

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA
PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro,
Getsemaní, La Matuna y San Diego.**

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO



**Universidad
de Cartagena**

Fundada en 1827



**Facultad de
Ingeniería**

Fundada en 1949

CARLOS ANDRÉS BOTERO RODRÍGUEZ

JESÚS ALBERTO MARTELO MARTELO

Investigadores

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

CARTAGENA DE INDIAS

2014

REPUBLICA DE COLOMBIA 1827 UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA
PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro,
Getsemaní, La Matuna y San Diego.**

**CARLOS ANDRÉS BOTERO RODRÍGUEZ
JESÚS ALBERTO MARTELO MARTELO**
Investigadores

I. C. M. Sc. PEDRO JOSÉ GUARDELA VÁSQUEZ
Director de proyecto

**Grupo de investigación: INVITRA
Línea de investigación: TRÁNSITO**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
CARTAGENA DE INDIAS**

2014

REPUBLICA

DE COLOMBIA

1827

UNIVERSIDAD

DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE
INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Jurado

MSc., Patricia Garcés Del Castillo

Firma del Jurado

Esp., Raúl Castro Cabarcas

Cartagena de Indias D. T. y C., _____ de _____ 2014

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Agradecemos desde lo más profundo de nuestros corazones, primero que todo a Dios, cuya iluminación ha sido de gran importancia para nosotros, brindándonos la fuerza necesaria para seguir adelante con cada obstáculo y llevar a cabo este importante proyecto de vida.

Dedicamos este trabajo de grado a principalmente a nuestras familias, las cuales con su empeño y sacrificio, han sido y serán siempre nuestro principal punto de referencia de lucha para alcanzar las metas propuestas día tras día. También expresamos nuestras más sinceras gratificaciones a nuestras compañeras de lucha, a nuestros amigos y a todas las personas que con alguna sugerencia, opinión o consejo, ayudaron a que el presente proyecto se llevara acabo de la mejor manera posible.

“...Realmente soy un soñador práctico; mis sueños no son bagatelas en el aire. Lo que yo quiero es convertir mis sueños en realidad.”- Mahatma Gandhi.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE
INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

CONTENIDO

RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO DE REFERENCIA.....	19
1.1. ANTECEDENTES.....	19
1.2. ESTADO DEL ARTE.....	21
1.2.1. Koprivnica, Croacia	21
1.2.2. Budapest, Hungría.....	22
1.2.3. Odense, Dinamarca	23
1.2.4. Lille, Francia	24
1.2.5. Gent, Bélgica.....	25
1.2.6. Cambridgeshire, Reino Unido.....	26
1.2.7. Estudios a nivel local	27
1.3. MARCO TEÓRICO.....	28
1.3.1. Transporte	28
1.3.2. Tránsito	29
1.3.3. Movilidad.....	29
1.3.4. Capacidad de una vía	30
1.3.5. Nivel de servicio de una vía.....	30
1.3.5.1. Nivel de servicio en vías urbanas.....	30
1.3.5.2. Nivel de servicio peatonal de un andén o pasillo.....	32
1.3.6. Infraestructura urbana	33

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

1.3.7.	Cultura ciudadana	34
1.3.8.	Tráfico calmado	34
1.3.8.1.	Consideraciones para lograr un tráfico calmado.....	35
1.3.9.	Planificación urbana.....	37
1.3.10.	Urbanismo	38
1.3.11.	Mobiliario urbano.	39
1.3.12.	Espacio público	40
1.3.13.	Seguridad vial	40
1.4.	MARCO LEGAL	41
2.	OBJETIVOS	43
2.1.	OBJETIVO GENERAL	43
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	43
3.	ALCANCE Y LIMITACIONES	44
3.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA MUESTRA	44
3.2.	ALCANCE CONCEPTUAL	46
3.3.	ALCANCE DEL PRODUCTO FINAL.....	46
3.4.	LIMITACIONES ADICIONALES.....	47
4.	METODOLOGÍA.....	49
4.1.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	50
4.2.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA.....	51
4.2.1.	Inspección visual.....	51
4.2.2.	Encuesta de percepción	52
4.2.3.	Aforos peatonales y vehiculares	52
4.3.	DESCRIPCIÓN DE LA MOVILIDAD.....	55
4.4.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	56
4.5.	IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	56

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE
INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

4.6.	MODELACIÓN DE LA MOVILIDAD ACTUAL	56
4.7.	CONSTRUCCIÓN DEL MARCO DE SOLUCIONES GENERALES	57
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
5.1.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA	58
5.1.1.	Inspección visual.....	58
5.1.2.	Encuestas de percepción ciudadana	59
5.1.2.1.	Transporte privado	59
5.1.2.2.	Transporte público	59
5.1.2.3.	Comportamiento de los peatones	60
5.1.2.4.	Parqueo.....	61
5.1.2.5.	Percepción ciudadana de la movilidad en la zona.....	61
5.1.3.	Aforos peatonales.....	62
5.1.4.	Aforos vehiculares	65
5.2.	DESCRIPCIÓN DE LA MOVILIDAD.....	71
5.3.	DETERMINACIÓN DE NIVELES DE SERVICIO EN LAS VÍAS PEATONALES	73
5.4.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	79
5.5.	IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	80
5.6.	MODELACIÓN DE LA MOVILIDAD ACTUAL	81
5.7.	CONSTRUCCIÓN DEL MARCO DE SOLUCIONES GENERALES.....	84
5.7.1.	Transporte	85
5.7.2.	Tránsito y control.....	86
5.7.3.	Vialidad.....	86
5.7.4.	Cultura ciudadana	87
6.	CONCLUSIONES.....	88
7.	RECOMENDACIONES	90

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE
INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	95

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Red de bicicletas en Koprivnica, Croacia.....	22
Figura 2. Resultados de puesta en marcha del plan Podmaniczky en Budapest, Hungría..	23
Figura 3. Encuentros con líderes de opinión y ciudadanos en Odense, Dinamarca.	24
Figura 4. Terminal del tren de alta velocidad, Eurolille.	25
Figura 5. Proceso de información al público sobre el proyecto para transformar la estación de tren principal, Gent Sint-Pieters, Bélgica.	26
Figura 6. Objetivos y trayectorias en términos de seguridad nacional en carreteras en Cambridgeshire, Reino Unido.....	27
Figura 7. Esquema para lograr los objetivos de un tráfico calmado.	35
Figura 8. Localización de la zona de estudio.	45
Figura 9. Esquema general de trabajo del Plan de Acciones Estratégicas para la Movilidad de Medellín 2008 - 2011.	49
Figura 10. Procedimiento llevado a cabo para el diseño del plan de movilidad.....	50
Figura 11. Puntos de aforo vehicular.	53
Figura 12. Puntos de aforo peatonal – Centro histórico.....	54
Figura 13. Puntos de aforo peatonal – Bocagrande.	55
Figura 14. Mapa de riesgo de accidente por comunas para Cartagena – Año 2012.	72
Figura 15. Convenciones del mapa de riesgo de accidentes.	72
Figura 16. Valores de anchos de diferentes obstáculos establecido por el HCM.	74
Figura 17. Modelación del tráfico vehicular en la Rotonda de la Marina.	82
Figura 18. Formación de colas y congestionamientos en la Rotonda de la Marina.....	83
Figura 19. Modelación del tráfico vehicular en la intersección cercana al Teatro Colón...	83
Figura 20. Modelación del tráfico vehicular en la Rotonda de la Marina.	84

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE
INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución de los medios de transporte que poseen los usuarios de la zona de estudio.	59
Gráfica 2. Autoevaluación de los peatones en cuanto a su imprudencia.	60
Gráfica 3. Motivos de viaje a la zona de estudio.	61
Gráfica 4. Causales de riesgo en las vías, según la comunidad encuestada.	62
Gráfica 5. Enfoques de solución propuestos por la comunidad encuestada.	62

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Legislación colombiana en materia de seguridad vial.	20
Tabla 2. Resumen de aspectos relevantes de aforos peatonales para un día típico de semana y fin de semana.....	63
Tabla 3. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, avenida Venezuela.....	65
Tabla 4. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, Av. Venezuela. .	65
Tabla 5. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, Av. Luis Carlos López.	66
Tabla 6. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, Avenida Luis Carlos López	66
Tabla 7. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, Av. Santander.	67
Tabla 8. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, Av. Santander...	67
Tabla 9. Resumen del flujo vehicular, día típico de semana, Av. Paseo de los Mártires. ..	68
Tabla 10. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, Av. Paseo de los Mártires.	68
Tabla 11. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, calle del arsenal.	69
Tabla 12. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, Cll del Arsenal.	69
Tabla 13. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, Calle Larga.	69
Tabla 14. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, Calle Larga.	70
Tabla 15. Distribución de autos en un día típico de semana, calle 31.	70
Tabla 16. Distribución de autos en un día típico de fin de semana, calle 31.	71
Tabla 17. Distribución peatonal y vehicular en las calles del Centro Histórico para un día típico de semana y un día de fin de semana.	73
Tabla 18. Distancias a restar al ancho efectivo por presencia de obstaculos.	75
Tabla 19. Determinación de anchos a restar por obstáculos en las calles de estudio.....	76
Tabla 20. Características de operación para cada nivel de servicio propuesto por el HCM 2000.....	76
Tabla 21. Niveles de servicio de los andenes para un día típico de semana.	77
Tabla 22. Niveles de servicio de los andenes para un día típico de fin de semana.	77

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE
INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Tabla 23. Identificación de problemas, sus causas y efectos.	79
Tabla 24. Identificación de alternativas de solución.	80
Tabla 25. Distribución vehicular de las principales vías de la zona de estudio.	81
Tabla 26. Velocidades de operación de los diferentes vehículos presentes en la vía.	81
Tabla 27. Flujos vehiculares utilizados en la modelación.	81

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Comportamiento de la movilidad peatonal y vehicular en la calle de la Moneda.	95
Anexo 2. Comportamiento de la movilidad vehicular y peatonal en la calle de la Universidad.	95
Anexo 3. Comportamiento de la movilidad vehicular y peatonal en la calle de segunda de Badillo.	96
Anexo 4. Comportamiento de la movilidad vehicular y peatonal en la calle Manuel Román y Picón.	96
Anexo 5. Comportamiento de la movilidad peatonal en la calle 6 en Bocagrande.	97
Anexo 6. Comportamiento de la movilidad peatonal en la calle 8 en Bocagrande.	97
Anexo 7. Comportamiento de la movilidad peatonal en la carrera 1 en Bocagrande.	98
Anexo 8. Comportamiento de la movilidad peatonal en la carrera 2 en Bocagrande.	98
Anexo 9. Comportamiento del flujo vehicular en la Avenida Venezuela.	99
Anexo 10. Comportamiento del flujo vehicular en la avenida Luis Carlos López.	100
Anexo 11. Comportamiento del flujo vehicular en la avenida Santander.	101
Anexo 12. Comportamiento del flujo vehicular en la avenida Paseo de los Mártires.	102
Anexo 13. Comportamiento del flujo vehicular en la Calle del Arsenal.	103
Anexo 14. Comportamiento del flujo vehicular en la Calle Larga.	104
Anexo 15. Comportamiento del flujo vehicular en la calle 31.	105
Anexo 16. Secciones típicas de la calle de la Universidad y la calle Manuel Román y Picón.	106
Anexo 17. Secciones típicas de la calle de la Moneda y la calle Segunda de Badillo.	106
Anexo 18. Secciones típicas de la calle 6 y la calle 8 en Bocagrande.	107
Anexo 19. Secciones típicas de la carrera 1 y carrera 2 en Bocagrande.	107
Anexo 20. Formato de encuestas de percepción ciudadana.	108
Anexo 21. Formato de aforo peatonal.	109
Anexo 22. Formato de aforo vehicular.	110

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de grado fue la elaboración de un plan de movilidad urbana segura para Cartagena de Indias, tomando como zona de estudio los barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego, todos pertenecientes a la Unidad Comunera de Gobierno No. 1, en la localidad Histórica y del Caribe Norte. Para llevar a cabo este fin, se tomó como referencia el esquema general de trabajo desarrollado por la Alcaldía de Medellín en su Plan de Acciones Estratégicas para la Movilidad de Medellín 2008-2011, el cual analiza cinco aspectos principales: transporte, vialidad, tránsito y control, medio ambiente y cultura ciudadana. En la presente investigación no se contempló el componente medioambiental por estar fuera de los alcances temporales y científicos de los autores.

Se realizaron aforos peatonales, vehiculares y encuestas de percepción ciudadana para caracterizar la movilidad mediante la determinación de niveles de servicios para la vías peatonales y la simulación de la condiciones actuales para la movilidad vehicular, evidenciando por un lado niveles de servicios pésimos para las calles del centro histórico y por otro lado, zonas de conflicto vehicular en distintos focos de la zona estudiada.

Se determinaron y caracterizaron los principales problemas que afectan la movilidad en la zona y a partir de esto, se plantearon alternativas de solución las cuales fueron incluidas posteriormente en el marco de soluciones generales. En este marco, se incluyeron las soluciones que a juicio de los autores pueden ayudar a solucionar los conflictos que se registran actualmente. Con la creación del marco de soluciones generales se pretendió proponer soluciones a las distintas problemáticas identificadas en la zona de estudio; estas soluciones fueron encasilladas por tipo de ámbito al que pertenecían según el esquema general de trabajo planteado en la metodología del proyecto.

Palabras clave: plan de movilidad, problemas de movilidad, marco de soluciones generales.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

ABSTRACT

The main objective of this degree work was the development of a safe urban mobility plan for Cartagena de Indias, on the study area Bocagrande, center, Gethsemane, The Matuna and San Diego neighborhoods, all belonging to the Comunera Unity Government No. 1, in the Historic town and North Caribbean. To carry out this purpose, reference was made to the scheme of work developed by the Mayor of Medellín in its Strategic Action Plan for the Mobility of Medellín 2008-2011, which analyzes five key areas: transportation, roads, transit and control environment and civic culture. In this research the environmental component was contemplated to be out of temporal and scientific achievements of the authors.

Pedestrian, vehicle and gauging public perception surveys were conducted to characterize the mobility by determining service levels for pedestrian and simulation of current conditions for vehicular mobility, showing a side of lousy service levels to the streets of historic center and on the other hand, vehicular conflict zones in different foci of the study area.

Were identified and characterized the main problems affecting mobility in the area and from this, alternative solutions which were subsequently included in the framework of general solutions were raised. In this framework, the solutions that the authors believe can help resolve conflicts which are currently recorded were included. With the creation of the framework of general solutions are intended to propose solutions to the various problems identified in the study area; these solutions were pigeonholed by type of area to which they belonged under the general scheme of work proposed in the project methodology.

Keywords: mobility plan, mobility problems, framework of general solutions.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

INTRODUCCIÓN

A pesar de los avances que se han logrado en términos de telecomunicaciones y sistemas de información, el crecimiento poblacional en las ciudades genera necesidades de desplazamiento cada vez mayores. Los cambios sociales, económicos y tecnológicos han generado un nuevo modelo de movilidad urbana que tiende a implantarse mundialmente y que se caracteriza por el aumento de las distancias recorridas, los cambios en los motivos de los desplazamientos y las modificaciones en la localización de las actividades productivas (Benavides et. al., 2012).

De hecho, según Dangond et. al. (2011), *“el siglo XXI introdujo nuevos desafíos frente a los cuales el concepto de transporte no logró dar respuesta a los problemas financieros de la mayoría de las ciudades, la socialización de los problemas ambientales, los grandes trancones y la humanización de la gestión urbana”*. Esto ha provocado un cambio de enfoque; ya no se habla de transporte sino de movilidad de personas. Justamente, esta reforma ha exigido que las economías modernas cuenten con sistemas de transporte adecuados que posibiliten una movilidad poblacional ágil y productiva, con la consecuente accesibilidad a los servicios.

Sin embargo, el concepto de movilidad urbana es muy amplio y abarca diversas instancias que van desde los peatones hasta los sistemas integrados de transporte masivo. Saldarriaga (2007) sostiene que la movilidad urbana *“comprende todos los elementos asociados al desplazamiento de personas y bienes a través del espacio urbano”*.

En la mayoría de las ciudades latinoamericanas, incluyendo las principales ciudades colombianas, el cambio de enfoque en las políticas públicas aún no se ha consolidado y enfrentan problemas que repercuten en los desplazamientos cotidianos de sus habitantes. En este sentido, Montezuma (2007) expone lo siguiente:

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

“Los problemas más complejos están asociados a la mala calidad del transporte público, el alto nivel de congestión, contaminación y accidentalidad, lo cual se traduce en inversiones muy altas, tanto en tiempo como en dinero, en la pérdida de vidas o en discapacidad para una parte de la población.”

Cartagena de Indias es, según la Corporación Fondo de Prevención Vial, uno de los 25 municipios colombianos donde ocurren el 50% de los siniestros automovilísticos. En el año 2012 se registraron 83 muertos y 578 heridos, estadísticas que no mejoran desde el año 2010. Por lo general, las víctimas son en su mayoría peatones y motociclistas, lo que demuestra el impacto negativo que producen los problemas de movilidad en la ciudad y en sus habitantes. Por otro lado, la Encuesta de Percepción Ciudadana 2013 desarrollada por el programa “*Cartagena Como Vamos*”, muestra la inconformidad generalizada que sienten los habitantes ante aspectos cotidianos como el estado general de las vías, las condiciones de operación del servicio público y el espacio público disponible.

El objetivo principal del presente estudio es diseñar a nivel conceptual, un plan de movilidad urbana que garantice la seguridad de las personas y el rol integrador del espacio público mediante el análisis de cuatro aspectos principales que son: transporte, vialidad, tránsito y control y cultura ciudadana. Realizar este análisis es de gran importancia ya que es necesario solucionar una problemática tan grave como la expuesta anteriormente.

Desarrollar un plan de movilidad urbana segura trae consigo importantes beneficios en materia de seguridad vial, ya que cada una de las iniciativas y estrategias propuestas están enfocadas a la construcción de espacios públicos promotores del desarrollo humano. De igual modo, el mejoramiento de las condiciones operacionales del tránsito ayuda a disminuir la tasa de accidentes y los problemas de congestión vial, mejorando el entorno urbano de la ciudad y otorgando espacios de convivencia atractivos para propios y turistas. El presente trabajo se llevó a cabo en los barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego, los cuales corresponden a la Unidad Comunera de Gobierno No. 1,

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

ubicada al norte de la ciudad. Se realizaron aforos peatonales y vehiculares con el objetivo de describir la zona de estudio y alimentar el software con el cual se simuló la situación actual.

Para caracterizar la zona de estudio se determinaron los períodos de máximo tráfico vehicular y peatonal, y los niveles de servicio de los andenes; lo que permitió identificar las características operativas de las vías y las falencias que presenta actualmente la movilidad en la zona estudiada. Adicionalmente, se realizaron inspecciones visuales, encuestas de percepción y registros fotográficos para complementar el análisis de la situación actual de la movilidad, esto con el fin de resolver el siguiente interrogante: ¿Es posible mejorar la movilidad de la ciudad y garantizar el bienestar de los diferentes usuarios de la vía a través de la implementación de alternativas de solución bien sea, propias o aplicadas exitosamente en otros países?

Los autores pretenden, a través de revisiones bibliográficas, análisis estadístico y modelaciones, sentar las bases teórico-prácticas que respondan la inquietud anterior y permitan construir el marco de soluciones generales que satisfaga las necesidades de los usuarios. De igual manera, el marco de soluciones es el punto de partida para futuros investigaciones de mayor profundidad.

Los resultados de la encuestas de percepción ciudadana corroboraron los resultados de la encuesta “Cartagena como vamos 2013” en la cual queda en evidencia la inconformidad de la comunidad frente a la movilidad calificándola con una nota de tres en una escala de cero a cinco. Así mismo, los niveles de servicios determinados en las principales calles de la zona arrojaron la situación actual de estas vías. Además, por medio de la simulación actual de la movilidad quedó al descubierto los problemas de congestión vehicular.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1. ANTECEDENTES

El 11 de mayo de 2011, el Sr. Ban Ki-Moon, secretario general de las naciones unidas, confirmó la puesta en marcha del Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011 – 2020, extendiendo una invitación a los estados miembros para garantizar en conjunto la producción de mejoras auténticas con respecto a ésta problemática (ONU, 2011). No obstante, el informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013 producido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), sostiene que los accidentes de tránsito son actualmente la octava causa mundial de muerte y si no se toman medidas apropiadas, en 2030 podría convertirse en la quinta causa mundial de muerte (OMS, 2013). El mismo informe expone que desde 2007 la grave situación ha cambiado poco, es decir, que siguen registrándose 1,24 millones de muertos por la inseguridad en las vías, motivo por el cual la OMS ha exigido a los países mayor compromiso y adoptar las medidas necesarias para la estabilización y disminución de esta cifra. De igual forma, la inseguridad y el riesgo en las vías es un problema que toca a todas las partes del sistema (parque automotor, gestión gubernamental, geometría de las vías y usuarios), y se acentúa mayormente en países en vía de desarrollo como lo es Colombia (Kopits & Cropper, 2003).

