAL	17462	1,000	10191

2.4. Análisis de datos

La metodología de análisis fue obtenida a través de los aforos realizados en cada estación, ya que para analizar qué impacto de tráfico hay en una zona específica es de gran importancia encontrar factores como lo es el volumen, la demanda y la capacidad.

El volumen indica el número de vehículos que circulan por un punto en un intervalo tiempo. Su unidad es vehículos por unidad de tiempo, que para este caso puede ser “día” o “hora”.

La demanda es el número de vehículos que el sistema puede alcanzar durante un tiempo específico, en punto determinado.

La capacidad es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto determinado de una vía durante un tiempo determinado, se expresa en vehículos por hora.

Para el estudio de la movilidad es necesario revisar variables que son indispensables para cualquier decisión, para tener más claro los instantes de máxima demanda es importante entender las variaciones de el volumen horario de máxima demanda (VHMD), valorar el flujo vehicular (q), el factor horario de máxima demanda (FHMD) y el factor de flujo cada 15 minutos (Q_{15}), permitiendo identificar el congestionamiento vehicular de la zona de estudio.

Para la ciudad de Bucaramanga se utilizó un factor equivalente de 0.75 ya que define el número de motocicletas que pueden reemplazar un vehículo según el análisis de Agudelo; donde tiene muchas características similares con el estudio que estamos analizando en cuanto a los vehículos clasificados en el aforo y otro aspecto importante que se tiene en cuenta para este factor es el ancho de los carriles. Se analizan las velocidades debido a que son vías que presentan problemas en el flujo vehicular y estas no superan los 45 km/h.

2.4.1. Volumen horario de máxima demanda (VHMD).

El volumen horario de máxima demanda se refiere al número máximo de vehículos que circulan por un punto o sección de un carril en un tiempo consecutivo estimado de 60 minutos.

En el caso de la estación maestra, se encuentra una alta demanda de (VHMD) en el horario de 7:00 a 8:00 a.m.

Tabla 7.

VHMD y tasa de flujo q en periodos de 15 minutos.

VHMD ESTACION MAESTRA Y TASA DE FLUJO PERIODOS DE 15 MINUTOS	
Hora (a.m.)	Q
7:00 - 7:15	181
7:15 - 7:30	348
7:30 - 7:45	417
7:45 - 8:00	567
VHMD	1520
VHMD (15)	380

En la “Tabla 7”, podemos observar la frecuencia a la cual pasan los vehículos por la estación analizada, la cantidad total de los vehículos en ese periodo y el VHMD por 15 minutos de tiempo.

2.4.2. Descripción y clasificación de niveles de servicio vehiculares (NDS).

Los niveles de servicio describen las condiciones de operación de un flujo vehicular, y estos se relacionan con la velocidad y tiempo del recorrido.

Se podrían describir niveles de servicio desde el A hasta el F. Donde, un NDS “A” lo califica como Excelente y un NDS “F” como Malos. Según el Manual de Capacidad de Carreteras HCM

2000, por sus siglas en inglés, Highway Capacity Manual, según las velocidades, definidas por factores como los internos y los externos.

Los internos son aquellos que correspondan a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, etc.

- Nivel de servicio A: Representa una circulación a flujo libre; Es decir, los usuarios están exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Se puede maniobrar con libertad dentro del tránsito en velocidades deseadas. El nivel de comodidad es excelente.
- Nivel de servicio B: Está dentro del rango de flujo estable, aunque disminuye un poco la libertad de maniobrar en relación con el NDS A, porque la influencia de más vehículos comienza a influir en el comportamiento.
- Nivel de servicio C: Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio de las operaciones individuales de los usuarios en el que se ven afectados, y a la vez la libertad de maniobra comienza a restringirse.
- Nivel de servicio D: Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra comienzan a ser seriamente restringidas y el nivel de comodidad comienza a bajar, ocasionando problemas de funcionamiento debido a los incrementos de flujo.
- Nivel de servicio E: El funcionamiento está cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos los usuarios se ve reducida. La libertad de maniobra es extremadamente difícil. El nivel de comodidad tiende a ser enormemente bajos y su circulación inestable.

- Nivel de servicio F: Representa condiciones de flujo forzado, esto se produce cuando el tránsito excede la cantidad que puede pasar en un punto predeterminado. Su circulación es extremadamente inestable.

Para realizar la clasificación de niveles de servicio de las zonas de nuestro proyecto, se utilizó el estudio realizado por el docente Fredy Guio de la UPTC.

Tabla 8.

Clasificación de los NDS según FHMD.

NIVELES DE SERVICIO		
RANGOS SEGÚN FHMD	NDS	CALIFICATIVO
1.00 - 0.91	A	EXCELENTE
0.91 - 0.71	B	BUENO
0.71 - 0.51	C	ACEPTABLE
0.51 - 0.40	D	MUY REGULAR
0.40 - 0.31	E	MALO
0.31 - 0.00	F	PÉSIMO

Nota: Clasificación propuesta por UPTC Profesor Fredy A. Guio.

2.4.3. NDS e impacto vehicular en estaciones de cobertura a partir de la estación maestra.

De acuerdo con los datos calculados que se observan en el “Apéndice I” sobre la distribución de la proporción horaria correspondiente a cada estación de cobertura, y su valoración de tránsito diario según el ajuste echo a partir de la estación maestra. Podemos observar en la “Tabla 9” la distribución del tránsito expresado en porcentajes y su respectiva clasificación de NDS.

Tabla 9.

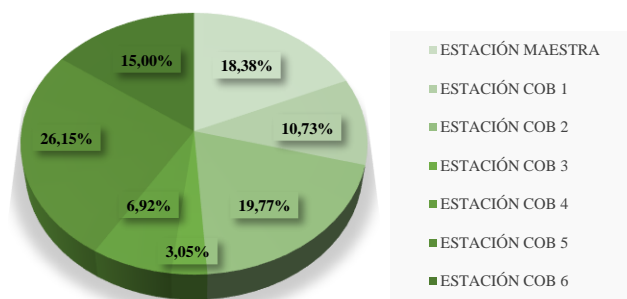
Impacto del tránsito diario y NDS en la zona del proyecto.

