

**EFFECTOS DEL TRANSPORTE COLECTIVO INFORMAL EN EL SISTEMA
DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE
INDIAS, SECTOR MERCADO-DANIEL LEMAITRE Y TERNERA-CENTRO**



**STEFANNY BERDUGO PALOMINO
JOSE AUGUSTO GUZMAN HERRERA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.
FACULTAD DE INGENIERÍA.
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL.
CARTAGENA DE INDIAS, D. T y C. - BOLÍVAR.
2015.**

**EFFECTOS DEL TRANSPORTE COLECTIVO INFORMAL EN EL SISTEMA
DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE
INDIAS, SECTOR MERCADO-DANIEL LEMAITRE Y TERNERA-CENTRO**

Grupo de Investigación.

INVITRA.

Línea de Investigación.

Logística de Transporte.

Director de Proyecto:

ING. PEDRO GUARDELA VÁSQUEZ

Investigadores Principales:

STEFANNY BERDUGO PALOMINO

JOSE AUGUSTO GUZMAN HERRERA

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.

FACULTAD DE INGENIERÍA.

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL.

CARTAGENA DE INDIAS, D. T y C. - BOLÍVAR.

2015.



NOTA DE ACEPTACION

Firma del director

PEDRO GUARDELA VASQUEZ

Firma del jurado

PATRICIA GARCES DEL CASTILLO

Firma del jurado

RAMON TORRES ORTEGA



TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
1. OBJETIVOS	5
1.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2. ALCANCES	6
2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	6
2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	8
2.3 ALCANCE DEL PROYECTO	8
2.4 ALCANCE DE RESULTADOS	9
2.5 ALCANCE DEL PRODUCTO FINAL	9
2.6 ALCANCE PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS	9
3. MARCO REFERENCIAL	10
3.1 ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE	10
3.2 MARCO TEÓRICO	13
3.2.1 Estudio de tránsito	13
3.2.1.1 Volumen de tránsito	14
3.2.1.1.1 Características de los volúmenes de tránsito	14
3.2.1.1.2 Distribución y composición del volumen de tránsito	14
3.2.1.1.3 Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda	14
3.2.1.1.4 Aforos	15
3.2.1.1.4.1 Métodos de aforo	15



3.2.1.1.4.1.1 Método manual	16
3.2.1.2 Capacidad y niveles de servicio en intersecciones con semáforos	16
3.2.1.2.1 Capacidad de intersecciones con semáforo	16
3.2.1.2.2 Nivel de servicio en intersecciones con semáforo	17
3.2.1.3 Velocidad	18
2.2.1.3.1 Velocidad de punto	19
3.2.1.3.2 Velocidad de recorrido	19
3.2.1.3.2.1 Estudios de velocidad de recorrido	20
3.2.1.3.3 Velocidad de marcha	20
3.2.2 Modelo de microsimulación VISSIM	20
2.2.2.1 Elementos de entrada del modelo	22
2.2.2.1.1 Funciones de aceleración y deceleración	22
3.2.2.1.2 Distribuciones	23
3.2.2.1.3 Tipos de vehículos	24
3.2.2.1.4 Clases de vehículos	24
3.2.2.1.5 Comportamiento de conducción	24
3.2.3 Estudio de ascenso y descenso de pasajeros	25
4. METODOLOGIA	26
4.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	26
4.1.1 información primaria	27
4.1.1.1 inspección visual	27
4.1.1.2 Datos necesario para el estudio de transito	27
4.1.1.3 Estudios de ascenso y descenso de pasajeros en transportes públicos	28
4.1.1.3.1 Velocidad y retardos en transportes público	30
4.1.1.4 Encuesta de percepción del usuario sobre la calidad del servicio del transporte colectivo	30
4.1.2 Información secundaria	30
4.2 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS	32
4.2.1 VISSIM	32
4.2.1.1 Desarrollo de la Red Vial	32



4.2.1.3	Calibración Del Modelo Y Modelación Del Área De Estudio En El Software PTV VISSIM	33
4.2.2	Estudios de ascenso y descenso de pasajeros en transportes públicos	34
5.	RESULTADOS	35
5.1	INSPECCIÓN VISUAL E IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO	35
5.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO	36
5.2.1	Intersección 1: Av. Pedro De Heredia. C.C La Plazuela	36
5.2.1.1	Descripción General	36
5.2.1.2	Dispositivos para el Control de Tránsito	38
5.2.1.3	Volúmenes Vehiculares	39
5.2.1.3	Velocidades	41
5.2.2	Intersección 2: Av. Pedro de Heredia Cuatro Vientos	42
5.2.2.1	Descripción General	42
5.2.2.2	Dispositivos para el Control de Tránsito	44
5.2.2.3	Volúmenes Vehiculares	45
5.2.2.4	Velocidades	48
5.2.3	Intersección 3: Av. Pedro de Heredia Mercado Bazurto	49
5.2.3.1	Descripción General	49
5.2.3.2	Dispositivos para el Control de Tránsito	51
5.2.3.3	Volúmenes Vehiculares	53
5.2.4	Intersección 4: Av. Pedro de Heredia Cra 17, Castillo De San Felipe	58
5.2.4.1	Descripción General	58
5.2.4.2	Dispositivos para el Control de Tránsito	60
5.2.4.3	Volúmenes Vehiculares	61
5.2.4.4	Velocidades	64
5.2.5	Intersección 5: Calle 43 con Carrera 17 “Calle Bogotá”	65
5.2.5.1	Descripción General	65
5.2.5.2	Dispositivos para el Control de Tránsito	67
5.2.5.3	Volúmenes Vehiculares	68



5.2.3.4 Velocidades	71
5.3 MODELACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO EN PTV VISSIM	72
5.3.1 Modelación situación actual	76
5.3.1.1 Intersección 1: Av. Pedro de Heredia C.C La Plazuela.	77
5.3.1.2 Intersección 2: Av. Pedro de Heredia Cuatro vientos	79
5.3.1.3 Intersección 3: Av. Pedro de Heredia Mercado Bazurto	81
5.3.1.4 Intersección 4: Av. Pedro de Heredia Cra 17, Castillo De San Felipe	83
5.3.1.5 Intersección 5: calle 43 con carrera 17	85
5.3.2 Modelación de la situación futura	87
5.3.2.1 Intersección 1: Av. Pedro de Heredia C.C La Plazuela.	89
5.3.2.2 Intersección 2: Av. Pedro de Heredia Cuatro vientos	90
5.3.2.3 Intersección 3: Av. Pedro de Heredia Mercado Bazurto	92
5.3.2.4 Intersección 4: Av. Pedro de Heredia Cra 17, Castillo De San Felipe	93
5.3.2.5 Intersección 5: calle 43 con carrera 17	94
5.4 CARACTERIZACION DEL TRANSPORTE COLECTIVO	95
5.4.1 Ascenso y descenso	96
5.4.1.1 Ruta: Multicentro la Plazuela-India Catalina (Ida)	98
5.4.1.1.1 Transporte colectivo formal (Buseta)	98
5.4.1.1.2 Transporte colectivo formal (Microbus)	100
Figura 58. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Microbus)	101
5.4.1.1.3 Transporte colectivo informal (Taxi Colectivo)	103
5.4.1.2 Ruta: Mall plaza - Multicentro la Plazuela (Vuelta)	105
5.4.1.2.1 Transporte colectivo formal (Buseta)	105
5.4.1.3 Ruta: Estación de policía - Multicentro la Plazuela (Vuelta)	107
5.4.1.3.1 Transporte colectivo formal (Microbus)	107
5.4.1.4 Ruta: Castillo San Felipe- Institución Educativa Liceo de Bolívar	109
5.4.1.4.1 Transporte colectivo informal (Campero Colectivo)	109
5.5 ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN	111
5.5.1 Información general	111
5.5.2 Información sobre el Transporte	113
5.5.3 Percepción de los usuarios	115



6. CONCLUSIONES	123
7. RECOMENDACIONES	125
8. BIBLIOGRAFÍA	126



LISTA DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 1. Niveles de servicio para una intersección por demora	18
Tabla 2. Resumen de la metodología de la investigación	34
Tabla 3. Sitios de estudio	35
Tabla 4. Inventario C.C La Plazuela	37
Tabla 5. Volúmenes Totales En Hora Pico	39
Tabla 6. Distribución Por Acceso Para Hora Pico	40
Tabla 7. Distribución Por Acceso Para Hora Pico Sin Taxis Colectivos	41
Tabla 8. Velocidad promedio vehículos	42
Tabla 9. Inventario Cuatro vientos	43
Tabla 10. Volúmenes Totales En Hora Pico	46
Tabla 11. Distribución Por Acceso Para Hora Pico	47
Tabla 12. Distribución Por Acceso Para Hora Pico Sin Taxis Colectivos	48
Tabla 13. Inventario Intersección Mercado Bazurto	51
Tabla 14. Distribución Por Acceso Para Hora Pico	53
Tabla 15. Distribución por acceso para hora pico Sin Taxis Colectivos	56
Tabla 16. Inventario Intersección Castillo De San Felipe	59
Tabla 17. Volúmenes Totales En Hora Pico	61
Tabla 18. Distribución por acceso para hora pico	63
Tabla 19. Distribución por acceso para hora pico Sin Colectivos	64
Tabla 20. Inventario Intersección Calle Bogotá	66
Tabla 21. Volúmenes Totales En Hora Pico	68
Tabla 22. Parámetros de evaluación en VISSIM	76
Tabla 23. Nivel de Servicio Vehicular por Demora Promedio	77
Tabla 24. Resumen de resultados de simulación, Intersección 1	77
Tabla 25. Longitud de cola observada y estimada, intersección 1	78
Tabla 26. Resumen de resultados de simulación, intersección 2	79
Tabla 27. Longitud de cola observada y estimada, intersección 2	80
Tabla 28. Resumen de resultados de simulación, intersección 3	81



Tabla 29. Longitud de cola observada y estimada, intersección 3	82
Tabla 30. Resumen de resultados de simulación, intersección 4	83
Tabla 31. Longitud de cola observada y estimada, intersección 4	83
Tabla 32. Resumen de resultados de simulación, intersección 5	85
Tabla 33. Longitud de cola observada y estimada, intersección 5	86
Tabla 34. Rutas troncales. Parámetros operacionales	87
Tabla 35. Rutas pre-troncales. Parámetros operacionales	87
Tabla 36. Rutas alimentadoras. Parámetros operacionales	88
Tabla 37. Rutas complementarias. Parámetros operacionales	88
Tabla 38. Resumen de resultados de simulación para situación futura. Intersección 1	89
Tabla 39. Resumen de resultados de simulación para situación futura. Intersección 2	90
Tabla 40. Resumen de resultados de simulación para situación futura. Intersección 3	92
Tabla 41. Resumen de resultados de simulación sectores para situación futura. Intersección 4	93
Tabla 42. Resumen de resultados de simulación para situación futura. Intersección 5	94
Tabla 43. Resumen de ascenso y descenso de pasajeros en transporte colectivos (ida)	97
Tabla 44. Resumen de ascenso y descenso de pasajeros en transporte colectivos (vuelta)	97



LISTA DE FIGURAS

PÁG.

Figura 1. Ubicación del municipio de Cartagena en Colombia.	6
Figura 2. Ubicación geográfica del tramo de estudio Mercado – Daniel lemaître	7
Figura 3. Ubicación geográfica del tramo de estudio Ternera-Centro.....	7
Figura 4. Intersecciones de estudio	8
Figura 5. Localización de los sitios de estudio.	35
Figura 6. Vista general del Sector C.C La Plazuela.	37
Figura 7. Movimientos controlados por los semáforos C.C La Plazuela.....	38
Figura 8. Diagramas de tiempos de fase de semaforización C.C La Plazuela.....	38
Figura 9. Accesos y movimientos intersección del C.C La Plazuela.....	40
Figura 10. Vista general del sitio 2 de estudio	44
Figura 11. Sector de estudio Cuatro vientos	44
Figura 12. Diagramas de tiempos de fase de semaforización Cuatro vientos.....	45
Figura 13. Accesos y movimientos vehiculares sector Cuatro vientos.....	47
Figura 14. Velocidad promedio vehículos	49
Figura 15. Rotonda del mercado bazurto	50
Figura 16. Movimientos controlados por los semáforos intersección basurto.....	52
Figura 17. Diagramas de tiempos de fase de semaforización intersección basurto.....	52
Figura 18. Accesos y movimientos vehiculares Intersección Mercado Bazurto	54
Figura 19. Accesos y movimientos vehiculares Intersección Mercado Bazurto	54
Figura 20. Accesos y movimientos vehiculares Intersección Mercado Bazurto	55
Figura 21. Accesos y movimientos vehiculares Intersección Mercado Bazurto	55
Figura 22. Velocidad promedio vehículos	57
Figura 23. Vista general de la intersección 4	59
Figura 24. Movimientos controlados por los semáforos Intersección Castillo de San Felipe.....	60
Figura 25. Diagramas de tiempos de fase de semaforización Sector Castillo de San Felipe	60
Figura 26. Accesos y movimientos interseccion castillo san felipe.....	62



Figura 27. Accesos y movimientos interseccion castillo san felipe.....	62
Figura 28. Accesos y movimientos interseccion castillo san felipe.....	63
Figura 29. Velocidad promedio vehículos	65
Figura 30. Vista general de la intersección calle Bogotá.	66
Figura 31. Movimientos controlados por los semáforos intersección Calle Bogotá	67
Figura 32. Diagramas de tiempos de fase de semaforización Sector Castillo de San Felipe	67
Figura 33. Accesos y movimientos intersección Calle Bogota.....	69
Figura 34. Distribución por acceso para hora pico	70
Figura 35. Distribución por acceso para hora pico sin camperos colectivos	70
Figura 36. Velocidad promedio vehículos	71
Figura 37. Ptv Vissim, Creación de colectivo-taxi	73
Figura 38. Ptv Vissim, Creación de colectivo-campero.....	73
Figura 39. Ptv Vissim, Creación modelo 3D padron	74
Figura 40. Ptv Vissim, Creación Modelo 3D Articulado.....	74
Figura 41. Ptv Vissim, Modelo 3D de Buses	75
Figura 42. Ptv Vissim, Modelo 3D de Camiones	75
Figura 43. Longitud máxima de cola, intersección 1	78
Figura 44. Longitud máxima de cola, intersección 2.....	80
Figura 45. Longitud máxima de cola, intersección 3.....	82
Figura 46. Longitud máxima de cola, intersección 4.....	84
Figura 47. Longitud máxima de cola, intersección 5.....	86
Figura 48. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 1.....	90
Figura 49. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 2.....	91
Figura 50. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 3.....	92
Figura 51. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 4.....	94
Figura 52. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 5.....	95
Figura 53. Recorrido de las rutas estudiada	96
Figura 54. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Buseta).....	98
Figura 55. Tiempo de demoras (Buseta)	99
Figura 56. Tiempo de demoras por causa (Buseta).....	99



Figura 57. Grafica de Permanencia acumulada (Buseta)	100
Figura 58. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Microbus)	101
Figura 59. Tiempo de demoras (Microbus).....	101
Figura 60. Tiempo de demoras por causa (Microbus)	102
Figura 61. Grafica de Permanencia acumulada (Microbus).....	102
Figura 62. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Taxi Colectivo).....	103
Figura 63. Tiempo de demoras (Taxi Colectivo).....	103
Figura 64. Tiempo de demoras por causa (Taxi Colectivo).....	104
Figura 65. Grafica de Permanencia acumulada (Taxi Colectivo)	104
Figura 66. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Buseta).....	105
Figura 67. Tiempo de demoras (Buseta)	105
Figura 68. Tiempo de demoras por causa (Buseta).....	106
Figura 69. Grafica de Permanencia acumulada (Buseta)	106
Figura 70. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Microbus)	107
Figura 71. Tiempo de demoras (Microbus).....	107
Figura 72. Tiempo de demoras por causa (Microbus)	108
Figura 73. Grafica de Permanencia acumulada (Microbus).....	108
Figura 74. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Campero Colectivo) ...	109
Figura 75. Tiempo de demoras (Campero Colectivo).....	109
Figura 76. Tiempo de demoras por causa (Campero Colectivo)	110
Figura 77. Grafica de Permanencia acumulada (Campero Colectivo).....	110
Figura 78. Genero.....	111
Figura 79. Edad	112
Figura 80. Ocupación de los usuarios	112
Figura 81. Medio de transporte colectivo utilizado con mayor frecuencia.....	113
Figura 82. Principales razones por la que toman el taxi colectivo.....	114
Figura 83. Principales razones por la que toman el transporte público urbano	114
Figura 84. Percepción TRANSCARIBE.....	115
Figura 85. Tiempo ideal de llegada desde el origen hasta el lugar donde se toma el transporte colectivo	116
Figura 86. Tiempo que demoran llegar desde el origen hasta el lugar donde se toma el	



transporte público urbano.....	116
Figura 87. Tiempo que demoran llegar desde el origen hasta el lugar donde se toma el taxi colectivo	117
Figura 88. Tiempo de espera en paradero	117
Figura 89. Tiempo de espera en paradero para el transporte público urbano	118
Figura 90. Tiempo de espera en paradero para el taxi colectivo.....	118
Figura 91. Tiempo ideal de llegada desde el paradero hasta el destino final.....	119
Figura 92. Tiempo que demoran llegar desde el paradero hasta el destino final (transporte público urbano)	119
Figura 93. Tiempo que demoran llegar desde el paradero hasta el destino final (taxi colectivo).....	120
Figura 94. Velocidad ideal para el transporte público urbano	121
Figura 95. Velocidad ideal para el taxi colectivo.....	121
Figura 96. Ocupación ideal del transporte público urbano	122
Figura 97. Ocupación ideal del taxi colectivo.....	122



RESUMEN

El sistema de transporte público urbano de Cartagena actualmente ha sido ineficiente en las necesidades de movilización de sus habitantes, sobre todo en materia de disponibilidad, comodidad, rapidez y seguridad. Esto trae como consecuencia la necesidad de uso del transporte informal para transportarse de manera más rápida y eficiente, por parte de sus habitantes. Con lo anterior, el presente documento tiene como objetivo conocer los efectos que tiene la operación del transporte colectivo informal sobre el transporte público urbano, específicamente en los tramos de estudio Ternera-Centro y Mercado-Daniel Lemaître, en la necesidad de hallar una explicación y motivo del aumento del uso de transporte informal por parte de los ciudadanos cartageneros; teniendo en cuenta la entrada del nuevo sistema integrado de transporte masivo (TRANSCARIBE) que se implementará en Cartagena. Para esto se realizaron encuestas ciudadanas, aforos, información secundaria, estudios de ascenso y descenso y modelación con el software VISSIM. Luego de simular las condiciones actuales y futuras del tráfico vehicular para las intersecciones, se observó en los resultados obtenidos que las demoras producidas por el transporte colectivo informal afectan en la movilidad del transporte público urbano actual y al sistema integrado de transporte masivo. Los resultados de las encuestas arrojaron que el 72% manifestó utilizar el bus como medio de transporte habitual y solo el 28% manifestó utilizar el transporte colectivo informal, no obstante, es de resaltar que es un medio de transporte que cada día se posiciona más entre los consumidores, generando efectos en la disminución de demanda en el transporte público.



ABSTRACT

The urban public transport system in Cartagena has now been inefficient mobilization needs of its inhabitants, especially in terms of availability, convenience, speed and security. This results in the need to use informal transport to be transported more quickly and efficiently, by their inhabitants. With the above, this paper aims to determine the effects the operation of the informal public transport on the public urban transport, specifically sections Beef-Center-Daniel Lemaitre and market study, the need to find an explanation and reason for the increased use of informal transport by Cartagena citizens; taking into account the entry of the new integrated mass transit system (TRANSCARIBE) to be implemented in Cartagena. For this citizen surveys, appraisals, secondary information, studies and modeling rise and fall with the VISSIM software were made. After simulate current and future traffic conditions for intersections, it was observed in the results that delays caused by the informal public transport affects the mobility of today's urban public transport and integrated mass transit system. The survey results showed that 72% reported using the bus as usual means of transport and only 28% reported using informal public transport, however, is to emphasize that it is a means of transport that every day more positions between consumers, generating effects in reducing demand on public transport.



INTRODUCCIÓN

El transporte colectivo informal en Cartagena (taxis, camperos, y automóviles particulares) ha registrado un desbordado crecimiento ofreciendo un servicio aparentemente más rápido y económico que una carrera mínima.

Conductores de una de las zonas donde opera este tipo de servicio, estación fe y esperanza, afirman que tienen más de 15 años en ese lugar prestando el servicio en rutas a las que no llega el transporte público y aseguran que es su sustento diario (Polo, 2012). Este sistema de transporte ilegal es producto del abandono de rutas de las cuales solo operan 25 de 39 y de la mala calidad del servicio en el actual transporte público urbano (Romero, 2014). Además el mal estado de las vías y el aumento de vehículos particulares en la ciudad agravan el problema de la movilidad y generan impactos negativos sobre el usuario en materia de tiempo de viajes, seguridad, comodidad, confiabilidad y tarifa. Sin embargo, los conductores de este transporte son ocupantes del espacio público y por ser un tema de tránsito deben ser desalojados, “La Alcaldía jamás ha dado permisos para que un colectivo de estos preste el servicio y la autoridad siempre ha perseguido este tipo de transporte ilegal” gerente de Espacio Público (Polo, 2012).

El crecimiento del transporte informal, mototaxis, jeeps y taxis es la respuesta que han encontrado los usuarios para llegar más “rápido”, llegar a donde ningún bus llega y sobre todo no tener que soportar las incomodidades, cambios de ruta, irrespeto por el pasajero, volumen de música insoportable y en general el pésimo servicio que hoy ofrecen. Sumado a esto hay falta de seguimiento a las rutas de buses y busetas e incertidumbre de los transportadores respecto al futuro del transporte público en la ciudad. ¿Será el número de buses y busetas suficiente para atender la demanda de pasajeros existente?

Algunas rutas urbanas de buses no prestan el servicio hasta algunos sitios de la ciudad y además la frecuencia de despacho de estos es muy larga, de manera que los pasajeros tienen que esperar mucho tiempo para poder tomar el transporte rumbo hacia sus lugares



de destino.

La Esperanza, San Francisco, Luis Carlos Galán y El Socorro, son algunos de los barrios en los que, según el director del DATT, han padecido la prestación inadecuada del servicio de transporte público por varios años” lo que haremos será un estudio basado en los aportes de un equipo técnico que ya estamos conformando en el DATT para que este determine cuáles son las fallas más frecuentes del sistema de transporte en la ciudad, de forma que podamos empezarlo a corregir cuanto antes”, señala la máxima autoridad de tránsito en Cartagena (CAMACHO, 2014). Lo anterior indica, que lo que falta es mejorar el funcionamiento de las rutas para que aumente la satisfacción de los usuarios.

¿Cómo afecta el transporte colectivo informal en el sistema de transporte público urbano? Cuando las competencias del servicio público urbano formal en la ciudad no son eficaces, se permite la entrada de servicios no autorizados por personas no habilitadas. En consecuencia, se sacrifican los principios de seguridad, comodidad y accesibilidad. En el caso de Cartagena, la ausencia de investigaciones acerca de este fenómeno que se presenta en la ciudad, hacen de este estudio el objetivo principal. Por lo anterior se identificará los efectos que tiene el transporte colectivo informal en el transporte público urbano, con lo que se plantearían las bases para futuros análisis y por supuesto, para la planeación de soluciones a los efectos identificados.



1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar los efectos que tiene el transporte colectivo ilegal en el transporte público formal en la ciudad de Cartagena, a través de análisis técnicos para el transporte, encuestas ciudadanas, aforos, información secundaria y modelación con el software VISSIM, con el fin de proponer alternativas de solución para mejorar la operación del transporte público.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el comportamiento del transporte colectivo informal mediante el análisis de los datos obtenidos en los sectores objeto de estudio.
- Describir las características del estado de las vías y vehículos de los tramos seleccionados.
- Estudiar los factores que determinan la preferencia del colectivo informal.



2. ALCANCES

2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

El siguiente trabajo de grado se llevó a cabo en la jurisdicción del municipio de Cartagena, en el departamento de Bolívar. Sus coordenadas geográficas son: 10°24' 30" Latitud Norte, 75° 30' 25" Longitud Oeste. Este municipio posee una superficie de 709.1 Km², con una población de 944.250 habitantes, su temperatura media es de 28°C y tiene una altitud de 2 msnm.

La investigación se centró en los tramos de estudio Mercado – Daniel Lemaître y Ternera-Centro, específicamente en las intersecciones mostradas en la **figura 4**, en las cuales hubo mayor operación del transporte formal e ilegal.

Figura 1. Ubicación del municipio de Cartagena en Colombia.



Fuente: Google Earth 2014

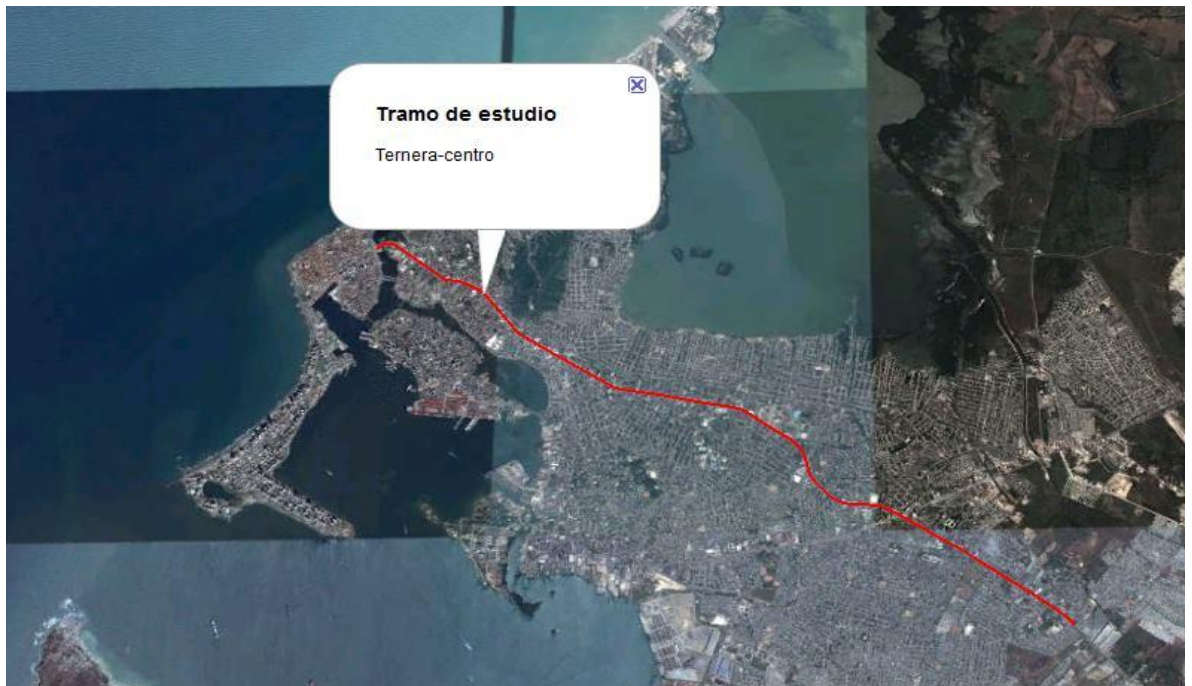


Figura 2. Ubicación geográfica del tramo de estudio Mercado – Daniel lemaître



Fuente: Google Earth 2014

Figura 3. Ubicación geográfica del tramo de estudio Ternera-Centro



Fuente: Google Earth 2014



Figura 4. Intersecciones de estudio



Fuente: Google Earth 2014

2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo desde agosto de 2014 hasta mayo de 2015, con la duración que se justifica y se describe detalladamente en el cronograma planeado.

2.3 ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto se concentró en identificar y analizar los efectos del transporte colectivo ilegal en el transporte urbano legal, a partir de variables como el nivel del servicio, velocidad, volumen vehicular entre otras.

Además de esto se realizaron encuestas de percepción a los usuarios que utilizan las rutas de estudio por medio del transporte colectivo informal. De esta forma se observó la preferencia de los usuarios y las causas de estas. Como consecuencia, se plantearon propuestas de alternativas de solución a partir de simulaciones realizadas con el software VISSIM, en el que se idealizó el comportamiento del tráfico, es decir la operación de



TRANSCARIBE con y sin el transporte colectivo informal.

2.4 ALCANCE DE RESULTADOS

Al finalizar este estudio se conocieron los factores que influyeron en la preferencia de los usuarios por el transporte colectivo ilegal y los efectos de este en el transporte formal. Estos factores se tomaron de las encuestas realizadas y los tomados directamente en el campo, mediante la inspección visual al inicio del estudio en cada tramo.

2.5 ALCANCE DEL PRODUCTO FINAL

Las investigaciones, los datos obtenidos y las alternativas propuestas fueron de utilidad para las autoridades de tránsito y transporte de la ciudad como medio para el planteamiento de alternativas que permitieron solucionar el problema del transporte colectivo ilegal. Del mismo modo, este proyecto de investigación pudo ser aplicado en otras ciudades similares a Cartagena y para próximas investigaciones universitarias o trabajos de grado.

2.6 ALCANCE PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS

Los resultados obtenidos al finalizar los estudios se utilizaron como base para futuras investigaciones, estudios de tránsito y transporte así como para el análisis del transporte urbano y mejoramiento de la movilidad.

2.7 ALCANCES DE LIMITACIONES O EXCEPCIONES

Las actividades que se llevaron a cabo en cada tramo de estudio, enumeradas en el cronograma y metodología, no se realizaron en las zonas aledañas al Colegio Simón Bolívar, situado en el Barrio Daniel Lemaitre. Las razones obedecieron a velar por la seguridad de los investigadores y aforadores.



3. MARCO REFERENCIAL

3.1 ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

En muchos países subdesarrollados se presencia en las ciudades el transporte colectivo informal, obligando a las autoridades públicas a estudiar y analizar este medio de transporte con el objetivo de buscar soluciones ya sea la prohibición, aceptación o regulación. Debido a esto, es posible referenciar algunos estudios a nivel nacional e internacional y también específicamente en la ciudad, como se mostrará a continuación.

En julio de 2007, el artículo de la revista *Transport Policy* titulado “INFORMAL TRANSPORT: A GLOBAL PERSPECTIVE” (Cervero & Golub, 2007), estudiaron la variedad de transporte informal a nivel mundial en algunas ciudades de países en vía de desarrollo como ciudad de México, Nairobi (Kenia), Kingston (Jamaica) y Rio de Janeiro (Brasil), analizando los costos y beneficios del sector en general y utilizaron varios estudios de casos para ilustrar los diferentes enfoques de las políticas de regulación. Llegaron a la conclusión que el Transporte informal a menudo sirve en áreas que quedaron sin servicio por las compañías de transporte público urbano. En muchas áreas, los servicios informales son el único medio de transporte disponible para los pobres, permitiendo llegar de manera inmediata a sus puestos de trabajo, compra y venta de la producción, y acceso a la atención médica. Sin embargo el transporte informal tiene su lado oscuro si las autoridades no aplican regulaciones adecuadas, lo que hace más probable que los operadores sin licencia se involucren en una guerra abierta en la búsqueda de clientes, obstruyendo las calles, intimidando a los conductores que respetan la ley, y sobretodo causando accidentes.

En el Centro de Estudios Africanos con sede en el Instituto Universitario de Lisboa (ISCTE-IUL), se efectuó en el año 2010 un estudio en los procesos de organización y representación de transporte urbano en Angola, centrándose en dos ciudades Luanda y Huambo, artículo realizado por Carlos M. Lopez llamado “DINÂMICAS DO



ASSOCIATIVISMO NA ECONOMÍA INFORMAL: OS TRANSPORTES DE PASSAGEIROSEM ANGOLA” (Lopez, 2010), analiza los dos procesos organizativos distintos. Por un lado, la expansión de las asociaciones informales de Luanda, orientado a la protección laboral y social, y en segundo lugar, la iniciativa del gobierno para regular las mototaxis en la ciudad de Huambo. El contexto actual de la realidad de Angola sugiere las restricciones para el movimiento asociativo del transporte público informal porque no hay un programa en curso de reestructuración de ese sector del transporte. El Ministerio de Transporte con el objetivo de reactivar el transporte formal (autobús y taxis), crea un plan de red de distribución continua de 4000 autobuses en el país, que serán distribuidos por provincias en número no especificado y entregado a los operadores existentes a fin de aumentar su flota y ofrecer un mejor servicio a la población, conteniendo la propagación de “candongueiros” (furgonetas pintados de blanco y azul) y “kupapatas” (mototaxis).

Por otra parte, en la ciudad Davao (Filipinas) se realizó un estudio empírico sobre los hábitos y dependencia de los diferentes modos de transporte informal. Este estudio titulado “THE USE OF INFORMAL PUBLIC TRANSPORT MODES IN DEVELOPING COUNTRIES HABITUAL? AN EMPIRICAL STUDY IN DAVAO CITY, PHILIPPINES” (Danielle Guillen, Ishida, & Okamoto, 2013), muestra según la encuesta de percepción la gran importancia del transporte informal para los habitantes, y que la dependencia personal tiene relación directa con el uso real y habitual de los transportes llamados “PUJs” (taxis colectivo, en inglés public utility jeepneys) y triciclos (bicicleta con una cabina lateral) que han estado disponibles desde hace mucho tiempo, siendo una parte importante de la vida cotidiana de los filipinos. El transporte formal solo los utiliza para viajes de larga distancia que compiten con los “PUJs” mientras que el transporte informal como los MC taxis (mototaxis) se usan para viajes de corta distancia en competencia con los triciclos. Los TaxisMC sirven sobre todo en las vías de difícil acceso.

En Brasil, el crecimiento del transporte informal en los últimos años ha generado grandes efectos en el sistema de transporte público formal, por lo tanto han propuesto una variedad



de políticas para gestionar el crecimiento del sector. En el artículo titulado “REGULATION OF THE INFORMAL TRANSPORT SECTOR IN RIO DE JANEIRO, BRAZIL: WELFARE IMPACTS AND POLICY ANALYSIS” (Golub, Balassiano, jo, & Ferreira, 2009), analiza para el caso de rio de janeiro las once políticas propuesta, que van desde la erradicación de los medios informales y la inversión en los medios formales, a la legalización del transporte informal. Concluyeron que no se encontraron beneficios netos de algunas políticas como por ejemplo, legalizar el sector informal beneficia solamente a los usuarios, pero las inversiones en el sector no son viable.

A nivel local hay escasas investigaciones acerca del transporte informal, entre ellas podemos mencionar “TRANSPORTE PÚBLICO EN CARTAGENA: ¿QUÉ FACTORES DETERMINAN LAS PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS?” (González, Arrieta, & Cartagena, 2005), elaborado por la Universidad Tecnológica de Bolívar. En esta investigación a través de encuestas que realizaron a los usuarios y aplicando modelos probabilístico de elección, concluyeron los tres factores más importantes que determinan la decisión de los usuarios sobre cuál medio de transporte usar para desplazarse hacia su lugar de estudio o trabajo que son la disponibilidad (buses y rutas), tarifa y rapidez del transporte. Es necesario que para el nuevo sistema integrado de transporte masivo (TRANSCARIBE) que se implementara en la ciudad de Cartagena, se mejoren los factores mencionados que hoy en día tienen falencia el sistema de transporte público urbano tradicional. De lo contrario se incrementara el uso de otros medios de transporte informal como mototaxi y colectivo, a pesar que los usuarios son conscientes del peligro que representa su uso, esto quiere decir que la seguridad no es un factor importante para seleccionar un medio de transporte.

La universidad de Cartagena, a través del grupo de investigación INVITRA en el año 2013 realizó estudios sobre las motos en la ciudad, teniendo en cuenta que la gran mayoría de las motos operan como transporte informal, realizado por los optantes al grado de ingenieros civiles Christian Darío Suárez Chávez y Abraham Sahib Alíes Tamara, titulado “ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL TRAFICO MIXTO CON MOTOCICLETA EN LA MOVILIDAD SOBRE LA AVENIDA PEDRO DE HEREDIA



DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS D.T.Y C. MEDIANTE ESTUDIOS PRIMARIOS Y MODELACION CON SOFTWARE PTV VISSIM” (Suárez & Alías, 2013), analizaron la incidencia de las motocicletas en la movilidad en los sectores la castellana e India Catalina. Mediante la aplicación del software de micro simulación PTV VISSIM 5.3 y un análisis comparativo entre condiciones normales de tráfico y con restricción en la circulación de motocicletas, con este estudio intentaron establecer la cantidad de vehículos que son desplazados en el flujo vehicular por el comportamiento errático de las motocicletas en el contexto de las condiciones viales de la ciudad. Los resultados mostraron que es posible establecer un modelo que refleje virtualmente la incidencia de las motocicletas en la movilidad dentro del flujo de tráfico mixto presente en la ciudad.

Los estudios mencionados a nivel internacional que fueron consultados en la base de datos de la universidad de Cartagena, han analizado los diferentes modos de transporte informal, así como la necesidad de los usuarios y las políticas de regulación, sin embargo, estos estudios presentaron algunas limitaciones relacionados con lo que se plantea en este proyecto debido a que no se identifican o no hay mucha claridad acerca de los efectos en el sistema de transporte formal debido al transporte colectivo ilegal.