En respuesta a esta alarmante cifra, los 182 países miembros de la OMS, que representan aproximadamente al 99% de la población mundial (Prensa OMS, 2013), se han comprometido a disminuir los índices de accidentalidad a través de la prelación de los usuarios vulnerables y la implementación de políticas de prevención más estrictas. Colombia, como estado miembro de la OMS y a través de la gestión de sus instituciones públicas y la ejecución de programas de renovación infraestructural y concientización urbana, realiza esfuerzos notables con todos los medios a su alcance, aportando su granito de arena para disminuir las muertes. De igual manera, las universidades y los grupos de investigación también son protagonistas para la generación de pesquisas, ideas y planteamientos que permitan llegar a la cifra ideal: cero muertos.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Los avances de Colombia se observan con mayor facilidad en el siguiente cuadro:

Factor de riesgo	Legislación en Colombia
Límite de velocidad en zonas urbanas	Posee leyes integrales al respecto
Conducción bajo los efectos del alcohol	Posee leyes integrales que establecen un grado de alcoholemia máximo de 0,05 g/dl
No utilización del casco	Posee leyes integrales sobre el uso del casco y normas para la homologación de ellos
No utilización del cinturón de seguridad	Posee una ley nacional aplicada a todos los pasajeros

Tabla 1. Legislación colombiana en materia de seguridad vial.

Fuente. Organización Mundial de la Salud, modificado por autores (2013).

Además de estos avances legislativos, Colombia a través de la Corporación Fondo de Prevención Vial (CFPV) ha desarrollado esfuerzos para la disminución de muertes y accidentes en las carreteras nacionales. Sin embargo, las muertes y hechos lamentables parecen no dar tregua, dejando un saldo lamentable de 5.693 muertes al cerrar el año 2012 (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2013), acompañado de un factor de crecimiento anual importante. En el caso particular del departamento de Bolívar, para el año 2012 se registraron 156 muertos y 832 heridos.

Los resultados de la Encuesta de Percepción Ciudadana 2013 desarrollada por el proyecto Cartagena Como Vamos, muestra la inconformidad de los ciudadanos con respecto a dos temas principales de estudio de la presente investigación: espacio público y movilidad urbana.

Según la encuesta, el 48% de los cartageneros no se siente satisfecho con el barrio donde vive, mientras que la satisfacción con respecto del espacio público disponible en la ciudad fue calificada con una nota promedio de 2,8 sobre una calificación máxima de 5. En

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

movilidad, el 65% de los encuestados manifiesta no experimentar ningún tipo de mejora a la hora de realizar sus viajes cotidianos a través de la ciudad, mientras que la opinión general con respecto al Sistema Integrado de Transporte Masivo Transcaribe no es muy alentadora.

Por todo lo anterior, se hace necesario el desarrollo de estrategias encaminadas a dar solución a los problemas de movilidad que actualmente afecta a la ciudad de Cartagena, especialmente a la unidad comunera de gobierno No 1, la cual es objeto del presente estudio. Es importante que además de mejorar los estándares de calidad de la movilidad en el sector, también

1.2. ESTADO DEL ARTE

El concepto de movilidad urbana sostenible está siendo adoptado por varios países del mundo (sobre todo por los países desarrollados) en los que se ha alcanzado resultados notables. A continuación se muestran los avances que han logrado estos países con la aplicación del concepto antes citado.

1.2.1. Koprivnica, Croacia

Koprivnica, una ciudad de 33.700 habitantes en el noroeste de Croacia, realizó un análisis detallado de su situación. Dicho análisis se basó en una valoración interna del municipio, un proceso de consulta extensiva a una serie de líderes de opinión y una encuesta pública. La valoración interna mostró que la ciudad dispone de condiciones excelentes para fomentar la movilidad sostenible y fue crucial para elegir el enfoque correcto para la estrategia de movilidad de la ciudad. La estructura urbana llana, compacta y con suficiente espacio, permite la instalación de una extensa red de bicicletas con la cual un 30% de la población camina o viaja en bicicleta regularmente y un 70% de los alumnos van a la escuela en transporte público, en bicicleta o a pie. Una observación interesante es que cuando se preguntó a los conductores de coches si cambiarían su movilidad si existiera una buena infraestructura, éstos respondieron en una gran mayoría que sí (Mobilityplans.eu, 2012).

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Figura 1. Red de bicicletas en Koprivnica, Croacia.

Fuente. Mobilityplans.eu, modificada por autores.

1.2.2. Budapest, Hungría

Budapest es un ejemplo para la integración de un plan de movilidad en un marco político municipal global. En 2003, la ciudad aprobó el concepto de desarrollo urbano, el cual define la visión y las prioridades a largo plazo para el desarrollo integral de la ciudad. Basada en este concepto y en amplias consultas con líderes de opinión, la ciudad desarrolló la estrategia de desarrollo urbano de Budapest – conocida como plan Podmaniczky. Este documento determina las prioridades de la ciudad para el período 2005-2013, incluyendo las principales medidas de desarrollo urbano. Esta estrategia de desarrollo urbano se complementa con el plan de movilidad del corazón de Budapest, el cual se creó en 2007 con el fin de revitalizar el centro de la ciudad mediante soluciones de tráfico calmado a gran escala y proyectos de infraestructura en el campo de la movilidad urbana sostenible (Mobilityplans.eu, 2012).

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Figura 2. Resultados de la puesta en marcha del plan Podmaniczky en Budapest, Hungría.

Fuente. Mobilityplans.eu, modificada por autores.

1.2.3. Odense, Dinamarca

Gracias al gran esfuerzo de comunicación de su plan de tráfico y movilidad, la ciudad de Odense logró finalmente cortar dos carreteras principales al tráfico – una acción que había sido detenida anteriormente debido a las dudas públicas sobre el tráfico que quedaba desplazado. En 2007, la ciudad involucró a la más amplia gama de líderes de opinión (no solamente residentes locales, sino también diferentes grupos de toda la ciudad), y desarrolló un “Toolbox” especial para explicar de manera sencilla la planificación del tráfico. Además, el plan evolucionó gradualmente desde un documento sobre coches y tráfico hacia uno sobre personas y lugares, y fue constantemente difundido en su propia página web, en carteles, en la prensa local y en eventos especiales. Todo este trabajo dio resultado y el plan fue aprobado de manera unánime por el ayuntamiento (Mobilityplans.eu, 2012).

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE
INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Figura 3. Encuentros con líderes de opinión y ciudadanos en Odense, Dinamarca.

Fuente. Mobilityplans.eu, modificada por autores.

1.2.4. Lille, Francia

En Lille, el proceso de desarrollo del plan de déplacements urbains (Plan de movilidad urbana sostenible) empezó en los años 90 después de un gran movimiento de regeneración urbana. La nueva terminal del tren de alta velocidad ofreció la oportunidad de construir un entorno completamente nuevo, el llamado Eurolille, que sirve también como un nodo de transporte público internacional, nacional, regional y local. Los planificadores parten de la visión de una ciudad que es económicamente fuerte, con un perfil internacional. La renovación de los espacios públicos actualmente dominados por el tráfico juega un papel importante en la creación de una ciudad atractiva. Una de las cuestiones estratégicas tratadas fue la elección entre el desarrollo del sistema de metro y el transporte público en superficie (autobús y tranvía). La ciudad se decidió por el desarrollo del transporte en superficie como medio de reestructuración, rediseño y redefinición de los espacios públicos.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Figura 4. Terminal del tren de alta velocidad, Eurolille.

Fuente. Mobilityplans.eu, modificada por autores.

1.2.5. Gent, Bélgica

En 2007, la ciudad de Gent y cinco socios más iniciaron un proyecto para transformar la estación de tren principal, Gent Sint-Pieters, y su entorno hasta 2020 en una gran área de usos mixtos con buenas conexiones intermodales. Un proyecto tan extenso necesita una estrategia informativa y de consulta concertada para conseguir y mantener la aceptación pública de los trabajos. Esto resultó en un punto informativo permanente con mapas, vídeos y un modelo 3D, un boletín regular para los residentes locales, sesiones en escuelas y “cafés del diálogo” para dar la oportunidad a las personas de pronunciarse en detalle sobre el proyecto. Adicional a esto, dos veces al año se invitan entre 400 y 800 personas en grupos pequeños para ver las obras de cerca y obtener explicaciones más detalladas por parte de los socios e ingenieros del proyecto (Mobilityplans.eu, 2012).

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE
INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Figura 5. Proceso de información al público sobre el proyecto para transformar la estación de tren principal, Gent Sint-Pieters, Bélgica.

Fuente. Mobilityplans.eu, modificada por autores.

1.2.6. Cambridgeshire, Reino Unido

El tercer plan de transporte local de Cambridgeshire (LTP) 2011 – 2026 define los indicadores y metas que se utilizan para seguir la evolución del cumplimiento de los objetivos del plan. Los indicadores elegidos reflejan temas que son extremadamente importantes para Cambridgeshire y que permiten al mismo tiempo comparaciones con otras autoridades locales del país. El LTP incluye ilustraciones que explican las conexiones entre objetivos y trayectorias a largo plazo. Los objetivos de seguridad nacional en carreteras de 2009 perseguían una reducción del 33% de personas muertas o gravemente heridas en la carretera hasta 2020. Para este indicador, el LTP pone objetivos iniciales para el período hasta 2012. El gráfico muestra los resultados de Cambridgeshire de este indicador desde 1994, además del objetivo del LTP para 2012 (Mobilityplans.eu, 2012).

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

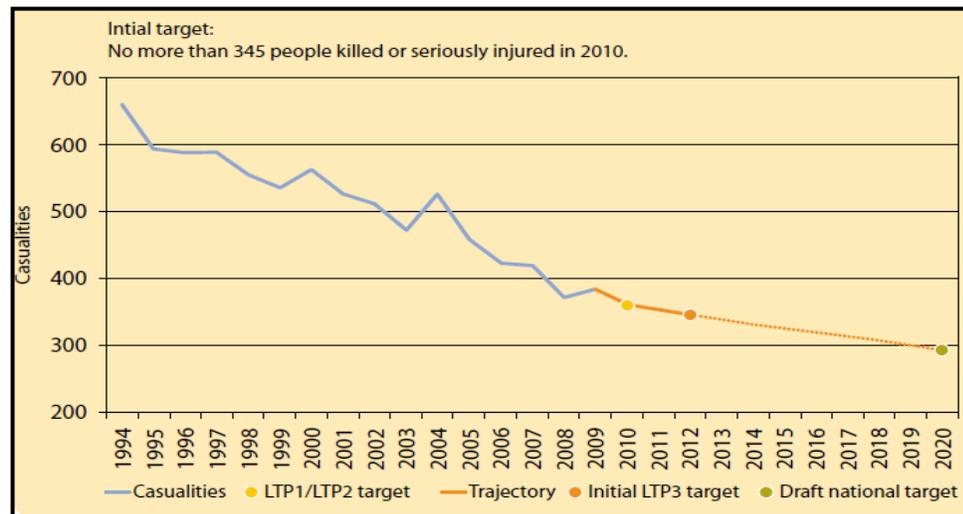


Figura 6. Objetivos y trayectorias en términos de seguridad nacional en carreteras en Cambridgeshire, Reino Unido.

Fuente. Mobilityplans.eu, modificada por autores.

1.2.7. Estudios a nivel local

Una de las principales instituciones que estudia los problemas de movilidad urbana de la ciudad de Cartagena es la Universidad de Cartagena, la cual a través de su grupo de investigación INVITRA desarrolla trabajos de grado orientados a los diferentes campos de acción de la ingeniería de tránsito y transporte. Una revisión bibliográfica muestra que sus investigaciones más recientes abarcan diversos temas como la modelación de tránsito vehicular a través del software PTV Vissim o la identificación de parámetros operacionales en el tránsito. A continuación, se muestran los últimos títulos desarrollados:

- Modelación del tránsito vehicular en el tramo Bomba El Amparo – Los Ejecutivos, Cartagena por medio del software PTV Vissim.
- Estudio para la identificación de parámetros en vías peatonales de la ciudad de Cartagena – caso Centro Histórico y Zona Turística de Bocagrande.
- Modelación del tráfico vehicular con el software PTV Vissim tramo Bomba El Gallo – Bomba El Amparo.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

La principal limitación de cada una de estas investigaciones es que abarcan uno de los 4 componentes del tránsito (Infraestructura, institucionalidad, comportamiento humano y equipo y vehículos), mientras que el diseño conceptual de un plan de movilidad es una investigación que comprende varios componentes de manera integral.

Por otra parte, la Corporación Fondo de Prevención Vial en el año 2012 realizó una investigación titulada “*Identificación y propuestas de solución en cinco puntos críticos de accidentalidad de peatones en la ciudad de Cartagena*” en la cual se identificaron los puntos o tramos más peligrosos para el tránsito de los peatones a través de un análisis de accidentalidad, una evaluación detallada de cada punto y una formulación de soluciones y recomendaciones finales.

1.3. MARCO TEÓRICO

1.3.1. Transporte

El término transporte se utiliza para designar al movimiento que una persona, objeto, animal o fenómeno natural puede hacer desde un lugar a otro. El transporte puede realizarse de muy diversas maneras, aunque normalmente la idea de transporte se relaciona con la de medios de transporte, es decir, aquellos vehículos que sirven para transportar o trasladar personas u objetos (Garber & Hoel, 2005).

Asimismo, el transporte puede tener fines profesionales o placenteros, intereses de lucro o de diversión. Cuando una persona debe viajar por cuestiones de trabajo, no es lo mismo que trasladarse por placer, para conocer nuevos espacios y sus características (Navarro, 2009).

Los medios de transporte son los vehículos que entran en movimiento y sobre los cuales las personas o la carga específica puede ser transportada o trasladada de un punto a otro. Existen medios de transporte de uso público como los trenes, los colectivos y los taxis; y medios de transporte privados como autos, bicicletas u otros medios que son particulares de una persona. Otros elementos que son también medios de transporte pero que no suelen ser

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

considerados como tales son los ascensores ya que ellos también trasladan y mueven personas u objetos (Garber & Hoel, 2005).

Finalmente, para que los medios de transporte funcionen es necesario establecer una gran red de autopistas, espacio aéreo controlado y reglas viales que impidan accidentes o conflictos (Definicion ABC, 2012).

1.3.2. Tránsito

Se define como la movilización de personas animales o vehículos por una vía pública o privada abierta al público¹. Los congestionamientos constituyen el problema de tránsito más visible. Esto ocurre cuando el tránsito no es fluido ya que la cantidad de vehículos es superior a la que puede acoger una calle. Al producirse una congestión, los coches no puedan circular con normalidad y deben reducir su velocidad o hasta detener su marcha. Por otra parte, la gestión y control del tránsito es responsabilidad de las autoridades estatales. Esta es una tarea muy importante para un gobierno, ya que los accidentes de tránsito causan miles de muertes al año. El correcto funcionamiento de los semáforos, la señalización de calles, avenidas y carreteras, el cuidado del pavimento y las sanciones a quienes violan las leyes de tránsito permiten reducir las posibilidades de accidente (Definicion.De, 2012).

1.3.3. Movilidad

Según Dangond et. al. (2011), la movilidad es un concepto mucho más amplio y complejo que el de transporte ya que es el resultado de la introducción de una serie de variables adicionales tales como condiciones sociales, políticas, económicas y culturales. La movilidad es un cambio en el análisis de los movimientos de los diferentes modos de transporte tanto colectivo como individual en las ciudades, suponiendo el aprovechamiento máximo de los mismos, al tiempo que plantea objetivos en materia de desarrollo económico y gestión de la demanda de transporte.

¹ Colombia. Ley 769 de 2002, de 6 de Agosto, del Código Nacional de tránsito y transporte.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

En este mismo sentido, el Programa de Medio Ambiente de la Obra Social Caja Madrid considera que el objetivo principal de la movilidad es *“que los ciudadanos puedan alcanzar el destino deseado en condiciones de seguridad, comodidad e igualdad y de la forma más autónoma y rápida posible”*. Finalmente, Kaufmann (2008) expone que la movilidad implica un cambio social en la persona que lo realiza y no solo un desplazamiento.

1.3.4. Capacidad de una vía

Se define como el máximo volumen horario de tránsito que puede de manera razonable circular por un punto o una sección de una carretera bajo las condiciones prevalecientes de la vía y las características propias del tráfico (Navarro, 2009).

1.3.5. Nivel de servicio de una vía

Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de vehículos y de la percepción de sus conductores y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como velocidad, tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial (Navarro, 2009).

1.3.5.1. Nivel de servicio en vías urbanas

El manual HCM clasifica los niveles de servicio en vías urbanas desde la A hasta la F, siendo A la mejor condición y F la condición más desfavorable de la vía, a continuación se presenta la descripción de cada uno de los niveles de servicio que se pueden presentar en una vía urbana.

- **Nivel de servicio A.** Representa una circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al motorista, pasajero o peatón, es excelente.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

- **Nivel de servicio B.** Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas, sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior a los del nivel de servicio A, porque la presencia de otros comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.
- **Nivel de servicio C.** Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.
- **Nivel de servicio D.** Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.
- **Nivel de servicio E.** El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a “ceder el paso”. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores o peatones. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.
- **Nivel de servicio F.** Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto o calzada, excede la cantidad que

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables.

1.3.5.2. Nivel de servicio peatonal de un andén o pasillo.

El manual HCM 2000 define los niveles de servicio peatonales desde la A hasta la F, siendo el nivel A la mejor calificación y el nivel F la peor calificación para un sendero peatonal o andén. A continuación se describen cada uno de los niveles de servicio.

- **Nivel de servicio A.** Espacio peatonal \square $5.6 \text{ M}^2/\text{p}$, rata de flujo peatonal \square $16 \text{ p}/\text{min}/\text{m}$. En los niveles de servicio A, los peatones se mueven en trayectorias deseadas sin alterar sus movimientos en respuesta a otros peatones. Las velocidades de marcha se seleccionan libremente y los conflictos entre peatones son poco probables.
- **Nivel de servicio B.** Espacio peatonal entre 3.7 y $5.6 \text{ m}^2/\text{p}$, rata de flujo entre 16 y $23 \text{ p}/\text{min}/\text{m}$. En los niveles de servicio B, hay espacio suficiente para que los peatones seleccionen su velocidad de marcha libremente. Deben eludir a otros peatones para evitar conflictos al cruzar. Los peatones empiezan a ser conscientes de la presencia de otros peatones y deben elegir un sendero para caminar.
- **Nivel de servicio C.** Espacio peatonal entre 2.2 y $3.7 \text{ m}^2/\text{p}$. la rata de flujo esta entre 33 y $49 \text{ p}/\text{min}/\text{m}$. En los niveles de servicio C, el espacio es suficiente para la velocidad de marcha normal y para pasar por otros peatones en corrientes principalmente unidireccionales. En sentido inverso o movimientos de cruce se pueden presentar conflictos de menor importancia, las velocidades y el caudal son algo más bajas.
- **Nivel de servicio D.** Espacio peatonal entre 1.4 y $2.2 \text{ m}^2/\text{p}$. la rata de flujo esta entre 33 y $49 \text{ p}/\text{min}/\text{m}$. En los niveles de servicio D hay libertad para elegir la velocidad de marcha de los peatones pero el cruce con otros peatones es restringido. Los cruces en sentidos opuestos pueden generar alta probabilidad de conflictos. Se requiere cambiar la

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

velocidad y la posición para caminar. Los niveles de servicio D proporciona un flujo razonablemente fluido, pero la fricción y la interacción entre los peatones es probable.

- **Niveles de servicio E.** Espacio peatonal entre 0.75 y 1.4 m²/p. la rata de flujo esta entre 49 y 75 p/min/m. en los niveles de servicio E, prácticamente todos los peatones restringen su velocidad de marcha normal, con frecuencia ajustando su modo de andar. En el rango inferior, el movimiento hacia adelante es posible sólo arrastrando los pies.
- **Nivel de servicio F.** Espacio peatonal menos a 0.75 m²/p. la rata de flujo es mayor a 75 p/min/m. En los niveles de servicio F, todas las velocidades de marcha están severamente restringidas y todos deben ajustar su modo de andar. Con frecuencia se presenta contacto entre personas. Los cruces y los movimientos en dirección contraria son virtualmente imposibles. El flujo es flujo es esporádico e inestable. El flujo característico son peatones que se mueven en colas.

1.3.6. Infraestructura urbana

Se entiende por infraestructura urbana las obras que dan el soporte funcional para otorgar bienes y servicios óptimos para el funcionamiento y satisfacción de la comunidad, son las redes básicas de conducción y distribución, como agua potable, alcantarillado sanitario, agua tratada, saneamiento, agua pluvial, energía eléctrica, gas y oleoductos, telecomunicaciones, así como la eliminación de basura y desechos urbanos sólidos (Inplanchihuaua.gov, 2009).

La infraestructura ha tomado relevancia, debido al tema de riesgos antropogénicos, su posición debe ser siempre estratégica. El desarrollo urbano actualmente debe realizarse en concordancia a las restricciones normadas que aseguran el respeto de los derechos de vía y buscan atender a las medidas de prevención de desastres (Inplanchihuaua.gov, 2009)

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

1.3.7. Cultura ciudadana

El concepto de cultura ciudadana parte de la idea de que un gobierno puede impulsar mejoras sustanciales en la convivencia, la seguridad y la participación democrática de los ciudadanos mediante acciones sobre la cultura, y no sólo mediante acciones jurídicas o de vigilancia y control (Departamento Nacional de Planeación, Presidencia de la República, 2006).

Según Antanas Mockus (1995), la cultura ciudadana es un *“conjunto de costumbres, acciones y reglas mínimas compartidas que generan sentido de pertenencia, facilitan la convivencia urbana y conducen al respeto del patrimonio común y al reconocimiento de los derechos y deberes ciudadanos”*.