IMPACTO DEL TRANSITO DIARIO Y NDS EN LA ZONA					
EST	LOC	TD	E IMP	%	NDS
M	Carrera 33 entre 51 y 48	17462		18,38%	C
1	Calle 51 entre 35 y 35a	10191		10,73%	B
2	Calle 48 entre 35 y 35 ^a	18776		19,77%	C
3	Carrera 34 con 48	2895		3,05%	A
4	Calle 51 entre 32 – 33	6576		6,92%	A
5	Calle 52 entre 34 y 33	24841		26,15%	C
6	Carrera 35a entre 51 y 52	14245		15,00%	B
TOTAL		94985		100,00%	

Los porcentajes vehiculares arrojados a través de dicho ajuste se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 22.

Porcentajes del impacto del tráfico diario en estaciones de cobertura a partir de la estación maestra.



2.4.4. Factor horario de máxima demanda (FHMD).

El (FHMD) es un indicador de las características del flujo en periodos máximos dentro de la hora de estudio. Para calcular este valor, se debe tener el dato de (VHMD) y el flujo máximo en periodos de 15 min.

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{15})}$$

Cuando el resultado de este valor es 1 describe un flujo de vehículos constante, y estos normalmente no se da en el tipo de vía urbana del estudio.

Tabla 10.

Cálculos de rangos de FHMD en función de las velocidades urbanas.

RANGOS SEGÚN VELOCIDAD		INCIDENCIA	RANGOS FHMD		NDS
41	45	8,89%	1	0,91	A
32	41	20,00%	0,91	0,71	B
23	32	20,00%	0,71	0,51	C
18	23	11,11%	0,51	0,40	D
14	18	8,89%	0,40	0,31	E
0	14	31,11%	0,31	0,00	F

Nota: Determinación de NDS por medio de rangos de velocidades para vías urbanas HCM 2000, según proyecto similar.

En la “Tabla 10” se muestran valores de NDS según rangos de FHMD en función de las velocidades en las vías urbanas tomando como referente la norma HCM 2000 “Tabla 11”. Y de acuerdo con estos rangos se clasificaron los NDS en cada estación de estudio como se puede observar a continuación en la “Tabla 12”.

Tabla 11.*NDS en función de las velocidades para vías urbanas.*

HCM 2000. NDS PARA VIAS URBANAS				
Clasificación	I	II	III	IV
Rango Velocidades	90-70	70-55	55-50	55-40
Flujo Libre	80	65	55	45
NDS	Promedio De Velocidades			
A	> 72	> 59	> 50	> 41
B	> 56-72	> 46-59	> 39-50	> 32-41
C	> 40-56	> 33-46	> 28-39	> 23-32
D	> 32-40	> 26-33	> 22-28	> 18-23
E	> 26-32	> 21-26	> 17-22	> 14-18
F	≤ 26	≤ 21	≤ 17	≤ 14

Nota: Adaptado de Norma HCM 2000.

Tabla 12.*Factores de FHMD y NDS.*

INDICADORES DE CONGESTIÓN EN ESTACIONES DE COBERTURA Y MAESTRA PARA FIJAR NDS			
ESTACIÓN	VHMD	FHMD	NDS
1	651	0,75	B
2	1029	0,61	C
3	176	0,92	A
4	524	0,93	A
5	1440	0,70	C
6	826	0,86	B
Maestra	1520	0,67	C

2.4.5. Congestionamiento.

El desarrollo acelerado socioeconómico de la ciudad de Bucaramanga ha generado un incremento en el tráfico, debido a la necesidad que tienen las personas de movilizarse y la oferta de empresas dedicadas a la industria de vehículos. Esto hace que cada día sea más fácil la adquisición de estos, haciendo cada vez más difícil la movilidad debido a que en horas pico el flujo se vuelve deficiente provocando el congestionamiento y así más tiempo de demoras.

Con la información obtenida de los respectivos aforos vehiculares, se determinó el horario de máximo flujo vehicular por cada 15 minutos y el valor del VHMD para cada estación de estudio como lo muestra la “Tabla 13”.

Con estos resultados, se hizo el análisis de la “Tabla 14” para saber qué indicadores conllevan a este tipo de situaciones de congestionamiento en el sector, y así poder fijar los NDS respectivos.

Tabla 13.

Horarios de flujo y volumen máximos en la estación maestra y estaciones de cobertura.

HORARIOS DE LOS Q MAXIMOS Y VHMD				
EST	q MAX		VHMD	
M	567	7:45 - 8:00 a.m.	1520	7:00 - 8:00 a.m.
1	217	5:45 - 6:00 p.m.	651	5:00 - 6:00 p.m.
2	420	1:45 - 2:00 p.m.	1029	1:00 - 2:00 p.m.
3	48	6:45 - 7:00 p.m.	176	6:00 - 7:00 p.m.
4	141	8:15 - 8:30 a.m.	524	8:00 - 9:00 a.m.
5	513	12:00 - 12:15 p.m.	1440	12:00 - 1:00 p.m.
6	240	12:00 - 12:15 p.m.	826	12:00 - 1:00 p.m.

Tabla 14.

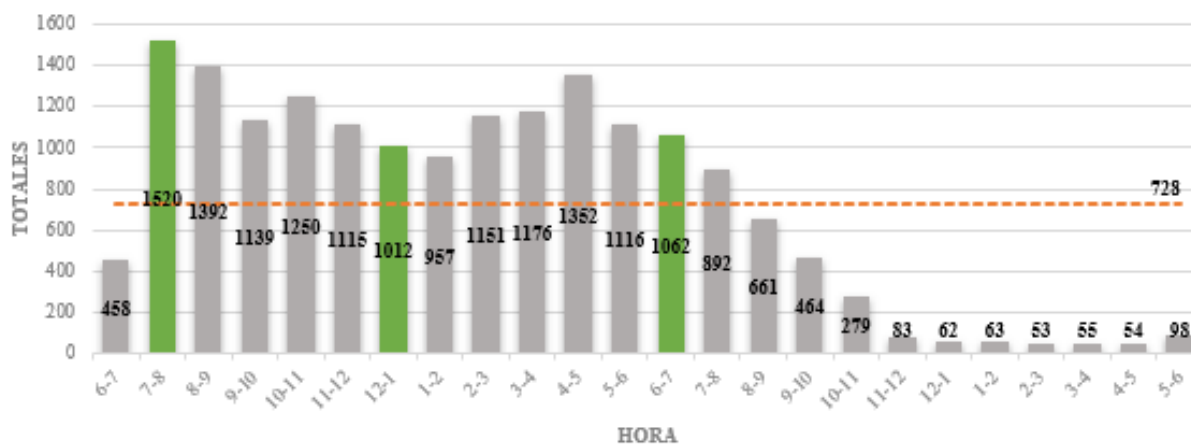
Indicadores de congestión en la estación maestra y estaciones de cobertura.