En el ámbito local se han realizado principalmente encuestas de percepción ciudadana enfocado a los medios de transporte público, contribuyendo en parte al estudio que se propone en este proyecto. Sin embargo, este tipo de investigación solamente considera la perspectiva de los usuarios, sin tener en cuenta los aspectos técnicos de los medios de transporte que expliquen la preferencia de los usuarios al transporte ilegal.

3.2 MARCO TEÓRICO

A continuación se exponen los fundamentos teóricos necesario para la investigación a realizar.

3.2.1 Estudio de transito

Para el propósito de este proyecto se analizó el estado actual de la infraestructura vial de los tramos seleccionados, la cual es necesario realizar estudio de transito teniendo en



cuenta los siguientes factores: volumen, tasa de flujo, demanda, capacidad y velocidad.

3.2.1.1 Volumen de tránsito

El volumen expresa el número de vehículos automotores que pasa por un tramo de carretera en un determinado tiempo. Las unidades de tiempo para este volumen de tráfico son: el año, el mes, el día, la hora. Así se tiene el volumen de tráfico anual, volumen de tráfico mensual, volumen de tráfico diario, volumen de tráfico horario (Johnson, 2004).

3.2.1.1.1 Características de los volúmenes de tránsito

Los volúmenes de tránsito siempre deben considerarse dinámicos, por lo que son únicamente válidos en el periodo de tiempo durante el cual se tomó la muestra, debido a que sus variaciones son generalmente periódicas (Universidad Politecnica Salesiana).

3.2.1.1.2 Distribución y composición del volumen de tránsito

La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles debe ser considerado tanto en planeación como en la circulación en calles y carreteras. Cuando se tiene más de un carril, es recomendable realizar las mediciones dando mayor importancia al carril del medio, ya que es en él, por donde circula estadísticamente de forma más fluida el tránsito. (Universidad Politecnica Salesiana).

3.2.1.1.3 Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, puede llegar a ser periódicas durante varios días de la semana. Sin embargo, es importante conocer la variación del volumen dentro de las horas máximas de demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos, para así realizar un análisis respecto de los instantes de máxima demanda, para así poder llegar a conclusiones tales



como la prohibición de estacionamientos, prohibición de ciertos movimientos en curva y disposición de los tiempos de semáforos (Universidad Politecnica Salesiana).

3.2.1.1.4 Aforos

Se denomina aforo al proceso de medir la cantidad de vehículos que pasan por un tramo en una carretera en una unidad de tiempo. Las razones para efectuar los aforos son muy variables, para esta investigación determinaremos el volumen pico horario (VPH), que es el número máximo de vehículos que pasan por un tramo de carretera durante un periodo de 60 minutos consecutivos (Johnson, 2004). El VPH se utiliza para:

- Clasificaciones funcionales de las carreteras.
- Diseño de las características geométricas de la carretera, por ejemplo, número de carriles, señalización de intersecciones o canalización.
- Análisis de la capacidad
- Desarrollo de programas relacionados con las operaciones del tráfico, por ejemplo, sistemas de una calle unidireccional o el encaminamiento del tráfico.
- Desarrollo de las regulaciones del estacionamiento.

3.2.1.1.4.1 Métodos de aforo

Existen diferentes tipos para obtener datos sobre volúmenes de tráfico, podemos mencionar:

- Método Manual



- Método Automático

3.2.1.1.4.1.1 Método manual

El conteo manual es un método para obtener datos de volúmenes de tráfico a través del uso de personal de campo conocido como aforadores de tráfico. Los aforos manuales son usados cuando la información deseada no puede ser obtenida mediante el uso de dispositivos mecánicos. El método manual permite la clasificación de vehículos por tamaño, tipo, número de ocupantes y otras características. Registro de movimiento de vueltas y otros movimientos, tanto vehiculares como de peatones. Los conteos manuales son usados frecuentemente para comprobar la exactitud de los contadores mecánicos (Johnson, 2004).

3.2.1.2 Capacidad y niveles de servicio en intersecciones con semáforos

3.2.1.2.1 Capacidad de intersecciones con semáforo

La capacidad de intersecciones con semáforo se define para cada acceso, como la tasa de flujo máxima que puede pasar a través de la intersección bajo condiciones prevalecientes del tránsito, de la calle y del semáforo. Se miden vehículos por hora (vhp) con base en flujos que tienen períodos picos de 15 minutos (ARRIETA, 2013).

Las condiciones prevalecientes del tránsito incluyen los volúmenes por tipo de movimiento (izquierda, recto, derecha), su composición vehicular (automóviles, buses camiones), maniobras de estacionamiento, conflictos peatonales y paradas de autobuses.

Las condiciones prevalecientes de la calle describen las características geométricas de los accesos en términos de número y ancho de carriles, pendientes y uso de carriles incluyendo carriles de estacionamiento. Las condiciones prevalecientes del semáforo incluyen la secuencia de fases, asignación de tiempos y el tipo de operación o control (ARRIETA, 2013).



Entonces, para el análisis de la capacidad se debe calcular la relación volumen a capacidad (v/c) para movimientos críticos en carriles simples o grupos de carriles en todo el acceso. La relación se determina dividiendo, para los 15 minutos pico, el flujo actual v del acceso o grupo de carriles de un acceso que carga un conjunto de flujos vehiculares, formado con base en las características geométricas del acceso y en las características de los flujos vehiculares (ARRIETA, 2013).

3.2.1.2.2 Nivel de servicio en intersecciones con semáforo

El nivel de servicio de una intersección con semáforo se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la incomodidad y de la frustración. Específicamente, el nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debida a las detenciones para un período de análisis de 15 minutos (ARRIETA, 2013). Características de los principales niveles de servicio:

- Nivel de servicio A: La mayoría de los vehículos llegan durante la fase verde y no se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto puede contribuir a demoras mínimas.
- Nivel de servicio B: Algunos vehículos comienzan a detenerse.
- Nivel de servicio C: La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a malograrse.
- Nivel de servicio D: Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de ciclo amplias, o relaciones de v/c muy altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados.



- Nivel de servicio E: Se considera como el límite aceptable de demoras. Las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones de v/c muy altas.
- Nivel de servicio F: Los flujos de llegada exceden la capacidad de la intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada.
- Para evaluar el funcionamiento de las intersecciones afectadas se utilizaron las técnicas del "Highway Capacity Software" (HCS2000), establece que el Nivel de Servicio de una intersección está dado por la demora promedio que sufren los vehículos en ella.

Tabla 1. Niveles de servicio para una intersección por demora

Nivel de Servicio	Demora Promedio(seg)	Nivel de Servicio	Demora Promedio(seg)
A	< 10	A	<10
B	10.1-15	B	10.1-20
C	15.1-25	C	20.1-35
D	25.1-35	D	35.1-55
E	35.1-50	E	55.1-80
F	>50	F	>80
Niveles de servicio para una intersección sin semáforo		Niveles de servicio para una intersección con semáforo	

Fuente: (HCM 2000)

3.2.1.3 Velocidad

Desde la invención de los medios de transporte, la velocidad se ha convertido en el indicador principal para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. En un sistema vial la velocidad es considerada como un parámetro de cálculo para la mayoría de los elementos del proyecto. Haciendo un análisis de la evolución de los vehículos actuales en lo que respecta a velocidades alcanzadas por los mismos, se hace necesario el estudio de la velocidad para mantener así un equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía en busca de mayor seguridad (Arandia & Balta, 2006).



Se define la velocidad como el espacio recorrido en un determinado tiempo. Cuando la velocidad es constante, queda definida como una función lineal de la distancia y el tiempo, siendo su fórmula:

$$v = \frac{d}{t} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

v = velocidad constante (km/h)

d = distancia recorrida (km)

t = tiempo de recorrido (h)

2.2.1.3.1 Velocidad de punto

Conocida también como velocidad instantánea, es la velocidad de un vehículo a su paso por un punto específico de una vía. Se presentan dificultades prácticas para la medición de la velocidad de punto ya que la misma por definición se presenta en un tramo de recorrido bastante corto (Arandia & Balta, 2006).

3.2.1.3.2 Velocidad de recorrido

Conocida también como velocidad de recorrido total, queda definida como la distancia total recorrida, en un tramo relativamente largo, dividida entre el tiempo total de recorrido. En el tiempo de recorrido se incluye las demoras debidas al tránsito ajeno a la voluntad del conductor, no incluye demoras fuera de la vía como ser: lugares de recreación, restaurantes, estaciones de servicio, etc. Se obtiene entonces la velocidad de recorrido como un promedio de velocidades desarrolladas por un grupo de vehículos (Arandia & Balta, 2006).



3.2.1.3.2.1 Estudios de velocidad de recorrido

Los estudios de velocidad de recorrido sirven para evaluar la calidad del movimiento vehicular a lo largo de una ruta y determinar la ubicación, tipo y magnitud de las demoras del tránsito. En este tipo de estudios juega un rol importante el tiempo total de recorrido en el que, como ya se definió anteriormente, incluye las demoras debidas al tránsito (Arandia & Balta, 2006).

3.2.1.3.3 Velocidad de marcha

La velocidad de marcha o velocidad de cruce se define como la distancia total recorrida dividida entre el tiempo de marcha. El tiempo de marcha excluye todas las paradas y demoras (Arandia & Balta, 2006).

3.2.2 Modelo de microsimulación VISSIM

VISSIM está basado en un modelo de microsimulación que se desarrolló para modelar el tránsito urbano y operaciones del transporte público, este programa puede analizar: configuración de carriles, composición del tránsito, semaforización; señal de PARE, etc. convirtiéndose así en una herramienta útil para la evaluación de varias alternativas basadas en el diseño y la planeación del tránsito y transporte (ARRIETA, 2013).

Los resultados de VISSIM se utilizan en la definición de estrategias en el control de la semaforización para el manejo óptimo de vehículos, también para probar varias disposiciones y asignaciones de cruces complejos, lo mismo que para la ubicación de bahías de autobuses, la viabilidad de paradas complejas, la viabilidad de sitios de peaje, así mismo se encuentra que es para asignar carriles de mezclamiento, entre otros (ARRIETA, 2013).

VISSIM es un simulador multiuso que se dirige al personal técnico responsable del control de la semaforización, operación de tránsito, planificación de ciudades e



investigadores que requieran evaluar la influencia de tecnologías nuevas de control (ARRIETA, 2013). El VISSIM es usado para simulación de tránsito y las necesidades del transporte público, esto incluye:

- Desarrollo, evaluación y ajuste de la lógica de las señales de prioridad.
- Puede usar varios tipos de lógica de semaforización. Además de la funcionalidad de la construcción de programación de tiempos fijos, hay semaforización accionada por el tránsito idéntica a los paquetes de software de semaforización instalados en el campo.
- En VISSIM algunos de ellos pueden ser incorporados, algunos se pueden añadir usando agregaciones y otros se pueden simular a través del generador externo del estado de la semaforización (VAP) que permite diseño de la lógica de control definida por la semaforización.
- Evaluación y optimización (interfaces para signal97/TEAPAC) de la operación del tránsito en una red con combinación de semáforos coordinados y actuados.
- Evaluar la viabilidad y el impacto de integrar trenes ligeros dentro de la red vial urbana.
- Es aplicado para el análisis de oscilación de velocidades bajas y áreas de mezclamiento.
- Permite la comparación fácil de alternativas que incluyen semaforización e desnivel.
- Análisis de operación y capacidad de estaciones de tren y sistemas de bus.
- Soluciones de tratamientos especiales para buses (Ej. Colas, longitud, carriles solo para bus)
- Con la incorporación de un modelo de asignación dinámica, VISSIM puede responder a un cambio de ruta dependiendo de cuestionamientos tales como es el



impacto de las señales de mensaje variable o del posible tránsito dentro de los barrios vecinos para la red o para ciudades de tamaño mediano.

2.2.2.1 Elementos de entrada del modelo

2.2.2.1.1 Funciones de aceleración y deceleración

VISSIM utiliza distribuciones estocásticas para las funciones de aceleración y deceleración las cuales dependen de la velocidad actual y representan los diferentes comportamientos en la conducción. Para cada tipo de vehículo se asigna dos funciones de aceleración y otras dos para la deceleración; y se representan mediante gráficas (ARRIETA, 2013). Cada gráfica consiste de tres diferentes curvas que muestran los valores mínimos, medios y máximos de las funciones.

- **Aceleración Técnica:** Es la aceleración factible técnica para los vehículos. Es considerada sólo si una aceleración excede la aceleración deseada para mantenerla velocidad en pendientes. (Esta es la aceleración que garantizan las industrias de vehículos)
- **Aceleración deseada:** La que el conductor desea. Esta es usada para cualquier otra situación. (Medida de campo).
- **Deceleración Técnica:** Es la deceleración factible técnicamente para por los vehículos. Ésta es ajustada a pendientes por cada 1 m/s^2 para pendientes positivas y para pendientes negativas en -1 m/s^2 . (Esta es la deceleración que garantizan las industrias de vehículos).
- **Deceleración deseada:** La que el conductor desea. Si esta es menor que la máxima deceleración técnica, entonces la deceleración deseada es usada como la máxima para la deceleración (Medida de campo).



3.2.2.1.2 Distribuciones

Algunos parámetros que se manejan en VISSIM están representados por medio de distribuciones de naturaleza estocástica, los cuales permiten asemejarse más a las situaciones reales (ARRIETA, 2013). Los siguientes son parámetros que corresponden a esta naturaleza:

- Distribución de Velocidad: Para cualquier tipo de vehículo, la distribución de la velocidad es un parámetro de gran influencia en la capacidad de las vías. Para alimentar el programa se debe tener en cuenta la velocidad deseada para cada tipo de vehículo, la cual se define, como la velocidad a la que un conductor desea viajar a flujo libre la cual puede tener pequeñas variaciones llamadas oscilaciones.
- Distribución de Color: Está distribución es sólo necesaria para la visualización de las gráficas, y no es un parámetro que afecte los resultados de la modelación.
- Distribución de Modelo de Vehículos: Está distribución modela los diferentes tipos de vehículos que se pueden encontrar en una red de acuerdo a las características de sus dimensiones, (longitud, distancia al eje frontal, al eje trasero, 40etc.). Además se puede definir el porcentaje que cada tipo de vehículos conforma en su clase.
- Distribución de Tiempos de Demora: Estas distribuciones son usadas en Vissim para simular: parqueo, señales de pare, conteo en peajes, paradas de buses. Se puede ingresar mediante dos formas:
 -
 - Distribución Normal: Con una media y una desviación estándar.
 - Distribución Empírica: Se definirá por medio de una gráfica similar a las distribuciones de velocidades donde se hallará un valor máximo y un mínimo y con puntos intermedios con los que se construirá la gráfica.



3.2.2.1.3 Tipos de vehículos

Se le denomina tipo a un grupo de vehículos con características técnicas y comportamiento de conducción similar, por defecto el VISSIM presenta los siguientes tipos: autos, camiones, bus, bus articulado, trenes, bicicletas y peatones (ARRIETA, 2013).

3.2.2.1.4 Clases de vehículos

se puede agrupar diferentes tipos de vehículos (creados previamente) que contengan ciertas características similares, para efectos de la investigación se dejarán establecidas las mismas clases que el programa trae por defecto las cuales son: Livianos, pesados, buses, trenes, peatones y bicicletas, además de crear la moto, ya que este vehículo representa un porcentaje considerable en la composición vehicular de la ciudad de Cartagena y hay que incluir los buses articulados, patrones y alimentadores, que harán parte del nuevo sistema de transporte masivo en esta ciudad (ARRIETA, 2013).

3.2.2.1.5 Comportamiento de conducción

El comportamiento de los conductores se refleja en diferentes variables las cuales pueden ser: velocidades, distancias de seguridad, brechas, tiempos de reacción e inclusive dependen de las características físicas de los vehículos y del tipo de conductor (anciano, joven, mujer, etc.). (ARRIETA, 2013)

En VISSIM se modela el comportamiento del conductor en cuatro fases las cuales son:

1. Seguimiento de vehículo.
2. Cambio de Carril.
3. Movimiento lateral.
4. Control por semaforización.



Cada una de estas fases está compuesta por diferentes parámetros los cuales afectan directamente la interacción de los vehículos y por lo tanto pueden causar diferencias substanciales en los resultados de la simulación. El VISSIM asigna un comportamiento de conducción a cada arco por medio del tipo de arco, por lo tanto existe para cada clase de vehículo diferentes parámetros de comportamiento de conducción (ARRIETA, 2013).

3.2.3 Estudio de ascenso y descenso de pasajeros

Este estudio de ascenso y descenso de pasajeros consiste básicamente en cuantificar el número de personas que suben y bajan de un vehículo de transporte público a lo largo de una ruta en un período de tiempo determinado. Los estudios de ascenso y descenso de pasajeros proveen información sobre las características de la movilización para períodos determinados y de sitios específicos del recorrido (UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA, 2014). La información que se obtiene sobre las rutas de transporte público a partir de los estudios de ascenso y descenso permite determinar lo siguiente:

- Índice de pasajeros kilómetro (IPK): se determina a partir de la relación entre los pasajeros de un viaje y la longitud en kilómetros de la ruta (Henaó & Calderón, 2010).
- Índice de rotación (k): se denomina así al indicador obtenido de la relación entre el total de pasajeros transportados en un viaje (PT) y la ocupación crítica (Oc) del vehículo de transporte público (Henaó & Calderón, 2010).
- Ocupación crítica (Oc): corresponde a la máxima ocupación registrada en un tramo de la ruta (Henaó & Calderón, 2010).
- Polígono de carga: gráfico que ilustra sobre la cantidad de ascensos y descensos en los tramos característicos de una ruta (Henaó & Calderón, 2010).
- Velocidad comercial: es la relación entre la longitud de la ruta, en un tramo relativamente largo, dividida entre el tiempo total de recorrido (Henaó & Calderón, 2010)



4. METODOLOGIA

Este proyecto tuvo como objeto de estudio el transporte formal e informal específicamente los taxis colectivos y los camperos; los estudios se llevaron a cabo en el tramo ternera hasta el centro, por la vía principal Av. Pedro de Heredia (en esta investigación lo identificaremos con el Tramo Ternera-centro) donde se presencia los taxis colectivos, de igual forma los camperos operan en el trayecto comprendido entre el mercado de Basurto por la misma vía principal y la glorieta ubicada cerca del castillo san Felipe, luego desde la misma glorieta siguiendo por la carrera 17 finalizando hacia la institución educativa liceo de bolívar del barrio Daniel Lemaitre (Tramo Mercado – Daniel Lemaitre)

El proyecto ““EFECTOS DEL TRANSPORTE COLECTIVO INFORMAL EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS”, es una investigación de tipo cuantitativo y cualitativo, basada en la recopilación de información primaria y secundaria, la cual está compuesta por las siguientes fases:

- Recopilación de la información
- Procesamiento de los datos

4.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Esta fase se obtuvo información referente a la investigación se inició desde el mes de agosto del año 2014. A continuación se describe la toma de información primaria en el campo y se identificara las fuentes de la información secundaria que requirió para este proyecto.



4.1.1 información primaria

4.1.1.1 inspección visual

Inicialmente se realizó un recorrido por los tramos seleccionados como objeto de estudio, se tuvo en cuenta para el estudio el estado de la vía, los movimientos vehiculares permitidos en la intersección, el inventario de los dispositivos de tránsito de los tramos de estudio, los sectores con más presencia vehicular de transporte colectivo informal (específicamente taxis colectivos y camperos).

4.1.1.2 Datos necesario para el estudio de tránsito

Para el desarrollo de los estudios de tránsito se empleó para los aforos vehiculares el método de conteo manual que permite obtener volúmenes de tránsito, la clasificación vehicular (autos, buses, camiones y motos) y movimientos direccionales de las intersecciones y accesos.

En los aforos vehiculares, se aprovechó la ayuda de los estudiantes de quinto semestre (en algunas intersecciones) de ingeniería civil de la universidad de Cartagena, ya que al momento del estudio, atendieron la clase de ingeniería de tránsito. Ellos tuvieron la orientación y colaboración del Ing. Pedro Guárdela y los investigadores de este proyecto.

Para los conteos se tuvo en cuenta la intersección estudiada y el esquema de cada tramo, el cual incluye la identificación de todos los movimientos vehiculares, permitidos o no, la geometría básica, y las fases de los semáforos, en caso de ser una intersección controlada por este tipo de dispositivo, así como las ubicaciones de los puntos de control. Por cada sitio de estudio se ubicaron cuatro aforadores repartiéndose la toma de información de acuerdo con los movimientos que se generan en el punto.

Los aforos vehiculares se realizaron los días de lunes a viernes, en el periodo de máxima demanda (5:00 a 7:00 pm). La información de campo se registró en periodos de 15



minutos, clasificándola de acuerdo con el tipo de movimiento (directo, giro a derecha y giro a izquierda), y de acuerdo con la clasificación de los vehículos (Motos, Autos, Buses, Camiones, Colectivos informales), a medida que van entrando al tramo o intersecciones objeto de estudio. Los registros se realizaron de forma individual anotando los conteos de los vehículos. Se registró la información de campo en el formato de aforos vehiculares, diseñada por los investigadores de este proyecto de tal manera que sea comprensible para los aforadores. Además, se midieron las longitudes de colas en cada uno de los accesos (entradas vehiculares) de las intersecciones.

En el Anexo A se encuentran todos los formatos de campo debidamente diligenciados para el registro de los volúmenes vehiculares.

4.1.1.3 Estudios de ascenso y descenso de pasajeros en transportes públicos

Dos observadores, uno en la entrada y otro en la salida, abordaron un vehículo en una de las terminales de la ruta y dieron una vuelta completa, anotando los pasajeros que suben y bajan en cada parada. También se anotó la hora en que se detiene y en qué lugar de cada parada.

Acorde a lo citado en el Manual de Estudios de Ingeniería de Transito (Asociación Mexicana de Caminos A.C), se realizaron tres vueltas en cada ruta, durante el máximo movimiento vespertino. En el anexo B muestra la hoja de campo usada en este estudio. Una hoja se usó para un sentido únicamente. Para el regreso, en sentido contrario, se usó otra. Se anotó la hora de llegada y salida (al minuto) del vehículo y la ubicación en cada parada. Además, se establecieron tramos de paradas en las rutas, cada uno fue delimitado en base a la presencia de importantes centros de atracción de viajes, y puntos de referencia importantes para los habitantes de la ciudad.

Cabe anotar, que el estudio de ascenso y descenso para las busetas y microbuses se realizó un día sin moto tanto para el recorrido de ida como el de vuelta, ya que en esos días se



presenta la mayor demanda de pasajeros.

Para los taxis colectivos el estudio se realizó un día normal, ya que cuando las motos no están en operación estos prestan el servicio como un taxi. Además, solo se realizó el estudio en un solo sentido (ida) para los taxis colectivos y camperos, debido a que para el recorrido de vuelta, el primero no tiene una ruta definida y el segundo solo va en un solo sentido.

Los tramos escogidos para el estudio de la Avenida Pedro de Heredia fueron los siguientes:

Definición de tramos (ida):

- Tramo 1: Centro Comercial Multicentro la Plazuela - Paseo de la Castellana.
- Tramo 2: Paseo de la Castellana - Super centro los Ejecutivos.
- Tramo 3: Super centro los Ejecutivos - Cuatro Vientos.
- Tramo 4: Cuatro Vientos - Maria Auxiliadora.
- Tramo 5: Maria Auxiliadora – Pie de la popa.
- Tramo 6: Pie de la popa - India Catalina.

Definición de tramos (ida: Campero colectivo):

- Tramo 1: Castillo San Felipe – Droguería el Consulado.
- Tramo 2: Droguería el Consulado - Institución Educativa Liceo de Bolívar.

Definición de tramos (Vuelta):

- Tramo 1: mall plaza (estación de policía para el transporte microbús) - Pie de la popa.
- Tramo 2: Pie de la popa - Maria Auxiliadora.
- Tramo 3: Maria Auxiliadora - Cuatro Vientos .
- Tramo 4: Cuatro Vientos - Super centro los Ejecutivos.
- Tramo 5: Super centro los Ejecutivos - Paseo de la Castellana.
- Tramo 6: Paseo de la Castellana - Centro Comercial Multicentro la Plazuela.



4.1.1.3.1 Velocidad y retardos en transportes público

En este estudio cada observador viaja en el transporte público colocándose en un asiento al frente del vehículo. La hoja de campo que uso el observador se muestra en el anexo C. Para cada viaje (en un sentido) se usó una de ellas. En la toma de los tiempos se utilizó el cronómetro para registrar cada retardo (número de segundos que permanece parado el vehículo). Después se anotó la duración del retardo y su causa. La longitud de la ruta se estimó la medida aproximada en el software Google Earth.

4.1.1.4 Encuesta de percepción del usuario sobre la calidad del servicio del transporte colectivo

Las encuestas de percepción ciudadana se realizaron a 140 personas usuarios de Transporte público colectivo sin manejar ningún procedimiento de muestreo. Las encuestas se realizaron por 5 encuestadores en los puntos cercanos a la ruta Ternera - Centro donde se concentra gran número de pasajeros, como por ejemplo centros comerciales, instituciones, etc.

Esta información fue esencial para el diagnóstico de la situación existente y la formulación de acciones conducentes sobre factores que influyen en la preferencia de los usuarios por el transporte colectivo ilegal.

4.1.2 Información secundaria

En esta fase se buscó información adicional referente a la investigación de diversas fuentes, de las cuales se encontraron:

- Modelación del tráfico vehicular con el Software PTV Vissim tramo bomba el gallo-bomba el amparo realizado por: KETTY FONTALVO ARRIETA.



- Diseño conceptual de un plan de movilidad urbana segura para la zona comprendida por los barrios de manga, pie de la popa y alrededores de bazurto realizado por: HENRY LUIS MATOS LOPEZ y ARMANDO JACOB MERCADO PATERNINA.
- Diseño conceptual de un plan de movilidad en los sectores: cresco, marbella, torices, paseo bolívar, canapote, el cabrero, chambacú y daniel lemaître de la ciudad de Cartagena realizado por: RANDY DE JESUS CORREA BURGOS y CHRISTIAN DE AVILA RODRIGUEZ.
- Modelación del tránsito vehicular en el sector bomba el amparo - sao la plazuela, cartagena por medio del software ptv vissim realizado por: ALLEN MAURICIO PÁJARO ZAPARDIEL y RAFAEL ANTONIO QUEZADA NARVÁEZ.
- Análisis de la Incidencia del Tráfico mixto con motocicleta en la movilidad sobre la Avenida Pedro de Heredia de la ciudad de Cartagena de Indias D. T. y C. mediante estudios primarios y modelación con software PTV VISSIM realizado por: ABRAHAM ALIES Y CHRISTIAN SUAREZ.
- Concesión Alumbrado Público De Cartagena: se consultó la información relacionada a las fases y ciclos de los semáforos ubicados en los tramos e intersecciones de objeto de estudio.
- Transcribe: se obtuvieron información a través de planos digitales relacionada con el diseño geométrico y la topografía de los tramos e intersecciones objeto de estudio. También se consultará sobre la operación del tráfico que se dará durante la implementación del sistema de transporte masivo e información sobre las rutas que transitaran por el sitio de estudio con sus respectivas frecuencias de operación.



4.2 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

4.2.1 VISSIM

Se realizará un modelo a través del software PTV VISSIM en el que se muestre una simulación de la operación simultánea del sistema integrado de transporte masivo TRANSCARIBE con el transporte colectivo informal a través de los datos tomados en el campo, en las fases de recopilación, procesamiento y análisis de la información primaria y secundaria, y de esta forma, proyectarlo a futuro. A continuación se describe los pasos implicados en el desarrollo del modelo base:

4.2.1.1 Desarrollo de la Red Vial

En el desarrollo de la red vial se tomaron los planos de diseño geométrico suministrados por la TransCaribe S.A. como imagen de fondo del modelo. Luego, tomando como guía esta imagen, se crearon los enlaces y conectores necesarios para representar exactamente los atributos físicos de los sitios de estudio.

4.2.1.2 Definición de Parámetros

Los datos de entrada se definieron mediante los siguientes parámetros:

- ✓ ***Vehículos:*** Se indicaron las características técnicas de cada tipo de vehículo observado en el estudio.
- ✓ ***Distribución de velocidad:*** Se definieron los valores máximos y mínimos de la velocidad así como la distribución entre estos valores para cada categoría de vehículos presente en el modelo, según los valores obtenidos en campo se realizó una media de velocidades para realizar el modelo de las condiciones actuales del sector.
- ✓ ***Volumen y composición vehicular:*** Se indicó el volumen y la composición vehicular presente en la hora de máxima demanda según los resultados obtenidos en campo.



4.2.1.3 Calibración Del Modelo Y Modelación Del Área De Estudio En El Software PTV VISSIM

Teniendo como base la información recolectada se procedió a la calibración del modelo a las condiciones presentes en los sectores de estudio, según el modelo widermann que está basado en la percepción y reacción de los conductores en las diferentes situaciones de tránsito presentadas en la vida real. El proceso de calibración del modelo consistió en comparar los valores estimados con los observados en campo, modificando los parámetros y corriendo la simulación hasta lograr un error tolerable entre los datos. Para comprobar la validez del modelo, se compararon los valores promedio de longitud de colas obtenidos en la simulación con los valores de las longitudes de colas observados en campo.

Los parámetros adoptados en este modelo incluyen el promedio de distancia de parada y la distancia de seguridad, además, se definió el tiempo de espera para el cambio de carril y se permitió el sobrepaso en áreas de reducción de velocidad.

Para replicar las condiciones observadas en los sitios de estudio, se comparó el modelo con las condiciones reales, realizando ajustes a parámetros como la distribución de velocidad deseada, distancia mínima lateral y de seguridad así como los comportamientos característicos de conducción.

Tomando estos parámetros como datos de entrada del modelo, se llevó a cabo la simulación durante un tiempo total de 3600 segundos, obteniendo como datos de salida la máxima longitud de cola, el promedio de longitud de colas, la estimación de las demoras, los retrasos y las paradas promedio por vehículo, así como los volúmenes vehiculares por movimiento para todas las categorías de vehículos.



4.2.2 Estudios de ascenso y descenso de pasajeros en transportes públicos

Una vez que recolectada la información se procesa para obtener el polígono de carga y curvas de permanencia, cálculo de las velocidades comerciales y de marcha, demoras, índice de pasajeros por kilómetro (IPK), promedio de pasajeros transportado por vehículo-km, Ocupación crítica e índice de rotación para cada ruta con sus respectivos transportes colectivos de estudio.

Tabla 2. Resumen de la metodología de la investigación

RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	VARIABLES	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	
INFORMACIÓN PRIMARIA	Estudio de tránsito	Volúmenes de tránsito	Analizar la capacidad y clasificar la funcionalidad de las carreteras.	Método de conteo manual (aforo vehiculares). Estudios por distribución de tramos y rutas.
		Clasificación vehicular (autos, buses, camiones, y motos)		
		Movimientos direccionales de intersecciones y accesos		
		Velocidad de recorrido		
		Tiempo de recorrido		
		Longitud de cola		
	Estudios ascenso y descenso de pasajeros en transportes públicos	Ascenso y descenso de pasajeros	Medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte.	Modelación en Software PTV VISSIM.
		Capacidad del transporte		
		Tiempo de recorrido		
		Tiempo de demora		
Causa de las demoras				
Distancia recorrida				
INFORMACIÓN SECUNDARIA	Planes semafóricos	Fases y ciclos de los semáforos		
	Modelación futura (TRANSCARIBE)	Rutas operacionales		
		Velocidad del transporte		
		Frecuencia de buses		
INFORMACIÓN PRIMARIA	Encuestas	Movimientos direccionales de las intersecciones y accesos	Diagnosticar la situación existente y formular los factores que influyen en la preferencia de los usuarios del transporte ilegal.	Encuestas en puntos cercanos a las rutas de estudio.

Fuente: Elaboración propia



5. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados que se obtuvieron de la información recopilada en los diferentes estudios realizados durante la ejecución del presente proyecto de investigación.

5.1 INSPECCIÓN VISUAL E IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO

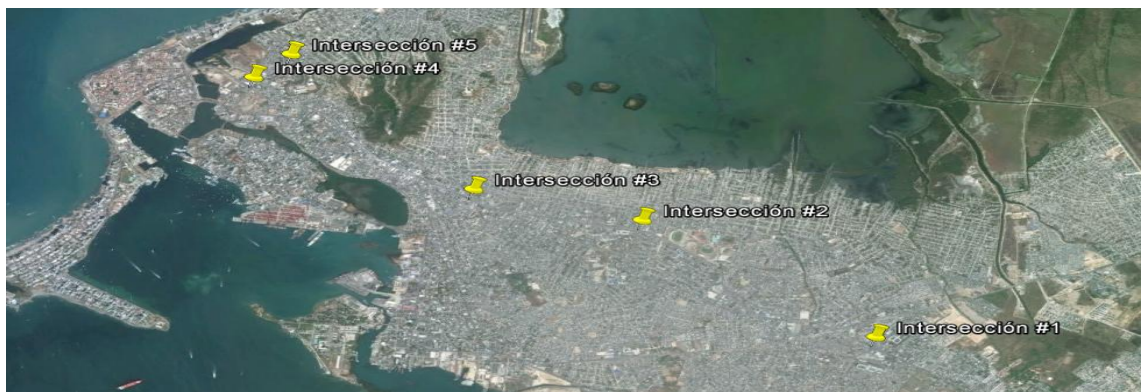
Los sitios en los que se presenta un flujo masivo vehicular, definidos en la Avenida Pedro de Heredia de la ciudad de Cartagena con base en la inspección visual realizada por los investigadores, se relacionan en la Tabla 3 y su localización general se muestra en la figura 5.

Tabla 3. Sitios de estudio

Intersección	Localización	Punto de referencia
1	Av. Pedro de Heredia Carrera 71	C.C La Plazuela
2	Av. Pedro de Heredia	Cuatro Vientos
3	Av. Pedro de Heredia	Mercado Basurto
4	Av. Pedro de Heredia Cra 17	Castillo De San Felipe
5	Calle 43 con Carrera 17	Calle Bogota

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Localización de los sitios de estudio.



Fuente: Google Earth 2015



5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO

Se realizó la caracterización de cada sitio de estudio para determinar qué aspectos pueden influir en la movilidad tales como aspectos físicos y operacionales, con base en la información disponible y la recolectada en los estudios de campo.

Para el componente operativo se tuvo en cuenta la cuantificación de las variables de tránsito vehicular que demandan cada uno de los puntos o tramos considerados, el tipo de regulación y las características de los sistemas de control de tránsito.

Finalmente, el aspecto físico contempla las condiciones actuales de cada sitio, el tipo y estado de pavimento, inventario de señalización vertical y horizontal, geometría de las vías entre otros detalles que se consideran relevantes para este tipo de estudio.

5.2.1 Intersección 1: Av. Pedro De Heredia. C.C La Plazuela

A continuación se muestran las características principales de la intersección número 1 ubicada en el C.C La Plazuela, que incluyen aspectos físicos y operacionales, con base en la información disponible y la recolectada en los estudios de campo.

5.2.1.1 Descripción General

Este sector se localiza entre la calle 31 y la carrera 71, popularmente conocida como la intersección del saó. La calle 31 cuenta con 2 carriles en cada sentido de la vía. Mientras que los accesos a la calle 31, uno de ellos (O-E) cuenta con 1 carril para cada sentido y el otro acceso (E-O) cuenta con 2 carriles en cada sentido de la vía. La intersección está semaforizada. Esta zona ha sido históricamente un polo generador y atractor de viajes debido a su cercanía de centros comerciales y establecimientos de comercio menor.

Por su ubicación, a este punto concurre gran número de personas que usan el transporte público y transporte colectivo informal en taxi. La nueva configuración considera el funcionamiento del sistema de transporte público masivo TRANSCARIBE que entrará en operación en los próximos años. La operación actual es temporal y hace parte del plan



de manejo de tránsito que se adoptó para las obras. En la Tabla 4 se presenta un resumen de algunos aspectos importantes de las características del punto y la imagen de la figura 6 muestra una vista general hacia uno de los accesos de la intersección.

Tabla 4. Inventario C.C La Plazuela

Ítem	Características
Intersección	1
Señalización vertical	Existe: si
	Estado: Regular
Señalización Horizontal	Existe: no
	Estado: ----
Paso Peatonal	A nivel Señalizado (cebras)
Condición y operación	
Pavimento	Tipo: Rígido y Flexible
	Estado: Regular
Carriles	Numero: Entre 2 y 1 carril por acceso
Centros Atractivos	Establecimientos comerciales
Dispositivos	Semáforos vehiculares y peatonales

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Vista general del Sector C.C La Plazuela.