La cultura ciudadana se refiere entonces a un conjunto específico de aspectos de las relaciones sociales, que forman parte de la cultura como un todo. Tales aspectos abarcan aquellos valores, actitudes y comportamientos que tienen que ver con la convivencia y el ejercicio activo de la ciudadanía (Departamento Nacional de Planeación, Presidencia de la República, 2006).

1.3.8. Tráfico calmado

Las zonas de tráfico calmado (conocidas como zonas-30) son espacios públicos en los que se busca establecer un equilibrio entre las prácticas de la vía local y la circulación del tráfico motorizado. Para tal fin se restringe la velocidad en una vía o en una zona de la ciudad a máximo 30 km/h, lo permite la coexistencia segura entre los vehículos, las bicicletas y las personas. Esta velocidad permite detener un vehículo en menos de 13 metros (considerando un segundo de reacción al frenar) e implica muy bajas probabilidades de muerte para el peatón o el ciclista en caso de un accidente (Ingenieria.uniandes, 2012).

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

1.3.8.1. Consideraciones para lograr un tráfico calmado

Para lograr los objetivos de tener un tráfico calmado y no generar otro tipo de problemas, se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

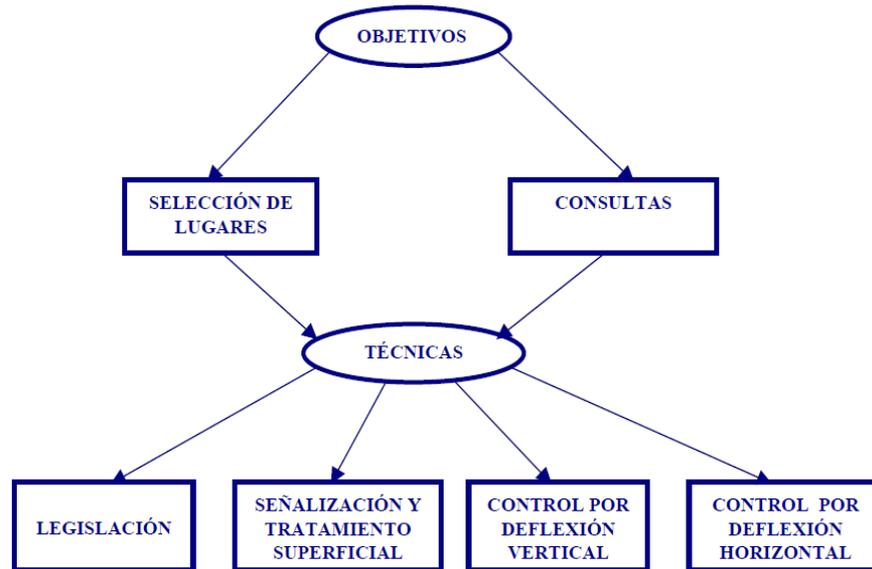


Figura 7. Esquema para lograr los objetivos de un tráfico calmado.

Fuente. Dextre Quijandría (1999), modificada por autores.

- **Objetivos.** Son dos los objetivos principales: la reducción del número de personas accidentadas y el mejoramiento del ambiente o calidad de vida de las personas que viven, trabajan o visitan el área de interés. Las medidas tratan de cambiar la percepción que los conductores tienen de un área. Casi todas las calles dan la impresión de ser rutas para el tráfico vehicular, que tiene otros usos de menor importancia, tales como calles para el comercio o calles de acceso a las propiedades. En este sentido las medidas pueden cambiar el balance y la impresión de los conductores, indicando que su principal uso es para el comercio o para uso residencial, teniendo el tráfico vehicular una importancia secundaria (Dextre Quijandría, 1999).

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

- **Selección de lugares.** Debido a que los recursos son escasos, se debe seleccionar adecuadamente los lugares donde se implementarán medidas de tráfico calmado. No es conveniente que las autoridades cedan a las presiones de los vecinos que más se quejan y terminen implementando primero estas áreas. Es necesario que la prioridad sea el resultado de criterios objetivos, lo cual no sólo aliviaría la presión pública, sino que los recursos serán invertidos en donde se espera mayores beneficios (Dextre Quijandría, 1999).
- **Consultas.** Es importante que las medidas que se piensan implementar no sean impuestas a la gente. Por lo general las áreas seleccionadas tienen problemas que son conocidos por los vecinos o usuarios de las vías y la consulta se puede realizar de diferentes maneras, tales como (Dextre Quijandría, 1999):

- a) Preguntándole a los residentes, por medio de un cuestionario, su punto de vista sobre el tráfico y posiblemente sus sugerencias para solucionar los problemas.
- b) Presentándoles a los vecinos las opciones potenciales que permitirían aliviar sus problemas y preguntarles cuál es su punto de vista de las alternativas y los posibles problemas que estas soluciones pueden generar.

El primer método asegura que los vecinos se sientan involucrados en el problema, pero se pueden recibir críticas por no haber explicado que se piensa hacer. En el segundo método se reciben las críticas de los vecinos a las propuestas, sin embargo, estos sienten que no han participado suficiente en explicar sus problemas y sugerir soluciones (Dextre Quijandría, 1999).

Cuando se han diseñado varias alternativas, es importante tratar de lograr un consenso de los vecinos. Para lograr esto es importante mostrar la información sobre accidentes, velocidades, flujos de tráfico y fotografías que muestren las alternativas de solución que han sido implementadas en otros lugares similares. Al momento de la consulta no se

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

debe olvidar de incluir a los servicios de emergencia (policía, ambulancias, bomberos) y a los operadores del transporte público (Dextre Quijandría, 1999).

- **Técnicas.** Para lograr un tráfico calmado se pueden dividir en cuatro categorías (Dextre Quijandría, 1999):
 - a) **Legislación y vigilancia:** Este método consiste en tener restricciones a algunos movimientos (sentido de circulación o prohibiciones de giros a la izquierda), restricciones de parqueo y restricciones de velocidad. En todos los casos el éxito dependerá del nivel de vigilancia.
 - b) **Tratamiento superficial del pavimento y señalización:** Consiste en cambiar el color del pavimento o su textura, de tal manera que sea claro que la prioridad no es de los vehículos motorizados, sino de los peatones y ciclistas. En estos casos es necesario colocar la señalización correspondiente, que le dé autoridad al personal encargado de la vigilancia.
 - c) **Control por deflexión vertical.**
 - d) **Control por deflexión horizontal.**

1.3.9. Planificación urbana

El planeamiento urbanístico o planificación urbana es el conjunto de instrumentos técnicos y normativos que se redactan para ordenar el uso del suelo y regular las condiciones para su transformación o, en su caso, conservación. Comprende un conjunto de prácticas de carácter esencialmente proyectivo con las que se establece un modelo de ordenación para un ámbito espacial, que generalmente se refiere a un municipio, a un área urbana o a una zona de escala de barrio (Intraperu, 2000).

La planificación urbana está relacionada con la arquitectura, la geografía y la ingeniería civil en la medida en que ordenan espacios. Debe asegurar su correcta integración con las infraestructuras y sistemas urbanos. Precisa de un buen conocimiento del medio físico, social y económico que se obtiene a través de análisis según los métodos de la sociología, la demografía, la geografía, la economía y otras disciplinas. El planeamiento urbanístico es,

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

por tanto, una de las especializaciones de la profesión de urbanista, tradicionalmente practicada en los países en los que no existe como disciplina académica independiente por arquitectos, geógrafos e ingenieros civiles, entre otros profesionales. Sin embargo, el urbanismo no es sólo el planeamiento, sino que precisa gestión lo que conlleva organización político-administrativa (Intraperu, 2000).

La planificación urbana se concreta en los planes, instrumentos técnicos que comprenden, generalmente, una memoria informativa sobre los antecedentes y justificativa de la actuación propuesta, unas normas de obligado cumplimiento, planos que reflejan las determinaciones, estudios económicos sobre la viabilidad de la actuación y ambientales sobre las afecciones que producirá. La planificación urbana establece decisiones que afectan al derecho de propiedad, por lo que es necesario conocer la estructura de la propiedad y establecer cuál puede ser el impacto de las afecciones a la propiedad privada sobre la viabilidad de los planes (Intraperu, 2000).

1.3.10. Urbanismo

El urbanismo ha existido desde que el hombre empieza a vivir en las ciudades y a organizar conscientemente sus espacios, pero la palabra urbanismo surgió a principios del siglo XX y poco a poco ha pasado a ser de uso común. Etimológicamente, el término urbanismo proviene de urbe = lo que es de una ciudad (derivado del latín: urbanus); por tanto, refiere a todo lo relacionado con la ciudad. En la actualidad, esta concepción del urbanismo ha sido superada y su sentido actual puede sintetizarse en el estudio y planeación de las ciudades y las regiones donde éstas se asientan. Esta ampliación del concepto urbanismo, más allá de su significado etimológico, se debe a que se ha visto que en la actualidad no es posible entender lo que ocurre en las ciudades, sino se le relaciona con lo que ocurre en el campo. Así como en el Medievo había un límite claro (el muro) que separaba a la ciudad del campo, hoy en día no lo hay, y existen tantas relaciones entre la ciudad y su región, que es imposible entender el funcionamiento de una sin entender el de la otra (Miguel, Torres Váldez, & Maldonado Cruz, 2011).

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

El urbanismo es una disciplina en formación que puede analizarse como un sistema, es decir, un conjunto de infraestructura, servicios, reglas y principios sobre una materia (la ciudad y la región) relacionados entre sí. El urbanismo tiene como fin la modelación y remodelación de las ciudades y regiones para el bienestar de la gente, por lo cual es el estudio de las ciudades enfocado a lograr el diseño del ámbito espacial donde se desenvuelven las actividades sociales del hombre. El urbanismo se proyecta para la sociedad, de manera que se da prioridad al bienestar colectivo por encima de los intereses particulares. Si el arquitecto identifica una casa por la forma, el urbanista la identificará por el número de miembros que la habitan. En este sentido, puede decirse que el urbanismo es colectivista (Miguel, Torres Váldez, & Maldonado Cruz, 2011).

1.3.11. Mobiliario urbano.

Se considera mobiliario urbano a toda la serie de elementos que forman parte del paisaje de la ciudad, habiendo sido añadidos tanto en el plano de superficie como en el subsuelo o en la parte aérea de dicho espacio. Estos elementos sirven para jugar, sentarse, tirar basura (canecas), iluminar una zona, informar, preservar de la lluvia, esperar el autobús, enviar una carta, llamar por teléfono, comprar el periódico, hacer gimnasia o, sencillamente, sentarse a tomar una copa al aire libre (Fernández Rebollo, 2004).

La dotación de equipamiento urbano o mobiliario urbano es factor de bienestar social y económico, así como de ordenamiento territorial y de estructuración interna de las localidades, el déficit en equipamiento urbano y su distribución socio-espacial es un indicador de desigualdades sociales. Según las normas de SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social, México), la estructura de equipamiento urbano se divide en subsistemas que se caracterizan por agrupar elementos que tienen características físicas, funciones y servicios similares, y considera 12 subsistemas en su sistema normativo: educación, cultura, salud, asistencia social, comercio, abasto, comunicaciones, transporte, recreación, deporte, administración pública y servicios urbanos (Inplanchihuaua.gov, 2009).

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

1.3.12. Espacio público

El espacio público corresponde a aquel territorio de la ciudad donde cualquier persona tiene derecho a estar y circular libremente (como un derecho); ya sean espacios abiertos como plazas, calles, parques, etc.; o cerrados como bibliotecas públicas, centros comunitarios, etc. (García Vásquez, 2008).

Espacio público es el conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados destinados por su naturaleza, por su uso o afectación, a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden, por lo tanto, los límites de los intereses privados de los habitantes (Ley 9 de 1989 y Decreto 1504/98 Artículo 2). *“Son bienes de uso público aquellos inmuebles de dominio público cuyo uso pertenece a todos los habitantes de un territorio, como el de calles, plazas, fuentes y caminos y en general todos los inmuebles públicos destinados al uso o disfrute colectivo”*.

La noción de espacio público es aplicable a la totalidad de lugares y elementos de la ciudad, de propiedad colectiva o privada, que albergan el cotidiano transcurrir de la vida colectiva ya que enlazan y entretienen el ámbito propio de la arquitectura con su dimensión urbana, posibilitando la vida ciudadana en la medida en que son ellos los lugares de expresión y apropiación social por excelencia (choachi-cundinamarca.gov.co, 2007).

1.3.13. Seguridad vial

Es la disciplina que estudia los factores de riesgo a los que pueden estar sometidas las personas cuando se desplazan, así como propone las medidas adecuadas para evitar los riesgos que pueden derivarse de dicha circulación y las pertinentes para proteger a los sujetos pasivos y activos de la circulación (maz.es, 2008).

Así pues, podríamos decir que la seguridad vial es aquella disciplina que estudia y analiza los factores de riesgos a los que pueden estar sometidas las personas cuando se desplazan (en medios propios o en vehículos) y con cualquiera de fines (laborales, lúdicos o sociales),

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

así como propone las medidas adecuadas para evitar los riesgos que pueden derivarse de dicha circulación y las pertinentes para proteger a los sujetos activos y pasivos de la circulación, cuando fallan las primeras. Una de las herramientas más poderosas en manos de las administraciones para desarrollar políticas de seguridad son las normativas que regulan todos los aspectos relacionados con el tránsito por las vías públicas (Instituto de Seguridad Vial de la FUNDACIÓN MAPFRE, 2009).

1.4. MARCO LEGAL

En el artículo 2 de la Constitución Política de Colombia de 1991, se plantea el papel que tienen las autoridades respecto a la protección de las personas, en su vida, honra, bienes, derechos y libertades, así como a la garantía del cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares. Este fundamento constitucional ha servido de base para el desarrollo de normas jurídicas tendientes a la protección y seguridad en la movilidad (transporte y tránsito) de los ciudadanos (Pico Merchán, González Pérez, & Noreña Aristizábal, 2011).

Los artículos 11, 82, 88, entre otros, le dan poder al Estado para determinar los lineamientos políticos que la Constitución le obliga como responsable del mejoramiento permanente de la calidad de vida y de la seguridad de los ciudadanos. Asimismo, el artículo 24 plantea que “todo colombiano, con las limitaciones que establezca la ley, tiene derecho a circular libremente por el territorio nacional.”

En la Ley 105 de 1993, relacionada con las disposiciones básicas sobre el transporte y las competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se establecen los principios rectores del transporte. En el artículo 2 en su literal b se establece que “corresponde al Estado la planeación, el control, la regulación y la vigilancia del transporte y de las actividades a él vinculadas”. La ley 336 de 1996 por medio de la cual se adopta el Estatuto Nacional del Transporte en artículo 2 saca a colación que “la seguridad,

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

especialmente la relacionada con la protección de los usuarios, constituye prioridad esencial en la actividad del Sector y del Sistema de Transporte”.

En el artículo 3 de dicha ley se establece que “para los efectos pertinentes, en la regulación del transporte público las autoridades competentes exigirán y verificarán las condiciones de seguridad, comodidad y accesibilidad requeridas para garantizarle a los habitantes la eficiente prestación del servicio básico y de los demás niveles que se establezcan al interior de cada modo, dándole prioridad a la utilización de medios de transporte masivo”.

La Ley 769 de 2002 (Código Nacional de Tránsito Terrestre) regula la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas donde internamente circulen vehículos; así como la actuación y los procedimientos de las autoridades de tránsito. Tiene entre sus principios rectores la seguridad de los usuarios, la calidad, la oportunidad, cubrimiento, la libertad de acceso, la plena identificación, la libre circulación, la educación y la descentralización. Además, faculta al Ministerio de Transporte para elaborar un Plan Nacional de Seguridad Vial que contribuya a la disminución de la accidentalidad en el país y sirva como base para los planes departamentales, metropolitanos, distritales y municipales de control de la piratería e ilegalidad (Parágrafo único Art. 4) (Pico Merchán, González Pérez, & Noreña Aristizábal, 2011).

El Decreto 2053 de 2003, en su Art. 2, establece dentro de las funciones del Ministerio de Transporte, entre otras, las de formular las políticas del Gobierno Nacional en materia de tránsito, transporte y la infraestructura de los modos de su competencia; fijar y adoptar las políticas, planes y programas en materia de seguridad en los diferentes modos de transporte y de construcción y conservación de su infraestructura (wsp.presidencia.gov, 2003). La Resolución 4101 de 2004 adopta el Plan Nacional de Seguridad Vial denominado “Hacia

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

una Nueva Cultura de Seguridad Vial”, y ratifica aspectos contemplados en las leyes 105 de 1993, 769 de 2002 y en el Decreto 2053 de 2003.

Esta resolución define en su programa central, la gestión y promoción de la seguridad vial en “usuarios vulnerables” y en sus programas de apoyo, y contempla lo relacionado con la prevención de la accidentalidad incluyendo aspectos como la educación para la autorregulación y corresponsabilidad ciudadana en el tránsito (Avancejuridico.com, 2004).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar a nivel conceptual, un plan de movilidad urbana que garantice la seguridad de las personas y el rol integrador del espacio público mediante el análisis de 4 aspectos principales: transporte, vialidad, tránsito y control, y cultura ciudadana.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar cada uno de los diferentes usuarios de la vía, teniendo en cuenta como parámetros principales las características operativas, la vulnerabilidad ante posibles conflictos y la percepción particular ante la problemática de la movilidad actual.
- Caracterizar las principales vías de acceso de la zona estudiada, considerando como principales criterios de evaluación, la capacidad y el nivel de servicio presentado por la vía.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

- Examinar la legislación colombiana vigente relativa a temáticas como el derecho urbano, los usos y disposiciones del espacio público y la implementación de nuevas políticas al entorno urbano.
- Estudiar las estrategias y las políticas públicas más importantes a nivel mundial, relacionadas con los aspectos principales del plan de movilidad, teniendo en cuenta su eventual implementación en la ciudad de Cartagena de Indias.
- Crear un marco de soluciones generales acorde con la demanda y la oferta de la zona estudiada.

3. ALCANCE Y LIMITACIONES

Con el diseño conceptual del Plan de Movilidad Urbana Segura de Cartagena de Indias se ha construido un marco de soluciones generales conceptualmente sólido, práctico a la hora de su implementación y adaptable a cualquier escenario; mediante el cual se analizan integralmente algunas problemáticas de movilidad que afectan a la ciudad como son la inseguridad de los usuarios y la ausencia de escenarios de integración social. Teniendo en cuenta los recursos económicos, tecnológicos y científicos con los que contaban los investigadores y el tiempo disponible para la ejecución del proyecto que fue el segundo período académico del año 2014, se establecieron los alcances que presenta el diseño conceptual.

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA MUESTRA

La población de estudio corresponde a toda la ciudad de Cartagena de Indias en general, ya que los planes de movilidad deben cumplir un rol integrador para todos los ciudadanos por igual ofreciéndoles accesibilidad, seguridad y garantías para desplazarse a lo largo de toda la ciudad.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

La muestra seleccionada para el estudio consta de 5 barrios pertenecientes a la Unidad Comunera de Gobierno (UCG) No. 1 de Cartagena, la cual a su vez pertenece a la localidad Histórica y del Caribe Norte. Los 5 barrios son: Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Figura 8. Localización de la zona de estudio.

Fuente. Google Maps (2014). Modificado por autores.

Según el boletín general del censo de 2005 realizado por el DANE, estas son las principales características de la UCG No. 1 de Cartagena:

- ✓ Los apartamentos son el tipo de vivienda más común.
- ✓ Altos niveles de cobertura de servicios públicos.
- ✓ Los niveles educativos más comunes son profesional y bachiller.
- ✓ La actividad económica más frecuente son los servicios.

Por otra parte, según proyecciones del DANE para el año 2012, la población de estos 5 barrios es de aproximadamente 27.685 personas.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

3.2. ALCANCE CONCEPTUAL

Conceptualmente, la investigación se limita a las temáticas expuestas en el esquema general de trabajo, lo que permite realizar un análisis integral de la problemática urbana con el propósito de obtener soluciones transversales. Las variables a analizar en la investigación fueron:

- ✓ Características operativas y vulnerabilidad de los diferentes usuarios de las vías.
- ✓ Saturación y niveles de servicio de las vías, el uso en general del espacio público.
- ✓ Factibilidad de las alternativas de solución.

3.3. ALCANCE DEL PRODUCTO FINAL

El diseño conceptual del Plan de Movilidad Urbana Segura es un documento teórico-práctico en el cual se exponen los principales problemas que afectan a la movilidad en Cartagena de Indias, y el conjunto de soluciones que podrían mitigar o eliminar dichas problemáticas. De hecho, el diseño conceptual presenta su mayor ventaja en la posibilidad de progresar en los procesos de toma de decisiones y posterior implementación, llevando alternativas de solución hasta diseños de ingeniería y/o específicos. Con el eventual progreso del diseño conceptual, se aseguran beneficios en la calidad de vida de los ciudadanos tales como:

- ✓ Mayor seguridad a la hora de realizar sus viajes a través de los distintos medios de transporte.
- ✓ Recuperación de espacio público y por consiguiente, construcción de tejido social.
- ✓ Distribución equitativa de cargas y beneficios para los diferentes usuarios de las vías, incluyendo residentes y comerciantes de la zona.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Así, con el diseño conceptual se alcanzan 2 metas adicionales sumamente importantes:

- ✓ Ofrecer a planificadores, urbanistas, comunidad científica y sociedad en general, una síntesis de las iniciativas más exitosas a nivel mundial y su eventual implementación en la ciudad de Cartagena de Indias.
- ✓ Servir como documento guía para futuras investigaciones que pretendan ampliar, profundizar o reorientar a otras zonas de la ciudad u otras ciudades, las temáticas aquí estudiadas.