EST	JUSTIFICACIÓN DE MOVILIDAD
M	Movimiento en el sector comercial de cabecera del llano sentido Sur-Norte.
1	Finalización jornada laboral, visita a los lugares comerciales o retorno de personas residentes en el sector.
2	Retorno de almuerzo hacía los lugares de trabajo o estudio.
3	Terminación de la jornada laboral y otras actividades.
4	Apertura de almacenes del sector.
5	Actividades de almuerzo y retorno a las viviendas.
6	Actividades de almuerzo y retorno a las viviendas.

En la “Figura 23”, se puede observar el comportamiento del flujo vehicular en la estación de estudio principal, la cual nos muestra que en las horas en las que el flujo supera una media de 728veh/hora podría llegar a presentarse congestión.

Figura 23.

Variación del flujo vehicular en la estación maestra.

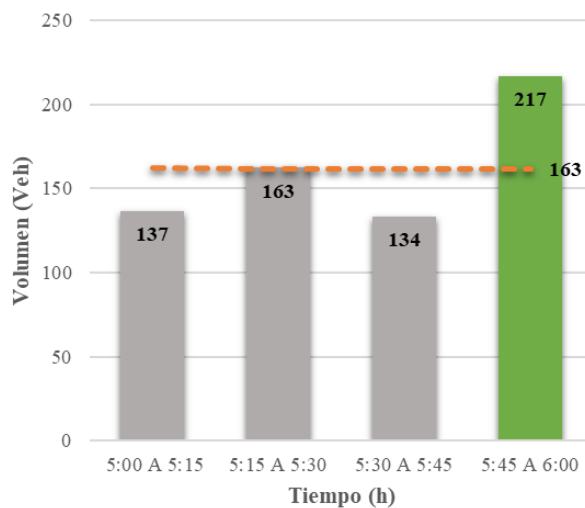


2.4.5.1. Congestión en la Estación 1. En la estación de cobertura 1, se registraron los datos en el horario pico que corresponde de 5:00 a 8:00 p.m. Localizando la toma de datos sobre la Calle 51 entre 35 y 35a sentido Occidente-Oriente.

En esta estación durante el horario estudiado, se presentó un VHMD en el rango de 5:00 a 6:00 p.m., como se mostró en la “Tabla 13” y también un Flujo máximo de (217 veh/15min) en el rango de 5:45 a 6:00 p.m. como se muestra en la siguiente figura el cual visualmente presenta un nivel de servicio B, es decir, bueno.

Figura 24.

VHMD Est 1. 5:00 - 6:00 p.m.



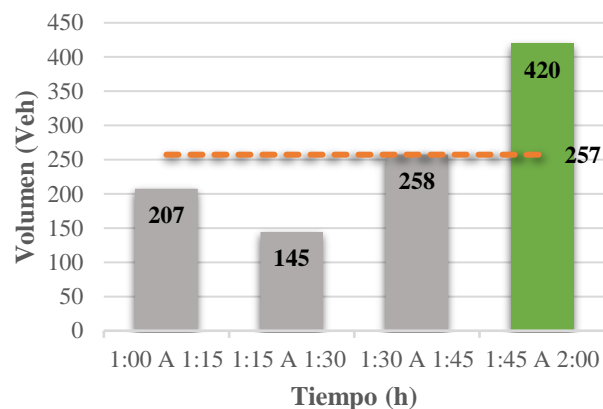
En este sector, se puede observar que los valores por encima de la línea con volumen promedio de (163 veh/15min) es donde se podría percibir más congestión.

2.4.5.2. Congestión en la Estación 2. En la estación de cobertura 2, se registraron los datos en dos horarios pico que corresponden de 12:00 a 2:00 p.m. y de 5:00 a 8:00 p.m. Localizando la toma de datos sobre la Calle 48 entre 35 y 35^a sentido Occidente-Oriente.

En esta estación durante el horario estudiado, se presentó un VHMD en el rango de 1:00 a 2:00 p.m., como se mostró en la “Tabla 13” y también un Flujo máximo de (420 veh/15min) en el rango de 1:45 a 2:00 p.m. como se muestra en la siguiente figura, el cual visualmente presenta un nivel de servicio C, es decir, se presenta un congestionamiento óptimo.

Figura 25.

VHMD Est 2. 1:00 - 2:00 p.m.



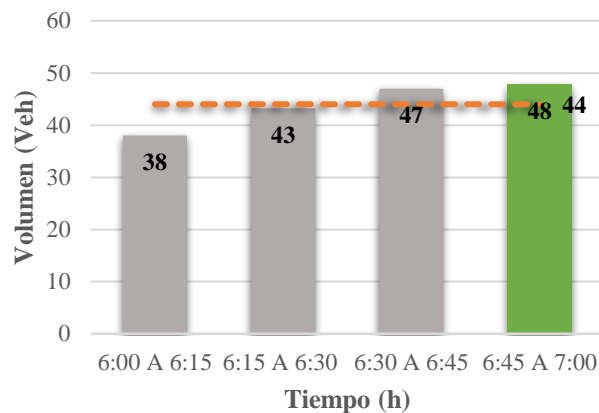
En este sector, se puede observar que los valores por encima de la línea con volumen promedio de (257 veh/15min) es donde se podría percibir más congestión.