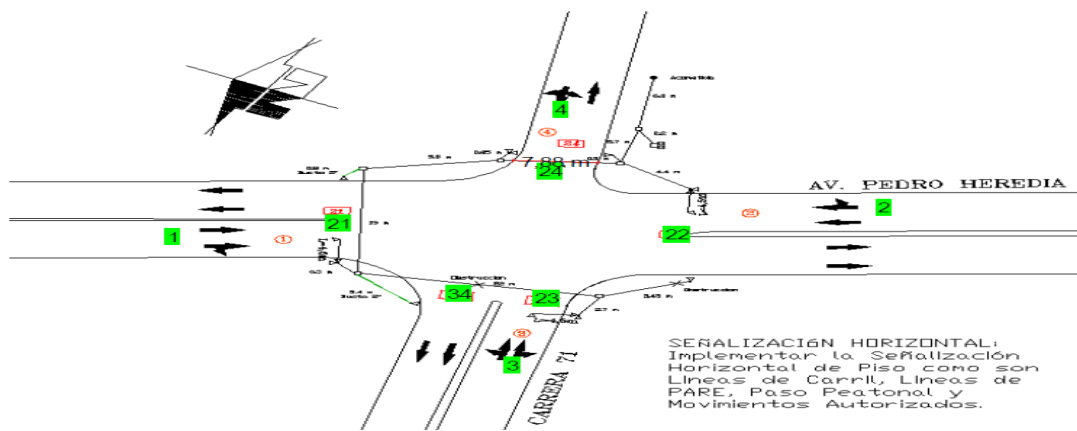
Fuente: Street View



5.2.1.2 Dispositivos para el Control de Tránsito

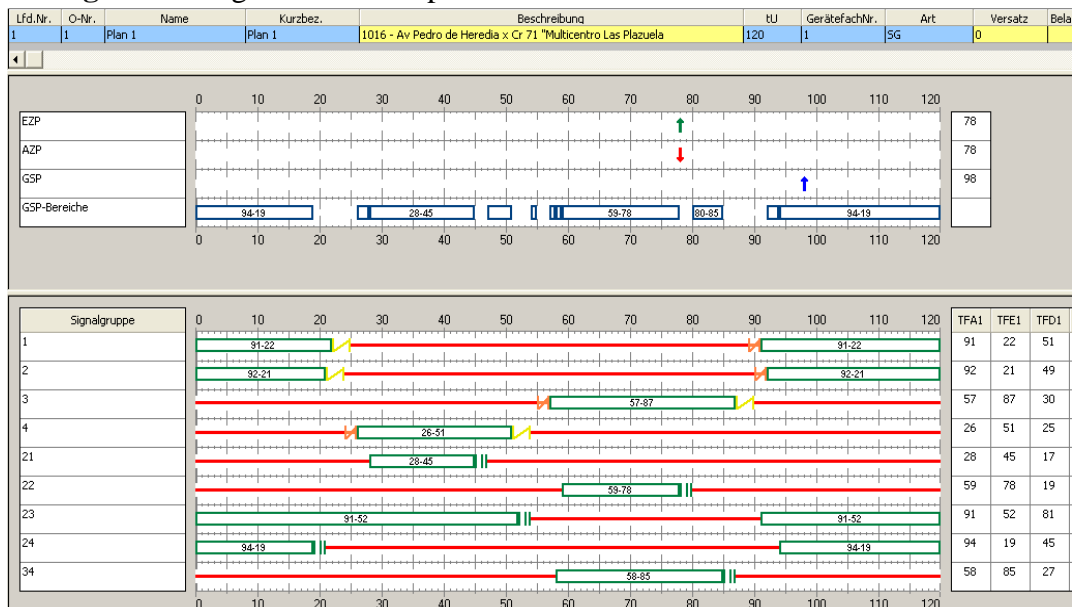
La intersección opera en tres fases, con un ciclo de 120 segundos y cinco planes semafórico. En la ilustración 10 se muestran los movimientos controlados por los semáforos, y en la ilustración 11 se representa el diagrama del ciclo semafórico para la hora de máxima demanda.

Figura 7. Movimientos controlados por los semáforos C.C La Plazuela



Fuente: (Oficina Semaforización Cartagena, 2015)

Figura 8. Diagramas de tiempos de fase de semaforización C.C La Plazuela



Fuente: (Oficina Semaforización Cartagena, 2015)



5.2.1.3 Volúmenes Vehiculares

Con base en los aforos vehiculares, se determinó la hora pico, la composición vehicular y las distribuciones por acceso en cada uno de los sentidos de la intersección del C.C La Plazuela como se muestra en las tablas 5 y 6. Para demostrar el efecto del transporte informal en la movilidad se realizaron nuevas composiciones vehiculares considerando que los taxis colectivos se comportan como vehículos particulares (ver tabla 7).

Tabla 5. Volúmenes Totales En Hora Pico

VOLÚMENES VEHICULARES HORA PICO INTERSECCIÓN SAO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	512	72	6	467	0	1057
18:15 a 18:30	525	70	7	496	0	1098
18:30 a 18:45	494	68	6	503	0	1071
18:45 a 19:00	535	78	7	512	0	1132
TOTAL	2066	288	26	1978	0	4358
ACCESO 1 (CENTRO-SAO)						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	284	100	4	261	12	661
18:15 a 18:30	292	103	4	245	20	664
18:30 a 18:45	310	109	4	254	18	695
18:45 a 19:00	308	108	4	283	20	723
TOTAL	1194	420	16	1043	70	2743
ACCESO 2 (TERNERA-SAO)						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	348	69	5	341	0	763
18:15 a 18:30	336	66	5	362	0	769
18:30 a 18:45	330	65	5	333	0	733
18:45 a 19:00	379	75	6	394	0	854
TOTAL	1393	275	21	1430	0	3119
ACCESO 3 (BIFFI-SAO)						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	164	3	1	126	0	294
18:15 a 18:30	189	4	2	134	0	329
18:30 a 18:45	164	3	1	170	0	338
18:45 a 19:00	156	3	1	118	0	278
TOTAL	673	13	5	548	0	1239
ACCESO 4 (SOCORRO-SAO)						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	164	45	4	160	0	373
18:15 a 18:30	156	43	3	127	0	329
18:30 a 18:45	167	46	4	153	0	370
18:45 a 19:00	158	43	2	145	0	348
TOTAL	645	177	13	585	0	1420

Fuente: Elaboración propia



Además, se puede expresar los volúmenes vehiculares de la intersección por tipos de movimiento; la nomenclatura de los movimientos se asignó de manera arbitraria por los investigadores sin regirse a ningún método, estos movimientos (Figura 9) cuentan los volúmenes vehiculares a la entrada de las intersecciones, evitando así contar dos veces el mismo vehículo.

Figura 9. Accesos y movimientos intersección del C.C La Plazuela



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Distribución Por Acceso Para Hora Pico

ACCESO 1 (CENTRO-SAO)						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
1(1)	92.00	1194	420	16	1043	2743
2(1)	8.00	1098	420	15	960	2563
COMPOSICION VEHICULAR (%)	43.53	15.31	0.58	38.02	2.55	100.00
ACCESO 2 (TERNERA-SAO)						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
1(2)	83.33	1393	275	21	1430	3119
2(2)	16.67	1161	229	18	1192	2599
COMPOSICION VEHICULAR (%)	44.66	8.82	0.67	45.85	0.00	100.00
ACCESO 3 (BIFFI-SAO)						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
1(3)	36.8	673	13	5	548	1239
2(3)	52.53	247	5	2	201	456
3(3)	10.7	354	7	3	288	651
COMPOSICION VEHICULAR (%)	54.32	72.011	1	1	59	133
COMPOSICION VEHICULAR (%)	54.32	1.05	0.40	44.23	0.00	100.00
ACCESO 4 (SOCORRO-SAO)						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
2(4)	34.36	645	177	13	585	1420
1(4)	42.56	222	61	4	201	488
3(4)	23.08	275	75	6	249	604
COMPOSICION VEHICULAR (%)	45.42	149	41	3	135	328
COMPOSICION VEHICULAR (%)	45.42	12.46	0.92	41.20	0.00	100.00

Fuente: Elaboración propia



Tabla 7. Distribución Por Acceso Para Hora Pico Sin Taxis Colectivos

ACCESO 1 (CENTRO-SAO)						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		1264	420	16	1043	2743
1(1)	92.00	1163	420	15	960	2558
2(1)	8.00	101	0	1	83	186
COMPOSICION VEHICULAR (%)		46.08	15.31	0.58	38.02	100.00
ACCESO 2 (TERNERA-SAO)						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		1393	275	21	1430	3119
1(2)	83.33	1161	229	18	1192	2599
2(2)	16.67	232	46	4	238	520
COMPOSICION VEHICULAR (%)		44.66	8.82	0.67	45.85	100.00
ACCESO 3 (BIFFI-SAO)						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		673	13	5	548	1239
1(3)	36.8	247	5	2	201	456
2(3)	52.53	354	7	3	288	651
3(3)	10.7	72.011	1	1	59	133
COMPOSICION VEHICULAR (%)		54.32	1.05	0.40	44.23	100.00
ACCESO 4 (SOCORRO-SAO)						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		645	177	13	585	1420
2(4)	34.36	222	61	4	201	488
1(4)	42.56	275	75	6	249	604
3(4)	23.08	149	41	3	135	328
COMPOSICION VEHICULAR (%)		45.42	12.46	0.92	41.20	100.00

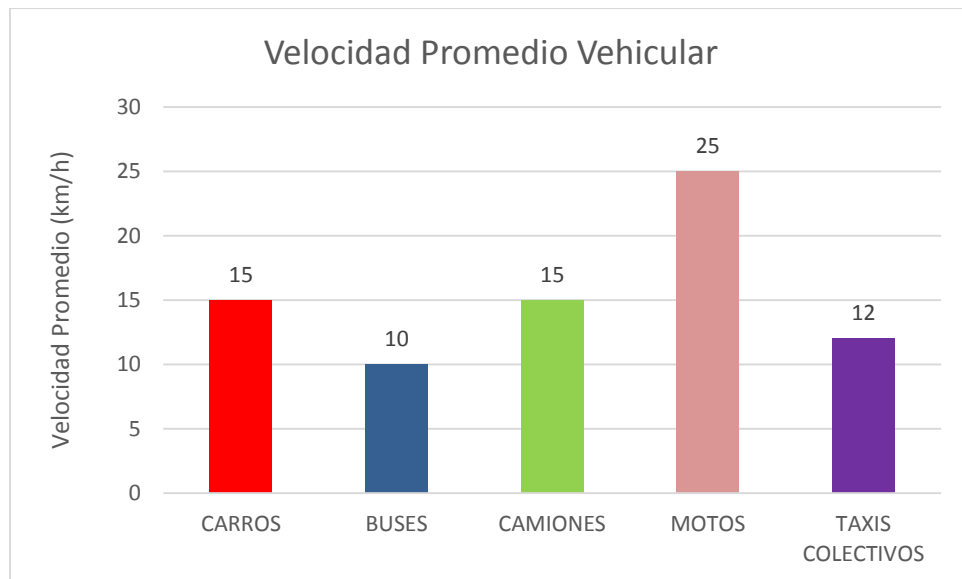
Fuente: Elaboración propia

5.2.1.3 Velocidades

Para el estudio de velocidad en la intersección C.C La Plazuela los investigadores tomaron 10 vehículos (sin usar ninguna metodología) por cada tipo, entre ellos autos, buses, camiones y motos, y se realizó un estudio de velocidad de recorrido antes de tomar la intersección y de salida, tomando los tiempos y motivos de detención del vehículo (lo cual serviría para demoras). Como resultado general se resalta que la velocidad promedio de aproximación más alta corresponde a las motocicletas que, seguida de los autos, buses y camiones en hora pico, en la siguiente figura se ilustran los resultados obtenidos en el estudio de velocidad para la hora pico de máxima demanda.



Tabla 8. Velocidad promedio vehículos



Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Intersección 2: Av. Pedro de Heredia Cuatro Vientos

A continuación se muestran las características principales de la intersección Cuatro Vientos ubicada en la avenida Pedro de Heredia.

5.2.2.1 Descripción General

La intersección 2, se localiza en un importante sector de la ciudad conocido como los cuatro vientos en la Av. Pedro de Heredia.

La intersección Cuatro vientos es una intersección con cruce ortogonal conformada por la Avenida Pedro de Heredia y la diagonal 50, con dos calzadas de tres carriles de circulación en los accesos de la avenida y una calzada de dos carriles con doble sentido de circulación sobre la segunda. A partir de esta intersección en sentido este-oeste, se genera el Camino del Medio, que dispone de dos carriles y es vía de uso obligado para los vehículos de servicio público colectivo. La actual configuración aún no considera el



funcionamiento del sistema de transporte público masivo TRANSCARIBE que entrará en operación en los próximos años. La operación actual es temporal y hace parte del plan de manejo de tránsito que se adoptó para las obras. En la Tabla 9 se presenta un resumen de algunos aspectos importantes de las características del sitio y la imagen de la figura 10 muestra una vista general del sitio.

Tabla 9. Inventario Cuatro vientos

Ítem	Características
Intersección	2
Señalización vertical	Existe: si
	Estado: Bueno
Señalización Horizontal	Existe: si
	Estado: Regular
Paso Peatonal	A nivel Señalizado (cebras)
Condición y operación	
Pavimento	Tipo: Rígido
	Estado: Bueno
Carriles	Numero: Entre 3 y 2 carriles
	Ancho: 3 Metros
Centros Atractivos	Establecimientos comerciales, instituciones educativas y centros de capacitación
Dispositivos	Semáforos

Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Vista general del sitio 2 de estudio

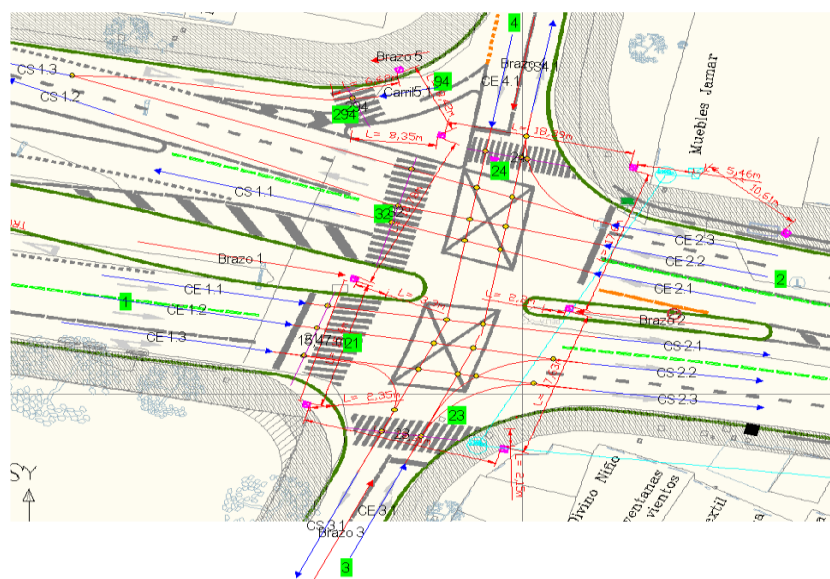


Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 Dispositivos para el Control de Tránsito

Los semáforos ubicados en el tramo controlan el movimiento vehicular y peatonal como se muestra en la figura 11, operan con un ciclo de 120 segundos, dos fases y tiene 6 planes semafóricos, para la hora pico de la mañana, de la tarde, nocturno, madrugada y fines de semana. En la figura 12 el diagrama de los tiempos de fase de los semáforos para la hora pico de máxima demanda para este sector.

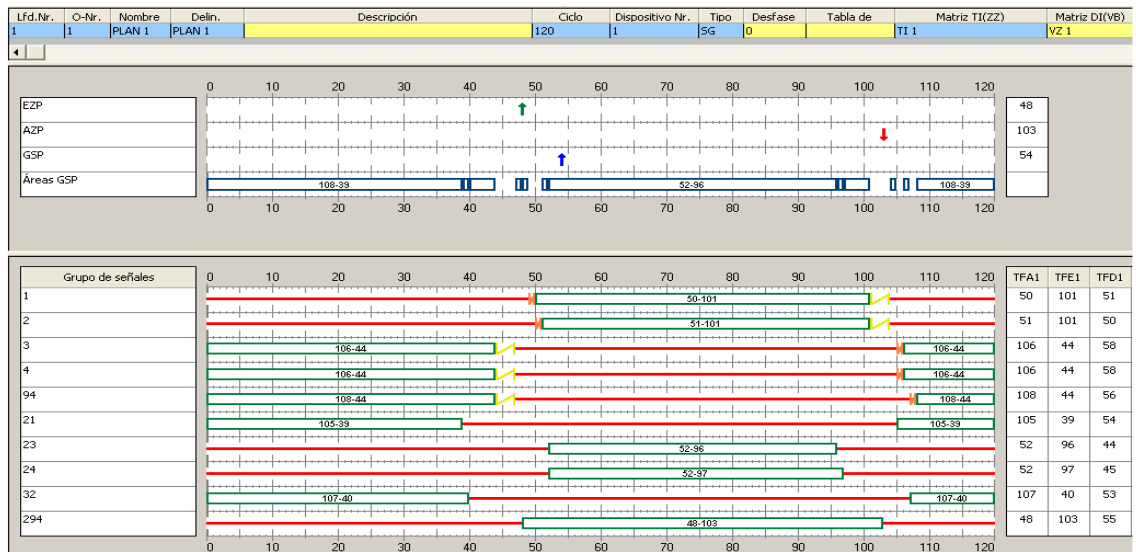
Figura 11. Sector de estudio Cuatro vientos



Fuente: (Oficina Semaforización Cartagena, 2015)



Figura 12. Diagramas de tiempos de fase de semaforización Cuatro vientos.



Fuente: (Oficina Semáforización Cartagena, 2015)

5.2.2.3 Volúmenes Vehiculares

Con base en los aforos vehiculares, se determinó la hora pico, la composición vehicular y las distribuciones por acceso en cada uno de los sentidos de la intersección de los Cuatro vientos como se muestra en las tablas 10 y 11. Para demostrar el efecto del transporte informal en la movilidad se realizaron nuevas composiciones vehiculares considerando que las taxis colectivos se comportan como vehículos particulares (ver tabla 12)



Tabla 10. Volúmenes Totales En Hora Pico

VOLÚMENES VEHICULARES HORA PICO INTERSECCIÓN 4 VIENTOS						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
17:45 a 18:00	1127	199	71	1301	35	2733
18:00 a 18:15	1093	208	64	1221	41	2627
18:15 a 18:30	1125	191	68	1244	39	2667
18:30 a 18:45	971	218	74	1297	34	2594
TOTAL	4316	816	277	5063	149	10621
ACCESO 1: ESTADIO - 4 VIENTOS						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
17:45 a 18:00	382	97	30	305	16	830
18:00 a 18:15	364	101	27	286	20	798
18:15 a 18:30	377	93	29	292	19	810
18:30 a 18:45	322	106	31	304	22	785
TOTAL	1445	397	117	1187	77	3223
ACCESO 2B Y 2A: CENTRO 4 VIENTOS						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
17:45 a 18:00	367	70	15	361	19	832
18:00 a 18:15	358	74	14	339	21	806
18:15 a 18:30	368	67	14	345	20	814
18:30 a 18:45	322	77	16	360	12	787
ACCESO 2B	962	265	40	955	49	2271
ACCESO 2A	453	23	19	450	23	968
TOTAL	1415	288	59	1405	72	3239
ACCESO 3: COLOMBO AMERICANO. - 4 VIENTOS						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
17:45 a 18:00	211	17	10	304	0	542
18:00 a 18:15	207	17	9	285	0	518
18:15 a 18:30	212	16	10	291	0	529
18:30 a 18:45	183	18	11	303	0	515
TOTAL	813	68	40	1183	0	2104
ACCESO 4: COMFENALCO - 4 VIENTOS						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
17:45 a 18:00	167	15	16	331	0	529
18:00 a 18:15	164	16	14	311	0	505
18:15 a 18:30	168	15	15	316	0	514
18:30 a 18:45	144	17	16	330	0	507
TOTAL	643	63	61	1288	0	2055

Fuente: Elaboración propia



En la figura 13 se aprecia la nomenclatura de los movimientos que permitió conocer de manera más organizada, los porcentajes vehiculares por intersecciones y movimiento, es necesario aclarar que la nomenclatura fue establecida arbitrariamente por los investigadores.

Figura 13. Accesos y movimientos vehiculares sector Cuatro vientos

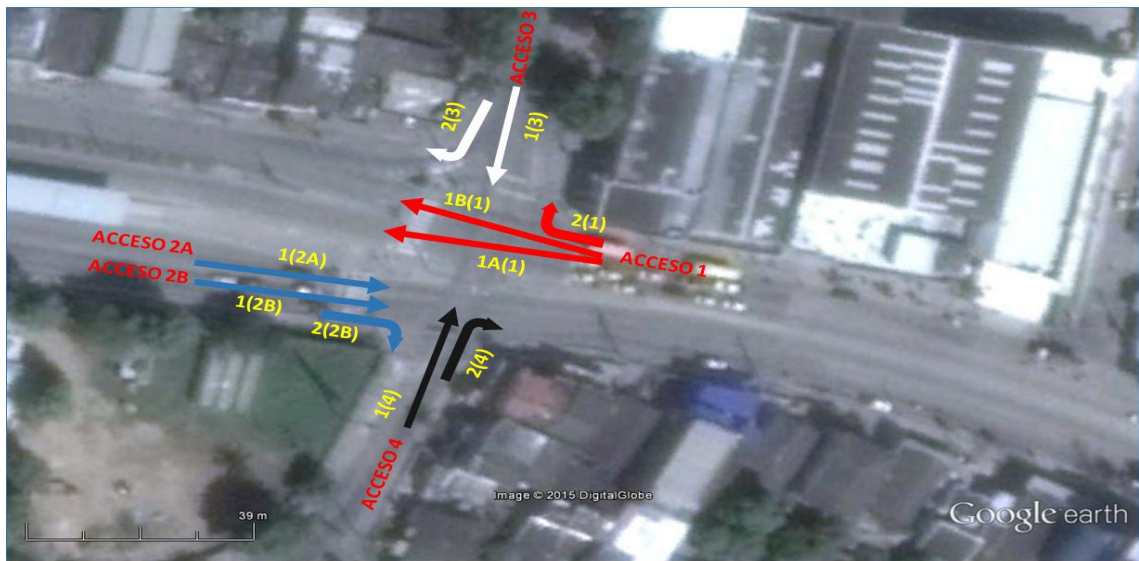


Tabla 11. Distribución Por Acceso Para Hora Pico

ACCESO 1: ESTADIO - 4 VIENTOS						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
1B(1)	60.04	1445	397	117	1187	77
1A(1)	29.57	868	373	70	713	0
2(1)	10.39	427	17	35	351	77
COMPOSICION VEHICULAR (%)	44.83	150	6	12	123	0
ACCESO 2B: CENTRO 4 VIENTOS						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
1(2B)	92.88	962	265	40	955	49
2(2B)	7.12	894	246	37	887	49
COMPOSICION VEHICULAR (%)	42.36	68	19	3	68	0
ACCESO 2A: CENTRO 4 VIENTOS						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
1(2A)	46.80	453	23	19	450	23
COMPOSICION VEHICULAR (%)	46.80	2.38	1.96	46.49	2.38	100.00
ACCESO 3: COLOMBO AMERICANO. - 4 VIENTOS						
MOVIMIENTOS (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
1(3)	0.00	813	68	40	1183	0
2(3)	0.00	695	58	34	1011	0
COMPOSICION VEHICULAR (%)	38.64	118	10	6	172	0
ACCESO 4: COMFENALCO - 4 VIENTOS						
MOVIMIENTOS (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
1(4)	0.00	643	63	61	1288	0
2(4)	0.00	588	58	56	1178	0
COMPOSICION VEHICULAR (%)	31.29	55	5	5	110	0
COMPOSICION VEHICULAR (%)	31.29	3.07	2.97	62.68	0	100.00

Fuente: Elaboración propia



Tabla 12. Distribución Por Acceso Para Hora Pico Sin Taxis Colectivos

ACCESO 1: ESTADIO - 4 VIENTOS						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		1532	397	117	1187	3233
1B(1)	60.04	920	373	70	713	2076
1A(1)	29.57	453	17	35	351	856
2(1)	10.39	159	6	12	123	301
COMPOSICION VEHICULAR (%)		47.39	12.28	3.62	36.72	100
ACCESO 2B: CENTRO 4 VIENTOS						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		1011	265	40	955	2271
1(2B)	92.88	939	246	37	887	2109
2(2B)	7.12	72	19	3	68	162
COMPOSICION VEHICULAR (%)		44.52	11.67	1.76	42.05	100.00
ACCESO 2A: CENTRO 4 VIENTOS						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
1(2A)		476	23	19	450	968
COMPOSICION VEHICULAR (%)		49.17	2.38	1.96	46.49	100.00
MOVIMIENTOS (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		813	68	40	1183	2104
1(3)	0.00	695	58	34	1011	1799
2(3)	0.00	118	10	6	172	305
COMPOSICION VEHICULAR (%)		38.64	3.23	1.90	56.23	100.00
ACCESO 4: COMFENALCO - 4 VIENTOS						
MOVIMIENTOS (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		643	63	61	1288	2055
1(4)	0.00	588	58	56	1178	1880
2(4)	0.00	55	5	5	110	175
COMPOSICION VEHICULAR (%)		31.29	3.07	2.97	62.68	100.00

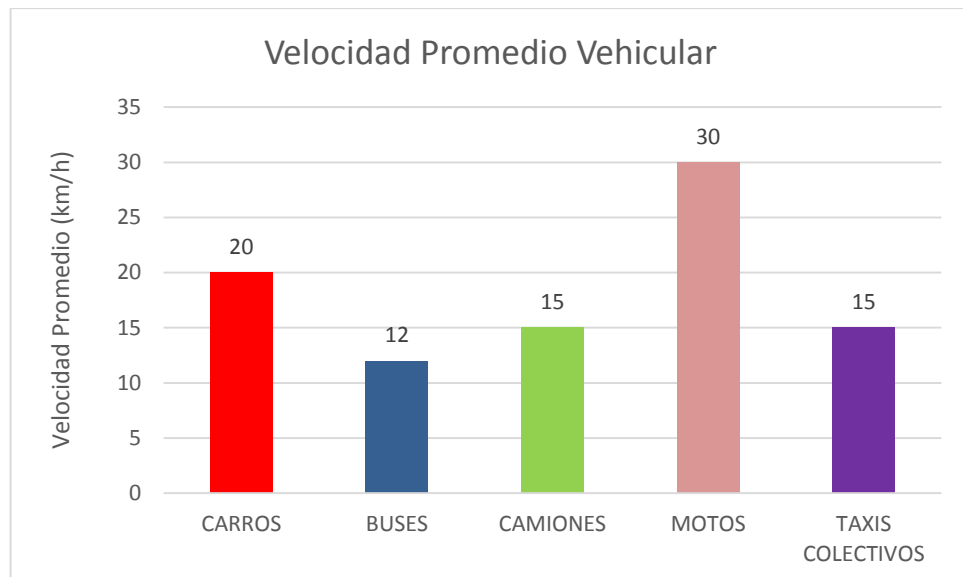
Fuente: Elaboración propia

5.2.2.4 Velocidades

Para el estudio de velocidad en la intersección Sector los Cuatro Vientos los investigadores tomaron 10 vehículos (sin usar ninguna metodología) por cada tipo, entre ellos autos, buses, camiones y motos, y se realizó un estudio de velocidad de recorrido antes de tomar la intersección y de salida, tomando los tiempos y motivos de detención del vehículo (lo cual serviría para demoras). Como resultado general se resalta que la velocidad promedio de aproximación más alta corresponde a las motocicletas, seguida de los autos, buses y camiones en hora pico, en la siguiente figura se ilustran los resultados obtenidos en el estudio de velocidad para la hora pico de máxima demanda.



Figura 14. Velocidad promedio vehículos



Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Intersección 3: Av. Pedro de Heredia Mercado Bazurto

A continuación se muestran las características principales de la intersección ubicada en la avenida Pedro de Heredia sector Mercado Bazurto. Se incluyen aspectos físicos y operacionales, con base en la información disponible y la recolectada en los estudios de campo

5.2.3.1 Descripción General

La intersección 3, se encuentra ubicada alrededor del Mercado Bazurto. El funcionamiento de este punto es fundamental para la ciudad, pues se encuentra sobre la Avenida Pedro de Heredia, en un punto de la ciudad, que carece de arterias importantes adyacentes a esta, lo cual lo convierte en un probable cuello de botella.

Se realizaron los aforos vehiculares en el periodo de máxima demanda comprendido en el horario de 5:00 a 7:00 pm. El tramo seleccionado para estudio se encuentra entre la calle 30 (avenida Pedro de Heredia) y la carrera 30 (rotonda del mercado, ver Figura 15)



hasta la calle 30 con carrera 24.

Figura 15. Rotonda del mercado bazurto



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13 se presenta un resumen de algunos aspectos importantes de las características del sitio.



Tabla 13. Inventario Intersección Mercado Bazurto

Ítem	Características
Intersección	3
Señalización vertical	Existe: si
	Estado: Bueno
Señalización Horizontal	Existe: si
	Estado: Buena
Paso Peatonal	A nivel Señalizado (cebras)
Condición y operación	
Pavimento	Tipo: Rígido
	Estado: Bueno
Carriles	Numero: Entre 1 y 2 carriles
	Ancho: 3,5 Metros
Centros Atractivos	Establecimientos comerciales
Dispositivos	Semáforos

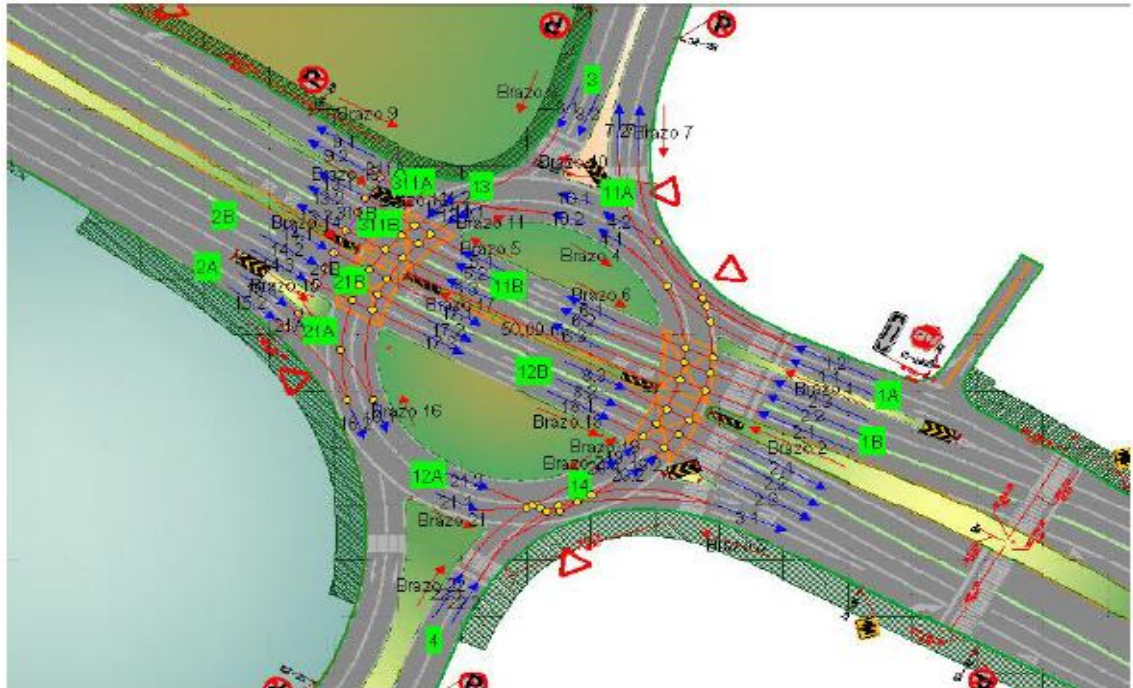
Fuente: Elaboración propia

5.2.3.2 Dispositivos para el Control de Tránsito

Los semáforos ubicados en este sector controlan el movimiento vehicular y peatonal como se muestra en la figura 16, operan con un ciclo de 120 segundos, dos fases y tiene 6 planes semafóricos, para la hora pico de la mañana, de la tarde, nocturno, madrugada y fines de semana. En la figura 17 el diagrama de los tiempos de fase de los semáforos para la hora pico de máxima demanda para este sector.

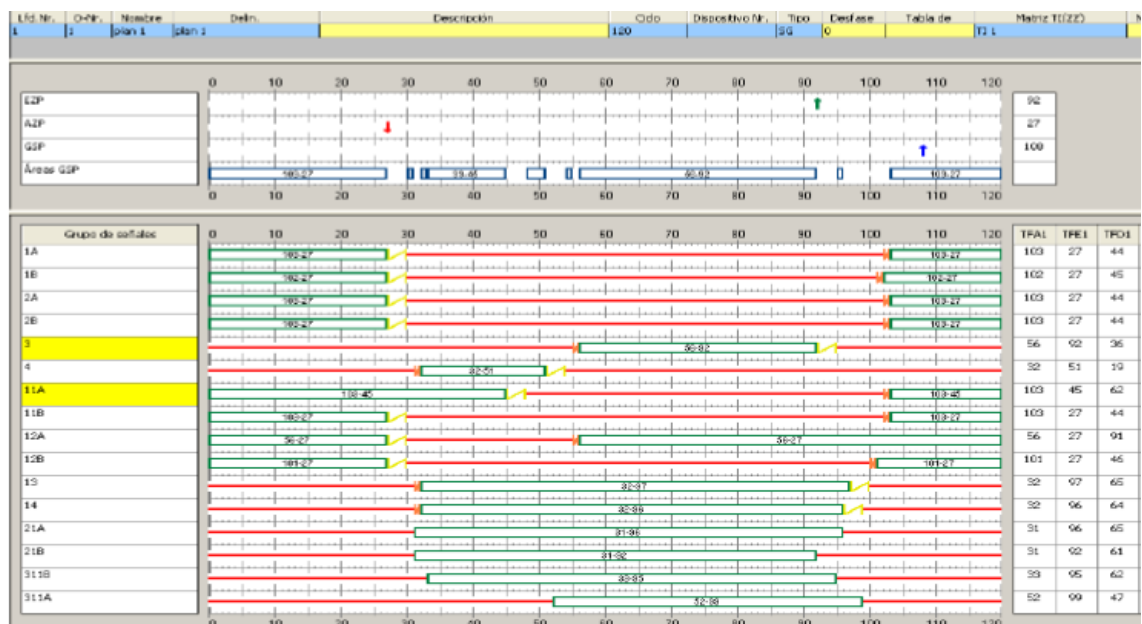


Figura 16. Movimientos controlados por los semáforos intersección basurto



Fuente: (Oficina Semaforización Cartagena, 2014)

Figura 17. Diagramas de tiempos de fase de semaforización intersección basurto



Fuente: (Oficina Semaforización Cartagena, 2014)



5.2.3.3 Volúmenes Vehiculares

Con base en los aforos vehiculares, se determinó la hora pico, la composición vehicular y las distribuciones por acceso en cada uno de los sentidos de la intersección del sector Mercado Bazurto como se muestra en la tabla 14. Para demostrar el efecto del transporte informal en la movilidad se realizaron nuevas composiciones vehiculares considerando que las colectivos-taxis se comportan como vehículos particulares (ver tabla 15).