Por otra parte, las principales limitaciones conceptuales que presenta la investigación son:

- ✓ No se tendrá en cuenta ningún tipo de contaminación producida por el transporte, bien sea auditiva, visual o del aire.
- ✓ La búsqueda y análisis de iniciativas públicas exitosas alrededor del mundo, se limita a la disponibilidad de información relevante en las distintas fuentes como las instituciones públicas y el internet.

3.4. LIMITACIONES ADICIONALES

A medida que avanzaba la investigación fueron presentándose obstáculos de diferente índole que condicionaron la ejecución normal del proyecto y posteriormente, el producto final del mismo. A continuación se exponen cuales fueron estos imprevistos:

- ✓ Sólo se determinaron los niveles de servicios para las 8 vías peatonales tratadas a lo largo del estudio y se omitieron los niveles de servicios para las vías vehiculares ya que no se contó con el tiempo ni con los medios suficientes para determinar los parámetros requeridos por el manual americano HCM 2000.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

- ✓ No se hizo la simulación de la movilidad peatonal actual debido a limitaciones académicas de los autores respecto al software PTV Vissim 7, los cuales no contaron con los conocimientos avanzados exigidos por el software.

- ✓ No se realizaron estudios de velocidades debido a que no se contó con el tiempo suficiente para ello; por tanto, las velocidades adoptadas para el presente estudio fueron las calculadas por estudiantes del programa Ingeniería Civil que cursan la asignatura Ingeniería de tránsito, en la Universidad de Cartagena.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

4. METODOLOGÍA

Con el diseño conceptual del Plan de Movilidad Urbana Segura de Cartagena de Indias se ha construido un marco de soluciones generales que estudia, analiza y planifica la implementación de iniciativas dirigidas a mejorar la movilidad urbana. Esto significa que la investigación es de tipo mixta ya que se manejaron los enfoques cualitativo y cuantitativo de manera complementaria; esto a través del análisis integral de la información primaria (Encuestas de percepción, aforos vehiculares y peatonales) acompañado de una contextualización elaborada a partir de la información secundaria (Publicaciones, investigaciones académicas, informes oficiales, entre otros).

Para llevar a cabo la recolección de la información se seleccionaron cinco barrios como muestra representativa de toda la ciudad; estos barrios fueron Bocagrande, Centro, San Diego, La Matuna y Getsemaní, los cuales presentan altos índices de accidentalidad según datos estadísticos estudiados con anterioridad. El tamaño de la muestra y la cantidad de datos de campo a recolectar conllevaron a que la duración del estudio estuviera comprendida entre los meses de junio y octubre del año 2014.

Por otra parte, para construir el marco de soluciones se partió del siguiente esquema de trabajo ideado por la Alcaldía de Medellín.



Figura 9. Esquema general de trabajo del Plan de Acciones Estratégicas para la Movilidad de Medellín 2008 - 2011.

Fuente. Alcaldía de Medellín, modificado por autores.

Este esquema de trabajo promueve la interdependencia de los diferentes componentes de la movilidad, lo que permite realizar un diagnóstico acertado de los principales problemas que

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

presenta la zona de estudio para enfocar de manera adecuada todas las alternativas de solución. El diseño conceptual se desarrolló en siete pasos presentados gráficamente a continuación:

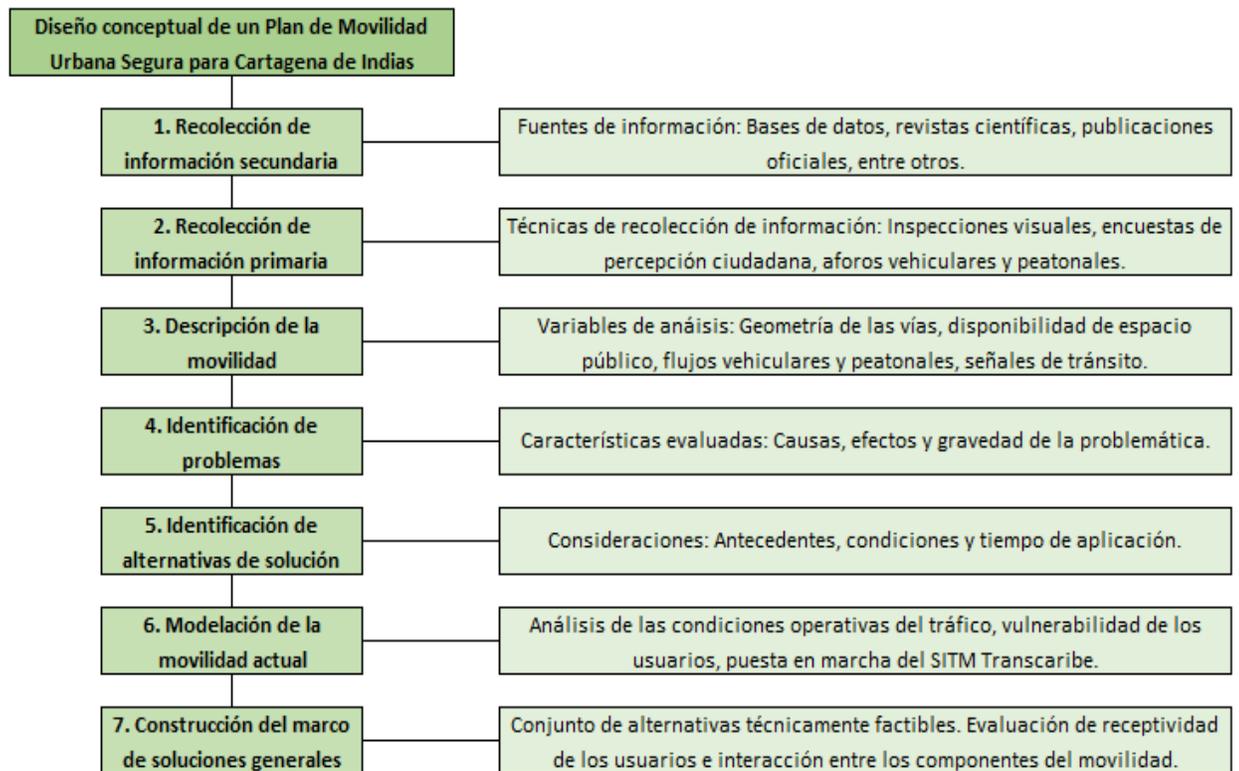


Figura 10. Procedimiento llevado a cabo para el diseño conceptual del plan de movilidad.

4.1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Esta fase consistió en la búsqueda y compilación de datos procesados y analizados anteriormente por otros investigadores, lo que permitió establecer los antecedentes de la problemática tratada y la construcción del marco referencial que ayudó en el análisis de posibles alternativas de solución.

En esta etapa se recolectaron 43 documentos en formato PDF distribuidos de la siguiente manera:

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

- Bases de datos adscritas a la Universidad de Cartagena (**fueron 5 revistas**).
- Revistas científicas especializadas en urbanismo, movilidad urbana y seguridad vial (**fueron 5**).
- Publicaciones oficiales de instituciones como la Corporación Fondo de Prevención Vial (CFPV), la Alcaldía de Cartagena, entre otros (**fueron 7**).
- Mapas de riesgo generados en la herramienta Mapas de Riesgo, la cual fue desarrollada por la CFPV y la Universidad de los Andes (**un mapa**).
- Informes oficiales de organizaciones como la ONU, la OMS, entre otras (**fueron 5**).
- Legislación colombiana vigente relativa a derecho urbano, uso del espacio público, entre otras temáticas similares (**fueron 20**).

4.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Una vez construido el marco referencial se procedió con la recolección de información de campo que permitió diagnosticar acertadamente la situación actual de la zona de estudio. La información recogida permitió responder interrogantes relacionados al uso de las vías, la percepción de los usuarios y su disposición ante nuevas políticas de movilidad. Las técnicas de recolección fueron:

4.2.1. Inspección visual

Ésta se realizó con el fin de conocer las zonas de mayor atracción de viajes, las intersecciones con mayor flujo vehicular, el estado actual de las señales de tránsito y la calidad del mobiliario urbano; aspectos sumamente importantes a la hora de planificar las jornadas de recolección de datos de campo. Se llevó a cabo en diferentes días de la semana a distintas horas, de tal forma que se conocieran las variantes condiciones de operación en la zona de estudio. **Para registrar la información de utilizó una cámara Kodak M522 14,2 MP (4352 × 3264) Zoom óptico de 4 aumentos y digital avanzado de 5 aumentos para garantizar fotografías de alta calidad.**

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

4.2.2. Encuesta de percepción

Se realizaron 200 encuestas(192 efectivas) en donde se evaluaban cinco importantes aspectos de la movilidad que fueron el transporte privado, el transporte público, el comportamiento de los peatones, el parqueo y la percepción ciudadana. Esta evaluación se hizo a través de una calificación cuantitativa de 1 a 5, siendo 1 y 5 la peor y la mejor calificación respectivamente. Adicionalmente, estos resultados sirvieron para confirmar la información consultada en el proyecto Cartagena Como Vamos con la cual se pudo constatar que la percepción de la ciudadanía a cerca de la movilidad tiene una puntuación menor a 3 en una escala de cero a cinco , donde cero es la peor calificación y cinco la mejor.

4.2.3. Aforos peatonales y vehiculares

Esta etapa consistió en la realización de aforos pilotos y definitivos en los cuales se tomaron días típicos de semana y de fin de semana. Los aforos se realizaron desde las 7:00 am hasta las 7:00 pm, con receso de una hora entre las 3:00 pm y las 4:00 pm. En total se recolectaron 36 registros de aforos (4 para aforos pilos y 32 aforos definitivos). Estos datos fueron tabulados en libros de Excel y por medio de estos se extrajeron las tablas y los gráficos necesarios para el análisis de la información recolectada. Los aforos se desarrollaron en las siguientes etapas:

- **Aforos pilotos.** Se realizaron estudios de tipo piloto para establecer los sitios definitivos de aforos peatonales y vehiculares. Los puntos escogidos para estos estudios fueron la rotonda del parque de la Marina, el sector de la India Catalina y el Puente Román. Los conteos vehiculares se hicieron teniendo en cuenta la distribución del flujo en autos, buses, camiones y motocicletas; por otra parte, en los aforos peatonales se tuvo en cuenta el sentido en que transitaban las personas y la presencia de vehículos. En esta etapa se archivó la información en 4 documentos Excel, a los cuales se le realizo análisis estadístico para obtener establecer los puntos definitivos de aforos.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

- **Determinación de puntos definitivos de aforo vehicular.** Los puntos de aforo vehicular escogidos fueron:
 - a. Sector India Catalina, donde se contaban los flujos de la avenida Luis Carlos López y la avenida Venezuela.
 - b. Teatro Colón, donde se contaban los flujos del Camellón de los Mártires a las calles del Arsenal y la Media Luna, y el flujo de la Calle Larga.
 - c. Rotonda de la Marina, donde se contaban los flujos de la Avenida Santander, la Avenida San Martín y la Avenida Blas de Lezo.
 - d. Calle 31 con Avenida Santander, donde se contaba el flujo de entrada y salida de vehículos del Centro Histórico a la altura de este punto.



Figura 11. Puntos de aforo vehicular.

Fuente. Google Earth, modificado por autores.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

- **Definición de puntos definitivos de aforo peatonal.** Los puntos de aforo peatonal escogidos fueron:
 - a. Calle de la Moneda.
 - b. Calle Segunda de Badillo.
 - c. Calle Manuel Román y Picón.
 - d. Calle de la Universidad.
 - e. Calle 6 entre carreras 1 y 2.
 - f. Calle 8 entre carreras 1 y 2.
 - g. Carrera 1 entre calles 6 y 7.
 - h. Carrera 2 entre calles 7 y 8.



Figura 12. Puntos de aforo peatonal – Centro histórico.

Fuente. Google Earth, modificado por autores.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Figura 13. Puntos de aforo peatonal – Bocagrande.

Fuente: Goole Earth, modificado por autores.

Esta etapa tuvo una duración aproximada de 2 meses en los cuales se analizaron en total 8 vías con énfasis en el tránsito peatonal y 9 vías con importante flujo vehicular. El estudio se hizo en días normales de trabajo (martes, miércoles y jueves) y fines de semana (lunes, viernes, sábado y domingo), en un horario comprendido entre las 7:00 a.m. y las 7:00 p.m. con un receso entre 3:00 y 4:00 p.m. Se recaudaron 34 días de aforos los cuales sirvieron para determinar las horas pico y valle, calcular los niveles de servicio en vías peatonales y para alimentar el software PTV Vissim 7.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LA MOVILIDAD

Una vez que fue recolectada y analizada la información primaria se procedió a identificar características propias de la zona que reflejaran el comportamiento de los diferentes usuarios de la vía; para esto, se tuvieron en cuenta parámetros como la geometría y los espacios públicos, los flujos vehiculares y peatonales en horarios picos y valles, y el funcionamiento de las señales de tránsito.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

4.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

A partir de la evaluación de las características ya mencionadas fue posible identificar los principales problemas que afectan la movilidad de la zona. Esto se llevó a cabo a través de la observación y análisis de situaciones que pudiesen poner en peligro a los diferentes usuarios de la vía o que generasen inconvenientes y conflictos en el tránsito vehicular y peatonal. Las problemáticas identificadas fueron clasificadas teniendo en cuenta sus causas, sus efectos y la gravedad de las mismas.

4.5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Una vez identificadas las principales problemáticas, se procedió a realizar la búsqueda de alternativas con las cuales fuera posible mejorar uno o varios componentes de la movilidad. Con el fin de obtener una alta probabilidad de éxito en la escogencia de alternativas, el principal requisito para tenerlas en cuenta, era que hubiesen sido aplicadas con anterioridad en situaciones similares y que se hayan obtenido resultados positivos a partir de ellas. Las alternativas consideradas fueron clasificadas teniendo en cuenta sus antecedentes, condiciones y tiempo de aplicación.

4.6. MODELACIÓN DE LA MOVILIDAD ACTUAL

Este paso consistió en la modelación en el software PTV Vissim 7 (Licencia educativa) de la situación actual con el fin de conocer en detalle las características operativas de las vías estudiadas. A partir de esta modelación fue posible analizar las condiciones en que se movilizan los diferentes usuarios motorizados a lo largo de las vías, la vulnerabilidad que cada uno de ellos tiene ante posibles conflictos y las principales necesidades que éstos presentan. Adicionalmente, la modelación también mostró los aspectos por mejorar y una proyección futura cuando ya esté funcionando el Sistema Integrado de Transporte Masivo Transcaribe.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

4.7. CONSTRUCCIÓN DEL MARCO DE SOLUCIONES GENERALES

El paso final en el diseño conceptual del Plan de Movilidad Urbana Segura de Cartagena de Indias fue la construcción del marco de soluciones generales que resume el conjunto de alternativas que mejor funcionarían si fueran implementadas en la ciudad. El marco de soluciones se construyó teniendo en cuenta la factibilidad técnica de las soluciones propuestas, los niveles de servicio de las vías y la percepción ciudadana acerca de cada uno de los componentes de la movilidad.

Adicional a la factibilidad técnica de las alternativas, el marco de soluciones también evalúa la receptividad de los usuarios a futuras mejoras, el rol de las autoridades de tránsito y control, la funcionalidad de las señales de tránsito y la interacción entre los diferentes componentes de la movilidad.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos luego del análisis de la información primaria recolectada y sistematizada. Por medio de estos resultados fue posible desarrollar etapas como la descripción de la movilidad, el marco de soluciones generales y la modelación de la movilidad actual en la zona de estudio.

5.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA

La recolección de información primaria consistió en el desarrollo de varias etapas en campo como inspecciones visuales, encuestas de percepción ciudadana, aforos peatonales y vehiculares. A continuación se muestra detallados cada uno de estas etapas.

5.1.1. Inspección visual

Como era de esperarse, se encontró que las zonas de mayor atracción de personas y viajes son aquellas que ofrecen la posibilidad de satisfacer necesidades de diferente índole. En los barrios estudiados, estas zonas corresponden a aglomeraciones de establecimientos comerciales, instituciones educativas y lugares con un atractivo turístico o una riqueza histórica. Del mismo modo, se observó que las intersecciones de mayor flujo vehicular son aquellas que conectan importantes avenidas del sector, al tiempo que se encuentran cerca de las mencionadas zonas de atracción.

En cuanto al mobiliario urbano se evidencia que existen lugares que carecen de este servicio y que algunos de los existentes se encuentran en mal estado. La condición actual de las vías muestra el deterioro progresivo inducido por factores ambientales, acompañados de un mal drenaje de las aguas lluvias y la falta de mantenimiento de las mismas.

Por otro lado, las señales de tránsito tanto horizontales como verticales se encuentran bien ubicadas, aunque algunas tienen poca visibilidad pudiendo ocasionar conflictos entre los usuarios de las vías.

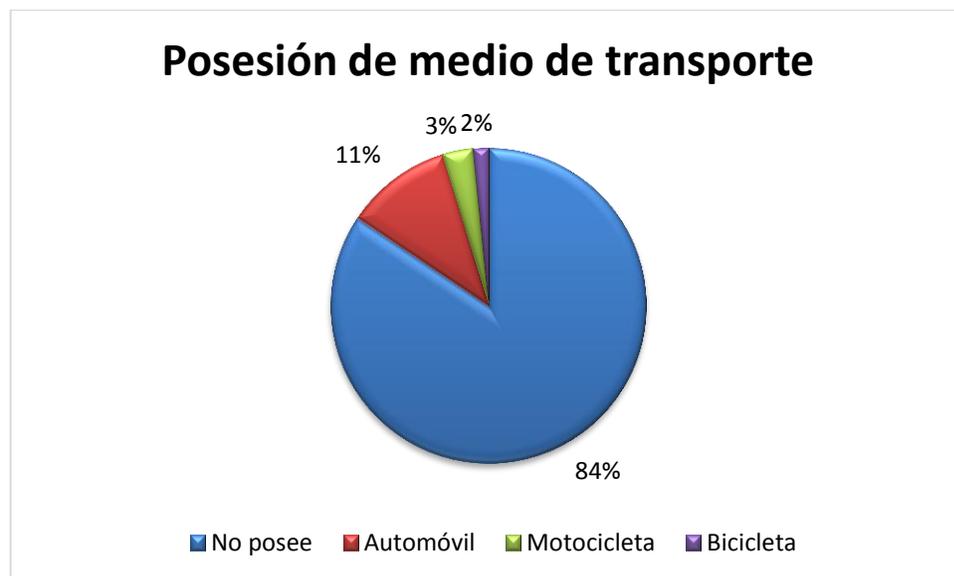
DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

5.1.2. Encuestas de percepción ciudadana

A partir de las 192 encuestas efectivas se obtuvo que el 69% de las personas fueron hombres y el 31% mujeres, con una edad promedio de 30 años. Los diferentes aspectos arrojaron los siguientes resultados:

5.1.2.1. Transporte privado

El 84% de las personas no posee medio de transporte propio, es decir sólo el 16% lo posee; de éste último porcentaje la distribución del tipo de vehículo mostró que la mayoría de las personas tienen un automóvil, seguido de una moto y con un menor porcentaje, una bicicleta, tal y como se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 1. Distribución de los medios de transporte que poseen los usuarios de la zona de estudio.

5.1.2.2. Transporte público

Al evaluar las condiciones de operación del transporte público se encontró que las personas calificaron con un promedio de 2 la velocidad, la seguridad, la comodidad y los tiempos de espera, hecho que evidencia la poca o nula satisfacción que tienen los usuarios con respecto

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

a las condiciones del actual servicio de transporte público. En cuanto al costo del pasaje la calificación fue de 3, para lo que se encontró que un 69% de las personas pagan el valor establecido para el presente año que es \$1700, pero algunos usuarios no tienen un costo fijo y pagan en promedio \$2000.

5.1.2.3. Comportamiento de los peatones

Al preguntarles a los peatones por dónde transitaban, la mayoría contestaron que por el andén, con un 79%; un 21% dice que camina tanto por el andén como por las calles y solo un 3% admite caminar por la vía vehicular. La mayoría de los usuarios no se consideran imprudentes, ya que el 69% contestó que no, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 2. Autoevaluación de los peatones en cuanto a su imprudencia.

En cuanto a la seguridad, el 61% de los usuarios manifiesta sentirse seguro transitando en la zona, un 32% dice todo lo contrario y un 6% no sabe que responder. También se encontró que el 56% de los peatones considera que no existe el espacio suficiente para transitar en las vías de la zona estudiada.