2.4.5.3. Congestión en la Estación 3. En la estación de cobertura 3, se registraron los datos en el horario pico que corresponde de 6:00 a 8:00 p.m. Localizando la toma de datos sobre la Carrera 34 con 48 sentido Norte-Sur.

En esta estación durante el horario estudiado, se presentó un VHMD en el rango de 6:00 a 7:00 p.m., como se mostró en la “Tabla 13” y también un Flujo máximo de (48 veh/15min) en el rango de 6:45 a 7:00 p.m. como se muestra en la siguiente figura, el cual visualmente presenta un nivel de servicio A, es decir, excelente.

Figura 26.

VHMD Est 3. 6:00 - 7:00 p.m.



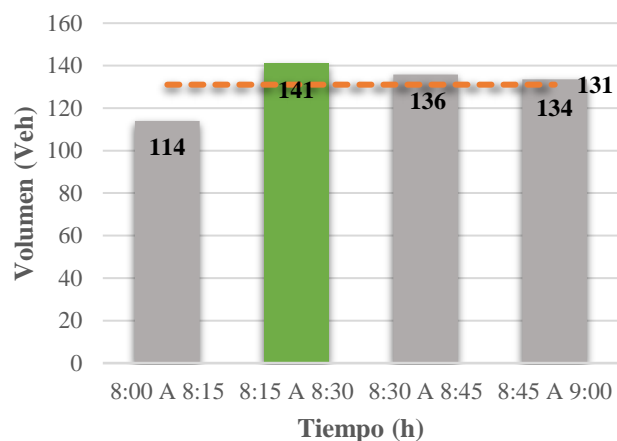
En este sector, se puede observar que los valores por encima de la línea con volumen promedio de (44 veh/15min) es donde se podría percibir más congestión.

2.4.5.4. Congestión en la Estación 4. En la estación de cobertura 4, se registraron los datos en dos horarios pico que corresponden de 6:00 a 8:00 a.m. y de 12:00 a 2:00 p.m. Localizando la toma de datos sobre la Calle 51 entre 32 y 33 sentido Occidente-Oriente.

En esta estación durante el horario estudiado, se presentó un VHMD en el rango de 8:00 a 9:00 a.m., como se mostró en la “Tabla 13” y también un Flujo máximo de (141 veh/15min) en el rango de 8:15 a 8:30 a.m. como se muestra en la siguiente figura, el cual visualmente presenta un nivel de servicio B, es decir, bueno.

Figura 27.

VHMD Est 4. 8:00 - 9:00 a.m.



En este sector, se puede observar que los valores por encima de la línea con volumen promedio de (131 veh/15min) es donde se podría percibir más congestión.

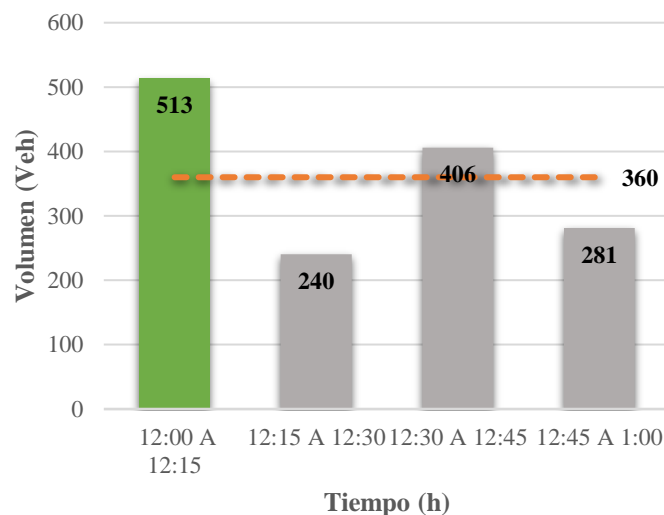
2.4.5.5. Congestión en la Estación 5. En la estación de cobertura 5, se registraron los datos en dos horarios pico que corresponden de 12:00 a 2:00 p.m. y de 5:00 a 8:00 p.m. Localizando la toma de datos sobre la Calle 52 entre 34 y 33 sentido Oriente-Occidente.

En esta estación durante el horario estudiado, se presentó un VHMD en el rango de 12:00 a 1:00 p.m., como se mostró en la “Tabla 13” y también un Flujo máximo de (513 veh/15min) en el

rango de 12:00 a 12:15 p.m. como se muestra en la siguiente figura, el cual visualmente presenta un nivel de servicio entre C, es decir óptimo.

Figura 28.

VHMD Est 5. 12:00 - 1:00 p.m.



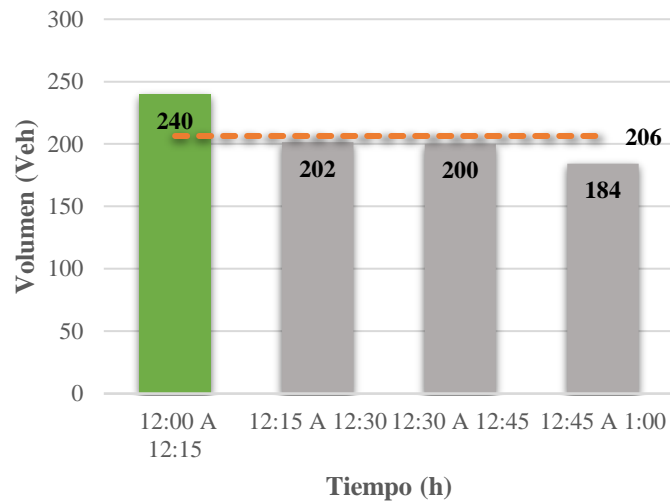
En este sector, se puede observar que los valores por encima de la línea con volumen promedio de (360 veh/15min) es donde se podría percibir más congestión.

2.4.5.6. Congestión en la Estación 6. En la estación de cobertura 6, se registraron los datos en el horario pico que corresponde de 7:00 a 9:00 a.m. Localizando la toma de datos sobre la Carrera 35a entre 51 y 52 sentido Norte-Sur.

En esta estación durante el horario estudiado, se presentó un VHMD en el rango de 12:00 a 1:00 p.m., como se mostró en la “Tabla 13” y también un Flujo máximo de (240 veh/15min) en el rango de 12:00 a 12:15 p.m. como se muestra en la siguiente figura, el cual visualmente presenta un nivel de servicio B, es decir, bueno.