Tabla 14. Distribución Por Acceso Para Hora Pico

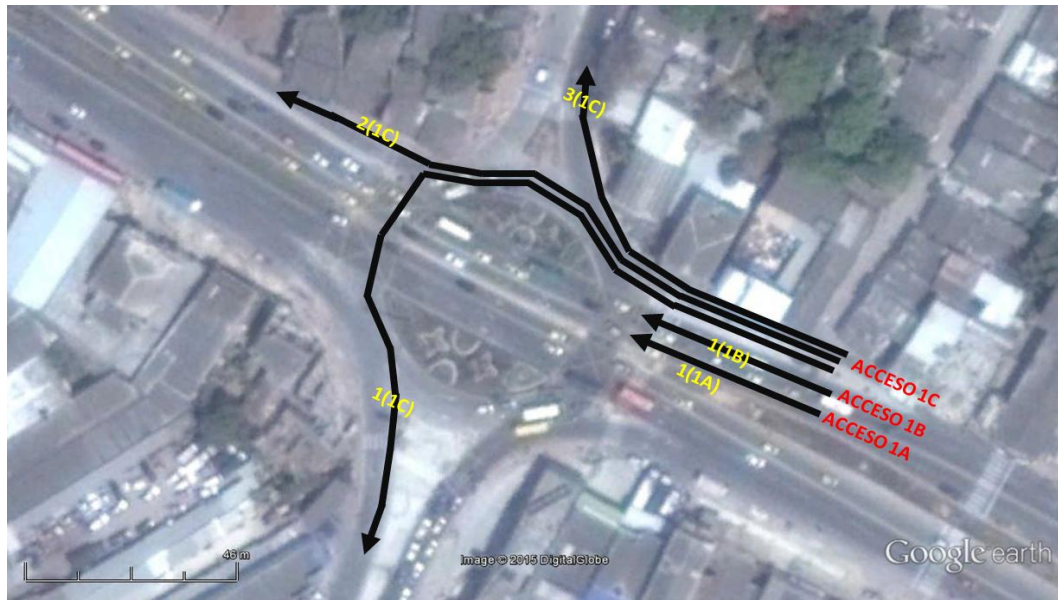
VOLÚMENES VEHICULARES HORA PICO INTERSECCIÓN MERCADO BAZURTO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	969	238	43	1313	10	2563
18:15 a 18:30	1046	254	40	1265	16	2605
18:30 a 18:45	1148	239	32	1289	17	2708
18:45 a 19:00	1096	245	35	1391	18	2767
TOTAL	4259	976	150	5258	61	10643
ACCESO 1B: MARIA AUXILIADORA-BASURTO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	80	46	2	62	2	192
18:15 a 18:30	62	52	6	74	3	197
18:30 a 18:45	91	57	3	82	3	236
18:45 a 19:00	75	55	5	79	3	217
TOTAL	308	210	16	297	11	842
ACCESO 1A: MARIA AUXILIADORA-BASURTO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	50	16	2	47	3	118
18:15 a 18:30	73	1	1	66	3	141
18:30 a 18:45	65	5	2	58	2	130
18:45 a 19:00	70	4	1	79	3	154
TOTAL	258	26	6	250	0	543
ACCESO 1C: MARIA AUXILIADORA-BASURTO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	60	22	5	79	6	172
18:15 a 18:30	67	22	3	78	10	180
18:30 a 18:45	77	22	2	70	11	182
18:45 a 19:00	74	17	4	81	12	188
TOTAL	278	83	14	308	0	722
ACCESO 2C: CENTRO-BASURTO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	99	32	9	217	0	357
18:15 a 18:30	111	27	8	182	0	328
18:30 a 18:45	102	33	5	187	0	327
18:45 a 19:00	112	36	4	217	0	369
TOTAL	424	128	26	803	0	1381
ACCESO 2A: CENTRO-BASURTO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	241	0	2	145	0	388
18:15 a 18:30	261	2	3	140	0	406
18:30 a 18:45	269	3	2	160	0	434
18:45 a 19:00	264	0	4	150	0	418
TOTAL	1035	5	11	595	0	1646
ACCESO 2B: CENTRO-BASURTO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	107	87	2	265	0	461
18:15 a 18:30	154	111	1	242	0	508
18:30 a 18:45	152	87	1	265	0	505
18:45 a 19:00	158	95	1	268	0	522
TOTAL	571	380	5	1040	0	1996
ACCESO 3: ESPERANZA-BASURTO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	284	29	10	381	0	704
18:15 a 18:30	279	29	11	403	0	722
18:30 a 18:45	348	25	9	365	0	747
18:45 a 19:00	299	26	9	425	0	759
TOTAL	1210	109	39	1574	0	2932
ACCESO 4: ESPERANZA-BASURTO						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	TOTAL
18:00 a 18:15	48	6	11	117	0	182
18:15 a 18:30	39	10	7	80	0	136
18:30 a 18:45	44	7	8	102	0	161
18:45 a 19:00	44	12	7	92	0	155
TOTAL	175	35	33	391	0	634

Fuente: Elaboración propia



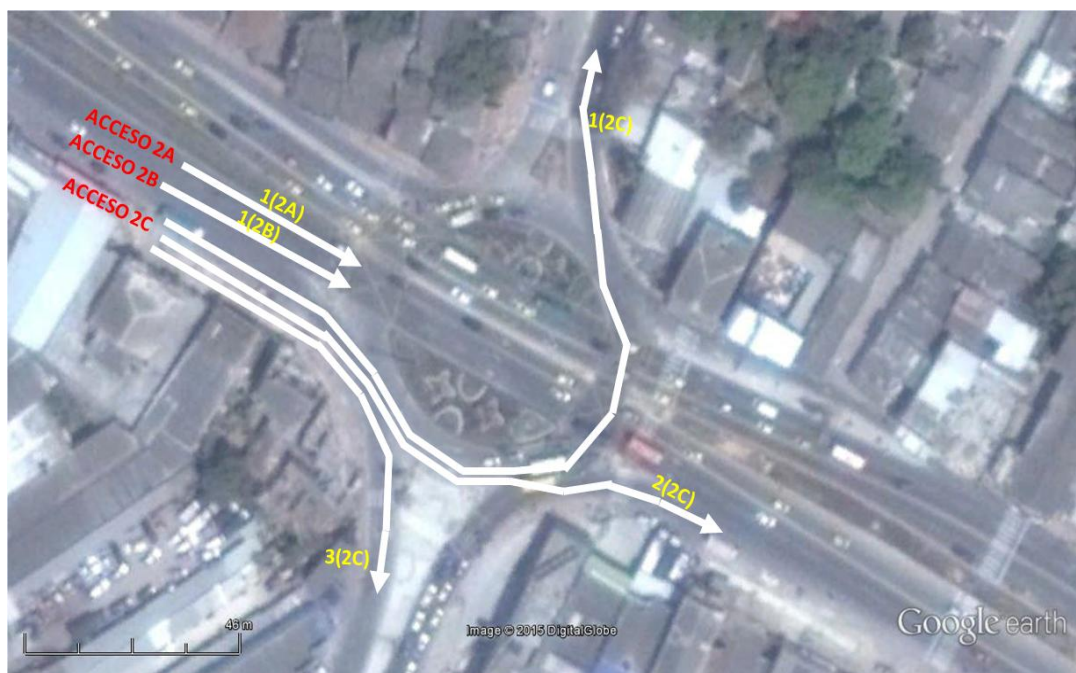
Los movimientos que se presenta en la intersección son los mostrados en la Figura 18.

Figura 18. Accesos y movimientos vehiculares Intersección Mercado Bazurto



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Accesos y movimientos vehiculares Intersección Mercado Bazurto



Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Accesos y movimientos vehiculares Intersección Mercado Bazurto



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Accesos y movimientos vehiculares Intersección Mercado Bazurto



Fuente: Elaboración propia



Tabla 15. Distribución por acceso para hora pico Sin Taxis Colectivos

ACCESO 1B: MARIA AUXILIADORA-BASURTO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		319	210	16	297	842
1(1B)	100.00	319	210	16	297	842
COMPOSICION VEHICULAR (%)		37.89	24.94	1.90	35.27	100.00
ACCESO 1A: MARIA AUXILIADORA-BASURTO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		269	26	6	250	551
1(1A)	100.00	269	26	6	250	551
COMPOSICION VEHICULAR (%)		48.8	4.7	1.1	45.4	100.0
ACCESO 1C: MARIA AUXILIADORA-BASURTO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		317	83	14	308	722
1(1C)	25.07	79	21	4	77	171
2(1C)	44.88	142	37	6	138	345
3(1C)	30.06	95	25	4	93	205
COMPOSICION VEHICULAR (%)		43.9	11.5	1.9	42.7	100.0
ACCESO 2A: CENTRO-BASURTO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		1035	5	11	595	1646
1(2A)	100.00	1035	5	11	595	1646
COMPOSICION VEHICULAR (%)		62.88	0.30	0.67	36.15	100.00
ACCESO 2B: CENTRO-BASURTO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		571	380	5	1040	1996
1(2B)	100.00	571	380	5	1040	1996
COMPOSICION VEHICULAR (%)		28.61	19.04	0.25	52.10	100.00
ACCESO 2C: CENTRO-BASURTO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		424	128	26	803	1381
1(2C)	71.04	301	91	18	570	981
2(2C)	12.53	53	16	3	101	173
3(2C)	16.44	70	21	4	132	227
COMPOSICION VEHICULAR (%)		30.7	9.3	1.9	58.1	100.0
ACCESO 3: ESPERANZA-BASURTO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		1210	109	39	1574	2932
1(3)	12.69	154	14	5	200	372
2(3)	70.87	858	77	28	1116	2078
3(3)	16.44	199	18	6	259	482
COMPOSICION VEHICULAR (%)		41.3	3.7	1.3	53.7	100.0
ACCESO 4: ESPERANZA-BASURTO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		175	35	33	391	634
1(4)	20.35	36	7	7	80	129
2(4)	78.55	137	27	26	307	498
3(4)	1.10	2	0	0	4	7
COMPOSICION VEHICULAR (%)		27.6	5.5	5.2	61.7	100.0

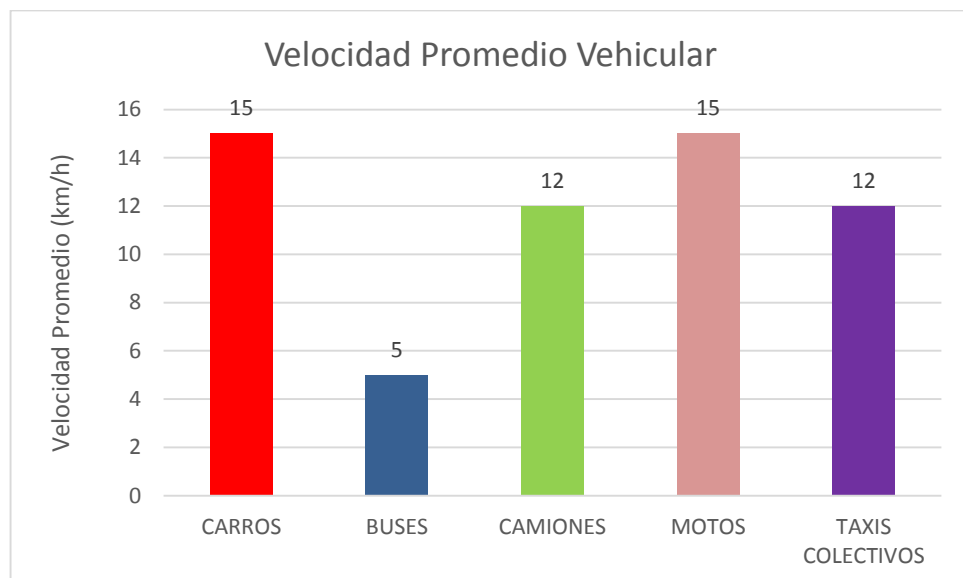
Fuente: Elaboración propia



5.2.3.4. Velocidades

Para el estudio de velocidad en el Sector Mercado Bazurto los investigadores tomaron 10 vehículos (sin usar ninguna metodología) por cada tipo, entre ellos autos, buses, camiones y motos, y se realizó un estudio de velocidad de recorrido antes de tomar la intersección y de salida, tomando los tiempos y motivos de detención del vehículo (lo cual serviría para demoras). Como resultado general se resalta que la velocidad promedio de aproximación más alta corresponde a las motocicletas, seguida de los autos, buses y camiones en hora pico, en las siguientes figuras se ilustran los resultados obtenidos en el estudio de velocidad para la hora pico de máxima demanda.

Figura 22. Velocidad promedio vehículos



Fuente: Elaboración propia



5.2.4 Intersección 4: Av. Pedro de Heredia Cra 17, Castillo De San Felipe

A continuación se muestran las características principales de la intersección ubicada en la avenida Pedro de Heredia sector Pie del Cerro, frente al Castillo de San Felipe de Barajas. Se incluyen aspectos físicos y operacionales, con base en la información disponible y la recolectada en los estudios de campo.

5.2.4.1 Descripción General

La intersección 4, se localiza en un importante sector de la ciudad conocido como Pie del Cerro en la Av. Pedro de Heredia o Cra 17 y el Castillo de San Felipe de Barajas. Por su ubicación, a este punto concurre gran número de personas que usan el transporte colectivo informal en camperos.

Esta vía se divide en una glorieta que se encuentra en la intersección a la altura de la Cra 17 ubicada en el costado occidental del Castillo de San Felipe, está conformada por dos calzadas de dos carriles sentido Sur - Centro cada una y un carril sentido Centro – Sur. La actual configuración considera el funcionamiento del sistema de transporte público masivo TRANSCARIBE que entrará en operación en los próximos años. La operación actual es temporal y hace parte del plan de manejo de tránsito que se adoptó para las obras. En la Tabla 16 se presenta un resumen de algunos aspectos importantes de las características del sitio y la imagen de la figura 23 muestra una vista general del sitio.



Tabla 16. Inventario Intersección Castillo De San Felipe

Ítem	Características
Intersección	4
Señalización vertical	Existe: si
	Estado: Bueno
Señalización Horizontal	Existe: si
	Estado: Regular
Paso Peatonal	A nivel Señalizado (cebras)
Condición y operación	
Pavimento	Tipo: Rígido
	Estado: Bueno
Carriles	Numero: Entre 2 y 3 carriles
	Ancho: 3 Metros
Centros Atractivos	Sitios Turísticos, Entidades gubernamentales, establecimientos comerciales, estación de transporte informal
Dispositivos	Semáforos

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Vista general de la intersección 4



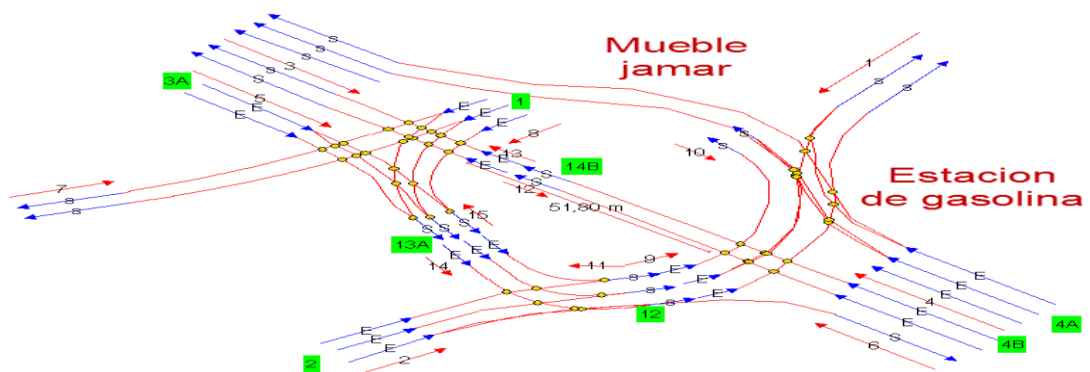
Fuente: Elaboración propia



5.2.4.2 Dispositivos para el Control de Tránsito

Los semáforos ubicados en el tramo controlan el movimiento vehicular y peatonal como se muestra en la ilustración 17, operan con un ciclo de 120 segundos y su plan semafórico con para la hora pico de máxima demanda vehicular; en la ilustración 18 se muestra el diagrama de los tiempos de fase de los semáforos.

Figura 24. Movimientos controlados por los semáforos Intersección Castillo de San Felipe





5.2.4.3 Volúmenes Vehiculares

Con base en los aforos vehiculares, se determinó la hora pico, la composición vehicular y las distribuciones por acceso en cada uno de los sentidos de la intersección del sector Pie del Cerro como se muestra en las tablas 17 y 18. Para demostrar el efecto del transporte informal en la movilidad se realizaron nuevas composiciones vehiculares considerando que las colectivos-taxis y colectivos-camperos se comportan como vehículos particulares (ver tabla 19).

Tabla 17. Volúmenes Totales En Hora Pico

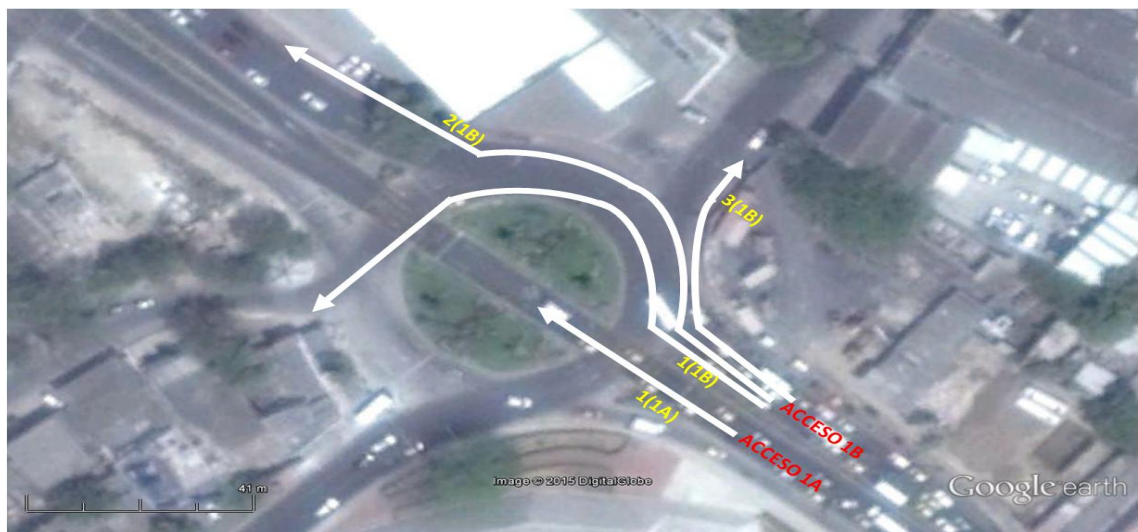
VOLÚMENES VEHICULARES HORA PICO INTERSECCIÓN CASTILLO SAN FELIPE							
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:30 a 17:45	855	160	23	619	24	28	1709
17:45 a 18:00	885	180	26	565	16	26	1698
18:00 a 18:15	852	166	22	594	24	28	1686
18:15 a 18:30	859	167	20	620	21	28	1715
TOTAL	3451	673	91	2398	85	110	6808
ACCESO 1B: AV.-CASTILLO							
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:30 a 17:45	351	55	1	215	0	28	650
17:45 a 18:00	368	75	3	179	0	25	650
18:00 a 18:15	344	71	6	207	0	27	655
18:15 a 18:30	344	76	6	204	0	25	655
TOTAL	1407	277	16	805	0	105	2610
ACCESO 1A: ACCESO AV.-CASTILLO							
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:30 a 17:45	210	92	12	167	24	0	505
17:45 a 18:00	219	85	6	158	16	0	484
18:00 a 18:15	196	78	7	172	24	0	477
18:15 a 18:30	196	73	4	184	21	0	478
TOTAL	821	328	29	681	85	0	1944
ACCESO 2: CENTRO-CASTILLO							
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:30 a 17:45	183	0	4	147	0	0	334
17:45 a 18:00	192	2	4	131	0	1	330
18:00 a 18:15	210	2	4	135	0	1	352
18:15 a 18:30	211	2	3	155	0	3	374
TOTAL	796	6	15	568	0	5	1390
ACCESO 3: CARRERA 17-CASTILLO							
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:30 a 17:45	111	13	6	90	0	0	220
17:45 a 18:00	106	18	13	97	0	0	234
18:00 a 18:15	102	15	5	80	0	0	202
18:15 a 18:30	108	16	7	77	0	0	208
TOTAL	427	62	31	344	0	0	864

Fuente: Elaboración propia



En las siguientes figuras se puede observar los volúmenes vehiculares de la intersección por tipos de movimiento, cabe destacar que la nomenclatura de los movimientos fue asignada de manera arbitraria por los investigadores sin regirse a ninguna metodología, estos movimientos cuentan los volúmenes vehiculares a la entrada de las intersecciones, evitando así contar dos veces el mismo vehículo

Figura 26. Accesos y movimientos intersección castillo san felipe



Fuente: Elaboración propia

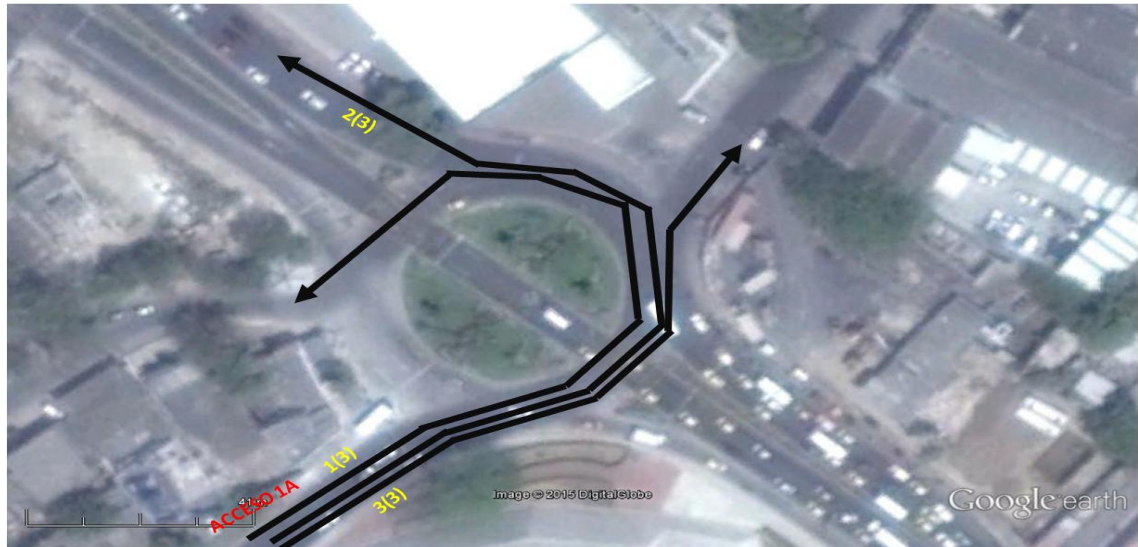
Figura 27. Accesos y movimientos intersección castillo san felipe



Fuente: Elaboración propia



Figura 28. Accesos y movimientos intersección castillo san felipe



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Distribución por acceso para hora pico

ACCESO 1B: AV.-CASTILLO							
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
	1407	277	16	805		0	105
1(1B)	3.95	56	11	1	32	0	99
2(1B)	79.16	1114	219	13	637	0	1983
3(1B)	16.90	238	47	3	136	0	528
COMPOSICION VEHICULAR (%)	53.91	10.61	0.61	30.84		0.00	100
ACCESO 1A: ACCESO AV.-CASTILLO							
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
	821	328	29	681		85	0
1(1A)	100.00	821	328	29	681	85	1944
COMPOSICION VEHICULAR (%)	42.23	16.87	1.49	35.03		4.37	100
ACCESO 3: CARRERA 17-CASTILLO							
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
	427	62	31	344		0	0
1(3)	13.19	56	8	4	45	0	114
2(3)	25.23	108	16	8	87	0	218
3(3)	61.57	263	38	19	212	0	532
COMPOSICION VEHICULAR (%)	49.42	7.18	3.59	39.81		0.00	100
ACCESO 2: CENTRO-CASTILLO							
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TAXIS COLECTIVOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
	796	6	15	568		0	5
1(2)	22.37	178	1	3	127	0	312
2(2)	77.63	618	5	12	441	0	1078
COMPOSICION VEHICULAR (%)	57.27	0.43	1.08	40.86		0	0.36

Fuente: Elaboración propia



Tabla 19. Distribución por acceso para hora pico Sin Colectivos

ACCESO 1B: AV.-CASTILLO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		1512	277	16	805	2610
1(1B)	3.95	60	11	1	32	103
2(1B)	79.16	1197	219	13	637	2066
3(1B)	16.90	256	47	3	136	441
COMPOSICION VEHICULAR (%)		57.93	10.61	0.61	30.84	100.00
ACCESO 1A: ACCESO AV.-CASTILLO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		906	328	29	681	1944
1(1A)	100.00	906	328	29	681	1944
COMPOSICION VEHICULAR (%)		46.60	16.87	1.49	35.03	100.00
ACCESO 3: CARRERA 17-CASTILLO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		427	62	31	344	864
1(3)	13.19	56	8	4	45	114
2(3)	25.23	108	16	8	87	218
3(3)	61.57	263	38	19	212	532
COMPOSICION VEHICULAR (%)		49.42	7.18	3.59	39.81	100.00
ACCESO 2: CENTRO-CASTILLO						
MOVIMIENTO (%)		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
		801	6	15	568	1390
1(2)	22.37	179	1	3	127	311
2(2)	77.63	622	5	12	441	1079
COMPOSICION VEHICULAR (%)		57.63	0.43	1.08	40.86	100

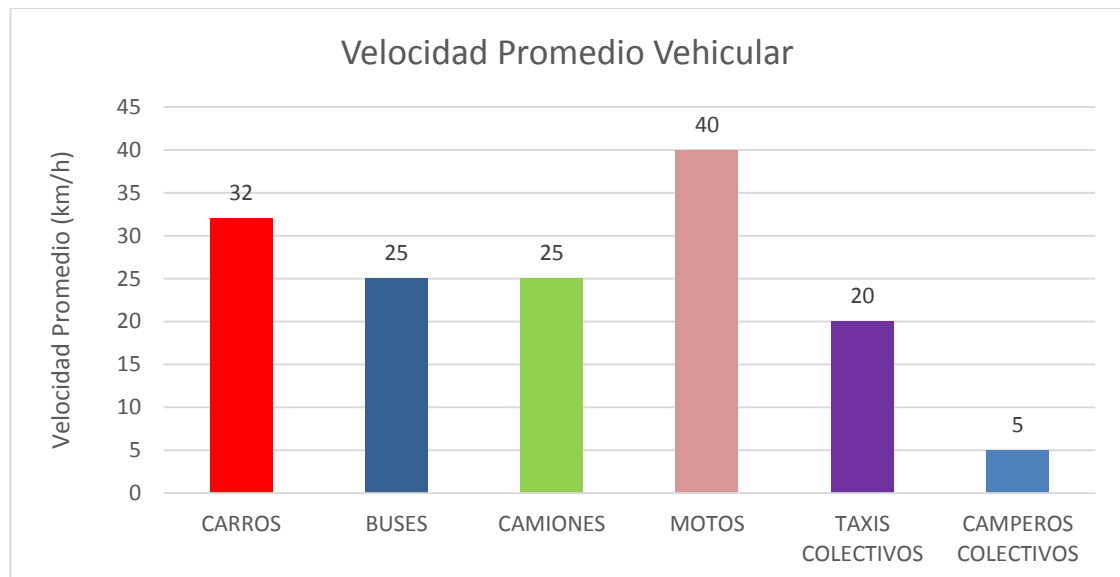
Fuente: Elaboración propia

5.2.4.4 Velocidades

Para el estudio de velocidad en la intersección de la Cra 17, Castillo De San Felipe los investigadores tomaron 10 vehículos (sin usar ninguna metodología) por cada tipo, entre ellos autos, buses, camiones y motos, y se realizó un estudio de velocidad de recorrido antes de tomar la intersección y de salida, tomando los tiempos y motivos de detención del vehículo (lo cual serviría para demoras). Como resultado general se resalta que la velocidad promedio de aproximación más alta corresponde a las motocicletas que, seguida de los autos, buses y camiones en hora pico, en las siguientes figuras se ilustran los resultados obtenidos en el estudio de velocidad para la hora pico de máxima demanda.



Figura 29. Velocidad promedio vehículos



Fuente: Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Intersección 5: Calle 43 con Carrera 17 “Calle Bogotá”

A continuación se muestran las características principales de la intersección ubicada en la Calle 43 con Carrera 17 Tienda San Martín. Se incluyen aspectos físicos y operacionales, con base en la información disponible y la recolectada en los estudios de campo.

5.2.5.1 Descripción General

La intersección semaforizada de la Calle Bogotá es una intersección tipo sencilla conformada por la calle 43 con la carrera 17. Por su ubicación, en este punto concurre gran número de vehículos prestadores del servicio informal, es decir, el transporte colectivo informal en camperos. En tanto, el transporte formal es escaso.

En la Tabla 20 se presenta un resumen de algunos aspectos importantes de las características del sitio y la imagen de la figura 30 muestra una vista general del sitio.



Tabla 20. Inventario Intersección Calle Bogotá

Ítem	Características
Interseccion	5
Señalización vertical	Existe: si
	Estado: regular
Señalización Horizontal	Existe: no
	Estado: --
Paso Peatonal	
Condición y operación	
Pavimento	Tipo: Rígido
	Estado: Bueno
Carriles	Numero: Entre 1 y 2 carriles
	Ancho: 3,5 Metros
Centros Atractivos	Establecimientos comerciales, centros deportivos y entidades publicas
Dispositivos	Semáforos

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Vista general de la intersección calle Bogotá.



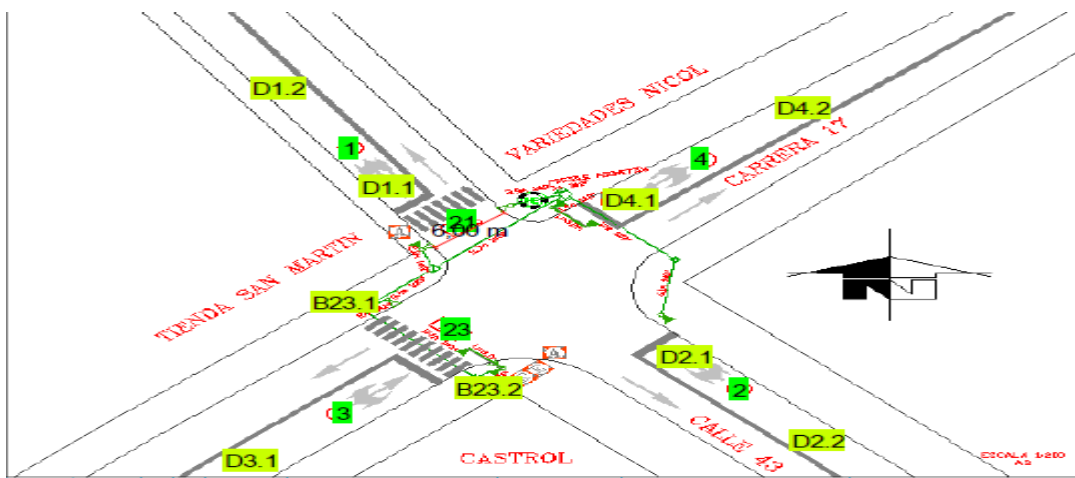
Fuente: Street View



5.2.5.2 Dispositivos para el Control de Tránsito

Los semáforos ubicados en el tramo controlan el movimiento vehicular y peatonal como se muestra en la figura 31, operan con un ciclo de 90 segundos y su plan semafórico con para la hora pico de máxima demanda vehicular; en la ilustración 18 se muestra el diagrama de los tiempos de fase de los semáforos.

Figura 31. Movimientos controlados por los semáforos intersección Calle Bogotá

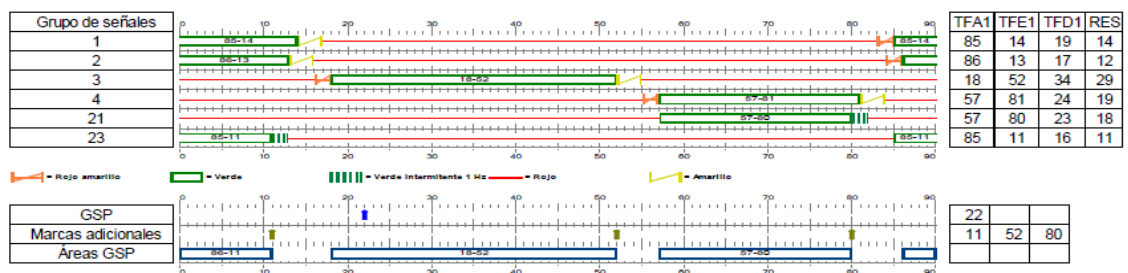


Fuente: (Oficina SemafORIZACIÓN Cartagena, 2015)

Figura 32. Diagramas de tiempos de fase de semaforización Sector Castillo de San Felipe

Programa de señal: Plan 1 (90 s)

Nombre	Ciclo	Nº	Centro de control	Tipo	Destino	Tabla de volúmenes	Matriz T1/22	Matriz DI/VE	Matriz DF/VE	COORDINACIÓN
Plan 1	90	1		SG			ZM1			1



Nombre	Notas
Programa de señales - OL 43 X CR 17/Plan 1	1076 - Calle 43 x Carrera 17 "Calle Bogotá"

Fuente: (Oficina SemafORIZACIÓN Cartagena, 2015)



5.2.5.3 Volúmenes Vehiculares

Con base en los aforos vehiculares, se determinó la hora pico, la composición vehicular y las distribuciones por acceso en cada uno de los sentidos de la intersección del sector Mercado Bazurto como se muestra en las tablas 21 y la figura 34. Para demostrar el efecto del transporte informal en la movilidad se realizaron nuevas composiciones vehiculares considerando que los colectivos-camperos se comportan como vehículos particulares (ver figura 35).

Tabla 21. Volúmenes Totales En Hora Pico

VOLÚMENES VEHICULARES HORA PICO INTERSECCIÓN CALLE BOGOTA						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:00 a 17:15	145	9	13	240	37	407
17:15 a 17:30	148	6	11	245	29	410
17:30 a 17:45	83	8	12	245	38	348
17:45 a 18:00	173	10	12	236	39	431
TOTAL	549	33	48	966	143	1596
ACCESO 1: CALLE 43-CASTROL						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:00 a 17 :15	41	0	1	44	6	92
17:15 a 17 :30	49	0	1	35	4	89
17:30 a 17 :45	19	0	1	32	8	60
17:45 a 18:00	52	0	5	37	4	98
TOTAL	161	0	8	148	22	339
ACCESO 2: CALLE 43-TIENDA SAN MARTIN						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:00 a 17 :15	27	1	1	33	0	62
17:15 a 17 :30	16	0	2	29	0	47
17:30 a 17 :45	18	0	2	30	0	50
17:45 a 18:00	36	1	4	46	0	87
TOTAL	97	2	9	138	0	246
ACCESO 3: CARRERA 17 - VARIEDADES NICOL						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:00 a 17 :15	43	5	2	95	2	147
17:15 a 17 :30	37	5	4	100	1	147
17:30 a 17 :45	22	6	4	110	3	145
17:45 a 18:00	35	6	0	92	2	135
TOTAL	137	22	10	397	8	574
ACCESO 4: CARRERA 17 - TIENDA SAN MARTIN						
PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
17:00 a 17 :15	34	3	9	68	29	143
17:15 a 17 :30	46	1	4	81	24	156
17:30 a 17 :45	24	2	5	73	27	131
17:45 a 18:00	50	3	3	61	33	150
TOTAL	154	9	21	283	0	580

Fuente: Elaboración propia



Se expresaron los volúmenes vehiculares de la intersección por tipos de movimiento, cabe destacar que la nomenclatura de los movimientos fue asignada de manera arbitraria por los investigadores sin regirse a ninguna metodología, estos movimientos (Figura 33) cuentan los volúmenes vehiculares a la entrada de las intersecciones, evitando así contar dos veces el mismo vehículo

Figura 33. Accesos y movimientos intersección Calle Bogota



Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Distribución por acceso para hora pico

ACCESO 1: CALLE 43-CASTROL						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
	161	0	8	148	22	339
1(1)	36.87	59	0	3	55	117
2(1)	63.13	102	0	5	93	200
COMPOSICION VEHICULAR (%)	47.5	0.0	2.4	43.7	6.5	100.0
ACCESO 2: CALLE 43-TIENDA SAN MARTIN						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
	97	2	9	138	0	246
1(2)	80.49	78	2	7	0	198
2(2)	19.51	19	0	2	0	48
COMPOSICION VEHICULAR (%)	39.43	0.81	3.66	56.10	0.00	100.00
ACCESO 3: CARRERA 17 - VARIETADES NICOL						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
	137	22	10	397	8	574
2(3)	50.52	69	11	5	0	286
1(3)	47.74	65	11	5	4	270
3(3)	1.74	2	0	0	7	10
COMPOSICION VEHICULAR (%)	23.87	3.83	1.74	69.16	1.39	100.00
ACCESO 4: CARRERA 17 - TIENDA SAN MARTIN						
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	CAMPEROS COLECTIVOS	TOTAL
	154	9	21	283	113	580
2(4)	69.83	108	6	15	198	433
3(4)	16.03	25	1	3	6	81
1(4)	14.14	22	1	3	0	66
COMPOSICION VEHICULAR (%)	26.55	1.55	3.62	48.79	19.48	100.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Distribución por acceso para hora pico sin camperos colectivos

ACCESO 1: CALLE 43-CASTROL					
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
	183	0	8	148	339
1(1)	36.87	67	0	3	125
2(1)	63.13	116	0	5	214
COMPOSICION VEHICULAR (%)	54.0	0.0	2.4	43.7	100.0
ACCESO 2: CALLE 43-TIENDA SAN MARTIN					
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
	97	2	9	138	246
1(2)	80.49	78	2	7	198
2(2)	19.51	19	0	2	48
COMPOSICION VEHICULAR (%)	39.43	0.81	3.66	56.10	100.00
ACCESO 3: CARRERA 17 - VARIETADES NICOL					
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
	145	22	10	397	574
2(3)	50.52	69	11	5	286
1(3)	47.74	69	11	5	274
3(3)	1.74	6	0	0	14
COMPOSICION VEHICULAR (%)	25.26	3.83	1.74	69.16	100.00
ACCESO 4: CARRERA 17 - TIENDA SAN MARTIN					
MOVIMIENTO (%)	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
	267	9	21	283	580
2(4)	69.83	214	6	15	433
3(4)	16.03	31	1	3	81
1(4)	14.14	22	1	3	66
COMPOSICION VEHICULAR (%)	46.03	1.55	3.62	48.79	100.00

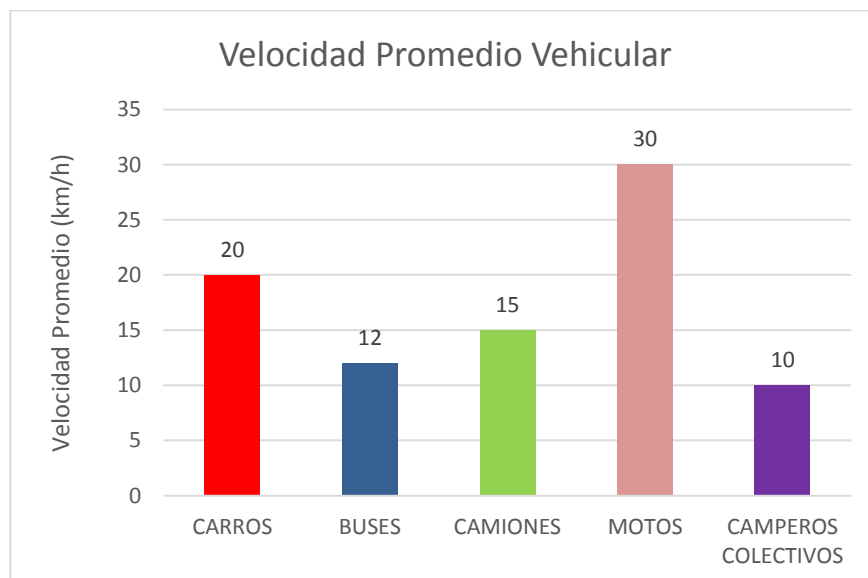
Fuente: Elaboración propia



5.2.3.4 Velocidades

Para el estudio de velocidad en la intersección de la calle 43 – carrera 17 "Calle Bogotá" los investigadores tomaron 10 vehículos (sin usar ninguna metodología) por cada tipo, entre ellos autos, buses, camiones y motos, y se realizó un estudio de velocidad de recorrido antes de tomar la intersección y de salida, tomando los tiempos y motivos de detención del vehículo (lo cual serviría para demoras. Como resultado general se resalta que la velocidad promedio de aproximación más alta corresponde a las motocicletas, seguida de los autos, buses y camiones en hora pico, en las siguientes figuras se ilustran los resultados obtenidos en el estudio de velocidad para la hora pico de máxima demanda.