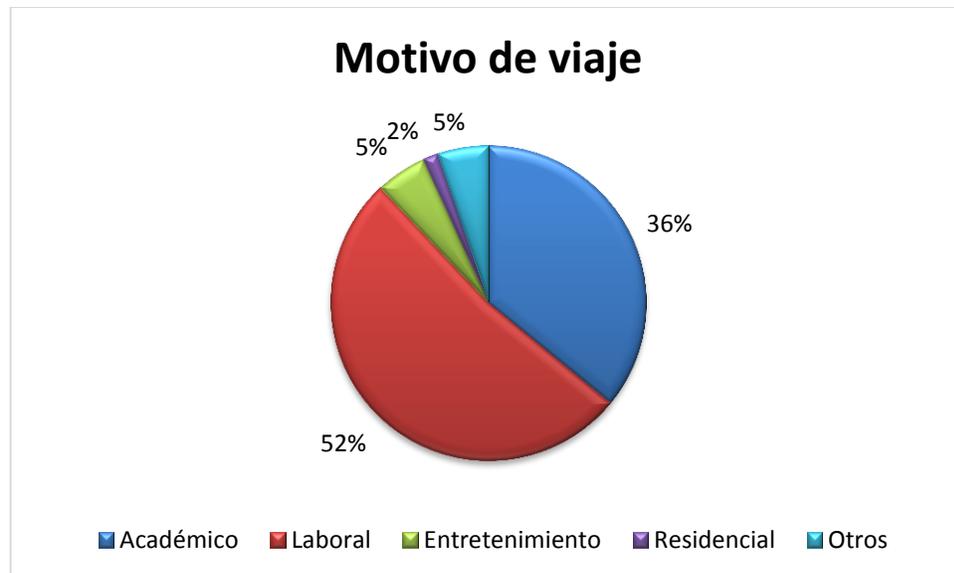
DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

5.1.2.4. Parqueo

En lo referente al parqueo, el 59% de las personas dice no estar de acuerdo con pagar parqueo, un 31% dice que sí y un 10% manifiesta que en ocasiones es necesario. Además de esto, se encontró que el 70% de las personas manifiesta usar parqueadero privado, un 23% usa las vías y un 6% los parqueaderos públicos. El costo de parqueo le parece muy caro a un 17%, caro al 48% y normal a un 35% de las personas encuestadas.

5.1.2.5. Percepción ciudadana de la movilidad en la zona

El principal motivo de viaje a la zona de evaluada es el laboral (52%), seguido del académico (36%), los otros motivos del viaje quedaron distribuidos de la siguiente manera:



Gráfica 3. Motivos de viaje a la zona de estudio.

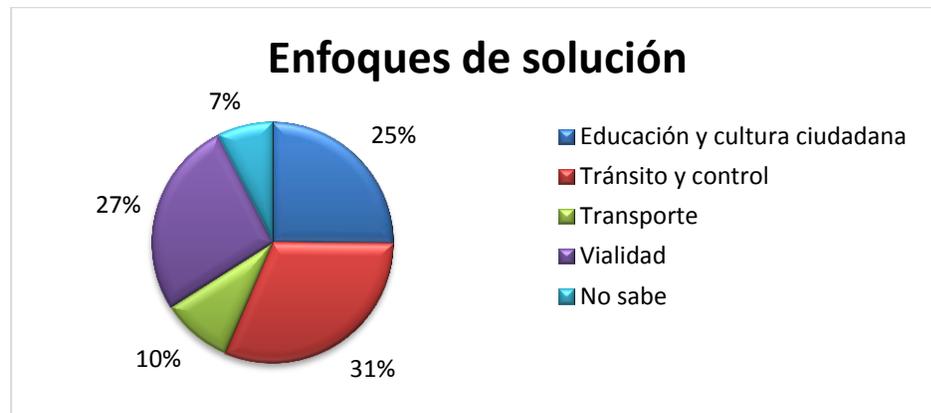
La movilidad de la zona en términos generales recibió una calificación de tres; es decir, los usuarios consideran que la movilidad en la zona se da de forma regular, pero no están del todo satisfechos con ella. Resultados similares se obtuvieron en la encuesta de percepción “Cartagena como vamos 2013”. Un 76% considera que si existen riesgos en las vías, sus respuestas fueron clasificadas en las siguientes causales de riesgo:

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Gráfica 4. Causales de riesgo en las vías, según la comunidad encuestada.

De igual forma, los usuarios dieron ideas de posibles alternativas para la disminución de los riesgos encontrados en las vías. Estas ideas fueron clasificadas en los 4 componentes del esquema general de trabajo, teniendo en cuenta el enfoque más importante.



Gráfica 5. Enfoques de solución propuestos por la comunidad encuestada.

5.1.3. Aforos peatonales

Con el objetivo de caracterizar la movilidad peatonal se realizaron aforos peatonales en los sectores más representativos de la zona de estudio. En la tabla 2 se muestran los distintos sitios en donde se realizaron aforos peatonales y los aspectos más relevantes correspondientes a la movilidad peatonal.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Vía	Tipo de día	Total peatones	Max. Volumen (pico)	Hora pico
Calle de la Moneda	Día de semana	20756	749	5:30 pm - 6:30 pm
	Fin de semana	10610	377	12:30 pm - 1:30 pm
Calle de la Universidad	Día de semana	10201	443	12:00 pm - 1:00 pm
	Fin de semana	10100	321	1:00 pm - 2:00 pm
Calle Segunda de Badillo	Día de semana	6661	208	1:30 pm - 3:00 pm
	Fin de semana	5155	205	11:00 am - 12:30 pm
Calle Manuel Román y Picón	Día de semana	9471	324	10:00 am - 11:30 pm
	Fin de semana	11301	349	10:00 am - 11:00 pm
Calle 6 Bocagrande	Día de semana	1555	68	5:00 pm - 6:00 pm
	Fin de semana	2447	104	5:00 pm - 6:00 pm
Calle 8 Bocagrande	Día de semana	2651	105	5:00 pm - 6:00 pm
	Fin de semana	2262	77	11:00 am - 12:00 pm
Carrera 1 Bocagrande	Día de semana	1534	68	12:00 pm - 1:00 pm
	Fin de semana	3005	165	5:30 pm - 6:30 pm
Carrera 2 Bocagrande	Día de semana	3275	127	12:00 pm - 1:00 pm
	Fin de semana	3544	168	6:00 pm - 7:00 pm

Tabla 2. Resumen de aspectos relevantes de aforos peatonales para un día típico de semana y fin de semana.

El periodo de máximo volumen peatonal para la calle de la Moneda se presenta en horas de la tarde entre las 5:30 pm y 6:30 pm, lo que puede deberse a que a esa hora termina la jornada laboral (ver anexo 1). En un día típico de semana circularon 20756 personas en el periodo estudiado. Para un día de fin de semana la cantidad de peatones se reduce aproximadamente a la mitad (ver tabla 2).

En la calle de la universidad, los periodos de máximo volumen peatonal para un día típico de semana se presentan en horas de medio día, entre las 12:00 pm y la 1:00 pm (ver anexo 2). Esto se debe a que en esta calle se encuentra el claustro de san Agustín, sede de la universidad de Cartagena.

El periodo de máximo volumen en un día típico de fin de semana conserva el patrón de comportamiento respecto a un día típico de semana. La cantidad de personas que circulan

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

por la calle no presenta gran variación respecto a un día típico de semana lo cual puede observarse en la tabla 2.

En la calle Segunda de Badillo, el periodo pico se presenta entre la 1:30 pm y las 3:00 pm en un día típico de semana, para un día típico de fin de semana los periodos pico se presentan entre las 11:00 am y 12: 30 pm (ver anexo 3). Al observar la cantidad de peatones que circulan para cada tipo de día, se evidencia que la cantidad es prácticamente la misma, lo que puede tener sus explicaciones en que esta calle conecta sitios de referencia como la plaza Fernández Madrid y las murallas.

En la calle Manuel Román y Picón los periodos picos para día de semana y fin de semana se presentan entre las 10:00 am y 11:00 am para ambos días (ver anexo 4). En esta calle el comportamiento es singular, debido a que se presenta más flujo peatonal en un día de fin de semana, tal como se muestra en la tabla 2.

En la calle 6 en Bocagrande el periodo pico tanto para día de semana como para fin de semana se presenta entre las 5:00 pm y 6:00 pm (ver anexo 5). La cantidad de personas que circulan en un día de semana es menor que en un fin de semana, registrándose valores picos de 68 y 104 peatones, respectivamente.

En lo que respecta a la calle 8 en Bocagrande el máximo flujo para un día de semana se presenta en horas de la tarde entre las 5:00 am y 6:00 pm (ver anexo 6). Para un día de fin de semana este periodo se desplaza a las horas de medio día, tal como se muestra en la tabla 2. En total para un día de fin de semana circularon 2651 peatones y 1534 peatones para un día de fin de semana.

Para las carreras 1 y 2 en Bocagrande los flujos peatonales son mayores para los días de fin de semana y las horas picos se presenta en la tarde entre las 5:00 pm a 7:00 pm (ver anexos

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

7 y 8). Este hecho evidencia que las personas circulan en fines de semana para los distintos lugares de atracción como centros comerciales y la playa.

5.1.4. Aforos vehiculares

A continuación se muestran las principales características de la movilidad vehicular en la zona estudiada.

- **Avenida Venezuela**

En un día típico de semana en la avenida Venezuela el periodo de mayor flujo vehicular se presenta entre las 8:30 am y las 10:30 am (ver anexo 9). La distribución porcentual de los usuarios de la vía, clasificados por tipos se muestra en la tabla 3, en la que se observa que los autos lideran las cifras. En un día típico de fin de semana el comportamiento prácticamente es el mismo, pues solo las motos presentan un leve incremento.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	9457	38	134	476	10105
Porcentaje	93.59%	0.38%	1.33%	4.71%	
Max. valor (Pico)	120	5	4	12	

Tabla 3. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, avenida Venezuela.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	7859	55	127	253	8294
Porcentaje	94.76%	0.66%	1.53%	3.05%	
Max. Valor (Pico)	108	4	7	11	

Tabla 4. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, avenida Venezuela.

- **Avenida Luis Carlos López**

El periodo de máximo volumen vehicular se presenta entre las 7:30 am y 8:30 am (ver anexo 10). En este, existe un alto flujo de motos que supera al flujo vehicular tal como se

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

muestra en la tabla 5. Con respecto a un día típico de fin de semana la hora pico se sigue conservando igual que en un día típico de semana. Según se muestra en las tablas 5 y 6, se presenta un incremento en el volumen de motos el cual pasa de 48% en un día de semana a un 51% en un día de fin de semana.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	7774	1750	291	9033	18713
Porcentaje	41.54%	9.35%	1.56%	48.27%	
Max. Valor (Pico.)	98	28	7	111	

Tabla 5. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, avenida Luis Carlos López.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	7317	1655	233	9620	18825
Porcentaje	38.87%	8.79%	1.24%	51.10%	
Max. valor (Pico)	108	22	6	126	

Tabla 6. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, Av. Luis Carlos L.

- **Avenida Santander**

La avenida Santander consta de dos calzadas con doble sentido. El primer sentido es hacia Bocagrande y el otro es saliendo de Bocagrande. En un día típico de semana para el sentido del centro hacia Bocagrande las horas pico se presentan en horas de medio día y entre las 6:00 pm y 7:00 pm (ver anexo 11), mientras que en un día de fin de semana las horas de máximo flujo se presentan entre las 12:30 pm a 1:30 pm y entre las 5:20 pm a las 6:30 pm. Para el sentido que sale de Bocagrande en un día típico de semana el comportamiento es similar.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

El flujo vehicular en la avenida Santander en un día típico de semana presenta un porcentaje mayor para los autos, seguido de las motos. Para un día típico de fin de semana los porcentajes son muy parecidos a los días de semana, situación que se refleja al comparar la tabla 20 con la tabla 8.

Tipos de vehículos	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	19950	2217	683	6567	29303
Porcentaje	68.08%	7.57%	2.33%	22.41%	
Max. valor (Pico)	85	15	8	63	

Tabla 7. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, Avenida Santander.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	18912	1987	705	7567	12812
Porcentaje	147.61%	15.51%	5.50%	59.06%	
Max. Valor (Pico)	120	18	12	69	

Tabla 8. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, avenida Santander.

- **Avenida Paseo de los Mártires**

La avenida paseo de los mártires reparte su flujo hacia la calle del arsenal y hacia la calle Media Luna, en esta avenida los períodos pico en un día típico de semana se presentan en horas de la mañana de 7:30 am a 8:00 am y en horas de la tarde entre las 12:00 pm a 1:00 pm (ver anexo 12). Para un día típico de fin de semana se presenta un aumento progresivo desde las mañana hasta el periodo comprendido entre las 12:00 pm y 2:00 pm.

La mayor parte del volumen vehicular corresponde a autos, en la tabla 9 se muestra la distribución de los vehículos en un día típico de semana para esta avenida. Se observa un comportamiento similar para un día típico de fin de semana según se muestra en la tabla 10.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	15282	179	321	1145	16927
Porcentaje	90,28%	1,06%	1,90%	6,76%	
Max. valor (Pico)	160	8	8	27	

Tabla 9. Resumen del flujo vehicular, día típico de semana, Av. Paseo de los Mártires.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	13822	167	259	875	15123
Porcentaje	91,40%	1,10%	1,71%	5,79%	
Max. valor (Pico)	148	10	6	18	

Tabla 10. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, Avenida Paseo de los Mártires.

- **Calle del arsenal**

Los periodos de máximo volumen vehicular en la calle del arsenal en un día típico de semana se presentan entre las horas de 7:20 am a 8: 8:00 am y entre las 12:00 pm y 12: 50 pm (ver anexo 13) . El mayor volumen diario corresponde a los autos, los demás tipos de vehículos presentan porcentajes pequeños debido a que esta es una zona donde se restringe la circulación de ciertos tipos de vehículos. En la tabla 11 se muestran la distribución por tipo de vehículo en la calle del arsenal para un día típico de semana.

En un día de fin de semana el máximo valor pico vehicular se presenta en horas de medio día. La distribución de los volúmenes vehiculares en la calle se mantiene prácticamente igual tal como se muestra en la tabla 12.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	8097	101	185	476	8859
Porcentaje	91,40%	1,14%	2,09%	5,37%	
Max. valor (Pico)	98	6	5	12	

Tabla 11. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, calle del arsenal.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	7073	108	112	313	7606
Porcentaje	92,99%	1,42%	1,47%	4,12%	
Max. valor (Pico)	95	9	4	10	

Tabla 12. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, calle del arsenal.

- **Calle Larga**

En la calle larga se presentan períodos de máximo volumen vehicular en las horas comprendidas entre medio día y en las primeras horas de la noche. No se evidencia un aumento significativos a lo largo de un día típico (ver anexo 13). Los autos son los que poseen más del 90% de volumen tal como se muestra en la tabla 13.

En un día de fin de semana las horas pico se conservan igual que el día de semana, pero la cantidad de autos que circulan es mayor (ver tabla 13).

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	11448	97	141	688	12374
Porcentaje	92,52%	0,78%	1,14%	5,56%	
Max. valor (Pico)	116	5	4	25	

Tabla 13. Resumen del flujo vehicular en un día típico de semana, Calle Larga.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Tipo de vehículo	Autos	Buses	Camiones	Motos	Total vehículos
Cantidad	11017	71	131	470	11689
Porcentaje	94,25%	0,61%	1,12%	4,02%	
Max. valor (Pico)	129	4	7	16	

Tabla 14. Resumen del flujo vehicular en un día típico de fin de semana, Calle Larga.

- **Calle 31**

La calle 31 lleva su flujo vehicular en dos sentidos. El primer sentido es el que va rumbo al centro histórico de Cartagena y el otro sentido es el que lleva los vehículos hacia la avenida Santander. Los periodos de máximo flujo vehicular en el sentido que va hacia el centro se presentan en las horas de medio día y el máximo volumen se presenta en horas de la tarde entre las 5:20 pm a 6:30 pm (ver anexo 15). Para los vehículos que van hacia la avenida Santander los máximos volúmenes se registran en el medio día y entre las 2:00 y 3:00 p.m. En un día típico de semana la distribución del flujo de la calle 31 no es muy distante pues, el 52% sale del centro hacia avenida Santander y el resto hacia el centro como se muestra en la tabla 15.

En un día típico de fin de semana el comportamiento es muy parecido en términos de horas picos. Respecto a la distribución en el fin de semana prácticamente es 50/50, tal como se muestra en la tabla 16.

Sentido	Cantidad	Porcentaje	Max. Valor (Pico)
Hacia el centro	3402	47.9%	49
Hacia avenida Santander	3701	52.1%	81

Tabla 15. Distribución de autos en un día típico de semana, calle 31.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

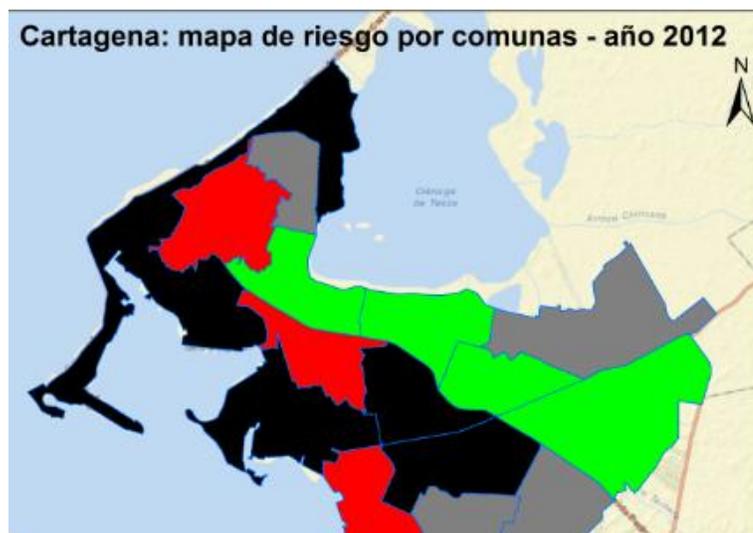
Sentido	Cantidad	Porcentaje	Max. Valor (Pico)
Hacia el centro	2433	50.5%	31
Hacia avenida Santander	2387	49.5%	65

Tabla 16. Distribución de autos en un día típico de fin de semana, calle 31.

5.2. DESCRIPCIÓN DE LA MOVILIDAD

La zona de estudio presenta una movilidad ágil y dinámica, la buena geometría de las avenidas principales permite alcanzar altas velocidades de operación y una distribución vehicular predominada por el automóvil particular y la motocicleta, demuestran el protagonismo de estos dos medios de transporte en el tráfico vehicular.

Una de las principales desventajas de la movilidad es la seguridad vial, la cual se ve afectada por problemas como la imprudencia de los conductores o el irrespeto a las normas de tránsito, situación que se observa con mayor claridad en el Mapa de Riesgo de Accidente por Comunas de Cartagena de Indias correspondiente al año 2012, generado por los autores a través de la herramienta Mapas de Riesgo desarrollada por la Universidad de los Andes y la Corporación Fondo de Prevención Vial.



DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Figura 14. Mapa de riesgo de accidente por comunas para Cartagena de Indias – Año 2012.

Convenciones		
Color	Descripción	Probabilidad
	Sin información	(0%)
	Muy bajo	(0% - 20%)
	Bajo	(20% - 40%)
	Medio	(40% - 60%)
	Alto	(60% - 80%)
	Muy alto	(80% - 100%)

Figura 15. Convenciones del mapa de riesgo de accidentes.

El mapa muestra la probabilidad de accidentes en las diferentes comunas de la ciudad; en el caso específico de los barrios estudiados, se observa que la probabilidad de accidentes es muy alta teniendo en cuenta un número de referencia de 72 accidentes. De igual modo, al momento de realizar los aforos vehiculares y peatonales, se observó que el Centro Histórico es el sector más vulnerable a los conflictos entre usuarios, esto debido a que en sus vías la interacción entre peatones y vehículos es más estrecha y el tránsito se hace prácticamente a un mismo nivel.

En la tabla 17 se muestran los datos correspondientes a los volúmenes peatonales y vehiculares que circulan en un día típico de semana y fin de semana en las principales calles del Centro Histórico.

Vía	Tipo de día	Cantidad total				Máx. vol. (Pico)			
		Peatones	%	Autos	%	Peatones	%	Autos	%
Calle de la Moneda	Día de semana	20756	91%	2145	9%	749	90%	81	10%
	Fin de semana	10610	83%	2168	17%	377	83%	78	17%
Calle de la Universidad	Día de semana	10201	83%	2108	17%	443	86%	70	14%
	Fin de semana	10100	81%	2412	19%	321	81%	74	19%
Calle Segunda de Badillo	Día de semana	6661	81%	1563	19%	208	77%	62	23%
	Fin de semana	5155	78%	1467	22%	205	79%	54	21%

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Calle Manuel Román y Picón	Día de semana	9471	98%	184	2%	324	96%	15	4%
	Fin de semana	11301	98%	206	2%	349	96%	13	4%

Tabla 17. Distribución peatonal y vehicular en las calles del Centro Histórico para un día típico de semana y un día de fin de semana.

En la tabla se puede observar que para la calle de la moneda tanto para un día de semana como para un día de fin de semana, la diferencia entre los volúmenes de peatones y autos es bastante grande, siendo los peatones en un día de semana más del 90% de los usuarios, mientras que en un día de fin de semana la proporción es del 80%. En lo que respecta a la calle de la universidad el panorama no cambia mucho pues para ambos días típicos el mayor porcentaje de uso de la calle corresponde a los peatones con un valor superior al 80%.

Para las calles Segunda de Badillo y Manuel Román y Picón también se repite el mismo patrón de uso de la vía, para ambos días típicos el porcentaje de uso de los peatones es muy superior al que ocupan los vehículos, siendo en la calle Segunda de Badillo en donde se presenta la mayor cantidad de peatones, 98% de los usuarios.

Al analizar estas cuatro calles se puede observar la importancia que poseen los peatones en las vías, hecho que refleja la necesidad de realizar un análisis particularizado de la situación para evaluar como debe ser reestructurado el uso de las vías con el fin de garantizar una distribución de cargas y beneficios más equitativa, considerando que los peatones deben caminar por andenes de poca sección arriesgando su integridad.