Figura 29.

VHMD Est 6. 12:00 - 1:00 p.m.



En este sector, se puede observar que los valores por encima de la línea con volumen promedio de (206 veh/15min) es donde se podría percibir más congestión.

3. Conclusiones

- Con los datos de volúmenes de tránsito obtenidos a través de los aforos vehiculares tomados en campo, se pudo observar que la estación maestra y las estaciones de cobertura 2 y 5 son las que presentan el máximo flujo vehicular del estudio con una congestión media. Estas estaciones están ubicadas sobre la Carrera 33 (Sur-Norte), la Calle 48 (Occidente-Oriente) y la Calle 52 (Oriente-Occidente).
- La ocupación vial de la estación maestra se ve más afectada por el tráfico vehicular de motos, taxis y buses; y las estaciones de cobertura 2 y 5 por el tráfico masivo de motos y carros particulares.

- Debido a que el flujo horario de máxima demanda se encuentra entre los valores de [0.61 – 0.93], se considera que las condiciones operativas del sector varían entre cada una de las estaciones de cobertura.
- El factor horario de máxima demanda para el sentido Sur-Norte (Estación maestra) tiene un valor de 0.63 y para el Norte-Sur (Estación de cobertura 6) un valor de 0.86. Esos valores muestran un comportamiento vial diferente, puesto que la estación maestra presenta un valor bastante menor a (1.0) indicando concentraciones máximas en periodos dentro de las horas pico a diferencia de la estación de cobertura 6 que muestra un valor cercano a 1.0 que indica que no se presenta congestión, aunque los vehículos no transiten a flujo libre.
- El factor horario de máxima demanda para el sentido Occidente-Oriente (Estación de cobertura 2) tiene un valor de 0.61 y para el Oriente-Occidente (Estación de cobertura 5) un valor de 0.70. Esos valores muestran un comportamiento vial similar, puesto que indican concentraciones máximas en periodos dentro de las horas pico y puede que los vehículos no transiten a flujo libre.
- La composición vehicular del sector presenta mayor porcentaje en horas pico para vehículos livianos, principalmente particulares y motos.
- El ajuste de tránsito diario estudiado en el proyecto, de acuerdo con el impacto que producen 17462 vehículos de la estación maestra, nos arrojó valores de 10191, 18776, 2895, 6576, 24841 y 14245 vehículos en las estaciones de cobertura 1 a la 6 respectivamente. Donde los máximos se reflejan en la estación maestra y las estaciones de cobertura 2 y 5.
- Las estaciones de cobertura 1 y 6 presentan un nivel de servicio tipo B; las estaciones de cobertura 2 y 5 presentan un nivel de servicio tipo C; y las estaciones 3 y 4 presentan un

nivel de servicio tipo A, lo que indica operaciones de flujo buenos, aceptables y excelentes respectivamente.

- Es importante señalar que los impactos de tráfico obtenidos en el estudio deben usarse para establecer los conflictos peatón-vehículo, por lo cual se debería aplicar el manual de señalización vial para Colombia, con el propósito de instalar en el sector las señales de protección para el peatón más adecuadas, como cebras, semáforos para peatones, puentes o túneles peatonales, reductores de velocidad, etc.

4. Soluciones y recomendaciones

Realizado el análisis en el sector, se plantean soluciones a corto y largo plazo, recomendando desde las bases para la solución de la movilidad como son: La ingeniería de tránsito, la educación vial, la vigilancia y el control.

4.1. De bajo costo en corto plazo.

- Dada la problemática por carencia de suficientes vías para una mejor movilidad, se reflexiona en cuanto a la cantidad de la oferta de vías o la gran demanda de automotores, para resolver el problema de movilidad en la ciudad. Por ello Lewis Mumford ha dicho “Aumentar el número de vías para reducir la congestión vial es como aflojar el cinturón para resolver la obesidad” Bucaramanga es una de las ciudades en donde más se movilizan vehículos privados, si la comparamos con otras ciudades. Y es ahí donde se ve la gran necesidad de hacer campañas que logren generar más cultura vial en la ciudadanía. Esto para desestimular el uso del carro particular.

- Se recomienda hacer reingeniería del transporte público colectivo convencional y masivo de tal forma que se cumpla con la eficacia para la satisfacción del usuario y con la eficiencia en términos de aumentar el índice de pasajeros por kilómetro. La mejor estrategia para reducir la congestión es el uso eficiente del transporte público colectivo implementando vehículos en condiciones de calidad del servicio y seguridad. Otros aspectos que mejoran la movilidad y el servicio al usuario están relacionados con la rapidez de viaje, el cual se logra con buenos desempeños de las unidades transportadoras en términos de mejorar las velocidades comerciales y de operación.
- Se podría estudiar la posibilidad de cambiar el inicio y culminación de actividades en ese sector comercial con el fin de que no se crucen con el inicio de jornada de trabajo y así disminuir la cantidad de vehículos en “horas pico”.
- Ejercer más vigilancia con el fin incrementar el control sobre estas vías castigando a quienes violen dichas normas, como el mal estacionamiento y prohibición de estacionarse sobre la carrera 33.
- Con el fin de evitar malos estacionamientos se da la posibilidad de generar bahías para taxis, en vías que no tengan tanto movimiento como la carrera 34 con 48.
- La implementación de cultura vial tanto de usuarios como de conductores resolverá en gran parte los conflictos de peatón vehículo que se presentan
- Estos conflictos peatón vehículo se resuelven mediante la implementación de señales eficientes de tránsito para lo cual es importante aplicar el manual de señalización vial para Colombia.
- Para estudios futuros, con el fin de verificar la hipótesis planteada en el proyecto, se recomienda la toma de velocidades en el sector, ya que con estos datos podemos obtener

un mejor análisis de los NDS teniendo en cuenta los FHMD de acuerdo con las condiciones de las vías analizadas.

- Los datos recopilados en el proyecto pueden contribuir para el desarrollo de estudios futuros y para sus posibles soluciones.