Figura 36. Velocidad promedio vehículos



Fuente: Elaboración propia



5.3 MODELACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO EN PTV VISSIM

Para iniciar el proceso de simulación, luego de realizar la recolección de datos y de haberlos sistematizado, se comienza con la apertura del programa. El programa PTV-Vissim, realiza la simulación teniendo en cuenta el comportamiento psicofísico del conductor, pero también considera la geometría de la vía, por ende el primer paso es cargar un archivo gráfico que represente la vía a simular, este debe ser escalado para que el programa no presente condiciones absurdas.

También es necesaria la correcta creación de las líneas y conectores, que son las vías y el enlace que existe entre ellas, de esta forma se puede ingresar las “rutas” que seguirán los vehículos.

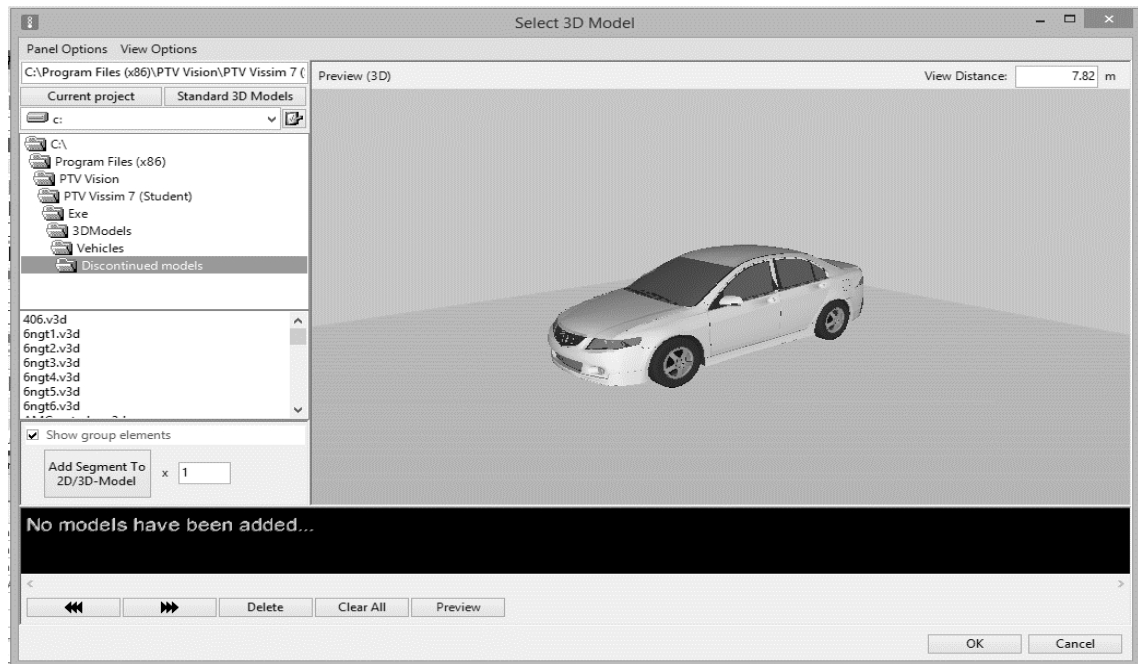
De igual forma se debe considerar los distintos tipos de vehículos que existe y en función de esos, escoger el modelo de auto, camión, buseta y moto típico de la zona, por ejemplo para “crear” las motos, se deben modificar en su respectivo orden las siguientes partes del modelo de simulación:

- ✓ 2D/3D Model
- ✓ Vehicles Types
- ✓ Vehicles Classes

Del trabajo de grado realizado por los ingenieros Henry Luis Matos López y Armando Jacob Mercado Paternina, “DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS DE MANGA, PIE DE LA POPA Y ALREDEDORES DE BAZURTO”, se siguió el mismo procedimiento para la creación del modelo de moto. De la misma manera se crearon los modelos para los vehículos del transporte informal (taxi y camperos) y los vehículos de Transcaribe (padrón y articulados) para la simulación futura

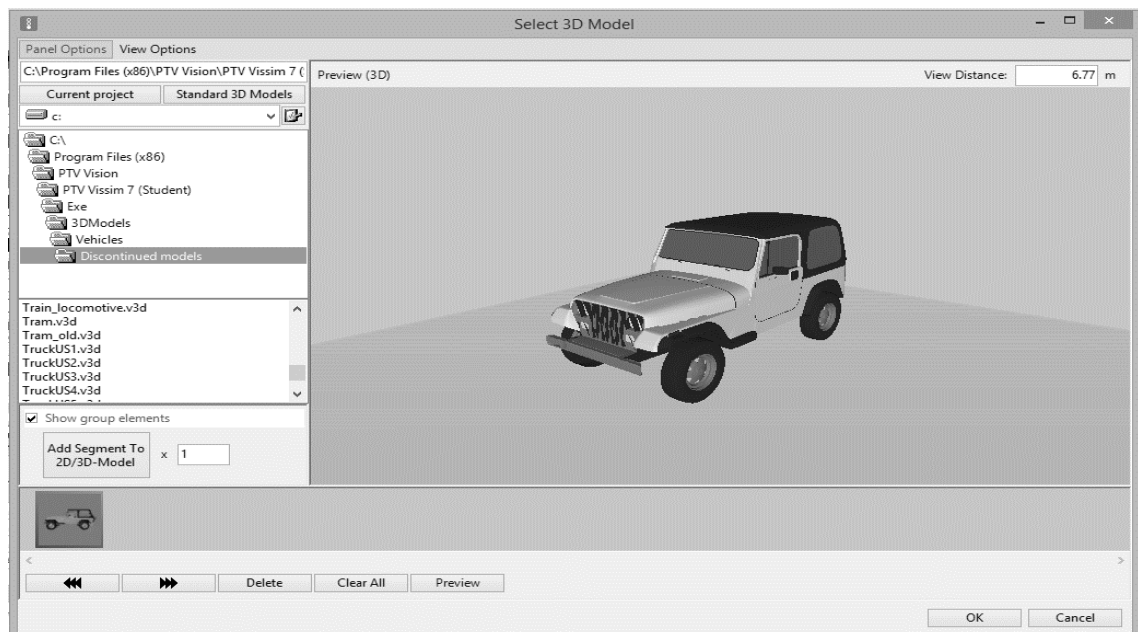


Figura 37. Ptv Vissim, Creación de colectivo-taxi



Fuente: Elaboración propia

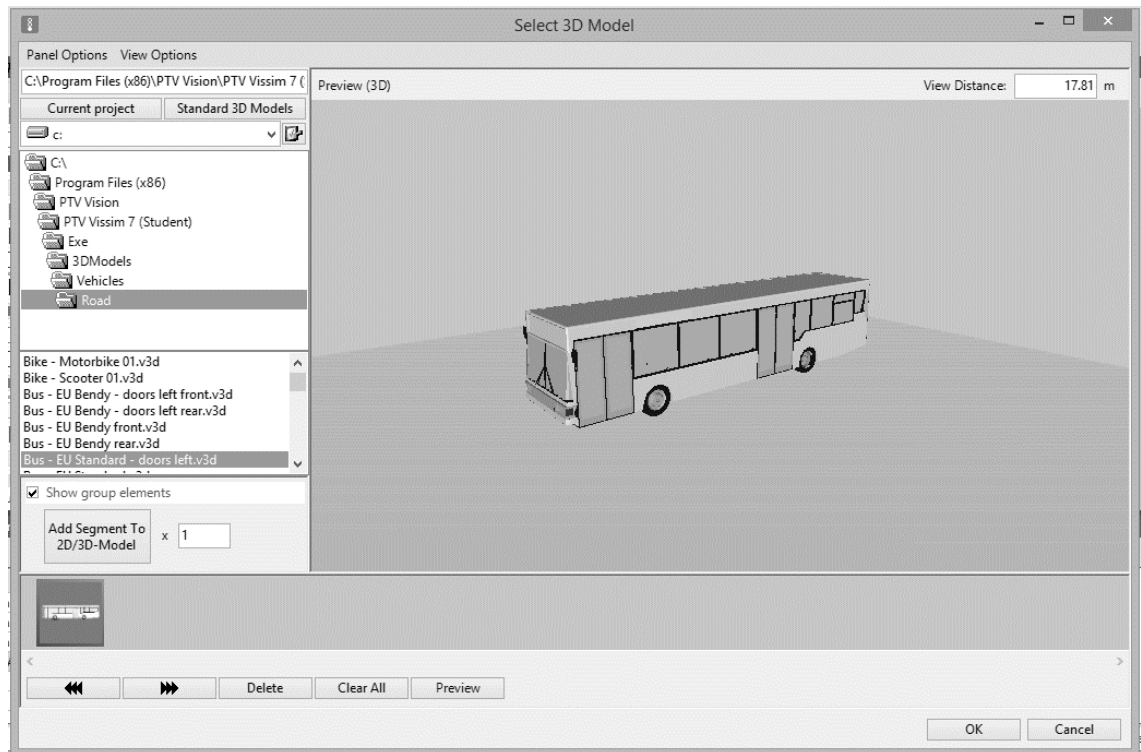
Figura 38. Ptv Vissim, Creación de colectivo-camperero



Fuente: Elaboración propia

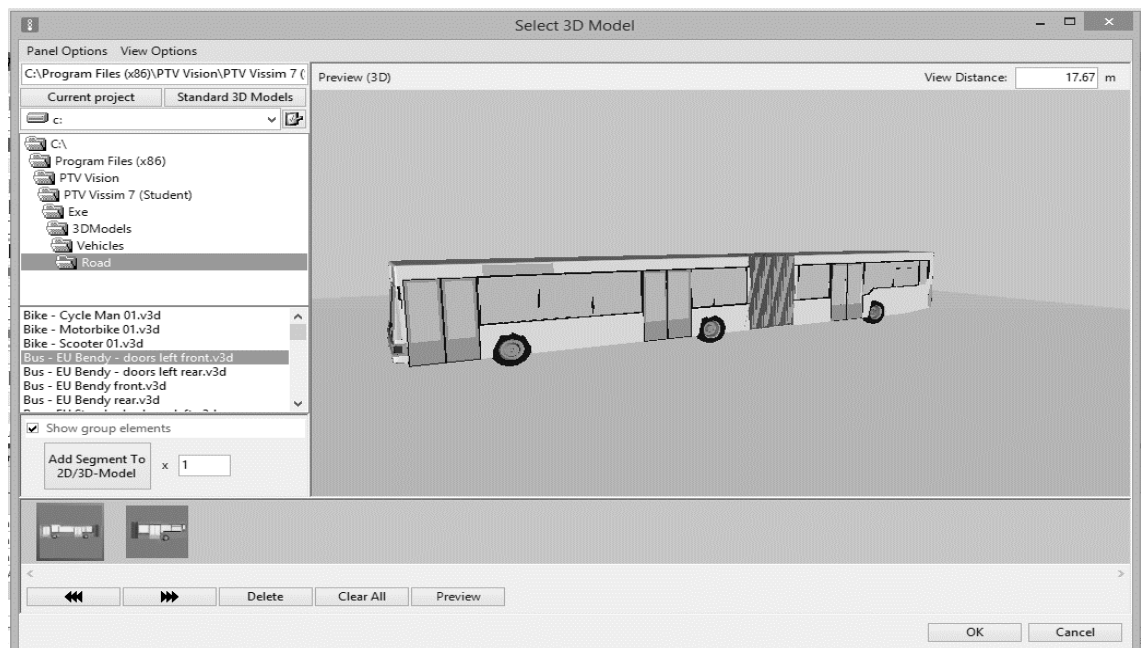


Figura 39. Ptv Vissim, Creación modelo 3D padron



Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Ptv Vissim, Creación Modelo 3D Articulado

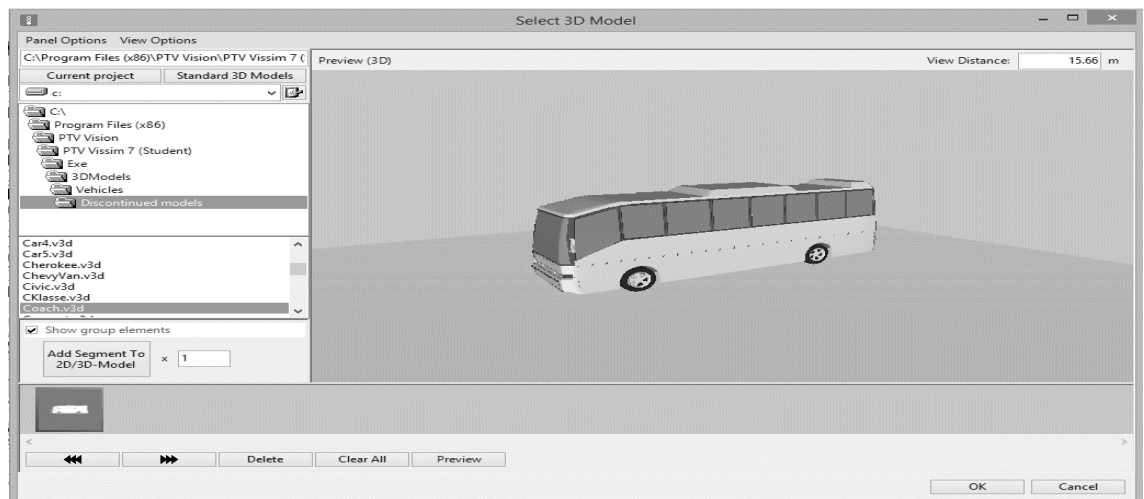


Fuente: Elaboración propia



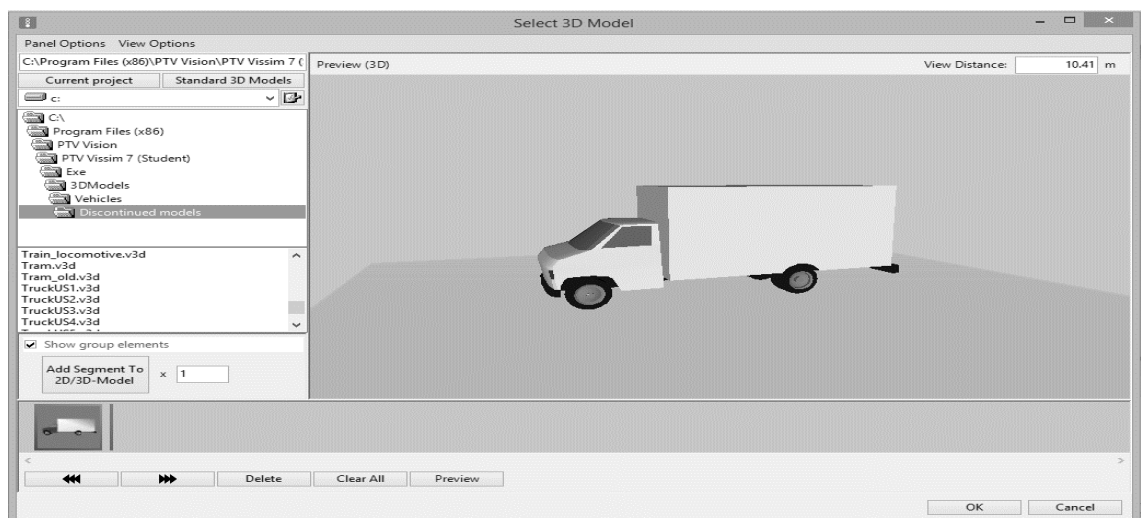
Mientras que, para la edición del tipo de buses y camiones (*Figura 32* y *Figura 33*), solo se debe ir a 2D/3D Model y escoger el modelo más parecido a la realidad de los puntos en estudio, esto es de gran importancia pues hay que recordar que uno de las características de simulación con Ptv-Vissim, consiste en la consideración de la geometría de los vehículos en estudio. La creación y edición de estos modelos vehiculares, es de gran importancia pues como se dijo anteriormente esto hará que la simulación sea lo más parecida posible a la realidad.

Figura 41. Ptv Vissim, Modelo 3D de Buses



Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Ptv Vissim, Modelo 3D de Camiones



Fuente: Elaboración propia



La medición de colas es de gran importancia para el software Ptv-Vissim, ya que partir de para realizar este procedimiento se determinó la hora pico luego de haber realizado el aforo vehicular y se volvió a la sema siguiente que en cada una de las intersecciones, donde pudiese presentarse el fenómeno de las colas, se marcaban y registraban en puntos de fácil reconocimiento en el plano las longitudes de colas observada y de esta manera, determinar las máximas longitud de cola en la hora pico para cada una de las intersecciones pertenecientes a la zona de estudio.

Luego para verificar la veracidad de la simulación obtenida, es necesario comparar las longitudes colas observadas en campo con las longitudes de colas estimadas por el programa: luego de haber calibrado la simulación (comportamiento de los vehículos, modelos 3D entre otros), esta comparación se da de tal manera el porcentaje de error obtenido sea tolerable.

5.3.1 Modelación situación actual

Para realizar la simulación de la situación actual para las 5 intersecciones, con o sin el transporte informal, utilizando el software ptv vissim, se requirió de ciertos datos, entre estos estuvieron aforos vehiculares, composiciones vehiculares, programación de los semáforos y velocidades para cada tipo de vehículo. Además para que el área de estudio reflejara las condiciones del tráfico de la ciudad de Cartagena, se tuvieron que calibrar ciertos parámetros del comportamiento del conductor.

Los parámetros que se evaluaron para obtener los resultados de esta simulación fueron:

Tabla 22. Parámetros de evaluación en VISSIM

Abreviatura	Definición
QlenMax	Longitud de cola máxima (M)
DelayAvg(All)	Demora promedio Total (S)

Fuente: Elaboración propia



Para determinar el nivel de servicio de las intersecciones que se encuentran en el punto de estudio, con o sin el transporte informal, es necesario remitirse al HCM-2000, este conforme a las demoras promedios obtenidas, dichas demoras permitieron determinar los niveles de servicio en las vías y con la ejecución del software de simulación se pueden obtener dichas demoras, sin el engorroso proceso de medirlas en campo.

Tabla 23. Nivel de Servicio Vehicular por Demora Promedio

Nivel de Servicio	Demora Promedio (Seg.)
A	< 10
B	10.1 – 20
C	20.1 – 35
D	35.1 – 55
E	55.1 – 80
F	> 80

Fuente: HCM-2000

A continuación se muestran un resumen de los datos arrojados después de correr el modelo de micro simulación para la situación actual de las 5 intersecciones, con o sin el transporte informal.

5.3.1.1 Intersección 1: Av. Pedro de Heredia C.C La Plazuela.

Tabla 24. Resumen de resultados de simulación, Intersección 1

	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE TAXIS COLECTIVOS	Acceso 1	142.5	228.7	146
	Acceso 2	118.1	169.7	
	Acceso 3	85.6	125.1	
	Acceso 4	90.7	112.8	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN TAXIS COLECTIVOS	Acceso 1	141.1	223.6	129
	Acceso 2	115.2	169.7	
	Acceso 3	83.4	125.1	
	Acceso 4	90.3	112.8	

Fuente: Elaboración propia



Para la intersección 1 se tiene que el promedio de demora total con o sin colectivos taxis arroja valores de 146 y 129 segundos respectivamente que ubica a esta intersección en nivel de servicio F según el manual HCM para intersecciones semaforizadas. La maximización de las demoras que se presentan en días donde operan los taxis colectivos se debe a una velocidad regular e insostenida en el sitio; en horas picos a volúmenes mayores, cada vehículo adicional estorba el desplazamiento de los demás iniciando así la congestión.

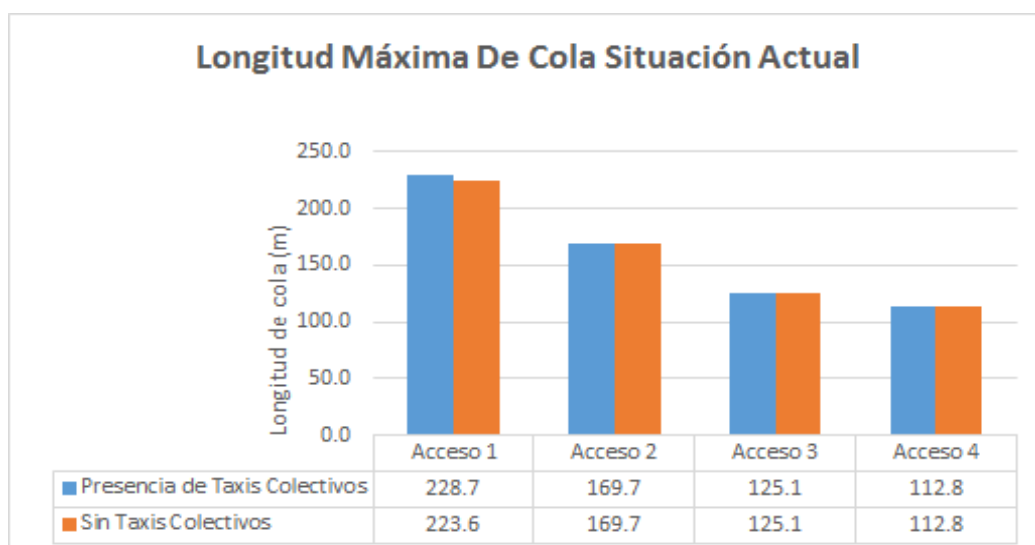
Tabla 25. Longitud de cola observada y estimada, intersección 1

Longitud de cola maxima			
Calzada	Observada (m)	Modelación (m)	Error (%)
Acceso 1	244	229	6.4
Acceso 2	198	170	14.4
Acceso 3	136	125	8.3
Acceso 4	115	113	1.9

Fuente: Elaboración propia

La columna de error muestra que las diferencias entre observada y estimada (Presencia de taxis colectivos) fueron relativamente considerables, esto debido a los métodos de recolección de datos y que los resultados corresponden a un promedio de varias corridas en la hora de simulación.

Figura 43. Longitud máxima de cola, intersección 1



Fuente: Elaboración propia



Se puede observar en el gráfico de la Figura 43 que en el acceso 1 se presenta una diferencia de cola por la presencia de taxis colectivos. Además, cabe resaltar que para condiciones de presencia de taxis colectivos hay mayor longitud de cola, ya que la demanda de transporte es inminentemente variable, a causa del deseo de los usuarios por aprovechar las horas del día para realizar las distintas actividades.

5.3.1.2 Intersección 2: Av. Pedro de Heredia Cuatro vientos

Tabla 26. Resumen de resultados de simulación, intersección 2

	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE TAXIS COLECTIVOS	ACCESO 1	149.2	201.5	82
	ACCESO 2A	59.4	120.0	
	ACCESO 2B	70.8	124.8	
	ACCESO 3	41.4	96.0	
	ACCESO 4	23.0	56.2	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN TAXIS COLECTIVOS	ACCESO 1	147.9	201.4	80
	ACCESO 2A	62.5	117.6	
	ACCESO 2B	73.7	123.8	
	ACCESO 3	40.2	96.0	
	ACCESO 4	23.6	56.2	

Fuente: Elaboración propia

Para la intersección 2 se tiene que el promedio de demora total con o sin colectivos taxis arroja valores de 82 y 80 segundos respectivamente que ubica a esta intersección en nivel de servicio F según el manual HCM para intersecciones semaforizadas. La maximización de las demoras que se presentan en días donde operan los taxis colectivos se debe a una velocidad regular e insostenida en el sitio; en horas picos a volúmenes mayores, cada vehículo adicional estorba el desplazamiento de los demás iniciando así la congestión.



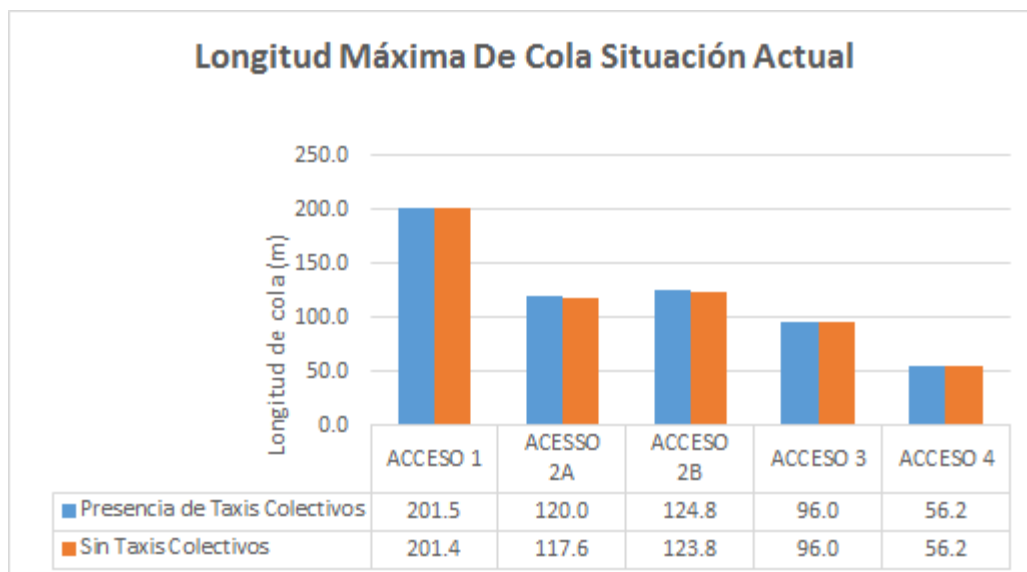
Tabla 27. Longitud de cola observada y estimada, intersección 2

Longitud de cola máxima			
Calzada	Observada (m)	Modelación (m)	Error (%)
ACCESO 1	209	201	3.6
ACCESO 2A	128	120	5.9
ACCESO 2B	132	125	5.6
ACCESO 3	111	96	13.8
ACCESO 4	59	56	5.3

Fuente: Elaboración propia

La columna de error muestra que las diferencias entre observada y estimada (Presencia de taxis colectivos) fueron relativamente considerables, esto debido a los métodos de recolección de datos y que los resultados corresponden a un promedio de varias corridas en la hora de simulación.

Figura 44. Longitud máxima de cola, intersección 2



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el gráfico de la Figura 44 que en los accesos 2A Y 2B se presentan diferencias de cola por la presencia de taxis colectivos. Además, cabe resaltar que para condiciones de presencia de taxis colectivos hay mayor longitud de cola.



Algunos vehículos generan más congestión que otros, lo anterior explica lo que se observa en el acceso 1, donde hay más presencia de transporte público urbano.

5.3.1.3 Intersección 3: Av. Pedro de Heredia Mercado Bazurto

Tabla 28. Resumen de resultados de simulación, intersección 3

	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE TAXIS COLECTIVOS	ACCESO 1A	30.30	112.39	99
	ACCESO 1B	98.60	140.34	
	ACCESO 1C	70.93	129.57	
	ACCESO 2A	44.81	83.08	
	ACCESO 2B	70.67	86.18	
	ACCESO 2C	60.37	83.56	
	ACCESO 3	39.26	55.77	
	ACCESO 4	14.88	48.53	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN TAXIS COLECTIVOS	ACCESO 1A	44.01	125.13	96
	ACCESO 1B	79.99	140.32	
	ACCESO 1C	71.10	128.70	
	ACCESO 2A	44.81	83.08	
	ACCESO 2B	61.56	86.18	
	ACCESO 2C	60.53	83.56	
	ACCESO 3	39.61	55.77	
	ACCESO 4	14.86	48.53	

Fuente: Elaboración propia

Para la intersección 3 se tiene que el promedio de demora total con o sin colectivos taxis arroja valores de 99 y 96 segundos respectivamente que ubica a esta intersección en nivel de servicio F según el manual HCM para intersecciones semaforizadas. Aunque las demoras son creadas principalmente por la operación de los colectivos que perturban el flujo normal y continuo estacionándose en cualquier lugar para recoger pasajeros, la condición de las vías y las prácticas de conducta también contribuyen a la congestión y demoras mayores. En esta intersección es frecuente encontrar casos de falta de demarcación de los carriles de circulación, inesperados cambios en el número de carriles, paraderos de buses ubicados justamente donde se reduce el ancho de la calzada y otras deficiencias que entorpecen la fluidez del tránsito.



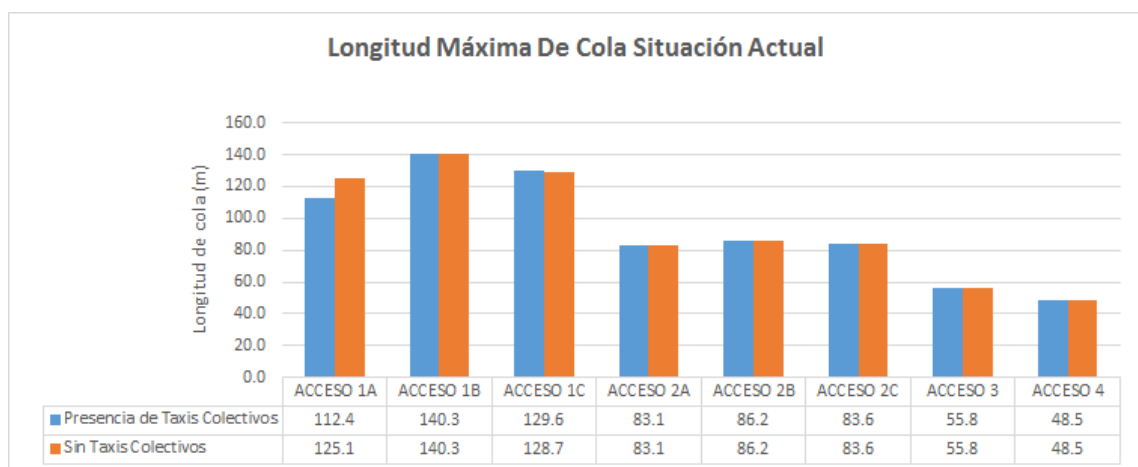
Tabla 29. Longitud de cola observada y estimada, intersección 3

Longitud de cola maxima			
Calzada	Observada (m)	Modelación (m)	Error (%)
ACCESO 1A	132	112	14.7
ACCESO 1B	155	140	9.5
ACCESO 1C	146	130	11.1
ACCESO 2A	91	83	8.8
ACCESO 2B	97	86	11.6
ACCESO 2C	91	84	7.7
ACCESO 3	57	56	2.2
ACCESO 4	57	49	14.4

Fuente: Elaboración propia

La columna de error muestra que los resultados de la simulación se encuentran en un rango aceptable recalcando la característica estocástica del flujo vehicular y que los resultados corresponden a un promedio de varias corridas en la hora de simulación.

Figura 45. Longitud máxima de cola, intersección 3



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el gráfico de la Figura 45 que en los accesos 1A Y 1C se presentan diferencias de cola por la presencia de taxis colectivos. Además, cabe resaltar que para condiciones de presencia de taxis colectivos hay mayor longitud de cola.



5.3.1.4 Intersección 4: Av. Pedro de Heredia Cra 17, Castillo De San Felipe

Tabla 30. Resumen de resultados de simulación, intersección 4

	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE TRANSPORTE COLECTIVO INFORMAL	ACCESO 1A	29.7	71.6	36
	ACCESO 1B	40.6	66.4	
	ACCESO 2	34.8	73.7	
	ACCESO 3	13.2	60.4	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN TRANSPORTE COLECTIVO INFORMAL	ACCESO 1A	31.0	71.4	30
	ACCESO 1B	33.0	61.2	
	ACCESO 2	28.8	73.5	
	ACCESO 3	12.2	60.4	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la simulación se tiene que cuando hay presencia de transporte colectivo informal el promedio de demora para la intersección 4 arroja el valor de 36 segundos esto ubica a la intersección en nivel de servicio D según el manual HCM para intersecciones semaforizadas. Sin embargo, cuando el transporte colectivo informal se comporta como un auto la demora promedio es 30 segundos y la intersección 2 se ubica en nivel de servicio C.

Al realizar el análisis se observó que conductores del transporte colectivo informal muestran poco respeto por aquellos con quienes comparten las vías. Muchos de estos tratan de imponerse en la intersección, bloqueándola para así llegar a la estación donde operan a partir de paraderos fijos, estos circulan a baja velocidad en búsqueda de pasajeros, lo que también genera congestión.

Tabla 31. Longitud de cola observada y estimada, intersección 4

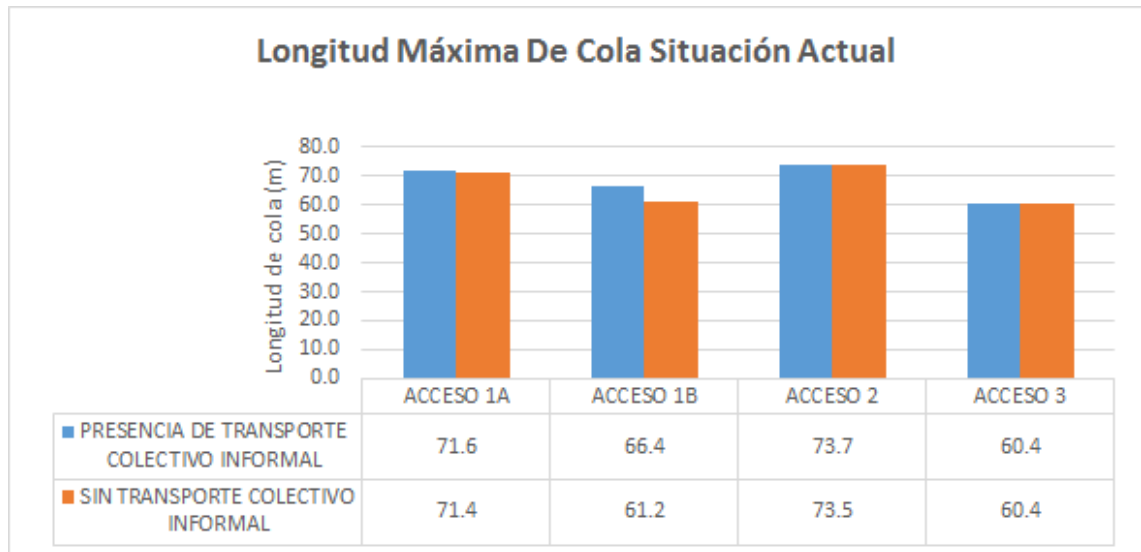
Longitud de cola maxima			
Calzada	Observada (m)	Modelación (m)	Error (%)
ACCESO 1A	82	72	12.8
ACCESO 1B	73	66	9.4
ACCESO 2	79	74	6.6
ACCESO 3	67	60	9.9

Fuente: Elaboración propia



La columna de error muestra que los resultados de la simulación se encuentran en un rango aceptable recalando la característica estocástica del flujo vehicular y que los resultados corresponden a un promedio de varias corridas en la hora de simulación

Figura 46. Longitud máxima de cola, intersección 4



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el gráfico de la Figura 46 que en los accesos 1A y 1B se presentan diferencias de cola por la presencia de transporte colectivo informal. Además, cabe resaltar que para condiciones en presencia de transporte colectivo informal hay mayor longitud de cola.