5.3. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE SERVICIO EN LAS VÍAS PEATONALES

Para determinar los niveles de servicio de las vías peatonales se utilizó la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual 2000). Los niveles de servicios serán calculados por las características del flujo peatonal y para ello es necesario

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

conocer los 15 minutos de mayor volumen peatonal los cuales pueden ser calculados a partir de la siguiente ecuación (1).

$$V_p = \frac{V_{15}}{15 * W_E} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde,

V_p : es la rata de flujo peatonal (p/min/m).

V_{15} : es la rata de flujo para un periodo pico de 15 minutos (p/15min).

W_E : es el ancho efectivo del andén.

El ancho efectivo W_E es la diferencia entre el ancho total W_T y la sumatoria de los anchos de los obstáculos percibidos por el peatón W_o .

$$W_E = W_T - W_o \quad \text{Ec. (2)}$$

En la figura 14 y la tabla 18 se muestran los valores de ancho de obstáculos que deben ser restados al ancho total para calcular el ancho efectivo del andén.

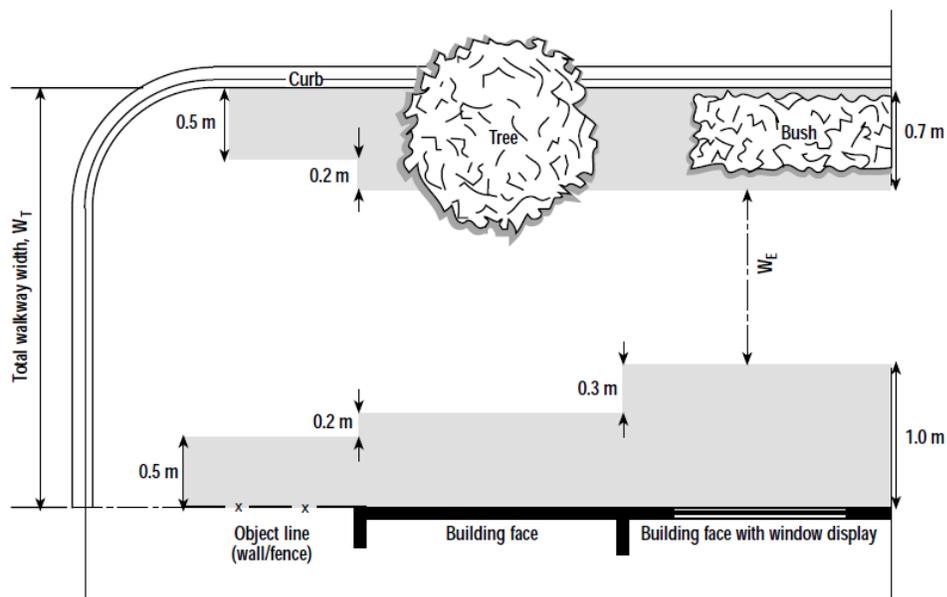


Figura 16. Valores de anchos de diferentes obstáculos establecido por el HCM.

Fuente. HCM, 2000.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Obstacle	Approx. Width Preempted (m)
Street Furniture	
Light pole	0.8–1.1
Traffic signal poles and boxes	0.9–1.2
Fire alarm boxes	0.8–1.1
Fire hydrants	0.8–0.9
Traffic signs	0.6–0.8
Parking meters	0.6
Mail boxes (0.5 m x 0.5 m)	1.0–1.1
Telephone booths (0.8 m x 0.8 m)	1.2
Waste baskets	0.9
Benches	1.5
Public Underground Access	
Subway stairs	1.7–2.1
Subway ventilation gratings (raised)	1.8+
Transformer vault ventilation gratings (raised)	1.5+
Landscaping	
Trees	0.6–1.2
Planter boxes	1.5
Commercial Uses	
Newsstands	1.2–4.0
Vending stands	variable
Advertising displays	variable
Store displays	variable
Sidewalk cafes (two rows of tables)	2.1
Building Protrusions	
Columns	0.8–0.9
Stoops	0.6–1.8
Cellar doors	1.5–2.1
Standpipe connections	0.3
Awning poles	0.8
Truck docks (trucks protruding)	variable
Garage entrance/exit	variable
Driveways	variable

Note:

a. To account for the avoidance distance between pedestrians and obstacles, 0.3 to 0.5 m must be added to the preemption width for individual obstacles. Widths are from curb to edge of object, or building face to edge of object.
Source: Pushkarev and Zupan (2).

Tabla 18. Distancias a restar al ancho efectivo por presencia de obstáculos.

Fuente. HCM, 2000.

Para poder determinar el nivel de servicio de un andén es necesario conocer la sección típica para luego determinar el ancho efectivo teniendo en cuenta los anchos de obstáculos que fuese necesario restar. A continuación se muestra una tabla que resume todas las vías peatonales estudiadas y los obstáculos que estas presentan.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Calle o Carrera	Ancho de obstáculo (m)		Tipo de obstáculo	
	Anden 1	Anden 2	Anden 1	Anden 2
Calle de la Moneda	1	1	Tienda	Tienda
Calle de la Universidad	1	0	Tienda	-
Calle Segunda de Badillo	1	1	Tienda	Tienda
Calle Manuel Román y Picón	1	1	Tienda	Tienda
Carrera 1 en Bocagrande	0	1	-	Poste
Carrera 2 en Bocagrande	1	1	Poste	Poste
Calle 6 en Bocagrande	1	1	Árbol	Poste
Calle 8 en Bocagrande	1	0	Poste	-

Tabla 19. Determinación de anchos a restar por obstáculos en las calles de estudio.

Con estos anchos y con los flujos peatonales máximos para periodos de 15 minutos V_{15} , se calculan los niveles de servicio de la vía por el método de flujo vehicular según la siguiente tabla suministrada por el HCM 2000.

LOS	Space (m ² /p)	Flow Rate (p/min/m)	Speed (m/s)	v/c Ratio
A	> 5.6	≤ 16	> 1.30	≤ 0.21
B	> 3.7–5.6	> 16–23	> 1.27–1.30	> 0.21–0.31
C	> 2.2–3.7	> 23–33	> 1.22–1.27	> 0.31–0.44
D	> 1.4–2.2	> 33–49	> 1.14–1.22	> 0.44–0.65
E	> 0.75–1.4	> 49–75	> 0.75–1.14	> 0.65–1.0
F	≤ 0.75	variable	≤ 0.75	variable

Tabla 20. Características de operación para cada nivel de servicio propuesto por el HCM 2000.

Fuente. HCM 2000, modificado por autores.

Teniendo en cuenta la tabla anterior se calcularon los niveles de servicios peatonales tanto para un día típico de semana como para un día típico de fin de semana, dichos niveles de servicios se muestran en las tablas 21 y 22.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Calle o Carrera	Ancho Total W_T (m)		Ancho Efect. W_0 (m)		Máx. V_{15}		Flujo (per/min/m)		Nivel de Servicio	
	Anden 1	Anden 2	Anden 1	Anden 2	Anden 1	Anden 2	Anden 1	Anden 2	Anden 1	Anden 2
Calle de La Moneda	1.32	1.27	0.32	0.27	375	374	78.13	92.35	F	F
Calle de La Universidad	1.37	1.76	0.37	0.76	223	220	40.18	19.30	D	B
Calle Segunda de Badillo	1.11	1.40	0.11	0.4	104	104	63.03	17.33	E	B
Calle Manuel R. y Picón	1.01	1.90	0.01	0.9	162	162	1080.00	12.00	F	A
Carrera 1 en Bocagrande	1.25	1.90	0.25	0.9	34	34	9.07	2.52	A	A
Carrera 2 en Bocagrande	3.23	1.20	2.23	0.2	63	62	1.88	20.67	A	B
Calle 6 en Bocagrande	1.74	1.65	0.74	0.65	34	34	3.06	3.49	A	A
Calle 8 en Bocagrande	0.9	2.3	-0.1	1.3	53	52	-35.33	2.67	-	A

Tabla 21. Niveles de servicio de los andenes para un día típico de semana.

Calle o Carrera	Ancho Total W_T (m)		Ancho Efect. W_0 (m)		Máx. V_{15}		Flujo (per/min/m)		Nivel de Servicio	
	Anden 1	Anden 2	Anden 1	Anden 2	Anden 1	Anden 2	Anden 1	Anden 2	Anden 1	Anden 2
Calle de La Moneda	1.32	1.27	0.32	0.27	190	187	39.58333	46.17284	D	D
Calle de La Universidad	1.37	1.76	0.37	0.76	161	160	29.00901	14.03509	C	A
Calle Segunda de Badillo	1.11	1.40	0.11	0.4	102	103	61.81818	17.16667	E	B
Calle Manuel R. y Picón	1.01	1.90	0.01	0.9	174	175	1160	12.96296	F	A
Carrera 1 en Bocagrande	1.25	1.90	0.25	0.9	83	82	22.13333	6.074074	B	A
Carrera 2 en Bocagrande	3.23	1.20	2.23	0.2	84	84	2.511211	28	A	C
Calle 6 en Bocagrande	1.74	1.65	0.74	0.65	52	52	4.684685	5.333333	A	A
Calle 8 en Bocagrande	0.9	2.3	-0.1	1.3	34	33	-22.66667	1.692308	-	A

Tabla 22. Niveles de servicio de los andenes para un día típico de fin de semana.

En las tablas 21 y 22 se observa que la calle de la moneda está funcionando en pésimo estado tanto en un día de semana como un de fin de semana pues sus niveles de servicio son F y D respectivamente para los andenes críticos. La calle Segunda de Badillo y la calle Manuel Román y Picón muestran un andén con bajo nivel de servicio y el otro andén con buen nivel de servicio, situación que se explica porque un andén es más angosto que el otro.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Los niveles de servicio para Bocagrande presentan buenos resultados, hecho que se explica porque el ancho de los andenes es mayor y el flujo de peatones es mucho menor que en las vías del centro. El nivel de servicio para el andén 1 de la calle 8 en Bocagrande no se pudo determinar ya que este presenta un ancho de andén muy pequeño y no se puede aplicar la metodología del HCM.

Es menester aclarar que los niveles de servicios se calcularon utilizando estrictamente la metodología del HCM, por tanto no se tuvo en cuenta situaciones propias del contexto local como lo son la presencia de vendedores ambulantes en la mayoría de las de la zona de estudio. Como el HCM 2000 no aplica su metodología para la presencia de vendedores ambulantes, los investigadores no tienen la potestad para asignar valores por obstáculos por la presencia de estos, para ello se tendría que hacer una investigación análoga a la que se realizó con el HCM para calibrar los valores al área local, labor que se encuentra fuera del alcance de esta investigación.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

5.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

Problema	Causas	Efectos
Mal estado de vías, señales de tránsito y mobiliario urbano	Falta de mantenimiento por parte de las autoridades locales. La zona se encuentra rodeada por un ambiente agresivo que acelera el deterioro de los diferentes componentes de la vialidad.	El mal estado de las vías puede generar disminuciones en la velocidad de operación del tráfico, lo que incrementa los tiempos de demora. El mal estado de las señales de tránsito y el mobiliario urbano pueden fomentar el irrespeto de las normas, situación que crea una imagen de inseguridad en la zona de estudio.
Imprudencia por parte de los usuarios	Falta de cultura ciudadana y educación vial. Control ineficaz por parte de las autoridades ante situaciones de irrespeto a las normas y señales de tránsito.	Un usuario imprudente pone en riesgo su integridad y la de los otros usuarios con los cuales convive. Por otra parte, el irrespeto a las señales de tránsito y la construcción de una cultura de movilidad desordenada puede fomentar la irresponsabilidad entre los usuarios.
Saturación de vías vehiculares en horarios pico	Inexistencia de vías alternas a las principales que permitan el flujo de vehículos por otras zonas. Altos volúmenes vehiculares en respuesta a un servicio de transporte público ineficiente e inseguro que contrario a su objetivo principal, propicia el uso del vehículo privado.	Gran impacto socioeconómico ya que se evidencian incrementos importantes en los tiempos de demora lo que repercute de manera negativa en el bienestar de los usuarios y en los principales aspectos de la movilidad (Seguridad, comodidad, velocidad y economía).
Mototaxismo	Problemática que nace en respuesta a las necesidades ciudadanas que el transporte público convencional no es capaz de resolver, esto provoca que los usuarios prefieran utilizar un servicio ilegal e inseguro pero que los lleve con rapidez a su destino. Por otra parte, surgió como una opción laboral de fácil acceso ya que no existen trámites ni requisitos importantes para ejercer el oficio.	Irrespeto generalizado a las normas de tránsito. La mayoría de los conductores no se encuentran capacitados para ejercer como transportadores públicos. La motocicleta no es un vehículo idóneo para realizar transporte público ya que sus características físicas lo vuelven un medio de transporte inseguro.
Parqueo en vías públicas	Falta de parqueaderos públicos. Inexistencia de controles al parqueo en vías públicas. Negativa de los conductores a cancelar un servicio de parqueo.	Es una problemática que genera la pérdida de espacio público, propicia la saturación de las vías y pone en riesgo la vida de los usuarios de la vía, principalmente de los peatones.
Guerra del centavo en el transporte público	Problema generado por la mala organización de las empresas de transporte de servicio público que propician desórdenes en la frecuencia de los viajes, la velocidad de operación y los sitios de parada.	En Cartagena, se han registrado accidentes con muertos y heridos como consecuencia directa de la guerra del centavo.
Transporte público de baja calidad	Falta de educación vial y servicio al cliente por parte de los operadores del transporte público	La baja calidad del transporte público genera incomodidades y molestias en los potenciales usuarios del sistema, los cuales recurren a otras alternativas de movilidad como el mototaxismo y los taxis colectivos.

Tabla 23. Identificación de problemas, sus causas y efectos.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

5.5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Alternativa	Componente principal	Antecedentes	Condiciones de implementación	Plazo de aplicación
Sistema de bicicletas compartidas	Transporte	Implementación en diferentes ciudades del mundo como Hangzhou, París, Buenos Aires, Río de Janeiro, entre otros.	Se requiere concientización y trabajo social.	Mediano
Construcción de edificios de parqueo	Transporte	Edificios de este tipo son instalados en sitios cercanos a zonas de gran influencia socioeconómica, con el fin de reducir la ocupación en las vías públicas y reducir los conflictos entre usuarios.	Se requieren grandes inversiones económicas y lotes en poder del municipio cerca a las zonas de mayor atracción.	Largo
Desmante de vehículos de tracción animal	Transporte	Sustitución de vehículos de tracción animal por vehículos homologados por el Ministerio de Transporte en otras ciudades como Bogotá.	Debe garantizarse soluciones laborales y de transporte para los propietarios de este tipo de vehículos.	Corto
Mejorar los estándares de calidad del servicio público	Transporte	Procesos de continua renovación en la flota, las rutas y las condiciones de operación teniendo en cuenta la demanda y oferta presente en la zona de estudio.	Se requiere la participación conjunta de Estado y privados, de tal forma que se mejore todos los aspectos del transporte público (Velocidad, seguridad, comodidad, economía y tiempos de espera y operación).	Mediano - Largo
Peatonalización horaria de vías del Centro Histórico	Tránsito y control	Peatonalización horaria de la carrera 7a. en Bogotá	Es necesario llevar a cabo jornadas de información y consultas con el fin de lograr la mayor cooperación y aprobación por parte de todos los protagonistas de la movilidad.	Corto
Mejorar la comunicación entre comunidad-autoridades	Tránsito y control	En ciudades como Odense (Dinamarca) y Gent (Bélgica) se desarrollan encuentros entre comunidad y autoridades con el fin de informar y consolidar los proyectos de movilidad.	Se requiere una interacción entre autoridades, medios de comunicación, líderes de opinión y comunidad; de tal forma, que se garantice la aceptación pública de los proyectos.	Mediano - Largo
Construcción y reparación de vías peatonales y vehiculares	Vialidad	Procesos de renovación de la infraestructura urbana son fundamentales para mejorar la movilidad.	Debe realizarse un mantenimiento periódico, de tal forma que se garantice la operación normal de las vías y la comodidad y seguridad de los usuarios.	Largo
Campañas de sensibilización	Cultura ciudadana	En Medellín se implementó en el marco del Plan Estratégico de Movilidad la campaña "Movida Urbana: La transformación también es humana".	Son campañas interdisciplinarias que comprometen un amplio grupo de ciencias tales como sociología, economía, ingeniería civil, arquitectura, urbanismo, entre otras; las cuales deben combinar esfuerzos para cumplir los objetivos propuestos.	Largo

Tabla 24. Identificación de alternativas de solución.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

5.6. MODELACIÓN DE LA MOVILIDAD ACTUAL

A partir de los datos recolectados en campo fue posible modelar la situación actual de las principales vías de los barrios estudiados a través del software PTV Vissim 7 (Licencia educativa). El software permitió visualizar 10 minutos de modelación en los cuales se identificaron zonas de conflicto y comportamientos peligrosos de los usuarios. Para llevar a cabo esto, se consideraron las siguientes características:

Vía	Distribución vehicular			
	Automóvil	Bus	Camión	Motocicleta
Calle Larga	93%	1%	1%	5%
Av. Venezuela	94%	0%	1%	5%
Av. San Martín	72%	7%	2%	19%
Av. Luis Carlos López	41%	9%	2%	48%
Av. Santander	61%	9%	3%	27%

Tabla 25. Distribución vehicular de las principales vías de la zona de estudio.

Tipo de vehículo	Velocidad de operación (Km/h)
Automóvil	50
Bus	30
Camión	30
Motocicleta	40

Tabla 26. Velocidades de operación de los diferentes vehículos presentes en la vía.

Vía	Flujos vehiculares (Veh/h)
Calle Larga	1170
Av. Venezuela	1080
Av. San Martín	2570
Av. Luis Carlos López	2190
Av. Santander	1290

Tabla 27. Flujos vehiculares utilizados en la modelación.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Durante la modelación se analizaron tramos e intersecciones y se encontraron las siguientes situaciones:

- Embotellamientos y colas en las intersecciones del Parque de la Marina y el Teatro Colón.
- Operación normal de las rutas del SITM Transcaribe, las cuales iniciaban en la India Catalina y finalizaban en la calle del Arsenal y en la calle de la Media Luna, a través de unos intervalos de frecuencia de cinco minutos.
- Tramos de carretera en buenas condiciones generales y con una geometría adecuada la cual respondía bien ante la demanda vehicular estudiada.



Figura 17. Modelación del tráfico vehicular en la Rotonda de la Marina.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE
INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Figura 18. Formación de colas y congestionamientos en la Rotonda de la Marina.

En las figuras 17 y 18 se observa la formación de colas y congestionamientos en la Rotonda de La Marina, específicamente el flujo vehicular que viaja del Centro Histórico a Bocagrande, situación que evidencia las difíciles condiciones en que se movilizan los usuarios.

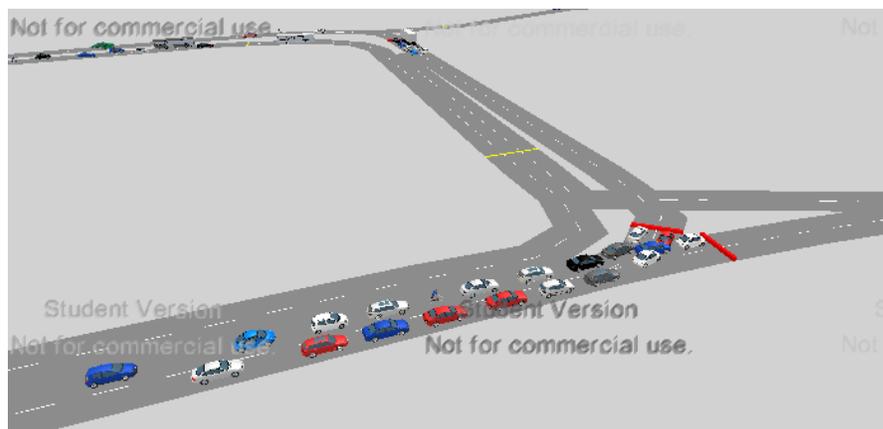


Figura 19. Modelación del tráfico vehicular en la intersección cercana al Teatro Colón.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

En la figura 19 se observa el congestionamiento vehicular generado por los vehículos que provienen de la calle Larga y desean llegar a la calle de la Media Luna y a la Avenida Blas de Lezo.

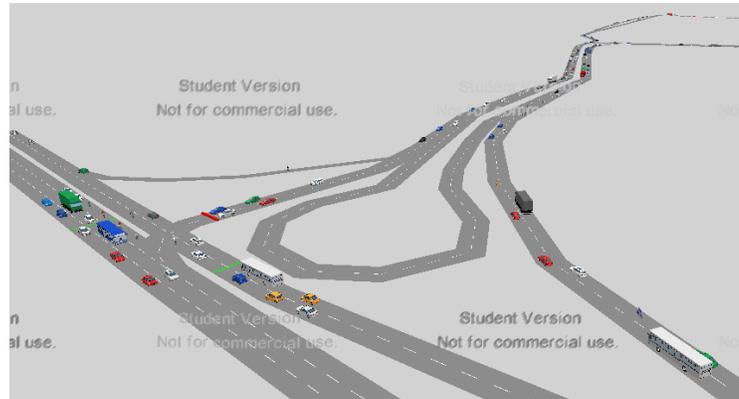


Figura 20. Modelación del tráfico vehicular en la Rotonda de la Marina.