4.2. De alto costo a largo plazo.

- Implementar herramienta que aumente la capacidad de manera funcional en prevención de riesgo y actualización de un sistema integrado inteligente en tránsito.
- Formular desde el concejo de Bucaramanga una revisión al plan de movilidad que incorpore la implementación de parqueaderos o zonas azules y el apoyo a la ciclo-infraestructura.
- Formulación de manuales de capacidad vial para zonas urbanas en Colombia.

Referencias Bibliográficas

- Agudelo, A. (2006). (2006). Análisis integral del estado de la avenida Alberto Mendoza Hoyos (Tesis de Especialización). Obtenido de Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. p. 19: <http://bdigital.unal.edu.co/736/1/anamariaagudelotorres.2006.pdf>.
- Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB). (2011). Plan Maestro de Movilidad, Área Metropolitana de Bucaramanga 2011-2030. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Civil, Geomática, gestión y optimización de sistemas. Colombia.
- Cal, R., Reyes M, y Cárdenas, J. (2007). Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones. México, 8ª. Edición: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.
- DANE. (2018).
- Guio, F. (2009). Niveles de servicio.
- Informe de gestión. (2020). DTB, Dirección de tránsito de Bucaramanga.
- Palma, R. (2006). Aplicación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2.000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles. Guatemala: Escuela de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos.

Apéndices

Apéndice A. Formatos para la toma de datos.

HORA PICO . VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N°							
Fecha: (D.M.A.)	02.09.19	Hora Inicio:	12:00 a.m	Localización:	ESTACION 2	Cil 48 entre 35 y 35a	
Dia:	Miércoles	Hora Final:	2:00 p.m	Encargado:			
HORA MD	MOTOS	TAXIS	PARTICULARES	BUSETAS	CAM/VOLQ.	BUSES	TOTAL
12:00 A 12:15							
12:15 A 12:30							
12:30 A 12:45							
12:45 A 1:00							
1:00 A 1:15							
1:15 A 1:30							
1:30 A 1:45							
1:45 A 2:00							
TOTALES							

DATOS TOMADOS POR:

Astrid Dayanna Otero Uribe

Yenni Carolina Mayorga Chacón

Apéndice B. Aforo vehicular de la estación maestra tomado durante 24 horas sobre la Carrera 33 entre 51 y 48 Sentido Sur-Norte.

AFORO 24 HORAS . VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION MAESTRA. SENTIDO SUR-NORTE. CABECERA DEL LLANO								
Día:	Miércoles	Jueves	Hora Inicio: 6 am	Punto de ref	Cra 33 entre 51 y 48 Cabecera del llano			
Fecha:	(02/09/2019)	(03/09/2019)	Hora Final: 6 am	C.C. Gratimira				
HORA	MOTOS	M.EQUIV	TAXIS	PARTICUL.	BUSETAS Y BUSES	CAM/VOLQ.	TRACTO	TOTAL
6-7	207	155	92	142	63	6	0	458
7-8	592	444	554	368	147	7	0	1520
8-9	592	444	453	376	110	9	0	1392
9-10	485	364	351	314	103	7	0	1139
10-11	554	416	355	357	116	6	0	1250
11-12	480	360	352	298	99	6	0	1115
12-1	427	320	286	303	99	4	0	1012
1-2	416	312	275	264	104	2	0	957
2-3	511	383	296	379	85	8	0	1151
3-4	555	416	314	351	90	5	0	1176
4-5	592	444	367	440	92	9	0	1352
5-6	510	383	286	359	88	0	0	1116
6-7	489	367	325	292	77	1	0	1062
7-8	400	300	272	258	62	0	0	892
8-9	418	314	112	179	56	0	0	661
9-10	292	219	78	125	42	0	0	464
10-11	175	131	48	75	25	0	0	279
11-12	52	39	18	20	6	0	0	83
12-1	40	30	15	17	0	0	0	62
1-2	43	32	16	15	0	0	0	63
2-3	22	17	18	18	0	0	0	53
3-4	25	19	20	16	0	0	0	55
4-5	30	23	16	15	0	0	0	54
5-6	65	49	26	23	0	0	0	98
		5979	4945	5004	1464	70	0	17462

Apéndice C. Aforo vehicular de la estación de cobertura 1 tomado en el horario de 5:00 a 8:00 p.m. sobre la Calle 51 entre 35 y 35a sentido Occidente-Oriente.

HORA PICO (5-8 P.M.) . VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N° 1										
Fecha: (D.M.A.)	(02/09/19)			Hora Inicio: 5:00 pm	Localización:	CII 51a entre 35 y 35a				
Día:	Miércoles			Hora Final: 8:00 pm						
HORA	MOTO	EQUI	TAXIS	PARTICULARES	BUSETAS	CAMION/VOLQ	BUSES	SUBTOTAL	TOTAL	
1	5:00 A 5:15	57	43	43	49	0	2	0	137	651
	5:15 A 5:30	62	47	46	68	0	2	0	163	
	5:30 A 5:45	38	29	43	62	0	0	0	134	
	5:45 A 6:00	76	57	54	103	0	3	0	217	
2	6:00 A 6:15	68	51	34	82	0	2	0	169	545
	6:15 A 6:30	32	24	40	35	0	1	0	100	
	6:30 A 6:45	52	39	46	67	0	0	0	152	
	6:45 A 7:00	34	26	34	62	0	2	0	124	
3	7:00 A 7:15	40	30	28	55	0	0	0	113	491
	7:15 A 7:30	52	39	32	65	0	2	0	138	
	7:30 A 7:45	49	37	30	70	0	3	0	140	
	7:45 A 8:00	37	28	21	50	0	1	0	100	
TOTALES	597	448	451	768	0	18	0		1687	

Apéndice D. Aforo vehicular de la estación de cobertura 2 tomado en el horario de 12:00 a 2:00 p.m. y de 5:00 a 8:00 p.m. sobre la Calle 48 entre 35 y 35ª sentido Occidente-Oriente.