5.3.1.5 Intersección 5: calle 43 con carrera 17

Tabla 32. Resumen de resultados de simulación, intersección 5

	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE CAMPEROS COLECTIVOS	Acceso 1	14.6	65.1	28
	Acceso 2	9.2	38.0	
	Acceso 3	19.2	55.3	
	Acceso 4	8.7	54.6	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN CAMPEROS COLECTIVOS	Acceso 1	13.0	49.7	24
	Acceso 2	9.2	38.0	
	Acceso 3	18.6	55.3	
	Acceso 4	6.0	23.8	

Fuente: Elaboración propia

Para la intersección 5 se tiene que el promedio de demora total con o sin camperos colectivos arroja valores de 28 y 24 segundos respectivamente lo que ubica a esta intersección en nivel de servicio C según el manual HCM para intersecciones semaforizadas. En el comportamiento vehicular de esta intersección se observó que las demoras son bajas, debido a que la circulación no se ve obstaculizada frecuentemente. Cabe resaltar que en esta zona solo opera una ruta de transporte público urbano, esto implica que los usuarios tienen mayor inclinación de preferencia hacia los camperos colectivos. Se llegó a la conclusión que el transporte informal como el campero colectivo, a menudo sirve en áreas que quedan sin servicio por las compañías de transporte público urbano, por ende los servicios informales son el único medio de transporte disponible para los pobres, permitiendo llegar de manera inmediata a sus puestos de trabajo, compra y venta de la producción, y acceso a la atención médica. La anterior conclusión coincide con los resultados del estudio realizado por la revista Transport Policy mediante el artículo titulado “INFORMAL TRANSPORT: A GLOBAL PERSPECTIVE” (Cervero & Golub, 2007), donde estudiaron la variedad de transporte informal a nivel mundial en algunas ciudades de países en vía de desarrollo como ciudad de México, Nairobi (Kenia), Kingston (Jamaica) y Rio de Janeiro (Brasil).



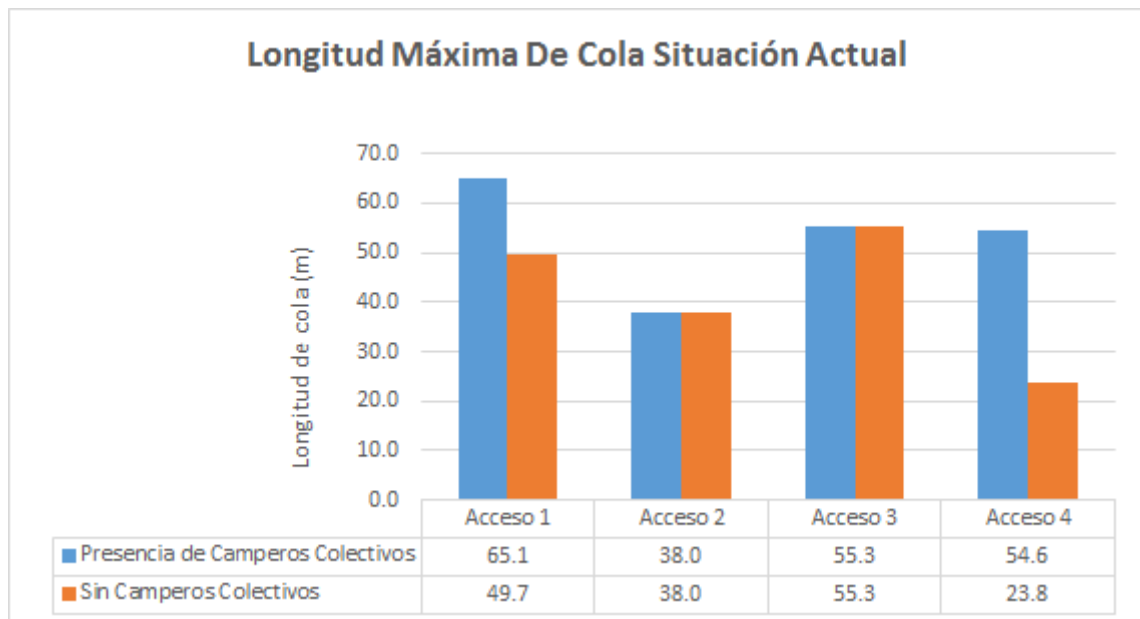
Tabla 33. Longitud de cola observada y estimada, intersección 5

Longitud de cola máxima			
Calzada	Observada (m)	Modelación (m)	Error (%)
Acceso 1	72	65	9.7
Acceso 2	41	38	8.4
Acceso 3	58	55	3.8
Acceso 4	63	55	13.6

Fuente: Elaboración propia

La columna de error muestra que las diferencias entre observada y estimada (Presencia de camperos colectivos) fueron relativamente considerables, esto debido a los métodos de recolección de datos y que los resultados corresponden a un promedio de varias corridas en la hora de simulación.

Figura 47. Longitud máxima de cola, intersección 5



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el gráfico de la Figura 47 que en los accesos 1 Y 4 se presentan diferencias de cola por la presencia de camperos colectivos. Además, cabe resaltar que para condiciones en presencia de camperos colectivos hay mayor longitud de cola.



5.3.2 Modelación de la situación futura

Se realizó la modelación para 3 años con Transcaribe a partir de la fecha actual. Para la situación futura a 3 años se espera que el sistema de transporte masivo TRANSCARIBE, ya esté en operación al 100% esto quiere decir que todas las rutas de transporte actuales van a ser reemplazadas por las del sistema Transcaribe. Basados en estudios anteriores como el de (Pajaro, Quezada, & Torres, 2012) se trabajó con un incremento anual del 3 % en el transporte mixto realizando las respectivas proyecciones para 3 años, esto permitió la determinación del nivel de servicio proyectado. A continuación se presentaran las rutas principales que son las troncales, además de las pre-troncales, alimentadoras y complementaria

Tabla 34. Rutas troncales. Parámetros operacionales

OrigDest	RUTAS TRONCALES		
	Tipo Veh	capacidad	Frec(veh/hr)
Portal-centro	Articulado	140.00	12.00
Portal-centro	Articulado	140.00	13.33
Portal-Bocagrande	Padron	90.00	24.00
Portal-Crespo	Padron	90.00	13.33

Fuente: TRANSCARIBE

Tabla 35. Rutas pre-troncales. Parámetros operacionales

OrigDest	RUTAS PRETRONCALES		
	Tipo Veh	capacidad	Frec(veh/hr)
Campanos-13 junio-gaviotas-centro	Padron	90.00	20.00
Portal-bosque-centro	Articulado	130.00	6.67
Rodeo-España-Centro	Articulado	130.00	10.91
Term intermunicipal-Pedro Romero-centro	Padron	90.00	17.14
Ciudadela 2000-crisanto luque-Bocagrande	Padron	90.00	20.00
Variante-Centro por Av. Pedro de Heredia	Padron	90.00	12.00

Fuente: TRANSCARIBE



Tabla 36. Rutas alimentadoras. Parámetros operacionales

OrigDest	RUTAS ALIMENTADORAS		
	Tipo Veh	capacidad	Frec(veh/hr)
Variante-portal	Buseton	50.00	4.00
U tecnologica-portal	Buseton	50.00	8.00
Bayao-sbolivar-amparo	Buseton	50.00	15.00
Mandela-amparo	Buseton	50.00	7.06
U tecnol-socorro-portal	Buseton	50.00	9.23
Fredonia-portal	Buseton	50.00	13.33
Blasdelezo-amparo	Buseton	50.00	20.00
Campestre-amparo	Buseton	30.00	4.29
Nuevo bosque-amparo	Buseton	30.00	4.00
Amparo-Nuevo bosque	Buseton	30.00	4.00
Portal-Gallo-comfenalco-Portal	Buseton	50.00	10.00
Portal-Gallo-comfenalco-Portal	Buseton	50.00	6.32
pozon-portal	Buseton	50.00	30.00
El Gallo-Pradera	Buseton	50.00	20.00
El Gallo- Kra 92	Buseton	50.00	4.29
El Gallo- Vikingos	Buseton	50.00	13.33

Fuente: TRANSCARIBE

Tabla 37. Rutas complementarias. Parámetros operacionales

OrigDest	RUTAS COMPLEMENTARIAS		
	Tipo Veh	capacidad	Frec(veh/hr)
Mandela-centro	Buseton	50.00	8.00
Campestre-centro	Buseton	50.00	4.00
Blasdelezo-bazurto	Buseton	50.00	24.00
Socorro-centro	Buseton	50.00	7.06
Tierra baja-centro	Buseton	50.00	4.00
U tadeo-centro	Buseton	50.00	4.00
Santa lucia-Crisanto Luque-centro	Buseton	50.00	12.00
Membrilla-bazurto	Buseton	50.00	4.00
Pasacaballos-bazurto	Buseton	50.00	20.00
U tecnologica-Crisanto Luque-centro	Buseton	50.00	7.50
Boquilla-manga	Buseton	50.00	4.00
Ciudad2000-bazurto	Buseton	50.00	4.00
Ciudad2000-torices	Buseton	50.00	17.14
La Paz- Castillo Grande	Buseton	50.00	17.14
La Boquilla-Bazurto	Buseton	50.00	8.57
La Boquilla-El Laguito	Buseton	50.00	13.33

Fuente: TRANSCARIBE



En los anexos D se tienen la hora pico, la composición vehicular y la distribución por acceso para cada intersección, con o sin el transporte informal proyectado a 3 años.

A continuación se muestran un resumen de los datos arrojados después de correr el modelo de micro simulación para la situación proyectada a 3 años de las 5 intersecciones, con o sin el transporte informal.

5.3.2.1 Intersección 1: Av. Pedro de Heredia C.C La Plazuela.

Tabla 38. Resumen de resultados de simulación para situación futura. Intersección 1

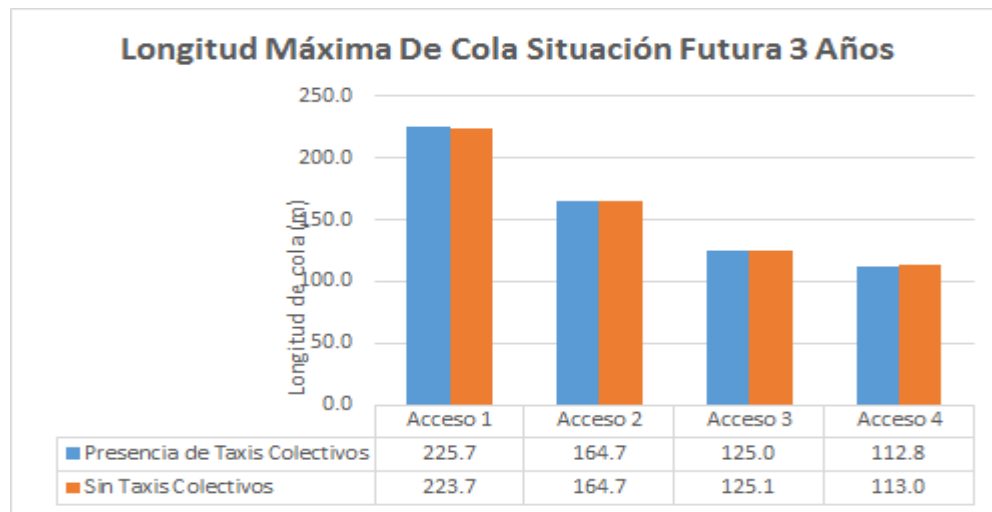
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE TAXIS COLECTIVOS	Acceso 1	137.3	225.7	123
	Acceso 2	118.4	164.7	
	Acceso 3	81.5	125.0	
	Acceso 4	86.2	112.8	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN TAXIS COLECTIVOS	Acceso 1	129.5	223.7	119
	Acceso 2	118.7	164.7	
	Acceso 3	86.5	125.1	
	Acceso 4	85.6	113.0	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la simulación se tiene que el promedio de demora total para la intersección 1 con o sin taxis colectivos arrojaron valores de 123 y 119 segundos respectivamente que ubica a esta intersección en nivel de servicio F según el manual HCM para intersecciones semaforizadas.



Figura 48. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 1



Fuente: Elaboración propia

De los resultados que nos muestra el gráfico de la figura 48 se observa que para el acceso 1 y 4 se presentan diferencias de cola por la presencia de taxis colectivos, la cual afectará la operación de las rutas alimentadoras y auxiliares ya que estas coinciden con el tráfico mixto.

5.3.2.2 Intersección 2: Av. Pedro de Heredia Cuatro vientos

Tabla 39. Resumen de resultados de simulación para situación futura. Intersección 2

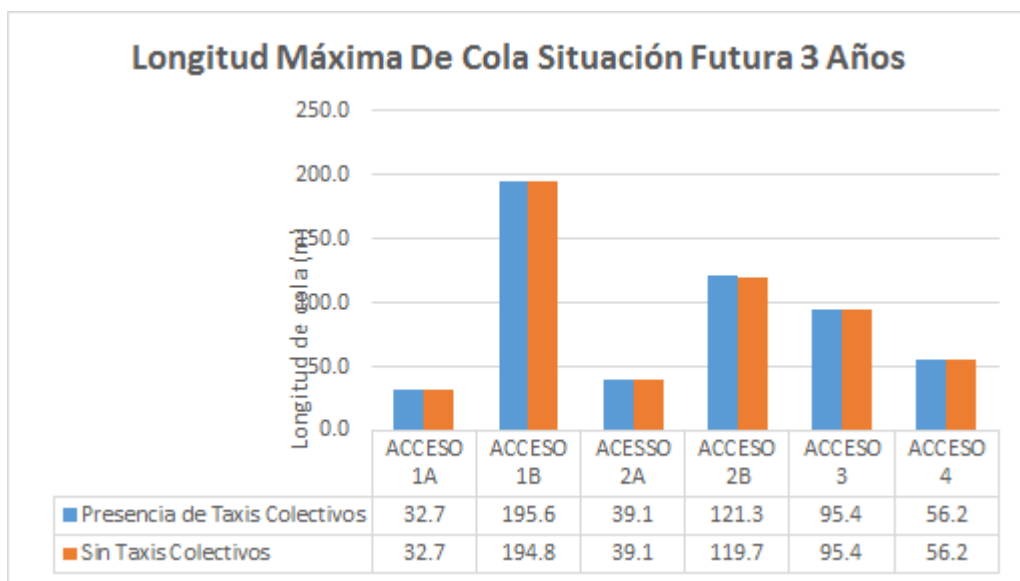
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE TAXIS COLECTIVOS	ACCESO 1A	5.0	32.7	56
	ACCESO 1B	102.2	195.6	
	ACCESO 2A	4.2	39.1	
	ACCESO 2B	62.7	121.3	
	ACCESO 3	38.3	95.4	
	ACCESO 4	20.5	56.2	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN TAXIS COLECTIVOS	ACCESO 1A	5	32.7	50
	ACCESO 1B	101	194.8	
	ACCESO 2A	4	39.1	
	ACCESO 2B	60	119.7	
	ACCESO 3	38	95.4	
	ACCESO 4	21	56.2	

Fuente: Elaboración propia



Como resultado de la simulación se tiene que cuando hay presencia de taxis colectivos el promedio de demora para la intersección 2 arroja el valor de 56 segundos esto ubica a la intersección en nivel de servicio E según el manual HCM para intersecciones semaforizadas. Sin embargo, cuando el transporte colectivo informal se comporta como un auto la demora promedio es 50 segundos y la intersección 2 se ubica en nivel de servicio D.

Figura 49. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 2



Fuente: Elaboración propia

De los resultados que nos muestra el gráfico de la figura 49 se observa que para los accesos 1B y 2B se presentan diferencias de cola por la presencia de taxis colectivos, la cual afectará la operación de las rutas alimentadoras y auxiliares ya que estas coinciden con el tráfico mixto.



5.3.2.3 Intersección 3: Av. Pedro de Heredia Mercado Bazurto

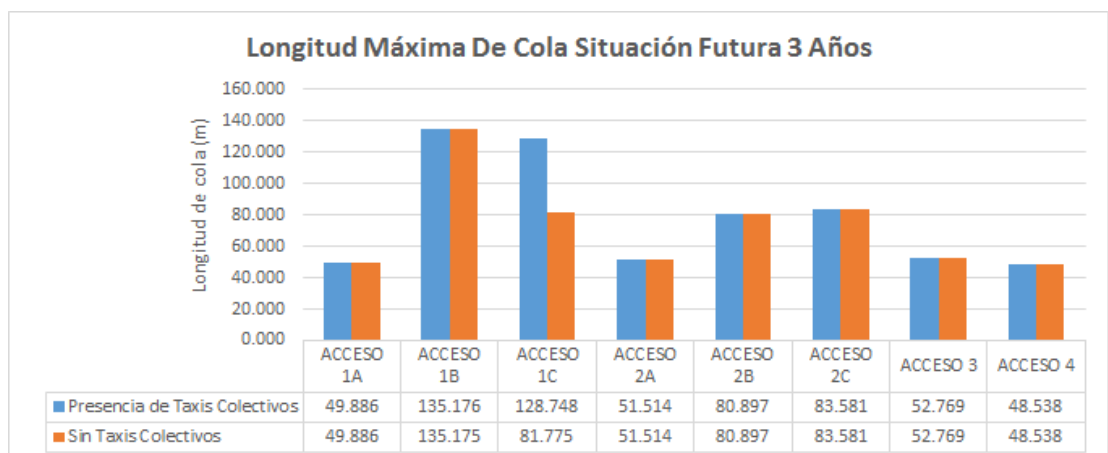
Tabla 40. Resumen de resultados de simulación para situación futura. Intersección 3

	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE TAXIS COLECTIVOS	ACCESO 1A	11.211	49.886	60
	ACCESO 1B	39.763	135.176	
	ACCESO 1C	40.839	128.748	
	ACCESO 2A	5.443	51.514	
	ACCESO 2B	44.567	80.897	
	ACCESO 2C	26.661	83.581	
	ACCESO 3	39.838	52.769	
	ACCESO 4	13.422	48.538	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN TAXIS COLECTIVOS	ACCESO 1A	11.211	49.886	58
	ACCESO 1B	39.552	135.175	
	ACCESO 1C	21.516	81.775	
	ACCESO 2A	5.443	51.514	
	ACCESO 2B	44.601	80.897	
	ACCESO 2C	25.722	83.581	
	ACCESO 3	39.578	52.769	
	ACCESO 4	13.375	48.538	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la simulación se tiene que el promedio de demora total para la intersección 3 con o sin taxis colectivos arrojaron valores de 60 y 58 segundos respectivamente que ubica a esta intersección en nivel de servicio F según el manual HCM para intersecciones semaforizadas.

Figura 50. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 3



Fuente: Elaboración propia



De los resultados que nos muestra el gráfico de la figura 50 se observa que para el acceso 1C se presentan diferencias de cola por la presencia de taxis colectivos, la cual afectará la operación de las rutas alimentadoras y auxiliares ya que estas coinciden con el tráfico mixto.

5.3.2.4 Intersección 4: Av. Pedro de Heredia Cra 17, Castillo De San Felipe

Tabla 41. Resumen de resultados de simulación sectores para situación futura.
Intersección 4

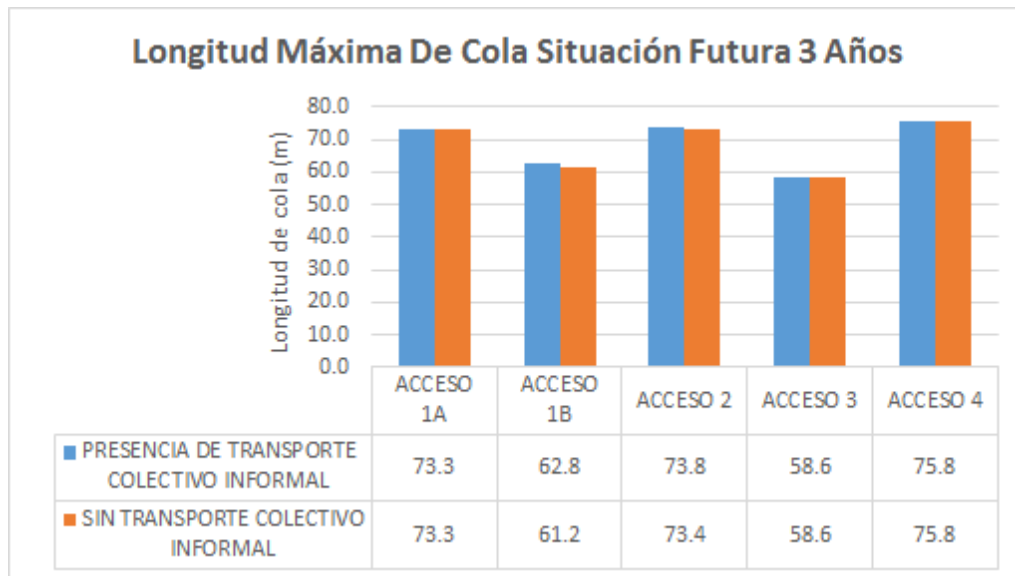
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE TRANSPORTE COLECTIVO INFORMAL	ACCESO 1A	12.6	73.3	33
	ACCESO 1B	28.0	62.8	
	ACCESO 2	35.5	73.8	
	ACCESO 3	11.8	58.6	
	ACCESO 4	12.2	75.8	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN TRANSPORTE COLECTIVO INFORMAL	ACCESO 1A	12.6	73.3	27
	ACCESO 1B	22.8	61.2	
	ACCESO 2	28.0	73.4	
	ACCESO 3	11.8	58.6	
	ACCESO 4	12.2	75.8	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la simulación se tiene que el promedio de demora total para la intersección 4 con o sin taxis colectivos arrojaron valores de 33 y 27 segundos respectivamente que ubica a esta intersección en nivel de servicio F según el manual HCM para intersecciones semaforizadas.



Figura 51. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 4



Fuente: Elaboración propia

De los resultados que nos muestra el gráfico de la figura 51 se observa que para los accesos 1B y 2 se presentan diferencias de cola por la presencia de transporte colectivo informal, la cual afectará la operación de las rutas alimentadoras y auxiliares ya que estas coinciden con el tráfico mixto.

5.3.2.5 Intersección 5: calle 43 con carrera 17

Tabla 42. Resumen de resultados de simulación para situación futura. Intersección 5

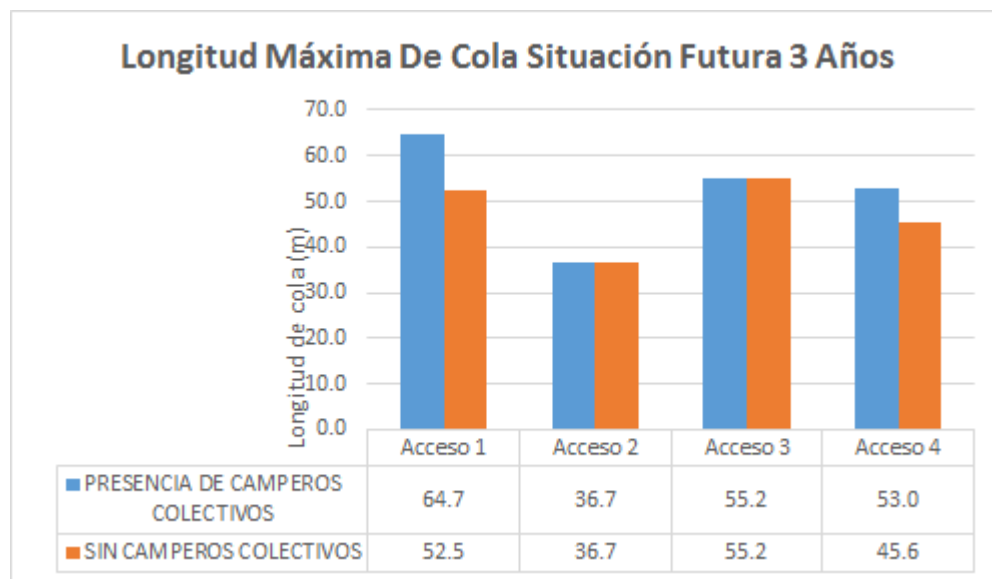
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
PRESENCIA DE CAMPEROS COLECTIVOS	Acceso 1	18.1	64.7	29
	Acceso 2	10.7	36.7	
	Acceso 3	17.7	55.2	
	Acceso 4	9.3	53.0	
	Calzada	QlenMin	QlenMax	DelayAvg(All)
SIN CAMPEROS COLECTIVOS	Acceso 1	17.7	52.5	27
	Acceso 2	10.7	36.7	
	Acceso 3	18.5	55.2	
	Acceso 4	7.4	45.6	

Fuente: Autores



Como resultado de la simulación se tiene que el promedio de demora total para la intersección 5 con o sin taxis colectivos arrojaron valores de 29 y 27 segundos respectivamente que ubica a esta intersección en nivel de servicio F según el manual HCM para intersecciones semaforizadas.

Figura 52. Longitud máxima de cola para situación futura. Intersección 5



Fuente: Elaboración propia

De los resultados que nos muestra el gráfico de la figura 52 se observa que para los accesos 1 y 4 se presentan diferencias de cola por la presencia de camperos colectivos, la cual incidirá en la operación de las rutas alimentadoras y auxiliares ya que estas coinciden con el tráfico mixto.

5.4 CARACTERIZACION DEL TRANSPORTE COLECTIVO

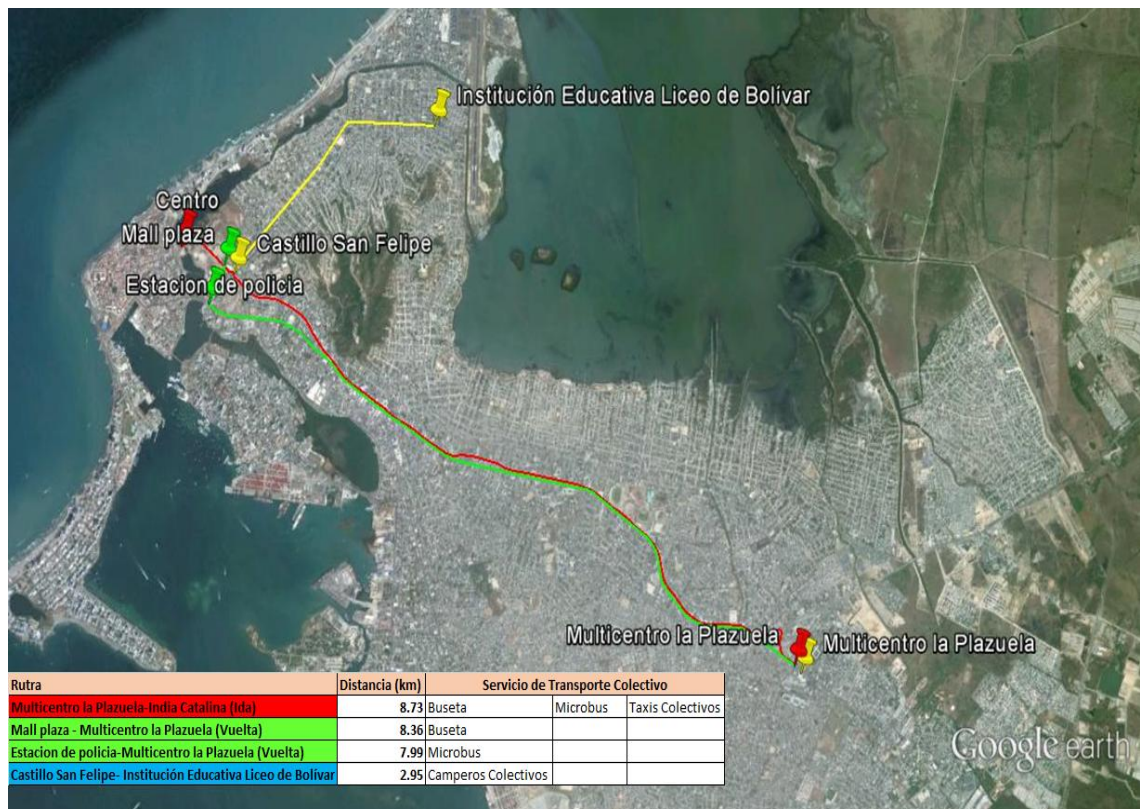
Se realizó la caracterización de cada tipo de transporte colectivo para determinar qué factores pueden influir en la preferencia de los usuarios tales como velocidad, índice de ocupación, etc, con base al estudio de ascenso y descenso de pasajeros.



5.4.1 Ascenso y descenso

Los estudios de Ascenso y Descenso de pasajeros fueron realizados en las siguientes rutas de Transporte colectivo formal e informal (figura 53)

Figura 53. Recorrido de las rutas estudiada



Fuente: Elaboración propia

Una vez que se obtuvo los datos se construyó el polígono de carga y las curvas de permanencia acumulada. Además, en las siguientes tablas se muestran los cálculos de las velocidades comerciales y de marcha, demoras, índice de pasajeros por kilómetro (IPK), promedio de pasajeros transportado por vehículo-km, Ocupación crítica e índice de rotación para cada ruta con sus respectivos transportes colectivos de estudio.



Tabla 43. Resumen de ascenso y descenso de pasajeros en transporte colectivos (ida)

RESUMEN DE ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJEROS EN TRANSPORTE COLECTIVOS (IDA)					
Tipo de transporte		Buseta	Micro bus	Taxi Colectivo	Campero Colectivo
Capacidad	sentados	33	19	4	8
	De pie	15	5	0	0
Distancia recorrida (km)		8.73	8.73	8.73	2.95
Pasajeros	Total de pasajeros transportado en un viaje	62	38	6	12
	Total ascenso	37	22	4	5
	Total desenso	40	24	5	4
	Indice de pasajeros por kilometro (IPK)	7.1	3.4	0.5	2
	pasajeros transportado por vehiculo-km	26	14.4	2.9	8
	Ocupacion critica	31	17	4	8
	Indice de rotacion (k)	1.19	1.29	1.5	1.5
Tiempo	Recorrido (min)	40	31	23	10
	Demoras (min)	15.42	10.15	8.25	2.42
Velocidad	comercial (km/h)	13.14	16.95	22.85	17.7
	marcha (km/h)	21.38	25.21	35.63	23.34

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Resumen de ascenso y descenso de pasajeros en transporte colectivos (vuelta)

RESUMEN DE ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJEROS EN TRANSPORTE COLECTIVOS (VUELTA)			
Tipo de transporte		Buseta	Micro bus
Capacidad	sentados	33	19
	De pie	15	5
Distancia recorrida (km)		8.36	7.99
Pasajeros	Total de pasajeros transportado en un viaje	74	33
	Total ascenso	32	9
	Total desenso	28	12
	Indice de pasajeros por kilometro (IPK)	8.8	4.1
	pasajero transportado por vehiculo-km	46.8	26.3
	Ocupacion critica	50	28
	Indice de rotacion (k)	0.64	0.32
Tiempo	Recorrido (min)	65	49
	Demoras (min)	32.52	23.93
Velocidad	comercial (km/h)	7.76	9.78
	marcha (km/h)	15.53	19.13

Fuente: Elaboración propia

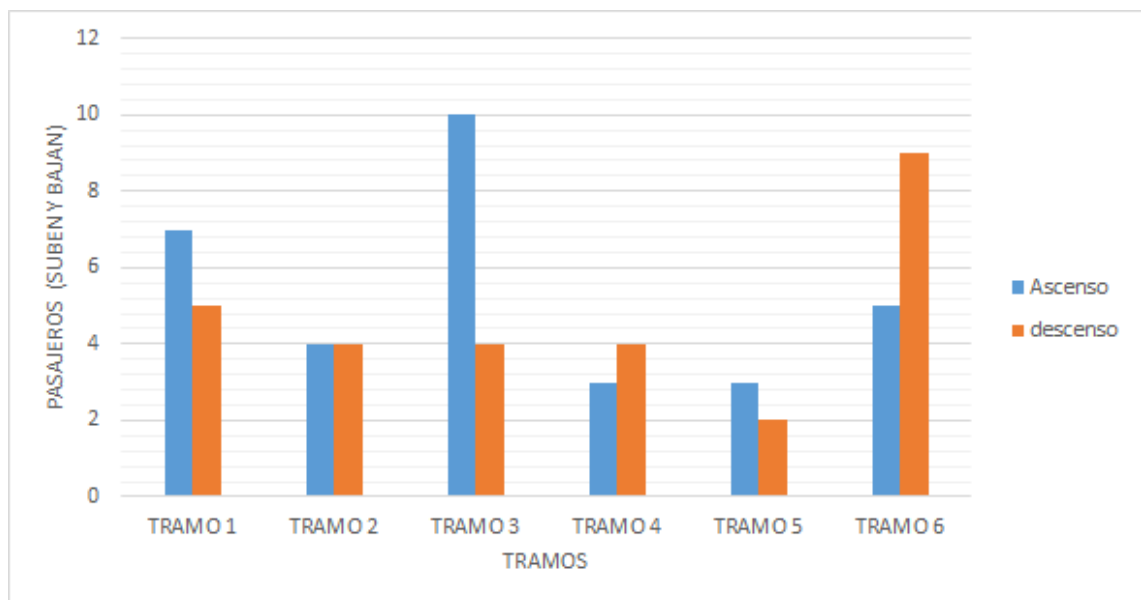


5.4.1.1 Ruta: Multicentro la Plazuela-India Catalina (Ida)

5.4.1.1.1 Transporte colectivo formal (Buseta)

De los datos que muestra la figura 54 se observa el número de pasajeros que quedan en cada sitio o tramo, teniendo en cuenta los que suben y bajan. El tramo en el que más se subieron pasajeros fue el 3 y en el que más descendieron fue el tramo 6.

Figura 54. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Buseta)

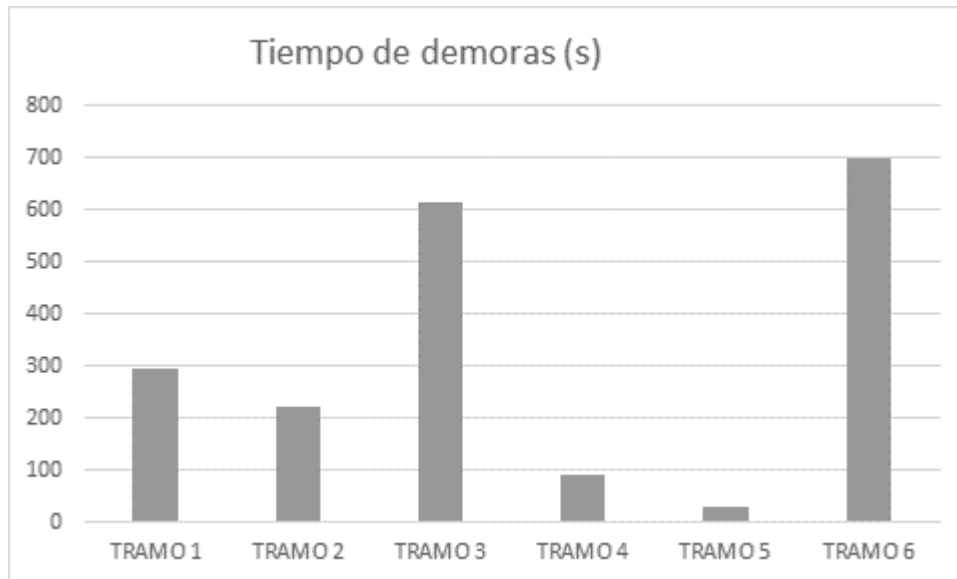


Fuente: Elaboración propia

En la figura 55 se observa que para el recorrido de vuelta el tramo 6 tiene el mayor tiempo de demora y la causa principal por la que el vehículo permaneció más tiempo detenido fue por congestión vehicular (Figura 56).