De igual manera, la modelación demostró que no todos los problemas encontrados en la zona de estudio corresponden a un mal servicio prestado por las vías públicas o por el conjunto de medios de transporte, sino que existen problemas cuyo origen y solución radican en otros aspectos como la cultura ciudadana, el control del tránsito por parte de las autoridades competentes y la falta responsabilidad social de algunos usuarios.

Problemáticas mencionadas anteriormente como la guerra del centavo y el mototaxismo no resultan evidentes en una modelación pero la experiencia en el medio local ha demostrado la gravedad de las mismas y el impacto que estas puedan causar en la movilidad.

5.7. CONSTRUCCIÓN DEL MARCO DE SOLUCIONES GENERALES

El Plan de Movilidad Urbana Segura para Cartagena de Indias busca la disminución del riesgo de sufrir un accidente de tránsito al tiempo que pretende mejorar los otros componentes de la movilidad y garantizar la satisfacción de las necesidades de los usuarios de la vía. Para esto, se proponen una serie de soluciones a nivel conceptual enfocadas a

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

cada elemento de la movilidad, de tal forma que se garantice la integración de todos los protagonistas y medios del transporte.

Evaluando la factibilidad técnica, la receptividad de los usuarios y el rol de las autoridades de tránsito y control, se han escogido las alternativas que mejor se ajustan a las necesidades de la zona de estudio.

5.7.1. Transporte

En este componente se proponen las siguientes soluciones con las cuales se busca incentivar el uso de medios de transporte alternos al automóvil como la bicicleta y el servicio público:

- Sistema de bicicletas compartidas, el cual consiste en el préstamo de bicicletas a lo largo de la zona de estudio de tal forma que las personas puedan movilizarse con mayor facilidad.
- Construcción de edificio de parqueo, con el fin de mitigar el uso de las vías públicas como parqueaderos, situación que genera pérdida de espacio público dificultando el tráfico y la comodidad de los usuarios.
- Desmonte de vehículos de tracción animal, con lo cual se busca mejorar las condiciones operativas del tráfico ya que estos vehículos viajan a velocidades bajas, generando colas y demoras en el flujo vehicular.
- Mejorar los estándares de calidad del servicio público, lo cual consiste en un conjunto de mejoras a la flota actual, las rutas, la velocidad de operación y demás condiciones de operación como la seguridad y la comodidad de los usuarios; esto con el fin de incentivar el uso del mismo.
- Elaboración de estrategias para la regulación del parqueo ilegal en las vías públicas de la zona de estudio. Con esto se busca reducir el número de personas que utilizan las calles vías como parqueadero y desestimular el uso del vehículo privado en la zona de estudio con el fin de mejorar la movilidad.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

5.7.2. Tránsito y control

Las soluciones propuestas bajo este enfoque buscan alcanzar una participación más proactiva por parte de las autoridades de tránsito, de tal forma que su labor no sea solo sancionatoria sino también pedagógica y de continua enseñanza a los usuarios de la vía.

- Peatonalización horaria de vías del Centro Histórico, con lo que se busca distribuir de manera más equitativa las cargas y los beneficios en las vías, disminuir los conflictos entre usuarios y mejorar las condiciones del tránsito.
- Mejorar la comunicación entre comunidad – autoridades, con lo que se lograría aumentar los niveles de aceptación y compromiso por parte de la comunidad hacia la implementación de iniciativas públicas de transformación social y renovación urbana.

5.7.3. Vialidad

Este enfoque se centra en el acondicionamiento de las vías públicas de tal forma que se garanticen espacios públicos de integración social y calidad de vida para la ciudadanía.

- Construcción y reparación de vías peatonales y vehiculares, con lo cual se brindará comodidad a los usuarios y disminuir la accidentalidad. Adicionalmente, se pretende mejorar el estado actual del espacio público y del mobiliario urbano presente en la zona de estudio.
- Elaboración de políticas que garanticen un ancho adecuado para la circulación peatonal de los usuarios de las diferentes vías de la zona de estudio. Además, mejorar las características físicas de los senderos peatonales que cuentan con ancho suficiente, es necesario que presenten superficies homogéneas y continuas.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

5.7.4. Cultura ciudadana

Este enfoque trata del conjunto de conocimientos y experiencias que permiten a las personas alcanzar un juicio crítico sobre aspectos relacionados con la movilidad y el urbanismo.

- Campañas de sensibilización, con las cuales se busca que los usuarios adquieran un grado mayor de conciencia y responsabilidad sobre sus actitudes y comportamientos en la movilidad urbana.
- Elaboración de estrategias que garanticen un mayor grado de seguridad de los usuarios. Se propone mayor presión por parte de las autoridades competentes para que acaten las normas de tránsito, sobre todo las relacionadas con la seguridad de los usuarios.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

6. CONCLUSIONES

El diseño conceptual del Plan de Movilidad Urbana Segura para Cartagena de Indias consistió en la identificación de los principales problemas de movilidad que presenta la zona de estudio y en la formulación de alternativas de solución técnicamente factibles. La investigación utilizó como enfoque principal la seguridad de los usuarios de la vía, con especial énfasis en los peatones, debido a que estos son más vulnerables en un eventual conflicto y/o accidente.

Los diferentes usuarios de la vía presentan discrepancias importantes en los parámetros de operación; por ejemplo, la velocidad es mayor en motocicletas y automóviles y menor en vehículos pesados de transporte de carga y pasajeros. En cuanto a la ocurrencia de accidentes, a partir del mapa de riesgo de accidentalidad vial del año 2012 para la ciudad de Cartagena, se encontró que la Unidad Comunera de Gobierno No. 1 presenta una probabilidad muy alta de ocurrencia que oscila entre el 80% y el 100%. **De igual manera, a partir de los resultados obtenidos en la Encuesta de Percepción Ciudadana se demostró la inconformidad que tienen los usuarios con la movilidad en general y con los niveles de inseguridad vial presentes en los barrios de estudio; conclusiones acordes a las obtenidas en la Encuesta de Percepción Ciudadana 2013 realizada por el proyecto Cartagena Cómo Vamos.**

Al analizar los niveles de servicios peatonales se evidencia que la calle de la moneda está funcionando con niveles de servicio F y D, para un día típico de semana y fin de semana respectivamente; resultado que demuestra que aún en fines de semana esta calle es muy transitada por lo cual debe priorizarse el flujo peatonal, considerando que ésta es una de las más utilizadas por las personas que se dirigen a realizar distintas actividades en el centro histórico de Cartagena. Para las calles Manuel Román y Picón, calle de la Universidad y calle Segunda de Badillo, los niveles de servicio también son pésimos, sobretodo en días de semana donde se evidencia niveles E y D. En las calles estudiadas en el sector de

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Bocagrande, a pesar de no contar con los mejores senderos peatonales, los niveles de servicio de las vías favorecen la movilidad peatonal al estar entre A y B.

En el análisis vehicular se establecieron como nodos principales de la zona de estudio los puntos India Catalina, Rotonda de la Marina y Calle Larga, los cuales muestran grandes volúmenes vehiculares en horas pico y situaciones de conflicto debido a la concurrencia de varias rutas y vías, y al deficiente control de las autoridades.

Al revisar la legislación colombiana, se encontró que la constitución política en sus artículos 11, 82 y 88 le dan poder al estado para establecer lineamientos tendientes a mejorar la calidad de vida y la seguridad de los ciudadanos. Así mismo, en la ley 336 de 1996 en su artículo 2 plantea que “la seguridad, especialmente la relacionada con la protección de los usuarios, constituye prioridad esencial en la actividad del Sector y del Sistema de Transporte”. La ley 769 de 2002 faculta al ministerio de transporte para la elaboración de un plan nacional de seguridad vial que contribuya a la disminución de la accidentalidad en el país. Por otra parte, en el decreto 2053 en su artículo 2 se establece que “dentro de las funciones del Ministerio de Transporte, entre otras, las de formular las políticas del Gobierno Nacional en materia de tránsito, transporte y la infraestructura de los modos de su competencia; fijar y adoptar las políticas, planes y programas en materia de seguridad en los diferentes modos de transporte y de construcción y conservación de su infraestructura”.

Con la creación del marco de soluciones generales se pretendió proponer soluciones a las distintas problemáticas identificadas en la zona de estudio. Las soluciones estuvieron enmarcadas dentro de cada componente de la movilidad, los cuales se detallaron en la metodología del proyecto. Además de ello, cada solución fue analizada de acuerdo a cada problema, la naturaleza de este y su implementación con éxito en otros países, analizando su factibilidad para su posterior implementación en la ciudad de Cartagena.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

7. RECOMENDACIONES

La principal recomendación que hacen los autores es que debe ampliarse la zona de estudio hacia otros barrios y unidades comuneras de gobierno, generando de este modo, soluciones incluyentes que ayuden a mejorar la movilidad y disminuir la accidentalidad en distintos sectores de la ciudad de Cartagena. De igual manera, cabe mencionar que la modelación vehicular se hizo a través de una versión estudiantil del software PTV Vissim 7 la cual limitaba tecnológicamente a la investigación; por tanto, se considera importante que en una próxima ocasión se modele a través de un software que permita realizar simulaciones más prolongadas y con mayor exactitud, permitiendo así, que los resultados obtenidos en las simulaciones sean los más reales posibles, logrando mejores indicadores que ayuden en el diseño de soluciones con mayor profundidad y precisión.

Se recomienda que se incluya el componente medioambiental como parte integral del estudio, con el fin de determinar el impacto generado por el parque automotor en el medio ambiente y así poder establecer políticas tendientes a disminuir los diferentes tipos de impactos negativos ocasionados al ambiente de la ciudad de Cartagena.

Es importante la realización de estudios detallados definitivos en la zona de estudio para establecer las soluciones óptimas y que mejor se ajusten a la realidad cartagenera, teniendo en cuenta las características sociales, culturales y económicas de la zona estudiada.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía de Medellín. (s.f.). *Medellín, portal de la ciudad*. Recuperado el 4 de Abril de 2014, de Plan de movilidad: http://www.medellin.gov.co/transito/plan_movilidad.html
- Avancejuridico.com*. (2004). Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de *Avancejuridico.com*: <http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2004/45>
- Banco Mundial. (s.f.). *El Banco Mundial*. Recuperado el 19 de Febrero de 2014, de <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS>
- Benavides, K., Botero, C., Martelo, J., & Matos, H. (Noviembre de 2012). Evaluación de los factores que inciden en la operación de una cicloruta en la ciudad de Cartagena. Cartagena de Indias, Colombia: Universidad de Cartagena.
- Cartagena Como Vamos. (s.f.). *Cartagena Como Vamos*. Recuperado el 19 de Febrero de 2014, de <http://cartagenacomovamos.org/downloads/epc2013/epc2013.pdf>
- choachi-cundinamarca.gov.co*. (2007). Recuperado el 19 de Febrero de 2014, de *choachi-cundinamarca.gov.co*: http://www.choachi-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/495052435f534c4943455f3030303033/espacio_p_blico.pdf
- Comisión Europea. (25 de Septiembre de 2007). *European Commission*. Recuperado el 4 de Abril de 2014, de http://ec.europa.eu/transport/clean/green_paper_urban_transport/doc/2007_09_25_gp_urban_mobility_es.pdf
- Corporación Fondo de Prevención Vial. (14 de Febrero de 2013). *Corporación Fondo de Prevención Vial*. Recuperado el 19 de Febrero de 2014, de https://www.fpv.org.co/images/repositorioftp/Balance_2012%20Prel-final.pdf
- Corporación Fondo de Prevención Vial. (s.f.). *Corporación Fondo de Prevención Vial*. Recuperado el 24 de Marzo de 2014, de <http://fpv.org.co>
- Dangond, C., Jolly, J.-F., Monteoliva, A., & Rojas, F. (2011). Algunas reflexiones sobre la movilidad urbana en Colombia desde la perspectiva del desarrollo urbano. Tomado de la base de datos EBSCO HOST. Revista: *Papel político*, Pags 485-514. Vol. 16, No. 2, julio-diciembre 2011.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Definicion ABC. (12 de Agosto de 2012). Obtenido de <http://www.definicionabc.com/general/transporte.php>

Definicion.De. (11 de Agosto de 2012). Obtenido de <http://definicion.de/transito/>

Departamento Administrativo de Planeación Distrital. (1 de Junio de 1995). Formar ciudad, Plan de desarrollo económico, social y de obras públicas para Santa Fe de Bogotá D.C. 1995-1998. *Decreto No. 295.* Bogotá, Colombia: Departamento Administrativo de Planeación Distrital.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2012). *Censo poblacional 2005 proyectado a 2012.* Cartagena: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Departamento Nacional de Planeación, Presidencia de la República. (2006). *Visión Colombia II Centenario.* Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Dextre Quijandría, J. C. (1999). *bvsde.paho.org.* Recuperado el 18 de Febrero de 2014, de [bvsde.paho.org: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/trafico_calmado.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/trafico_calmado.pdf)

Fernández Rebollo, M. (2004). *Mobiliario urbano, un elemento diferenciador de las ciudades. Arquitectura del paisaje, construcción y medio ambiente.* Tomado de la base de datos EBSCO HOST. Revista: *Papel politico.* Bogotá (Colombia), Vol. 16, No. 2, 485-514, julio-diciembre 2011

Garber, N., & Hoel, L. (2005). *Ingenieria de transito y carreteras.* Mexico: Thomson Learning.

García Vásquez, M. d. (06 de Marzo de 2008). *UB.edu.* Recuperado el 19 de Febrero de 2014, de [UB.edu: http://www.ub.edu/multigen/donapla/espacio1.pdf](http://www.ub.edu/multigen/donapla/espacio1.pdf)

Ingenieria.uniandes. (23 de Octubre de 2012). *Ingenieria.uniandes.edu.co.* Recuperado el 18 de Febrero de 2014, de [Ingenieria.uniandes.edu.co: https://ingenieria.uniandes.edu.co/noticias/413-zona-experimental-de-trafico-calmado](https://ingenieria.uniandes.edu.co/noticias/413-zona-experimental-de-trafico-calmado)

Inplanchihuaua.gov. (2009). *Inplanchihuaua.gov.* Recuperado el 12 de Febrero de 2014, de [inplanchihuaua.gov: http://www.inplanchihuaua.gov](http://www.inplanchihuaua.gov)
http://www.inplanchihuaua.gov.mx/PDU2040/pdf/Diagnostico_Infraestructura.pdf

Instituto de Seguridad Vial de la FUNDACIÓN MAPFRE. (2009). *seguridadvialenlaempresa.com.* Recuperado el 19 de Febrero de 2014, de

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

seguridadvialenlaempresa.com:

http://www.seguridadvialenlaempresa.com/docs/CD_Preencion_de_los_Riesgos_Laborales_Viales.pdf

Intraperu. (2000). *Intraperu.com*. Recuperado el 19 de Febrero de 2014, de Intraperu.com:

<http://www.intraperu.com/archivos/Conceptos%20PU.pdf>

Kaufmann, V. (2008). Mobilité y qualité de la vie en ville. *Vivre en ville, observatoire mondial des modes de vie urbains*, 119-140.

Kopits, E., & Cropper, M. (2003). *Traffic Fatalities and Economic Growth*. The World Bank.

López, F., Nieto, D., & Arias, C. (2010). Relaciones entre el concepto de movilidad y la ocupación territorial de Medellín. *Revista EIA*, 23-37.

maz.es. (2008). Recuperado el 19 de Febrero de 2014, de maz.es:

<http://www.maz.es/Publicaciones/Publicaciones/manual-plan-de-movilidad-vial.pdf>

Miguel, A. E., Torres Váldez, J. C., & Maldonado Cruz, P. (2011). *Fundamentos de la planificación urbano-regional*. Oaxaca: Oaxaca, México.

Mobilityplans.eu. (2012). *mobilityplans.eu*. Recuperado el 17 de Febrero de 2014, de mobilityplans.eu: www.mobilityplans.eu

Montezuma, R. (2007). *Alternativas en movilidad urbana*. Dossier Perspectiva.

Navarro, S. (12 de Agosto de 2009). Ingeniería de Transito. Esteli, Nicaragua.

Obra social caja Madrid. (2010). *Obra social caja Madrid*. Recuperado el 4 de Abril de 2014,

http://www.obrasocialcajamadrid.es/Ficheros/CMA/ficheros/OSMedio_GuiaMovilidad.pdf

OMS, O. M. (2013). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013*.

ONU, O. d. (2011). *Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011 - 2020*. Organización de las Naciones Unidas ONU.

Pico Merchán, M. E., González Pérez, R. E., & Noreña Aristizábal, O. P. (2011). *Seguridad Vial y Peatonal: Una Aproximación Teórica de la Política Pública*. Manizales.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Tomado de la base de datos EBSCO HOST. Revista: *Hacia la Promoción de la Salud*, Volumen 16, No.2, julio - diciembre 2011, págs. 190 - 204. ISSN 0121-7577.

Prensa OMS, C. d. (14 de Marzo de 2013). *OMS, Organización Mundial de la Salud*.
Obtenido de
http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2013/road_safety_20130314/es/index.html

Saldarriaga, A. (2007). *Macroproyecto de movilidad urbana y la construcción de la ciudad*.
Bogotá: Fundación Universitaria Jorge Tadeo Lozano.

Sánchez, D. (2012). Aproximaciones a los conflictos sociales y propuestas sostenibles de urbanismo y ordenación del territorio en México. Tomado de la base de datos EBSCO HOST. *Revista de Estudios Sociales*, No 42, Pp 196, Pags 40-56. ISSN 0123-885X. Abril de 2012, Bogotá.

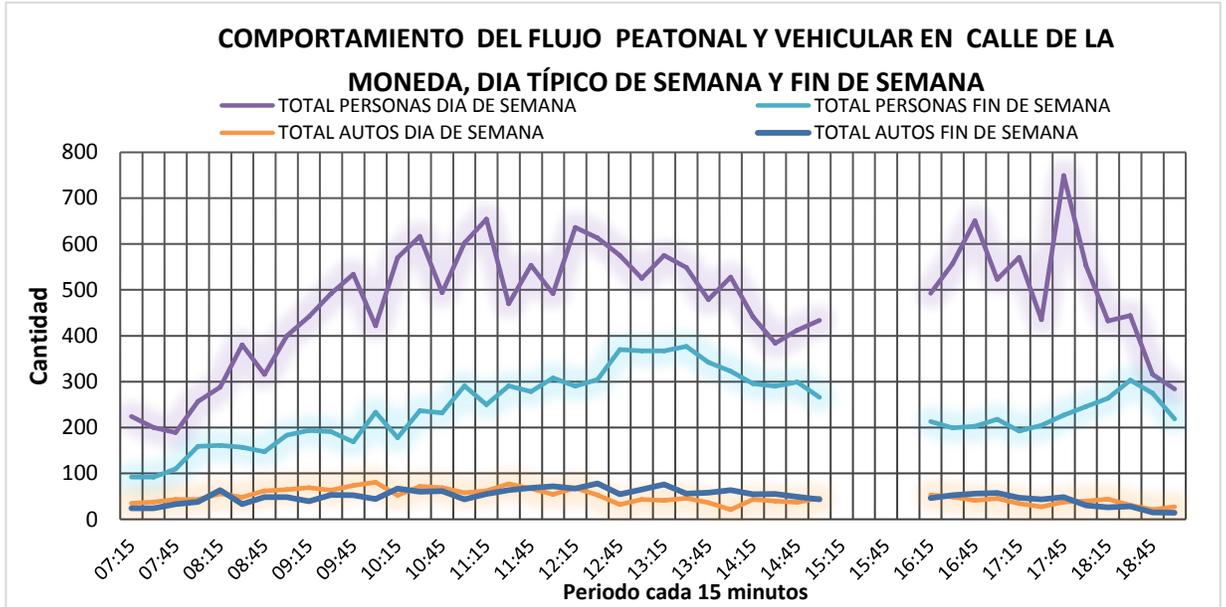
Tena-Sánchez, J., & León, F. J. (2012). Nuevas políticas de seguridad vial y motivación de los ciudadanos. Tomado de la base de datos EBSCO HOST. Revista: *Reis*, No 138, abril-junio 2012, pp. 63-88. Doi:10.5477/cis/reis.138.63.