HORA PICO (12-2 P.M), VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N° 2										
Fecha: (D.M.A.)	(02/09/19)			Hora Inicio: 12:00 pm	Localización:	Cll 48 entre 35 y 35a				
Día:	Miércoles			Hora Final: 2:00 pm		CAMION/VOLQ	BUSES	SUBTOTAL	TOTAL	
HORA	MOTO	EQUI	TAXIS	PARTICULARES	BUSETAS					
1	12:00 A 12:15	162	121,5	50	171	0	2	3	348	979
	12:15 A 12:30	87	65,25	32	115	0	2	1	215	
	12:30 A 12:45	75	56,25	37	93	0	1	2	189	
	12:45 A 1:00	84	63	48	113	0	1	2	227	
2	1:00 A 1:15	79	59,25	62	84	0	0	2	207	1029
	1:15 A 1:30	42	31,5	45	65	0	0	3	145	
	1:30 A 1:45	66	49,5	85	118	0	2	3	258	
	1:45 A 2:00	113	84,75	148	183	0	2	2	420	
TOTALES	708	531	507	942	0	10	18		2008	

HORA PICO (5-8 P.M) . VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N° 2										
Fecha: (D.M.A.)	(02/09/19)			Hora Inicio: 5:00 pm	Localización:	Cll 48 entre 35 y 35a				
Día:	Miércoles			Hora Final: 8:00 pm		CAMION/VOLQ	BUSES	SUBTOTAL	TOTAL	
HORA	MOTO	EQUI	TAXIS	PARTICULARES	BUSETAS					
1	5:00 A 5:15	85	64	23	122	0	0	2	211	934
	5:15 A 5:30	122	92	18	124	0	5	3	242	
	5:30 A 5:45	91	68	36	113	0	3	1	221	
	5:45 A 6:00	102	77	33	142	0	5	4	261	
2	6:00 A 6:15	50	38	14	57	0	1	2	112	752
	6:15 A 6:30	92	69	37	161	0	0	3	270	
	6:30 A 6:45	48	36	13	94	0	2	2	147	
	6:45 A 7:00	95	71	35	110	0	3	4	223	
3	7:00 A 7:15	123	92	20	120	0	0	2	234	798
	7:15 A 7:30	98	74	25	110	0	2	3	214	
	7:30 A 7:45	85	64	20	96	0	1	4	185	
	7:45 A 8:00	78	59	15	90	0	0	2	166	
TOTALES	1069	802	289	1339	0	22	32		2484	

Apéndice E. Aforo vehicular de la estación de cobertura 3 tomado en el horario de 6:00 a 8:00 p.m. sobre la Carrera 34 con 48 sentido Norte-Sur.

HORA PICO (6-8 P.M) . VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N° 3										
Fecha: (D.M.A.)	(02/09/19)			Hora Inicio: 5:00 pm	Localización:	Cra 34 con 48				
Día:	Miércoles			Hora Final: 8:00 pm		CAMION/VOLQ	BUSES	SUBTOTAL	TOTAL	
HORA	MOTO	EQUI	TAXIS	PARTICULARES	BUSETAS					
1	6:00 A 6:15	16	12	1	25	0	0	0	38	176
	6:15 A 6:30	27	20	3	20	0	0	0	43	
	6:30 A 6:45	24	18	4	25	0	0	0	47	
	6:45 A 7:00	29	22	3	23	0	0	0	48	
2	7:00 A 7:15	19	14	2	13	0	0	0	29	120
	7:15 A 7:30	11	8	6	18	0	0	0	32	
	7:30 A 7:45	15	11	2	18	0	0	0	31	
	7:45 A 8:00	13	10	7	10	0	0	0	27	
TOTALES	154	116	28	152	0	0	0		296	

Apéndice F. Aforo vehicular de la estación de cobertura 4

tomado en el horario de 7:00 a 9:00 a.m. sobre la Calle 51 entre 32 y 33 sentido Occidente-Oriente.

HORA PICO (7-9 A.M.). VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N° 4										
Fecha: (D.M.A.)	(02/09/19)			Hora Inicio: 7:00 am	Localización:	Calle 51 entre 33 - 32				
Día:	Miércoles			Hora Final: 9:00 am		CAMION/VOLQ	BUSES	SUBTOTAL	TOTAL	
HORA	MOTO	EQUI	TAXIS	PARTICULARES	BUSETAS					
1	7:00 A 7:15	36	27	20	41	1	0	0	89	321
	7:15 A 7:30	18	14	12	17	0	0	0	43	
	7:30 A 7:45	56	42	28	24	0	3	0	97	
	7:45 A 8:00	62	47	28	18	0	0	0	93	
2	8:00 A 8:15	48	36	34	44	0	0	0	114	524
	8:15 A 8:30	64	48	39	52	0	2	0	141	
	8:30 A 8:45	57	43	39	52	0	2	0	136	
	8:45 A 9:00	46	35	38	60	0	1	0	134	
TOTALES	387	290	238	308	1	8	0		845	

Apéndice G. Aforo vehicular de la estación de cobertura 5

tomado en el horario de 12:00 a 2:00 p.m. y de 5:00 a 8:00 p.m. sobre la Calle 52 entre 34 y 33 sentido Oriente-Occidente.

HORA PICO (12-2 P.M.). VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N° 5										
Fecha: (D.M.A.)	(02/09/19)			Hora Inicio: 12:00 pm	Localización:	Calle 52 entre 34 y 33				
Día:	Miércoles			Hora Final: 2:00 pm		BUSETAS	CAMION/VOLQ	BUSES	SUBTOTAL	TOTAL
HORA	MOTO	EQUI	TAXIS	PARTICULARES						
1	12:00 A 12:15	296	222	95	189	0	7	0	513	1440
	12:15 A 12:30	143	107,25	47	86	0	0	0	240	
	12:30 A 12:45	201	150,75	91	160	0	4	0	406	
	12:45 A 1:00	148	111	81	88	0	1	0	281	
2	1:00 A 1:15	162	121,5	94	114	0	1	0	331	1297
	1:15 A 1:30	135	101,25	73	130	0	3	0	307	
	1:30 A 1:45	137	102,75	52	104	1	1	0	261	
	1:45 A 2:00	192	144	74	179	0	1	0	398	
TOTALES	1414	1061	607	1050	1	18	0		2737	