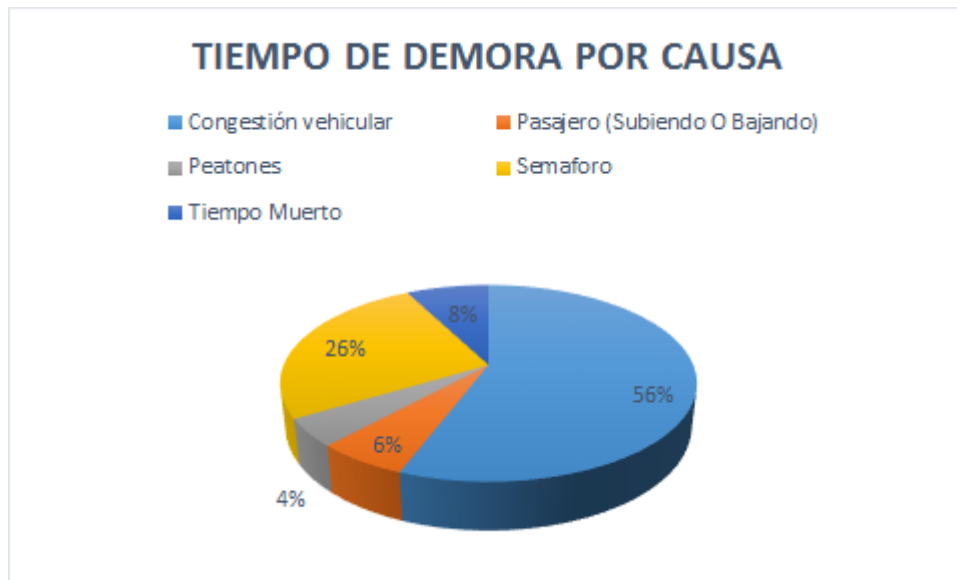


Figura 55. Tiempo de demoras (Buseta)



Fuente: Elaboración propia

Figura 56. Tiempo de demoras por causa (Buseta)

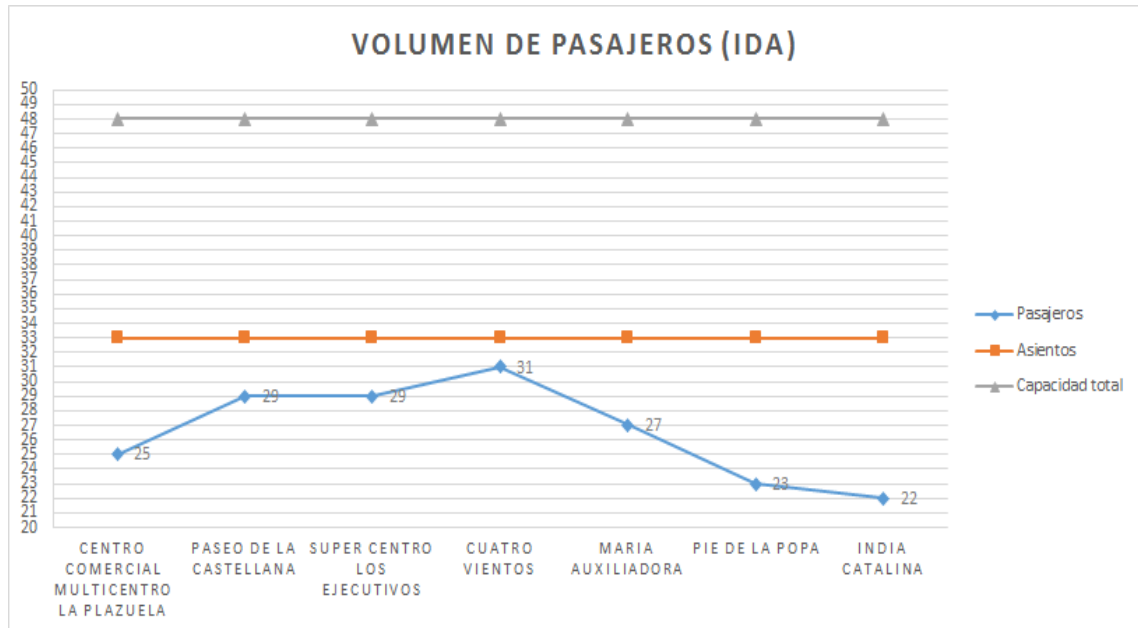


Fuente: Elaboración propia



Para el recorrido de ida se observa que en el punto de control de los cuatro vientos se presenta la máxima ocupación del vehículo sin llegar a la capacidad máxima de este, debido a que la demanda de pasajeros en ese periodo es baja (Figura 57).

Figura 57. Grafica de Permanencia acumulada (Buseta)



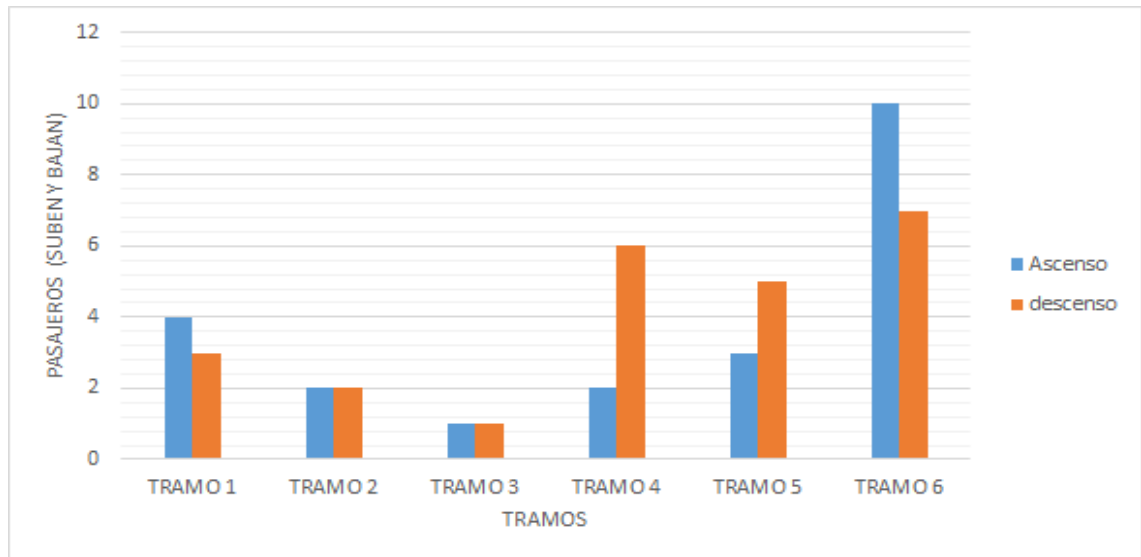
Fuente: Elaboración propia

5.4.1.1.2 Transporte colectivo formal (Microbus)

De los datos que muestra la figura 58 se observa el número de pasajeros que quedan en cada sitio o tramo, teniendo en cuenta los que suben y bajan. El tramo en el que más se subieron y bajaron pasajeros fue el tramo 6.



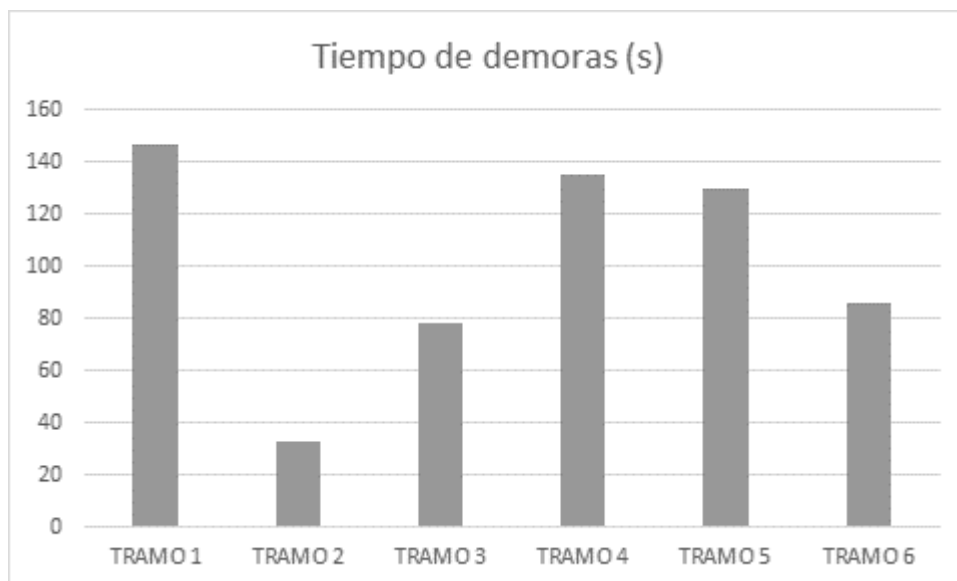
Figura 58. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Microbus)



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 59 se observa que para el recorrido de vuelta el tramos 1 tiene el mayor tiempo de demora y la causa principal por la que el vehículo permaneció más tiempo detenido fue por la presencia de semáforos (figura 60)-

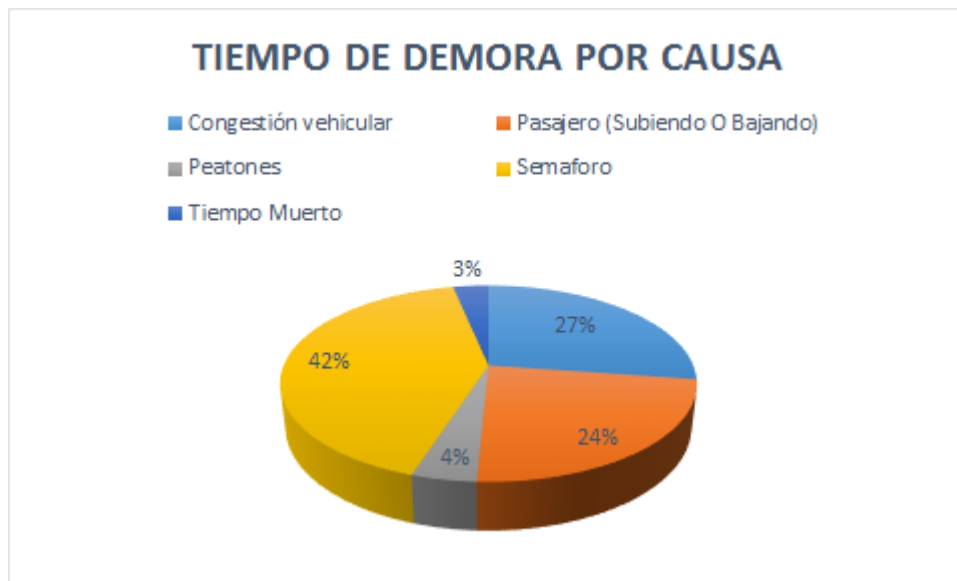
Figura 59. Tiempo de demoras (Microbus)



Fuente: Elaboración propia



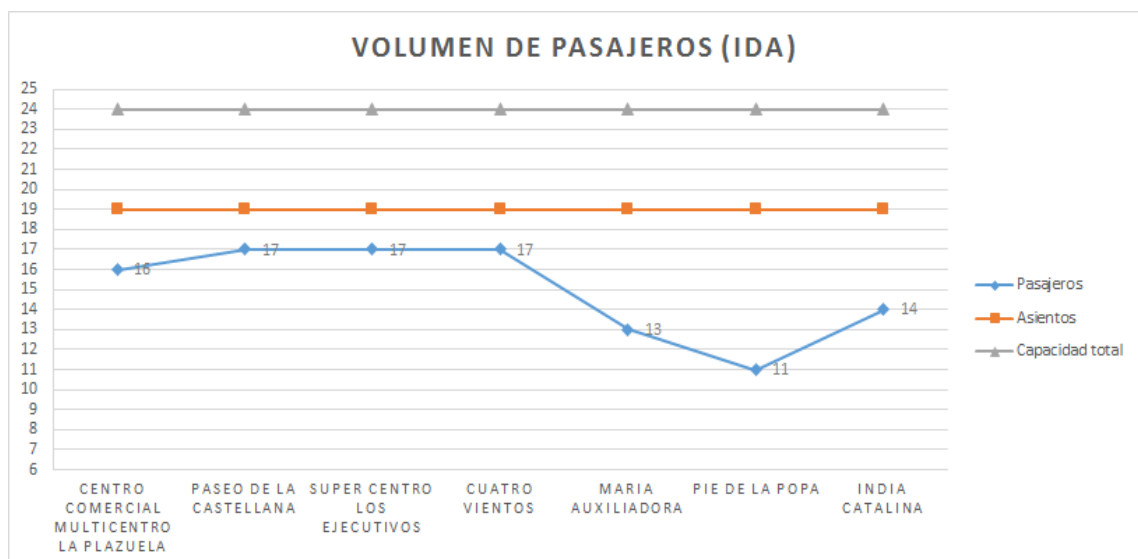
Figura 60. Tiempo de demoras por causa (Microbus)



Fuente: Elaboración propia

Para el recorrido de ida se observa que desde el C.C La Plazuela hasta los cuatro vientos el vehículo presenta la máxima ocupación, sin embargo, la ocupación no llega a la capacidad máxima del vehículo, debido a que la demanda de pasajeros en ese periodo es baja (Figura 61).

Figura 61. Grafica de Permanencia acumulada (Microbus)



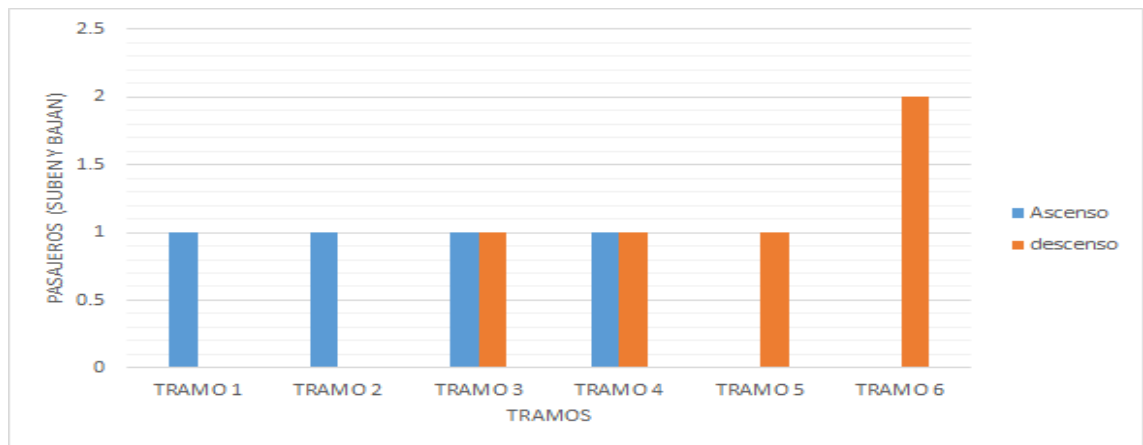
Fuente: Elaboración propia



5.4.1.1.3 Transporte colectivo informal (Taxi Colectivo)

De los datos que muestra la figura 62 se observa que en los tramos 1 y 2 solo se presenta ascenso de pasajeros, debido a que la mayoría de los pasajeros van directamente hacia el centro de la ciudad. Los tramos 5 y 6 corresponden a los tramos de destino de la mayoría de pasajeros.

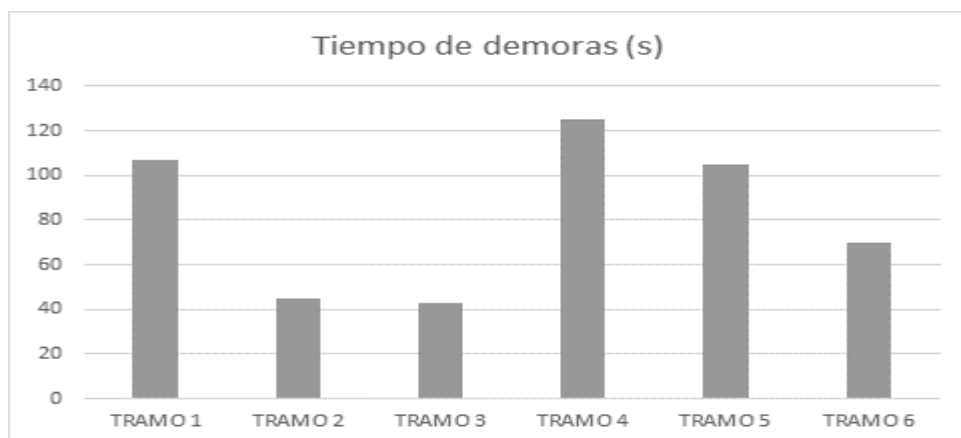
Figura 62. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Taxi Colectivo)



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 63 se observa que el tramo 4 tiene el mayor tiempo de demora y la causa principal por la que el vehículo permaneció más tiempo detenido fue por la presencia de semáforos (figura 64)

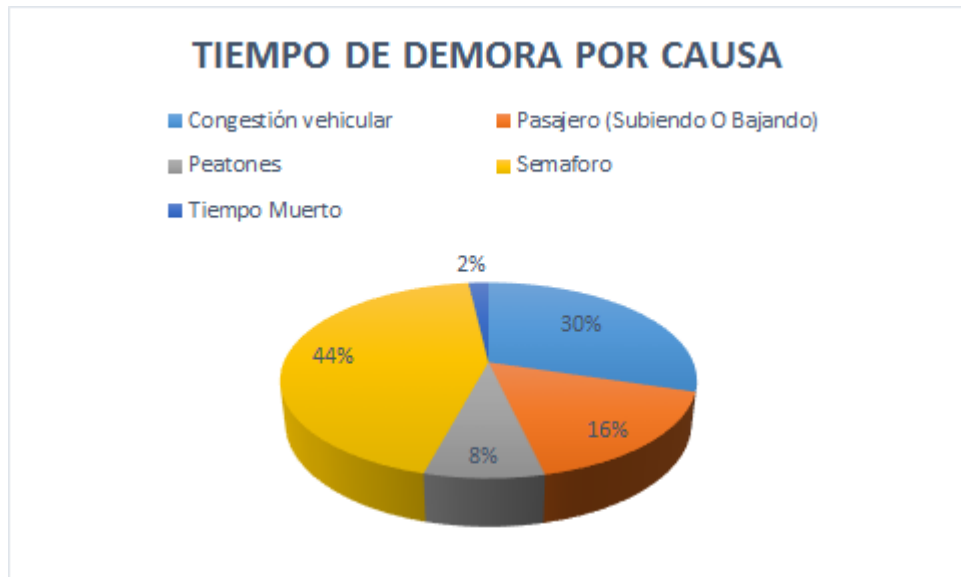
Figura 63. Tiempo de demoras (Taxi Colectivo)



Fuente: Elaboración propia



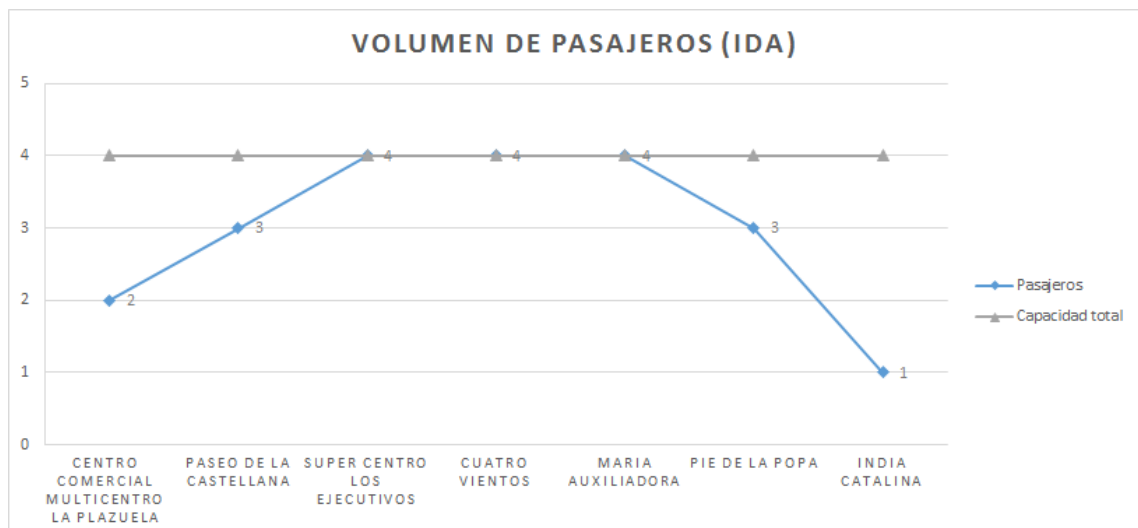
Figura 64. Tiempo de demoras por causa (Taxi Colectivo)



Fuente: Elaboración propia

Para el recorrido de ida se observa que en los puntos Súper Centro Los Ejecutivos hasta María Auxiliadora el vehículo llega a su capacidad máxima, debido a que la demanda de pasajeros en ese periodo es alta. (Figura 65).

Figura 65. Grafica de Permanencia acumulada (Taxi Colectivo)



Fuente: Elaboración propia

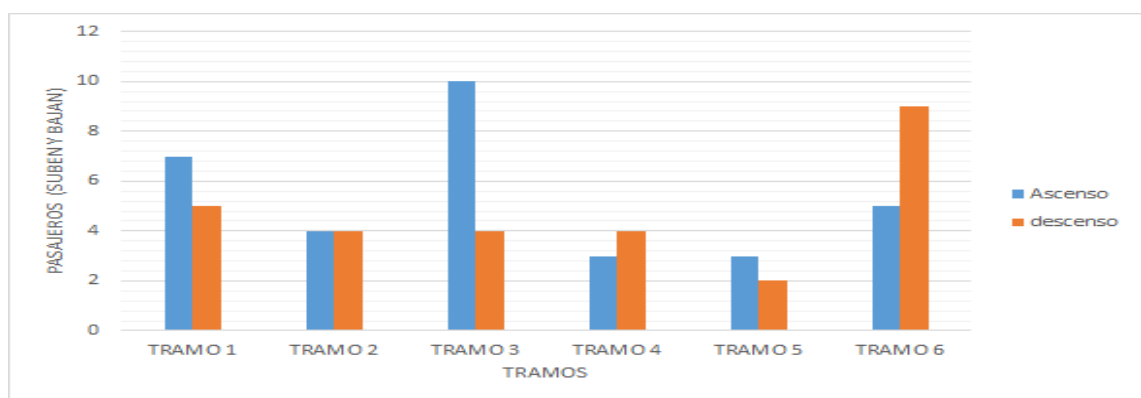


5.4.1.2 Ruta: Mall plaza - Multicentro la Plazuela (Vuelta)

5.4.1.2.1 Transporte colectivo formal (Buseta)

De los datos que muestra la figura 66 se observa que, para el recorrido de vuelta, en el tramo 3 se suben el mayor número de pasajeros y en el tramo 6 el mayor número de pasajeros que descienden.

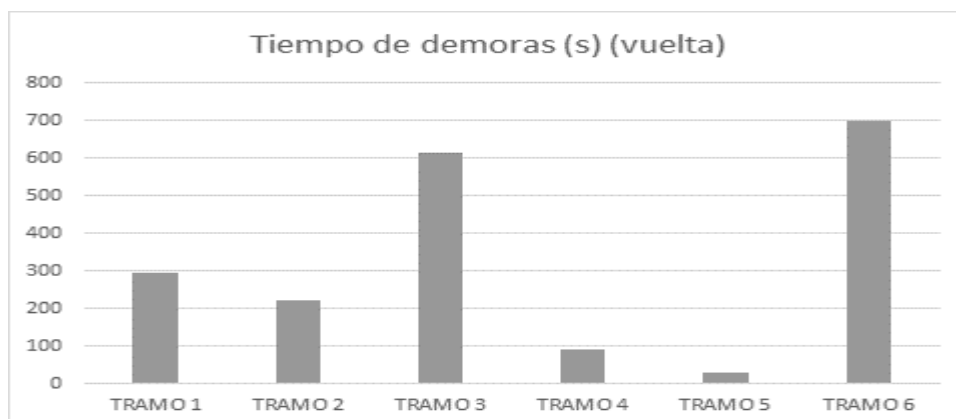
Figura 66. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Buseta)



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 67 se observa que para el recorrido de vuelta el tramo 6 tiene el mayor tiempo de demora y la causa principal por la que el vehículo permaneció más tiempo detenido fue por congestión vehicular (figura 68)

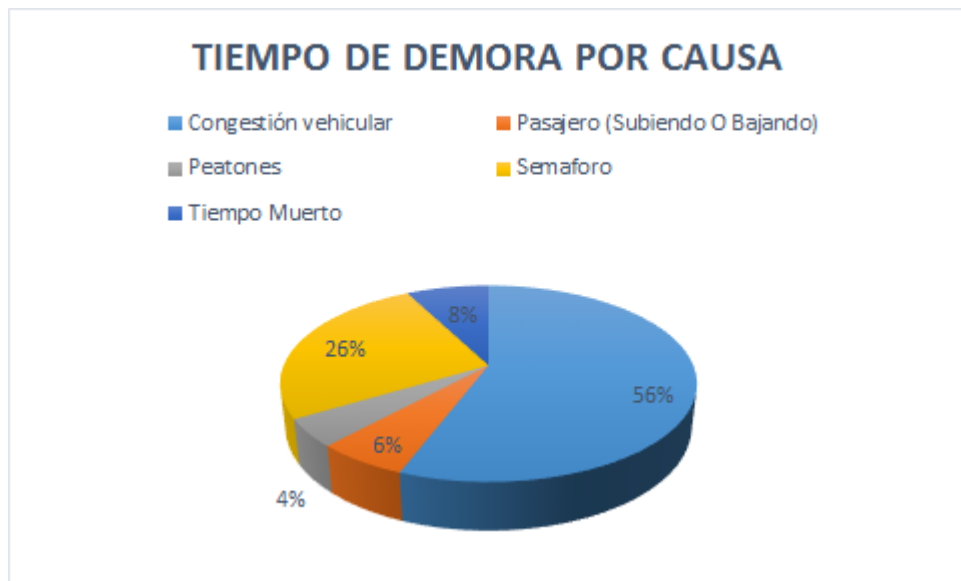
Figura 67. Tiempo de demoras (Buseta)



Fuente: Elaboración propia



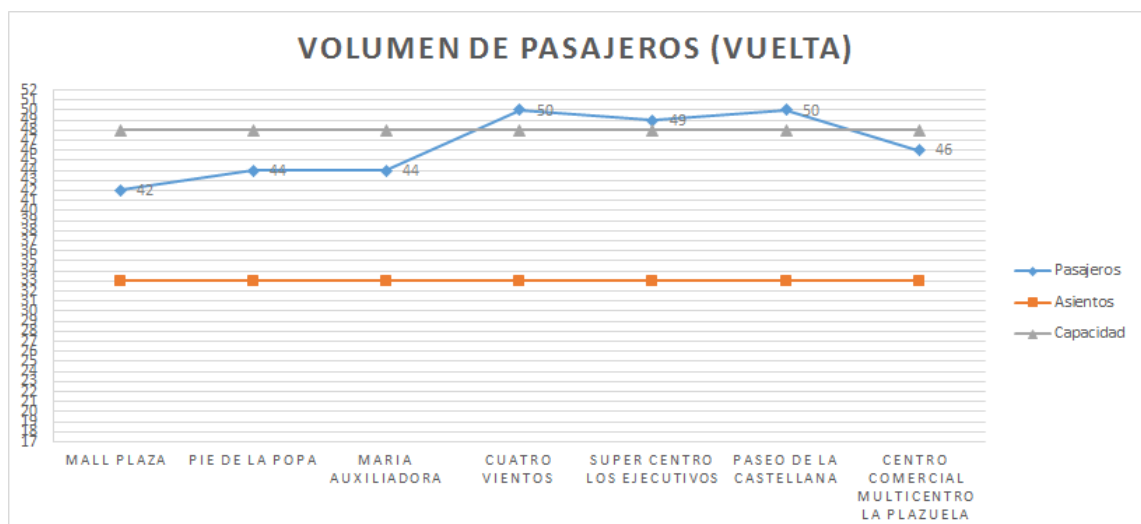
Figura 68. Tiempo de demoras por causa (Buseta)



Fuente: Elaboración propia

Para el recorrido de vuelta se observa que en los puntos Súper Centro Los Ejecutivos hasta María Auxiliadora el vehículo llega a su capacidad máxima, debido a que la demanda de pasajeros en ese periodo es alta y todos se dirigen hacia el sur de la ciudad (figura 69).

Figura 69. Grafica de Permanencia acumulada (Buseta)



Fuente: Elaboración propia

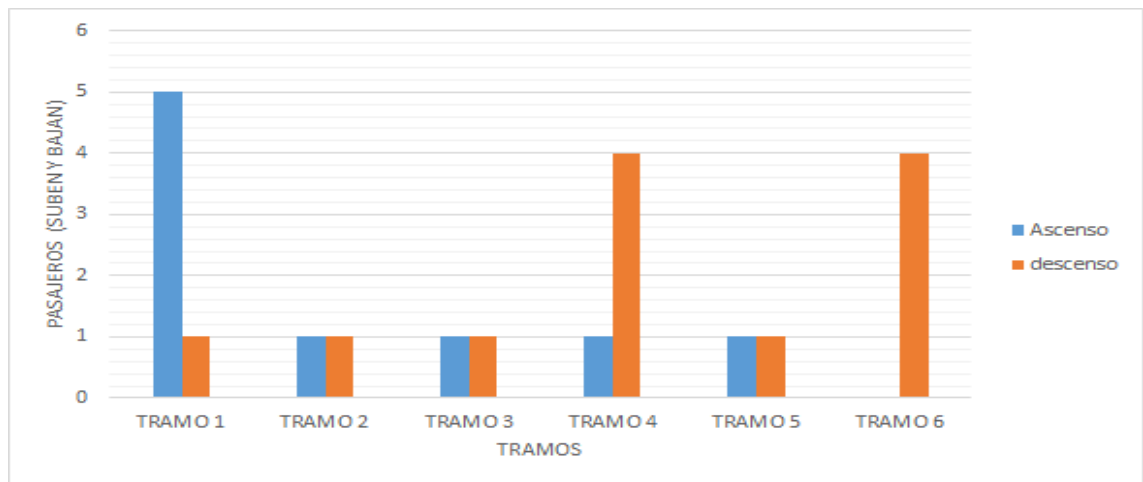


5.4.1.3 Ruta: Estación de policía - Multicentro la Plazuela (Vuelta)

5.4.1.3.1 Transporte colectivo formal (Microbus)

De los datos que muestra la figura 70 se observa que, para el recorrido de vuelta, en el tramo 1 se suben el mayor número de pasajeros y en los tramos 4 y 6 el mayor número de pasajeros que descienden.

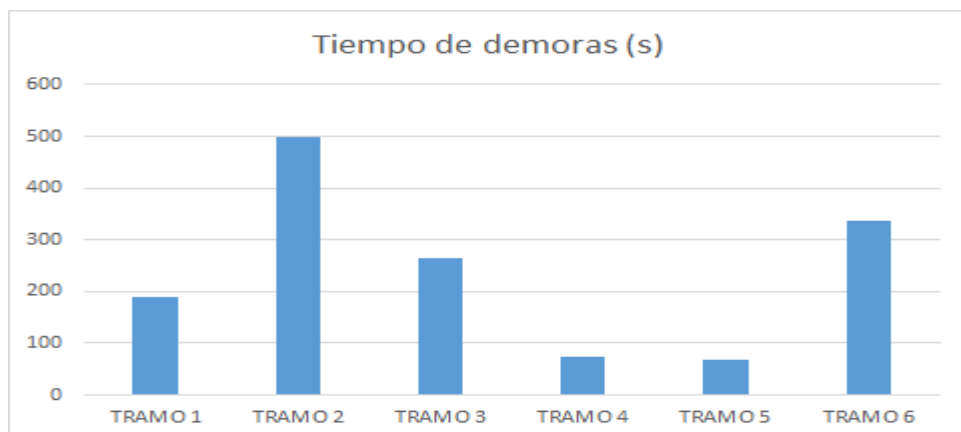
Figura 70. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Microbus)



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 71 se observa que para el recorrido de vuelta el tramo 2 tiene el mayor tiempo de demora y la causa principal por la que el vehículo permaneció más tiempo detenido fue por congestión vehicular (gráfica 72).

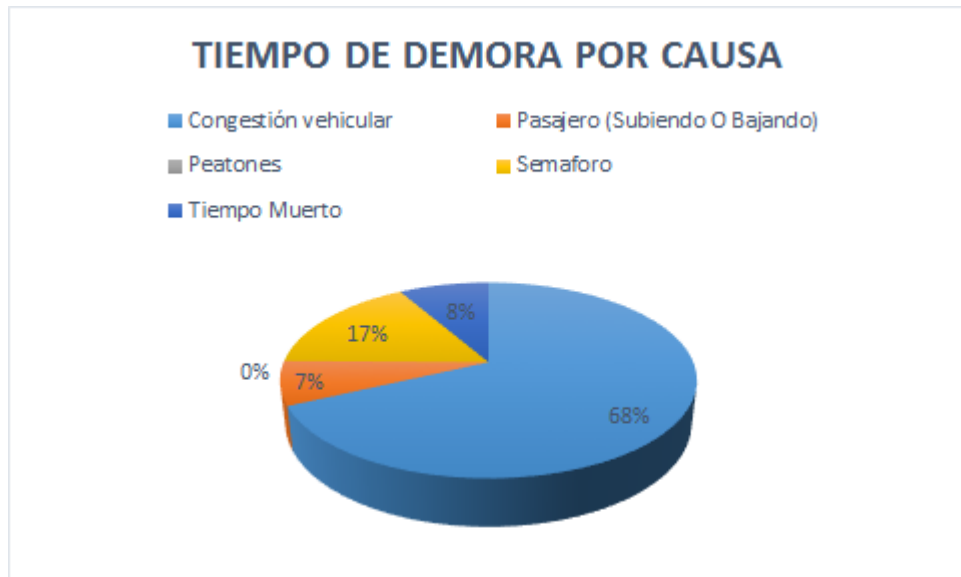
Figura 71. Tiempo de demoras (Microbus)



Fuente: Elaboración propia



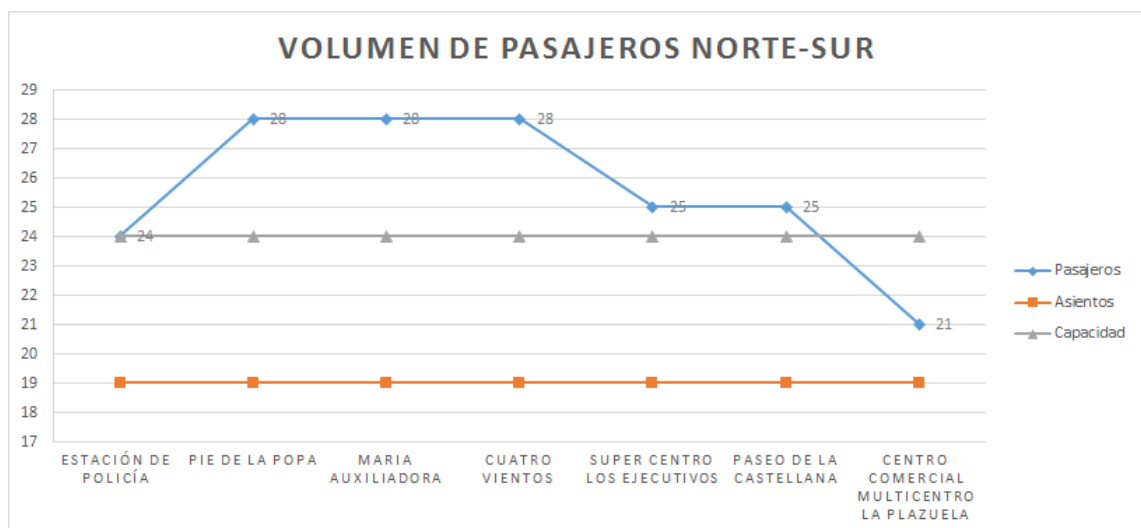
Figura 72. Tiempo de demoras por causa (Microbus)



Fuente: Elaboración propia

Se observa en la siguiente grafica (figura 73) que desde que inicia el recorrido de vuelta el vehículo llega a su capacidad máxima y solo hasta que llegó a si destino la ocupación disminuyo, debido a que la demanda de pasajeros en ese periodo es alta y todos tienen como destino el sur de la ciudad

Figura 73. Grafica de Permanencia acumulada (Microbus)



Fuente: Elaboración propia



5.4.1.4 Ruta: Castillo San Felipe- Institución Educativa Liceo de Bolívar

5.4.1.4.1 Transporte colectivo informal (Campero Colectivo)

De los datos que muestra la figura 74 se observa que en el recorrido realizado por el campero, en el tramo 1 se suben el mayor número de pasajeros y en los dos tramos de estudio descienden el mismo número de pasajeros.

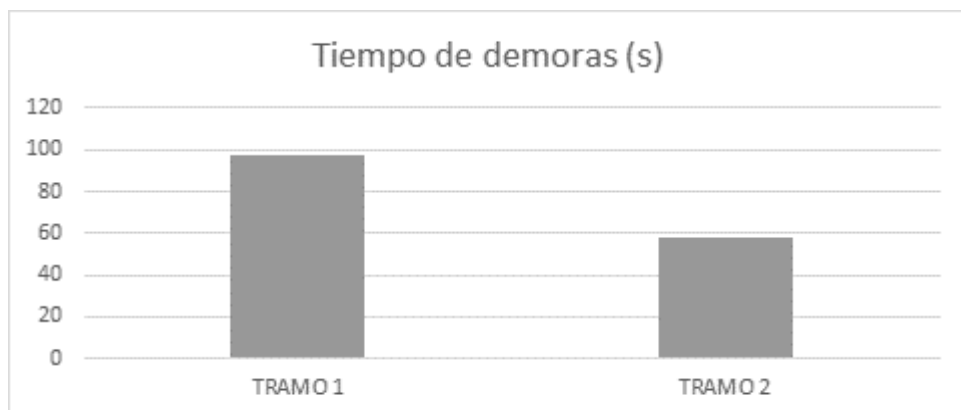
Figura 74. Número de pasajeros que ascienden y descienden (Campero Colectivo)



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 75 se observa que el tramo 1 presenta el mayor tiempo de demora y la causa principal por la que el vehículo permaneció más tiempo detenido fue por recoger o dejar pasajeros.

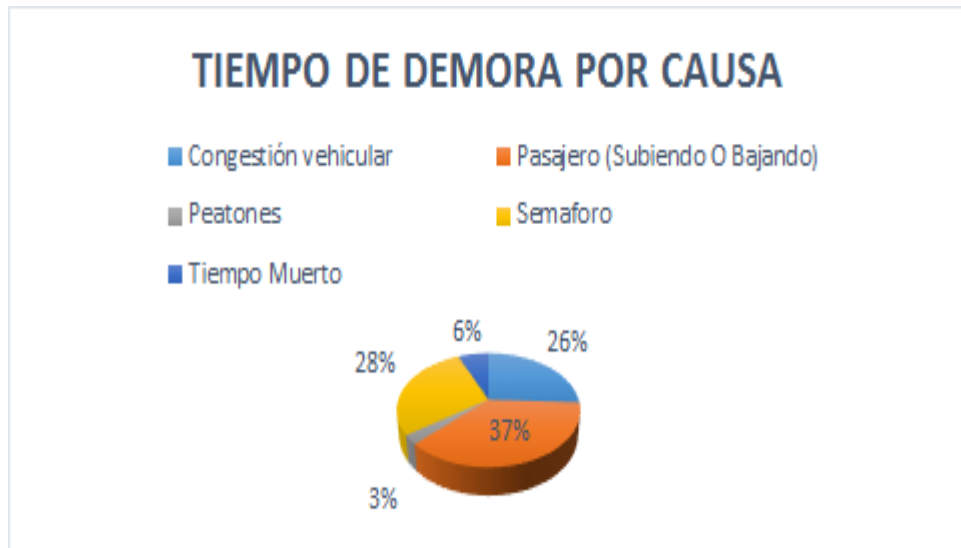
Figura 75. Tiempo de demoras (Campero Colectivo)



Fuente: Elaboración propia



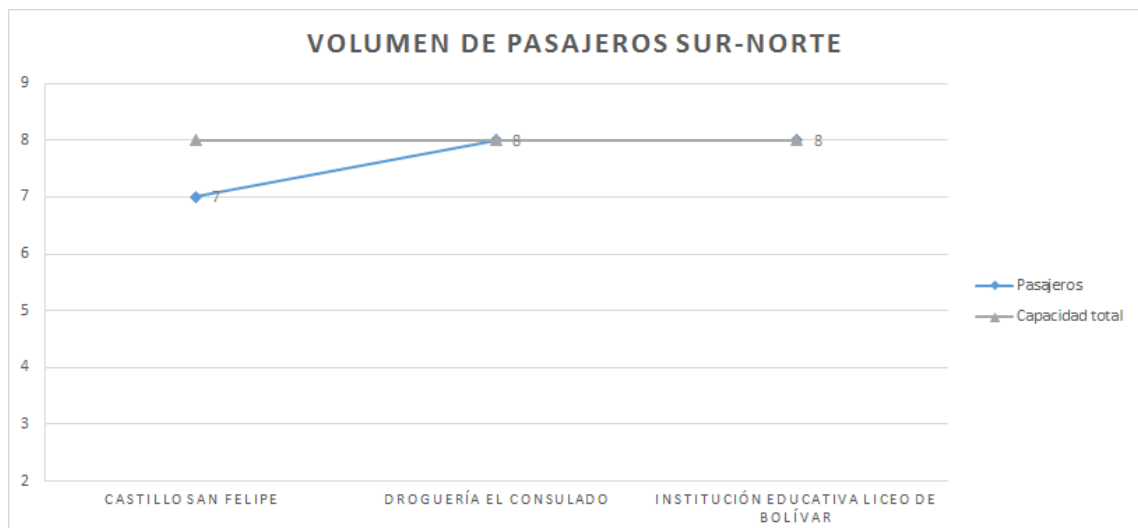
Figura 76. Tiempo de demoras por causa (Campero Colectivo)



Fuente: Elaboración propia

Se observa en la siguiente grafica (figura 77) que en el punto Droguería El Consulado el vehículo llega a su capacidad máxima y se mantiene hasta llegar a su destino, debido a que la demanda de pasajeros en ese periodo es alta.

Figura 77. Grafica de Permanencia acumulada (Campero Colectivo)



Fuente: Elaboración propia



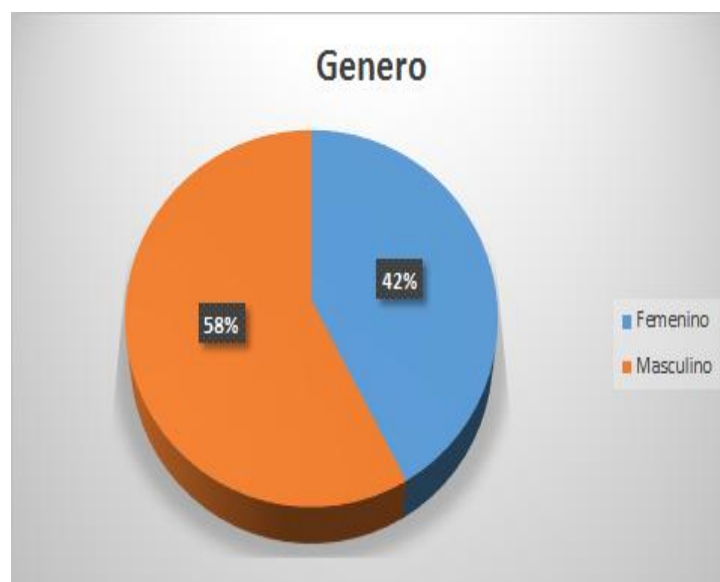
5.5 ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN

Las encuestas de percepción ciudadana se realizaron a 140 personas usuarios de Transporte Colectivo sin manejar ningún procedimiento de muestreo, pues el objetivo de esta era conocer los factores que influyen en la preferencia de los usuarios por el transporte colectivo ilegal y los efectos de este en el transporte formal.

5.5.1 Información general

Se encuestaron 140 usuarios de los cuales un 42% es femenino y un 58% masculino (figura 78). Esta investigación estableció unos rangos de edad para lograr segregar a los usuarios, la figura 79 muestra que la concentración mayor de usuarios del transporte colectivo se encuentra en edades de 30 años en adelante, seguidos por jóvenes de 18 a 30 años.

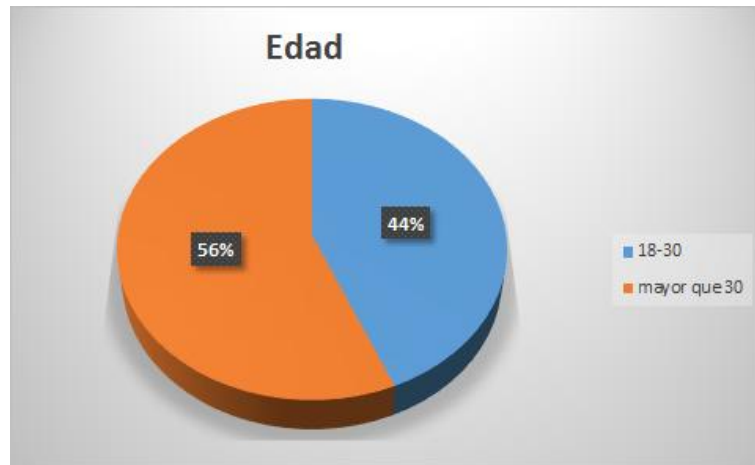
Figura 78. Genero



Fuente: Elaboración propia



Figura 79. Edad



Fuente: Elaboración propia

Una de las características de interés en la investigación lo era la ocupación de los usuarios. La Figura 3 presenta la distribución de las ocupaciones de los usuarios entrevistados. Se muestra que el porcentaje mayor de usuarios pertenece a los empleados, con un 36%, seguido por estudiantes con un 18% y desempleados con un 17%. En cambio los porcentajes menores los obtienen las categorías: trabajador independiente y personas que estudian y trabajan.

Figura 80. Ocupación de los usuarios



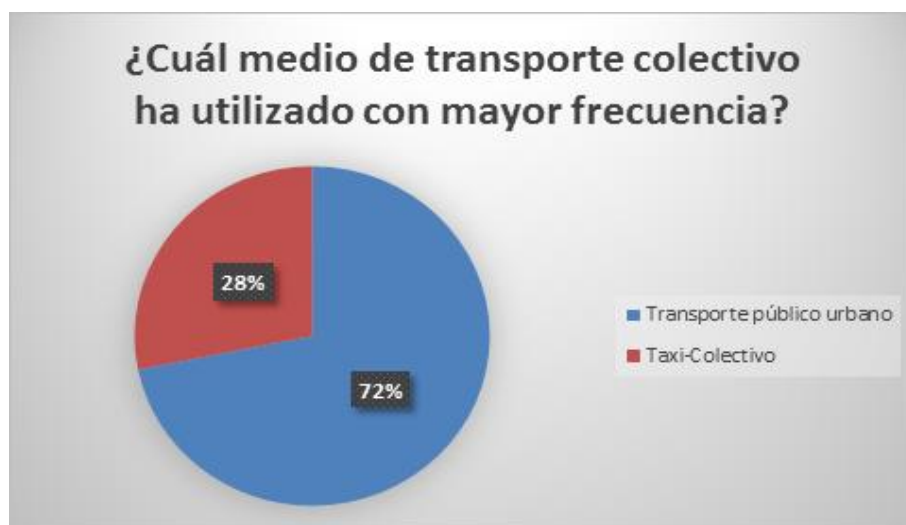
Fuente: Elaboración propia



5.5.2 Información sobre el Transporte

Para considerar el efecto de la percepción del usuario se debe determinar la frecuencia con que utiliza el sistema y así verificar si la persona tiene criterio para evaluarlo. La figura 81 presenta la distribución de uso del transporte colectivo con un porcentaje mínimo de 28% para el transporte taxi-colectivo

Figura 81. Medio de transporte colectivo utilizado con mayor frecuencia



Fuente: Elaboración propia

Con el propósito de conocer la razón por la que los usuarios por opción o aquellos que indicaron que utilizan la transportación colectiva, el cuestionario preguntó la razón principal para usar el transporte colectivo. La figura 82 presenta diferentes razones que los usuarios indicaron con sus respectivas frecuencias y por cientos. La tabla indica que del porcentaje mayor de usuarios (140 usuarios), el 47% lo utiliza por su rapidez. El 28% indicó que lo utiliza por comodidad y el 12% por disponibilidad.



Figura 82. Principales razones por la que toman el taxi colectivo



Fuente: Elaboración propia

En las figuras siguientes se muestra que un poco más de la mitad de los usuarios frecuentan el transporte público urbano por disponibilidad con un 51% seguido de la rapidez con un 19% y la mayoría de los encuestados consideran a TRANSCARIBE como una alternativa de transporte colectivo.

Figura 83. Principales razones por la que toman el transporte público urbano



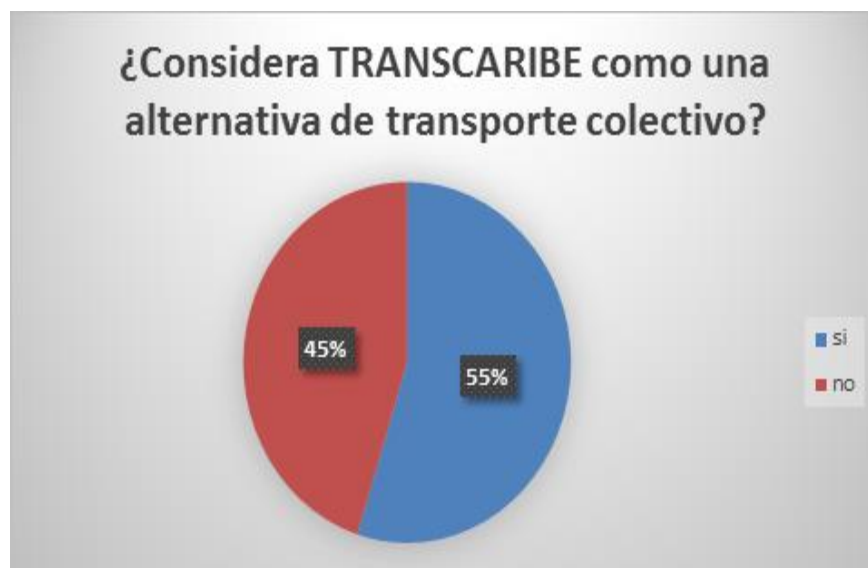
Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la investigación que se realizó a través de las encuestas coincide con las conclusiones que se obtuvieron en el proyecto “TRANSPORTE



PÚBLICO EN CARTAGENA: ¿QUÉ FACTORES DETERMINAN LAS PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS?” (González, Arrieta, & Cartagena, 2005), elaborado por la Universidad Tecnológica de Bolívar. En esta investigación concluyeron que los tres factores más importantes que determinan la decisión de los usuarios sobre cuál medio de transporte usar para desplazarse hacia su lugar de estudio o trabajo son la disponibilidad (buses y rutas), tarifa y rapidez del transporte.

Figura 84. **Percepción TRANSCARIBE**



Fuente: Elaboración propia

5.5.3 Percepción de los usuarios

Específicamente, se indagó sobre la opinión que tiene sobre el tiempo que requiere caminar para acceder al sistema de TPCU (en minutos), desde su origen. El 39% consideran entre 5 y 7 minutos ideales para llegar hasta el lugar donde toma el TPCU.



Figura 85. Tiempo ideal de llegada desde el origen hasta el lugar donde se toma el transporte colectivo



Fuente: Elaboración propia

En la figura 86 se presenta la opinión que tienen los usuarios sobre el tiempo que demora caminar para acceder al Transporte público urbano, desde su origen hasta la parada. El 39% demoran entre 5 y 6 minutos para llegar hasta el lugar donde toma el taxi-colectivo.

Figura 86. Tiempo que demoran llegar desde el origen hasta el lugar donde se toma el transporte público urbano



Fuente: Elaboración propia

En la figura 87 se presenta la opinión que tienen los usuarios sobre el tiempo que demora caminar para acceder al taxi-colectivo, desde su origen hasta la parada. El 39% demoran entre 5 y 6 minutos para llegar hasta el lugar donde toma el taxi-colectivo.



Figura 87. Tiempo que demoran llegar desde el origen hasta el lugar donde se toma el taxi colectivo



Fuente: Elaboración propia

Con respecto al tiempo de espera, en promedio los usuarios esperan de 5 a 10 minutos para abordar el vehículo colectivo. El 61% manifestaron que su tiempo de espera fue entre 1 y 10 minutos. Un 39% de los pasajeros opinan que los tiempos de espera son inadecuados (figura 88)

Figura 88. Tiempo de espera en paradero



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las condiciones ideales para el usuario, presentadas en la figura 88, la percepción que tiene el usuario referente al tiempo que debe esperar para tomar el transporte público urbano no es el que espera (Ver figura 89), mientras que para el taxi-colectivo los tiempos son menores, entre 11 y 15 minutos. (Ver figura 89)

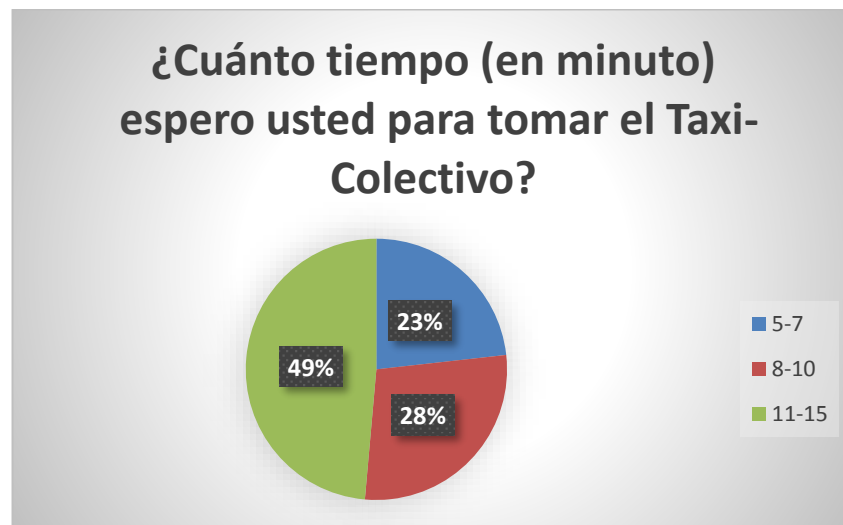


Figura 89. Tiempo de espera en paradero para el transporte público urbano



Fuente: Elaboración propia

Figura 90. Tiempo de espera en paradero para el taxi colectivo

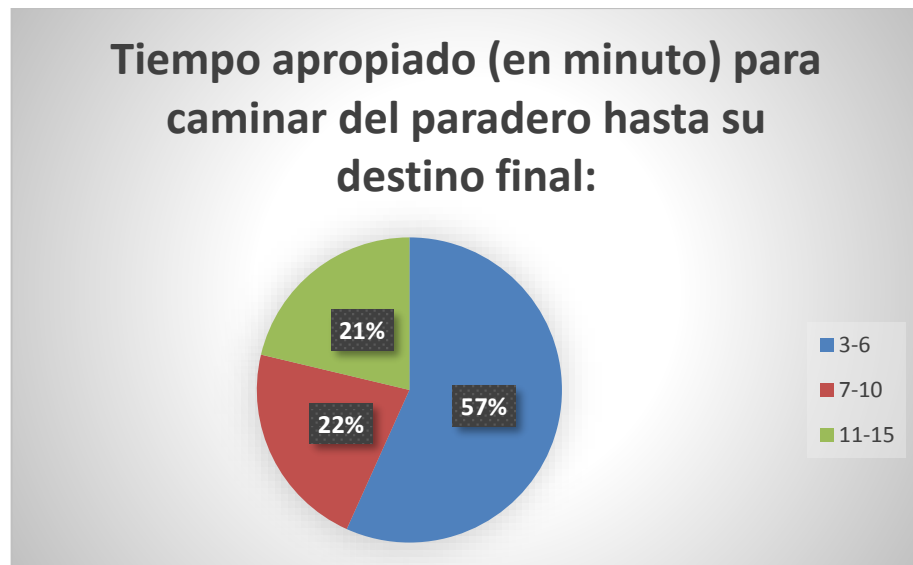


Fuente: Elaboración propia

Con respecto al tiempo apropiado para caminar del paradero hasta su destino final, en promedio los usuarios caminan de 3 a 6 minutos. El 57% manifestaron que su tiempo de caminata fue entre 1 y 6 minutos. Un 21% de los pasajeros opinan que los tiempos de espera son inadecuados (figura 90)



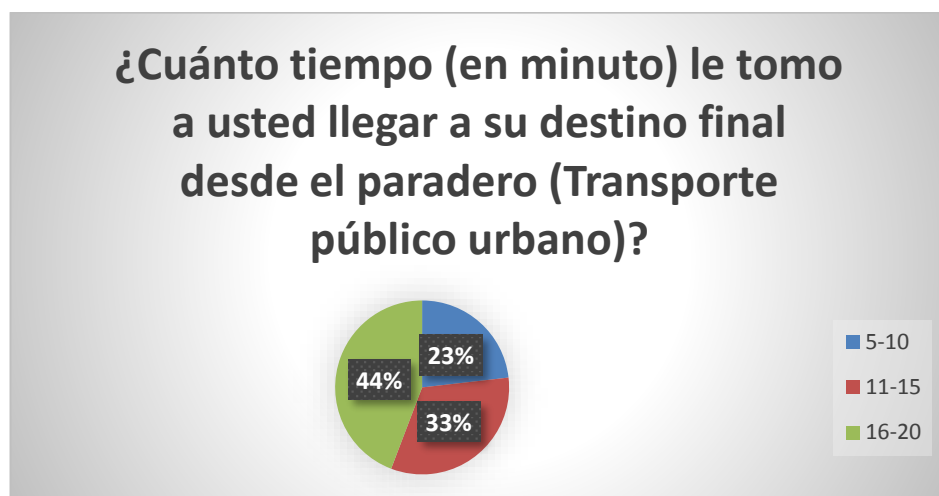
Figura 91. Tiempo ideal de llegada desde el paradero hasta el destino final



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las condiciones ideales para el usuario, presentadas en la figura 91, la percepción que tiene el usuario referente al tiempo que le tomo llegar a su destino final desde el paradero (transporte público urbano) no es el que espera (figura 92), mientras que para el taxi-colectivo los tiempos son menores, entre 3 y 5 minutos (figura 93).

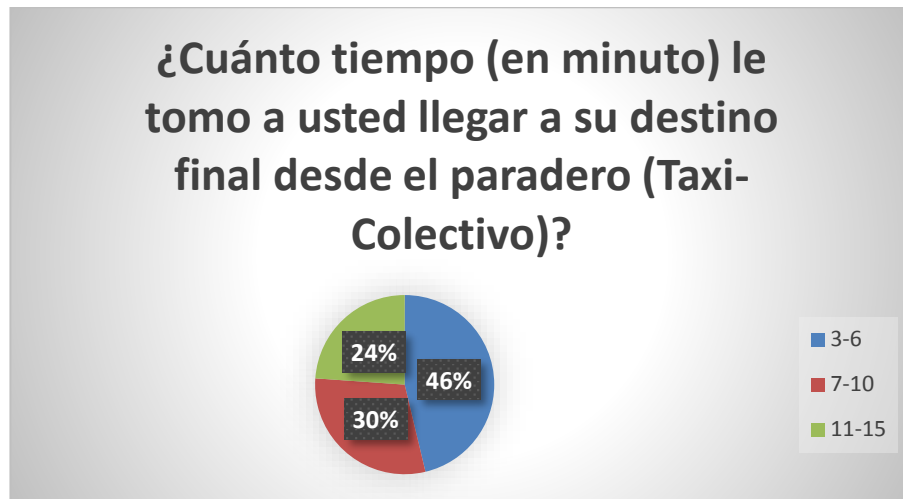
Figura 92. Tiempo que demoran llegar desde el paradero hasta el destino final (transporte público urbano)



Fuente: Elaboración propia



Figura 93. Tiempo que demoran llegar desde el paradero hasta el destino final (taxi colectivo)



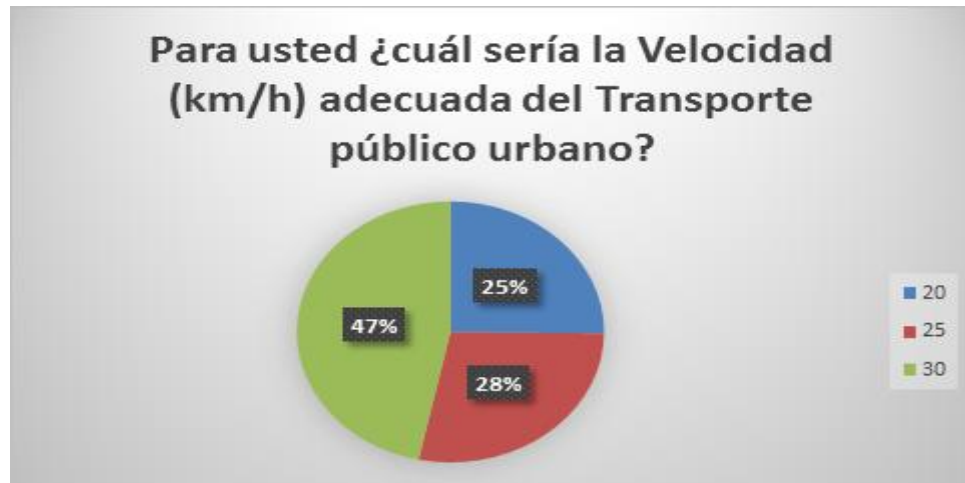
Fuente: Elaboración propia

En las figuras 94 y 95 se muestra que según la percepción de la mayoría de los usuarios, la velocidad adecuada para el transporte público urbano y el taxi colectivo deberían ser 30 (Km/h) y 60 (Km/h) respectivamente.

Durante el recorrido de ida se observa que ninguno de los dos transportes cumple con las condiciones planteadas según el usuario, esto debido a las diferentes tipos de demoras que se presentan en la vía y por el mismo conductor. Además, se observa que la velocidad de marcha cumple con algunas expectativas y que la velocidad del taxi colectivo por ser mayor, influirá en la preferencia de este vehículo de parte de los usuarios



Figura 94. Velocidad ideal para el transporte público urbano



Fuente: Elaboración propia

Figura 95. Velocidad ideal para el taxi colectivo



Fuente: Elaboración propia

En las figuras 96 y 97 se muestra que según la percepción de la mayoría de los usuarios, el número de pasajeros que pueden ir en transporte público urbano, buseta y microbús, deberían ser: entre 42 y 48 pasajeros para el primero y entre 19 y 21 para el segundo. Durante el recorrido de ida se observa que los dos vehículos cumplen con las condiciones planteadas por el usuario (figura 42), sin embargo, en el recorrido de vuelta la ocupación crítica supera la ocupación considerada por los usuarios, debido a la gran demanda que se presenta en la hora pico o periodo de retorno (figura 43).



Figura 96. Ocupación ideal del transporte público urbano



Fuente: Elaboración propia

Figura 97. Ocupación ideal del taxi colectivo



Fuente: Elaboración propia



6. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el análisis de la información recolectada en campo, a través de metodologías previamente establecidas, se evaluó cuantitativamente y se obtuvo de esta manera los niveles de servicio vehiculares y la parte cualitativa que correspondió a las encuestas, se realizó sin ninguna metodología de muestreo, de esta forma se permitió extraer el mayor caudal de información posible, una vez aclarado esto se puede concluir:

Para el estudio de volúmenes vehiculares efectuado en la avenida Pedro de Heredia, se observó que en la intersección Av. Pedro de Heredia Cra 17 Castillo De San Felipe se encuentra la mayor concentración de colectivos informales: taxi-colectivo y camperos. En este punto el fenómeno del transporte ilegal tiene mucho efecto en la movilidad, esto se da debido a que se encuentran las estaciones donde recogen y dejan pasajeros y además, luego de realizar la simulación en el software PTV VISSIM el nivel de servicio determinado para dicha intersección fue D, un servicio regular según el manual HCM para intersecciones semaforizadas; mientras que cuando el transporte colectivo informal se comporta como un auto el nivel de servicio mejora y sube a C. Cabe resaltar que el resultado en la modelación futura a 3 años fue buena, con un resultado en nivel de servicio C.

Para el estudio de ascenso y descenso de pasajeros en la intersección Av. Pedro de Heredia Cra 17 Castillo De San Felipe, los Tramo 1: Castillo San Felipe – Droguería el Consulado y Tramo 2: Droguería el Consulado - Institución Educativa Liceo de Bolívar tienen el mayor número de ascenso de pasajeros y la causa principal de demora es recoger y dejar pasajeros, lo que ocasiona largas longitudes de colas y congestión vehicular en el sitio.

El análisis de las preferencias de los usuarios de transporte público, por medio de las encuestas de percepción en la ciudad de Cartagena, permitió identificar variables que inciden en la elección o uso de determinados medios de transporte público y de igual forma responder al interrogante de cómo afecta el transporte colectivo informal en el



sistema de transporte público urbano. Sumado a esto también se utilizó información obtenida de los estudios de ascenso y descenso de pasajeros y volúmenes vehiculares, y así realizar la caracterización del transporte colectivo informal. Los principales resultados arrojaron que el 72% manifestó utilizar el bus como medio de transporte habitual. En este sentido, los resultados muestran que para estas personas la mayor probabilidad de elegir este medio, está asociada a la rapidez 47%, comodidad 28% y por la disponibilidad de buses y rutas 12%.

En el caso de los colectivos, la evidencia arroja que la frecuencia de elección por parte de los usuarios es de un 28%, no obstante, es de resaltar que es un medio de transporte que cada día se posiciona más entre los consumidores. En general, las variables asociadas al uso del transporte colectivo informal como medio de transporte son las que determinan en mayor medida la probabilidad de que los usuarios lo prefieran, estas variables son: rapidez, disponibilidad, comodidad y seguridad. Si el transporte público urbano formal no atiende a estas variables habrá un impacto negativo en el usuario, lo que llevara a que elija otro tipo de transporte, como por ejemplo el transporte colectivo informal.

Cuando el transporte informal entra en competencia afecta el índice ocupacional del transporte público urbano e influye en los ingresos para el buen funcionamiento del sistema, en consecuencia se prestara un mal servicio al usuario.

De acuerdo a los resultados observados, se debe crear un esquema de políticas que busquen desincentivar el uso, o mejorar el desempeño de cualquier medio de transporte público disponible en la ciudad de Cartagena con base en las preferencias de los usuarios. Por tanto se deberá tener en cuenta tres elementos claves: disponibilidad, tarifa y rapidez. Estas variables son las que en general determinan la decisión de los usuarios sobre cuál medio de transporte usar para desplazarse hacia su lugar de estudio o trabajo.



7. RECOMENDACIONES

- El estudio se realizó durante la hora de la tarde, es decir, esta investigación no está totalmente completa, por lo tanto se recomienda realizar futuras investigaciones en las horas de la mañana y medio día.
- Se recomienda realizar estudios cuando entre en funcionamiento el sistema integrado de transporte articulado que se encuentra en construcción en la ciudad (“TRANSCARIBE”) y de esta forma tener en cuenta cual sería la reducción del número de buses que se presentará con la implementación de este sistema y el efecto que tendría sobre la movilidad del sector.
- Al realizar las encuestas de percepción al usuario, no se analizó con profundidad los efectos económicos sobre el transporte público urbano, que genera el transporte informal. Se recomienda realizar estudios acerca de ese efecto.
- Se recomienda a las autoridades encargadas de la administración del tránsito del Distrito de Cartagena minimizar las congestiones presentes en las intersecciones de estudio debido a la presencia de colectivos en el flujo vehicular de tal manera que las longitudes de colas sean las menores y así garantizar que el flujo vehicular sea el más óptimo y la circulación de los vehículos sea rápida y eficiente para minimizar la congestión en las horas picos.
- Establecer una comisión entre entidades públicas y académicas, con el fin de evaluar periódicamente el funcionamiento del tránsito en distintas zonas, poder tomar medidas correctivas y en caso de que hayan condiciones cambiantes en la zona, se pueda evaluar si lo planteado inicialmente como solución de movilidad sigue siendo funcional en el momento de cambiar las condiciones.
- Con miras a la mejora de la movilidad en la ciudad, se recomienda realizar investigaciones más amplias en la evaluación de la infraestructura vial de la ciudad para así promover proyectos de inversión pública hacia la mejora de la movilidad en la ciudad.
- Estudiar la posibilidad de restringir parcial o completamente la movilidad del transporte colectivo informal en los sitios donde circulan, en conjunto con una serie de políticas públicas que apunten a regular su circulación.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Arandia, J. G., & Balta, R. D. (Septiembre de 2006). *civilgeeks*. Recuperado el 15 de agosto de 2014, de APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA DE TRÁFICO: http://www.mediafire.com/download/pcl8wjw4v1aasj8/libro_de_Ingenier%C3%ADa_de_Tr%C3%A1nsito.pdf
- ARRIETA, K. F. (2013). MODELACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR CON EL SOFTWARE PTV VISSIM TRAMO BOMBA EL GALLO - BOMBA EL AMPARO. *INVITRA*.
- Asociación Mexicana de Caminos A.C. (s.f.). *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*. Mexico.
- CAMACHO, M. M. (15 de Agosto de 2014). Reajustarán rutas urbanas para mejorar servicio en busetas. *El Universal*, págs. <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/local/reajustaran-rutas-urbanas-para-mejorar-servicio-en-busetas-63148>. Recuperado el 15 de agosto de 2014
- Cartagena Como Vamos. (Octubre de 2011). *Resultados de la Encuesta de Percepción Ciudadana 2011*. Obtenido de http://www.cartagenacomovamos.org/temp_downloads/Encuesta%20de%20Percepcion%20Ciudadana%20CCV%202011.pdf
- Cartagena Cómo Vamos. (2013). *cartagenacomovamos*. Obtenido de http://www.cartagenacomovamos.org/temp_downloads/Presentacion_ECV_2013_Cartagena_Como_Vamos.pdf
- Cervero, R., & Golub, A. (27 de Julio de 2007). Informal transport: A global perspective. *Transport Policy*, 445. Recuperado el 08 de Agosto de 2014 de: Science Direct, <http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2120/science/article/pii/S0967070X07000546>
- Danielle Guillen, M., Ishida, H., & Okamoto, N. (2013). Is the use of informal public transport modes in developing countries habitual? An empirical study in Davao City, Philippines. *Transport Policy*, 31-42. Recuperado el 08 de agosto de 2014



de: Science Direct,

<http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2120/science/article/pii/S0967070X1200054>

6

Dueñas R, D. E. (2000). Calidad del servicio en el sistema de transporte público en autobuses en ciudades pequeñas e intermedias del ámbito Latinoamericano. *Universidad Politécnica de Valencia UPV*.

Golub, A., Balassiano, R., jo, A. A., & Ferreira, E. (2009). Regulation of the informal transport sector in Rio de Janeiro, Brazil: welfare impacts and policy analysis. *Transportation*, 601-616. Recuperado el 09 de agosto de 2014 de: Springer Link, <http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2335/article/10.1007/s11116-009-9215-y>

González, D. T., Arrieta, J. L., & Cartagena, W. A. (2005). TRANSPORTE PÚBLICO EN CARTAGENA: ¿QUÉ FACTORES DETERMINAN LAS PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS? *Economía y Region*, 1-53. Recuperado el 08 de agosto de 2014, de <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/1773/>

HCM 2000. (s.f.). Obtenido de http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf

Henao, J. J., & Calderón, C. A. (Junio de 2010). *Metodología para estudio de demanda de transporte público de pasajeros en zonas rurales*. Obtenido de SciELO Colombia: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n53/n53a09.pdf>

Johnson, R. C. (Febrero de 2004). *Libro Guía de Ingeniería de Tránsito*. Recuperado el 15 de agosto de 2014, de civilgeeks: http://www.mediafire.com/download/bvrl6hp05sqygc1/Libro_Gu%C3%ADa_de_Ingenier%C3%ADa_de_Tr%C3%A1nsito.pdf

Lopez, C. M. (2010). Dinâmicas do associativismo na economia informal: os transportes de passageiros em Angola. *Análise Social*, 367-391. Recuperado el 09 de agosto de 2014 de: EbscoHost, <http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2150/ehost/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46bVLsauyT7ek63nn5Kx95uXxjL6nrkewra1KrqeyOLWwsVC4qrY4v8OkjPDX7Ivf2fKB7eTnfLunsk%2bxqLJKrqu3PurX7H%2b72%2fE%2b4ti7ebfepIzf3btZzJzfhursEuzp7FP>

LOPEZ, H. L., & PATERNINA, A. J. (2014). *DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN*



*DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR
LOS BARRIOS DE MANGA, PIE DE LA POPA Y ALREDEDORES DE
BAZURTO.* Cartagena: INVITRA.

Oficina Semaforización Cartagena. (2014). *Informe De Fases de Semaforos Cartagena
(Sitios de estudio).* Cartagena.

Oficina Semaforización Cartagena. (2015). *Informe De Fases de Semaforos Cartagena
(Sitios de estudio).* Cartagena.

Polo, G. G. (14 de Julio de 2012). Colectivos ilegales siguen sin retirarse de Bazurto.
ElUniversal, págs. <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/local/colectivos-ilegales-siguen-sin-retirarse-de-bazurto-84045>.

Ramirez, G. (05 de Enero de 2014). *Vanguardia*. Recuperado el 17 de Septiembre de
2014, de <http://www.vanguardia.com/opinion/columnistas/mauricio-cabrera-galvis/240780-transporte-publico-en-retroceso>

Romero, J. D. (28 de 01 de 2014). La tragedia del transporte público en Cartagena .
ElUniversal, págs. <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/la-tragedia-del-transporte-publico-en-cartagena-149781>.

Ruiz, D. E., & Monsalve, H. J. (2008). Métodos para Determinar la Calidad del Servicio
de Transporte Urbano en Autobús. *UIS Ingenierias*, 237-248. Recuperado el 14
de agosto de 2014 de: EbscoHost,
<http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2150/ehost/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjjsfk5Ie46bVLsauyT7ek63nn5Kx95uXxjL6nrkewra1KrqeyOLWwsVC4qrY4v8OkjPDX7Ivf2fKB7eTnflunsk%2bxqLJKrqu3PurX7H%2b72%2fE%2b4ti7ebfepIzf3btZzJzfhruqs0mwrLNO>

Secretaria de Tránsito y Transporte de Santafe de Bogotá. (1998). *Manuales para
Estudios de Tránsito y Transporte (Vol. II).* Bogotá, Colombia.

Suárez, C. D., & Alíes, A. S. (2013). ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL TRÁFICO
MIXTO CON MOTOCICLETA EN LA MOVILIDAD SOBRE LA AVENIDA
PEDRO DE HEREDIA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS D. T.
Y C. MEDIANTE ESTUDIOS PRIMARIOS Y MODELACIÓN CON
SOFTWARE PTV VISSIM. INVITRA.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. (2014).



PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DEL TPCU. Obtenido de academia.edu: https://www.academia.edu/12679839/Proyecto_2
Universidad Politecnica Salesiana. (s.f.). *Universidad Politecnica Salesiana.* Obtenido de <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/148/3/Capitulo%202.pdf>
ZAPARDIEL, A. M., & NARVÁEZ, R. A. (2012). *MODELACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR EN EL SECTOR BOMBA EL.* Cartagena: INVITRA.