HORA PICO (5-8 P.M.). VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N° 5										
Fecha: (D.M.A.)	(02/09/19)			Hora Inicio: 5:00 pm	Localización:	Calle 52 entre 34 y 33				
Día:	Miércoles			Hora Final: 8:00 pm		BUSETAS	CAMION/VOLQ	BUSES	SUBTOTAL	TOTAL
HORA	MOTO	EQUI	TAXIS	PARTICULARES						
1	5:00 A 5:15	164	123	53	100	0	4	0	280	1016
	5:15 A 5:30	141	106	41	91	0	2	0	240	
	5:30 A 5:45	133	100	57	91	0	2	0	250	
	5:45 A 6:00	122	92	49	105	0	1	0	247	
2	6:00 A 6:15	210	158	37	77	1	1	0	274	1010
	6:15 A 6:30	174	131	49	94	0	1	0	275	
	6:30 A 6:45	156	117	47	91	1	0	0	256	
	6:45 A 7:00	104	78	44	84	0	0	0	206	
3	7:00 A 7:15	154	116	74	108	0	1	0	299	1099
	7:15 A 7:30	129	97	64	86	0	4	0	251	
	7:30 A 7:45	131	98	79	107	1	1	0	286	
	7:45 A 8:00	137	103	67	93	0	1	0	264	
TOTALES	1755	1316	661	1127	3	18	0		3125	

Apéndice H. Aforo vehicular de la estación de cobertura 6

tomado en el horario de 6:00 a 8:00 a.m. y de 12:00 a 2:00 p.m. sobre la Carrera 35a entre 51 y 52 sentido Norte-Sur.

HORA PICO (6-8 A.M.), VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N° 6										
Fecha: (D.M.A.)	(02/09/19)			Hora Inicio: 6:00 am	Localización:	Cra 35a entre 51a y 52				
Día:	Miércoles			Hora Final: 8:00 am		CAMION/VOLQ	BUSES	SUBTOTAL	TOTAL	
HORA	MOTO	EQUI	TAXIS	PARTICULARES	BUSETAS					
1	6:00 A 6:15	40	30	16	19	2	2	0	69	363
	6:15 A 6:30	48	36	24	18	1	0	0	79	
	6:30 A 6:45	59	44,25	17	22	1	0	0	84	
	6:45 A 7:00	79	59,25	29	39	2	1	0	130	
2	7:00 A 7:15	82	61,5	22	60	1	0	0	145	638
	7:15 A 7:30	90	67,5	37	62	2	2	0	171	
	7:30 A 7:45	78	58,5	37	63	2	1	0	162	
	7:45 A 8:00	82	61,5	35	61	2	2	0	162	
TOTALES	558	419	217	344	13	8	0		1001	

HORA PICO (12-2 P.M.), VOLUMENES DE TRANSITO. ESTACION DE COBERTURA N° 6										
Fecha: (D.M.A.)	(02/09/19)			Hora Inicio: 12:00 pm	Localización:	Cra 35a entre 51a y 52				
Día:	Miércoles			Hora Final: 2:00 pm		CAMION/VOLQ	BUSES	SUBTOTAL	TOTAL	
HORA	MOTO	EQUI	TAXIS	PARTICULARES	BUSETAS					
1	12:00 A 12:15	121	90,75	55	89	0	5	0	240	826
	12:15 A 12:30	98	73,5	50	76	0	2	0	202	
	12:30 A 12:45	103	77,25	60	63	0	0	0	200	
	12:45 A 1:00	87	65,25	52	65	1	1	0	184	
2	1:00 A 1:15	93	69,75	43	71	2	0	0	186	762
	1:15 A 1:30	102	76,5	43	68	0	1	0	189	
	1:30 A 1:45	109	81,75	43	65	1	2	0	193	
	1:45 A 2:00	99	74,25	42	76	1	2	0	195	
TOTALES	812	609	388	573	5	13	0		1588	

Apéndice I. Distribución del tránsito en estaciones de cobertura desde la estación maestra.

DISTRIBUCIÓN DEL TRÁNSITO EN ESTACIONES DE COB DESDE LA ESTACIÓN MAESTRA E IMPACTO EN AREAS ALEDAÑAS.								
HORA	TH	PROPORCIÓN HORARIA ESTACIÓN MAESTRA	TRANSITO HORARIO ESTACIÓN DE COB 1	TRANSITO HORARIO ESTACIÓN DE COB 2	TRANSITO HORARIO ESTACIÓN DE COB 3	TRANSITO HORARIO ESTACIÓN DE COB 4	TRANSITO HORARIO ESTACIÓN DE COB 5	TRANSITO HORARIO ESTACIÓN DE COB 6
6-7	458	0,026	267	493	76	173	652	374
7-8	1520	0,087	887	1634	252	572	2162	1240
8-9	1392	0,080	812	1497	231	524	1980	1136
9-10	1139	0,065	665	1224	189	429	1620	929
10-11	1250	0,072	729	1344	207	471	1778	1019
11-12	1115	0,064	651	1199	185	420	1586	910
12-1	1012	0,058	591	1088	168	381	1440	826
1-2	957	0,055	559	1029	159	360	1361	781
2-3	1151	0,066	672	1238	191	434	1638	939
3-4	1176	0,067	686	1265	195	443	1673	960
4-5	1352	0,077	789	1454	224	509	1923	1103
5-6	1116	0,064	651	1199	185	420	1587	910
6-7	1062	0,061	620	1142	176	400	1510	866
7-8	892	0,051	521	959	148	336	1269	728
8-9	661	0,038	385	710	109	249	940	539
9-10	464	0,027	271	499	77	175	660	379
10-11	279	0,016	163	300	46	105	397	228
11-12	83	0,005	48	89	14	31	118	68
12-1	62	0,004	36	67	10	23	88	51
1-2	63	0,004	37	68	10	24	90	52
2-3	53	0,003	31	56	9	20	75	43
3-4	55	0,003	32	59	9	21	78	45
4-5	54	0,003	31	58	9	20	76	44
5-6	98	0,006	57	105	16	37	139	80
TOTAL	17462	1,000	10191	18776	2895	6576	24841	14245