Universidad de Oviedo. (s.f.). *Cecodet, Centro de Cooperación y Desarrollo Territorial*.
Recuperado el 4 de Abril de 2014, de Universidad de Oviedo:
http://www.unioviedo.es/cecodet/formacion/OrdenacionTerritorio/docum/doc0809/El_planeamiento_urbano.pdf

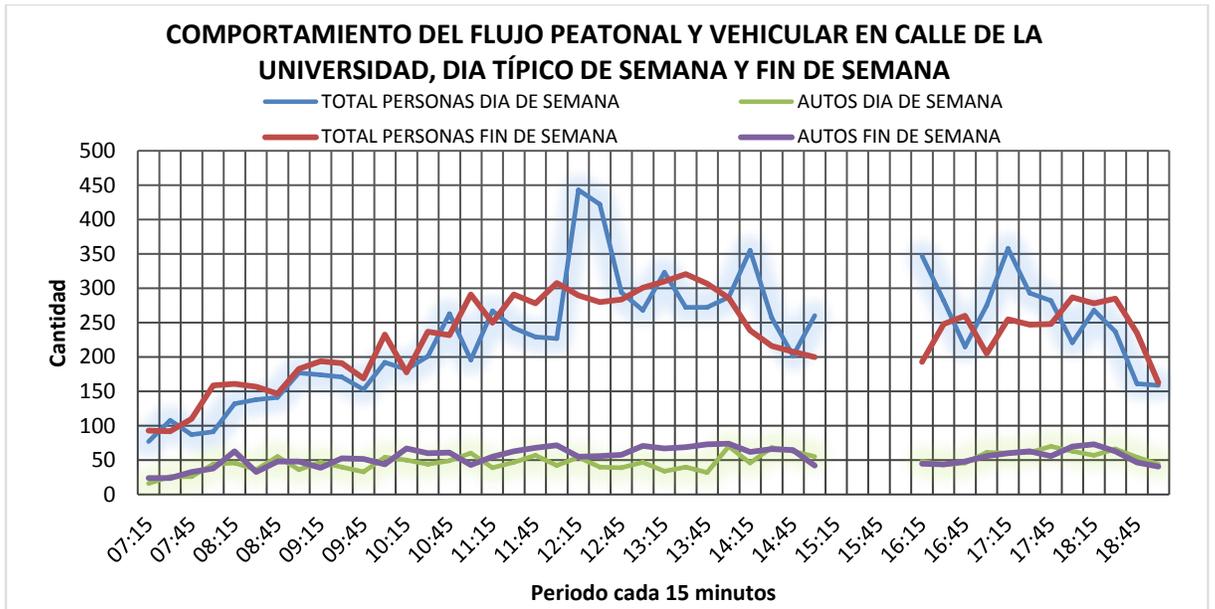
wsp.presidencia.gov. (23 de Julio de 2003). Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de *wsp.presidencia.gov*:
http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/2003/julio/23/

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

ANEXOS

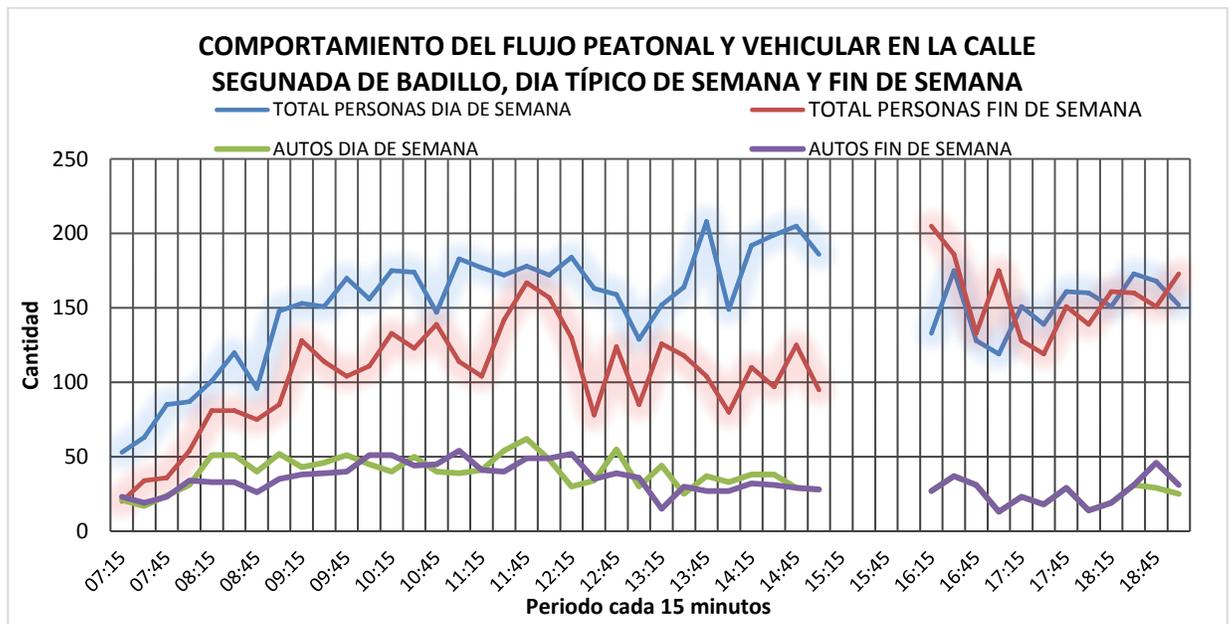


Anexo 1. Comportamiento de la movilidad peatonal y vehicular en la calle de la Moneda.

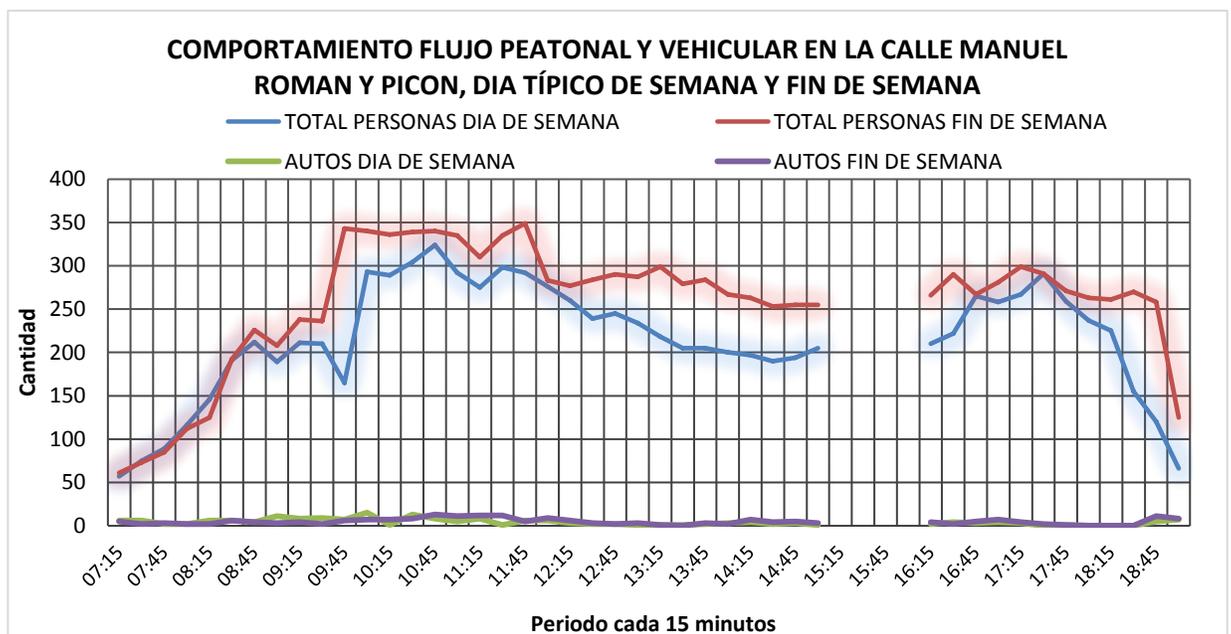


Anexo 2. Comportamiento de la movilidad vehicular y peatonal en la calle de la Universidad.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

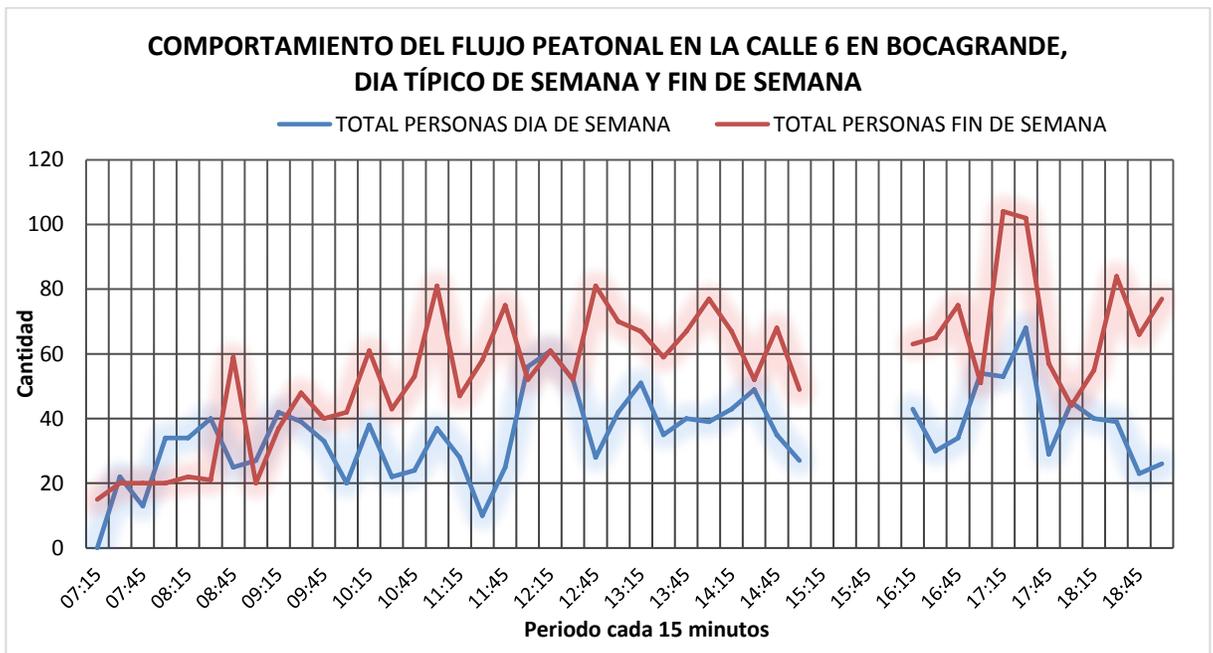


Anexo 3. Comportamiento de la movilidad vehicular y peatonal en la calle de segunda de Badillo.

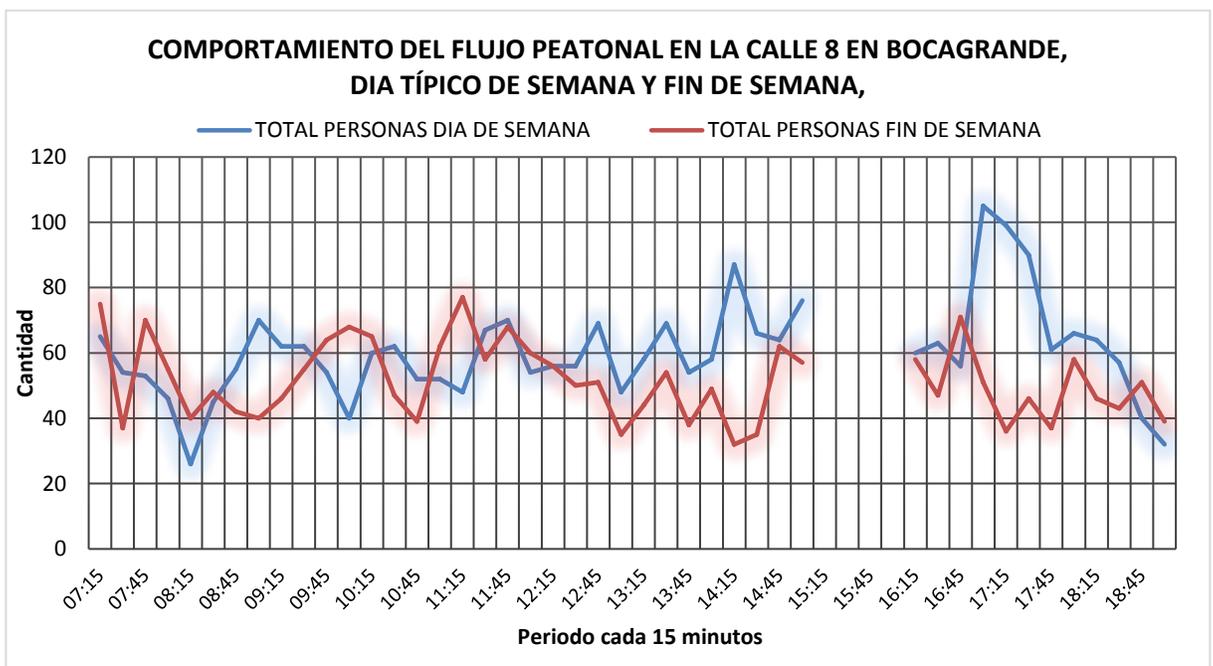


Anexo 4. Comportamiento de la movilidad vehicular y peatonal en la calle Manuel Román y Picón.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

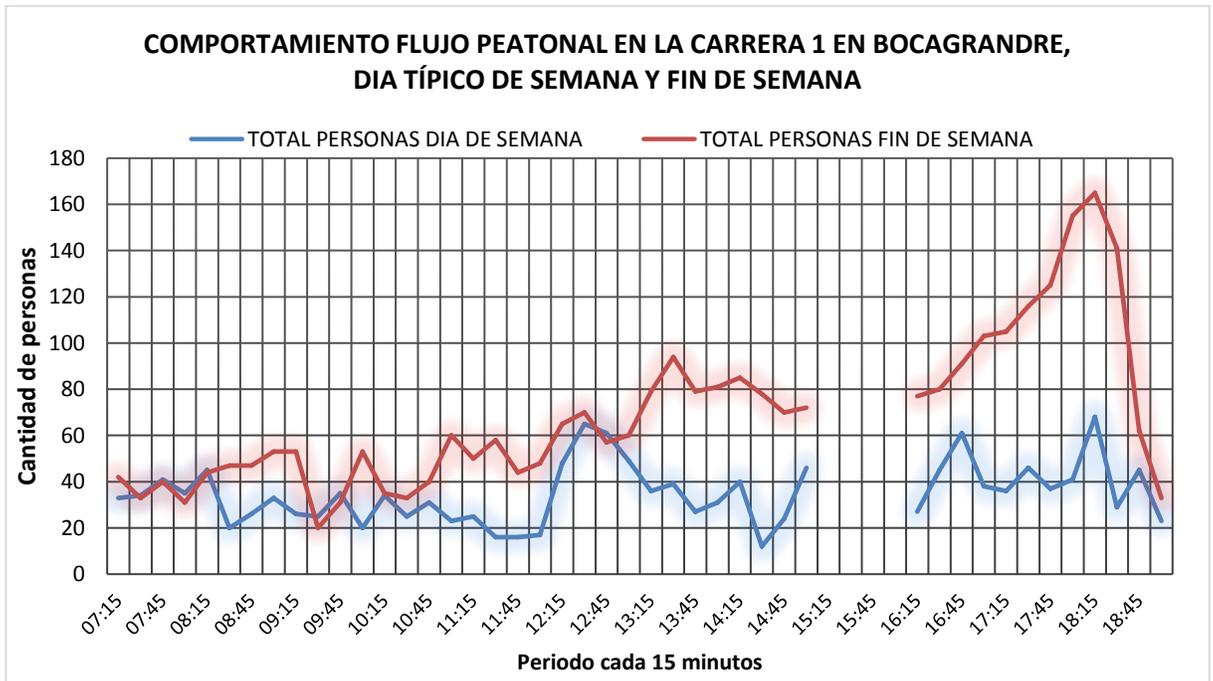


Anexo 5. Comportamiento de la movilidad peatonal en la calle 6 en Bocagrande.

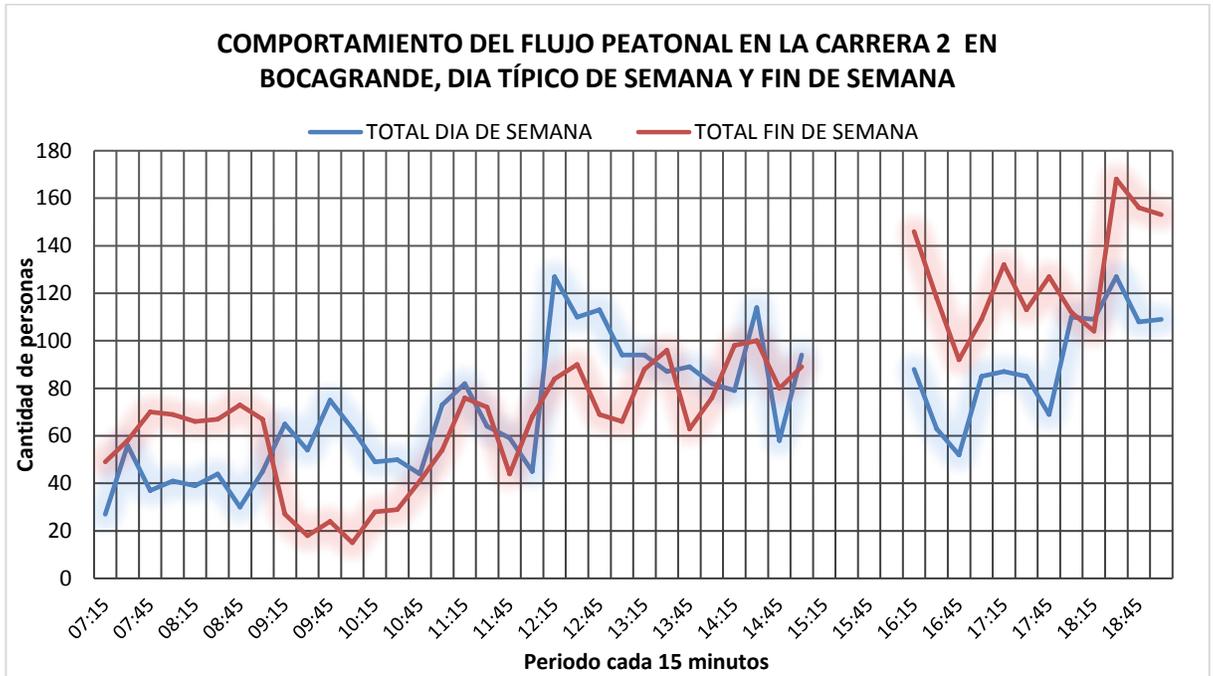


Anexo 6. Comportamiento de la movilidad peatonal en la calle 8 en Bocagrande.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

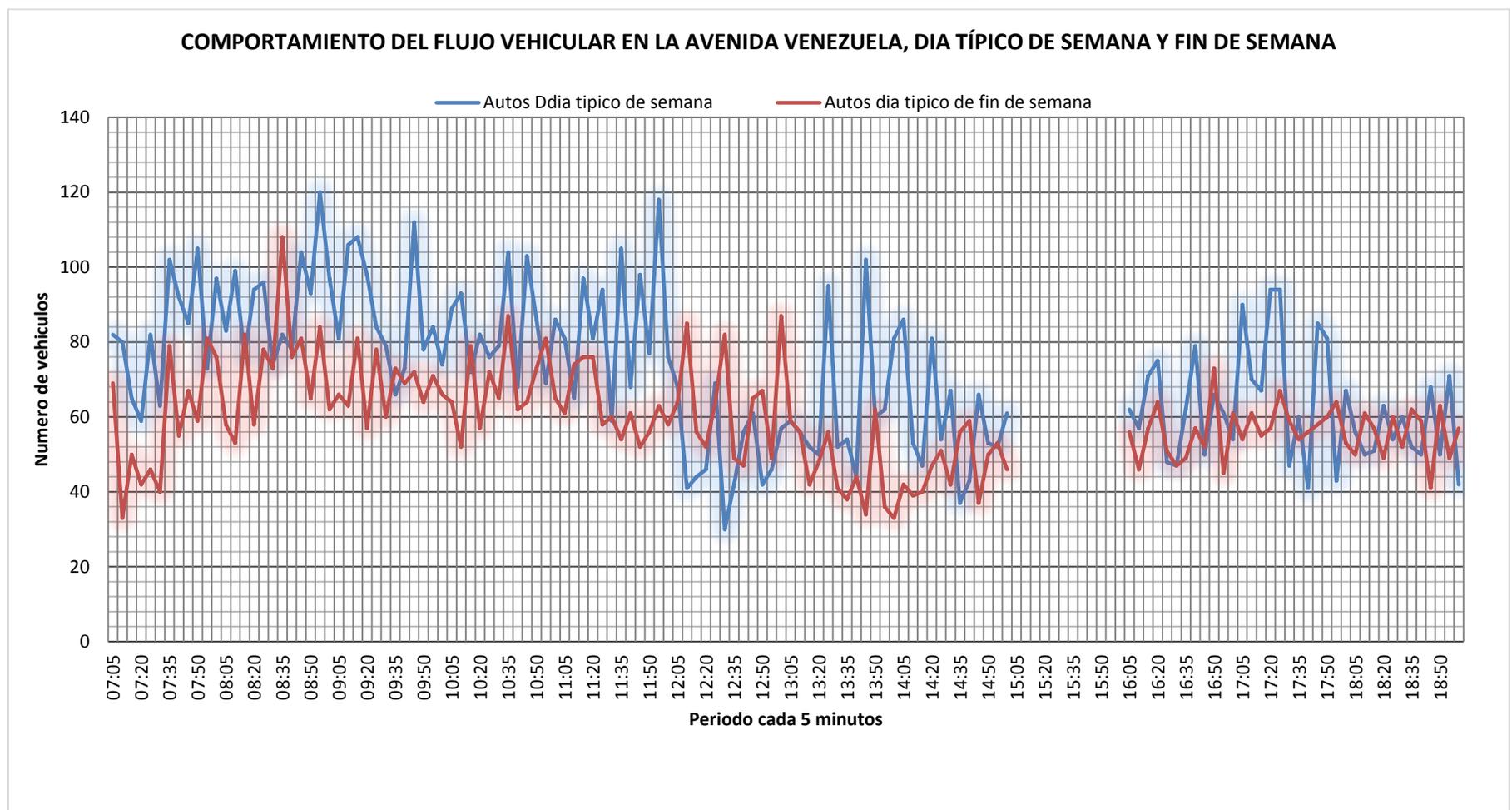


Anexo 7. Comportamiento de la movilidad peatonal en la carrera 1 en Bocagrande.



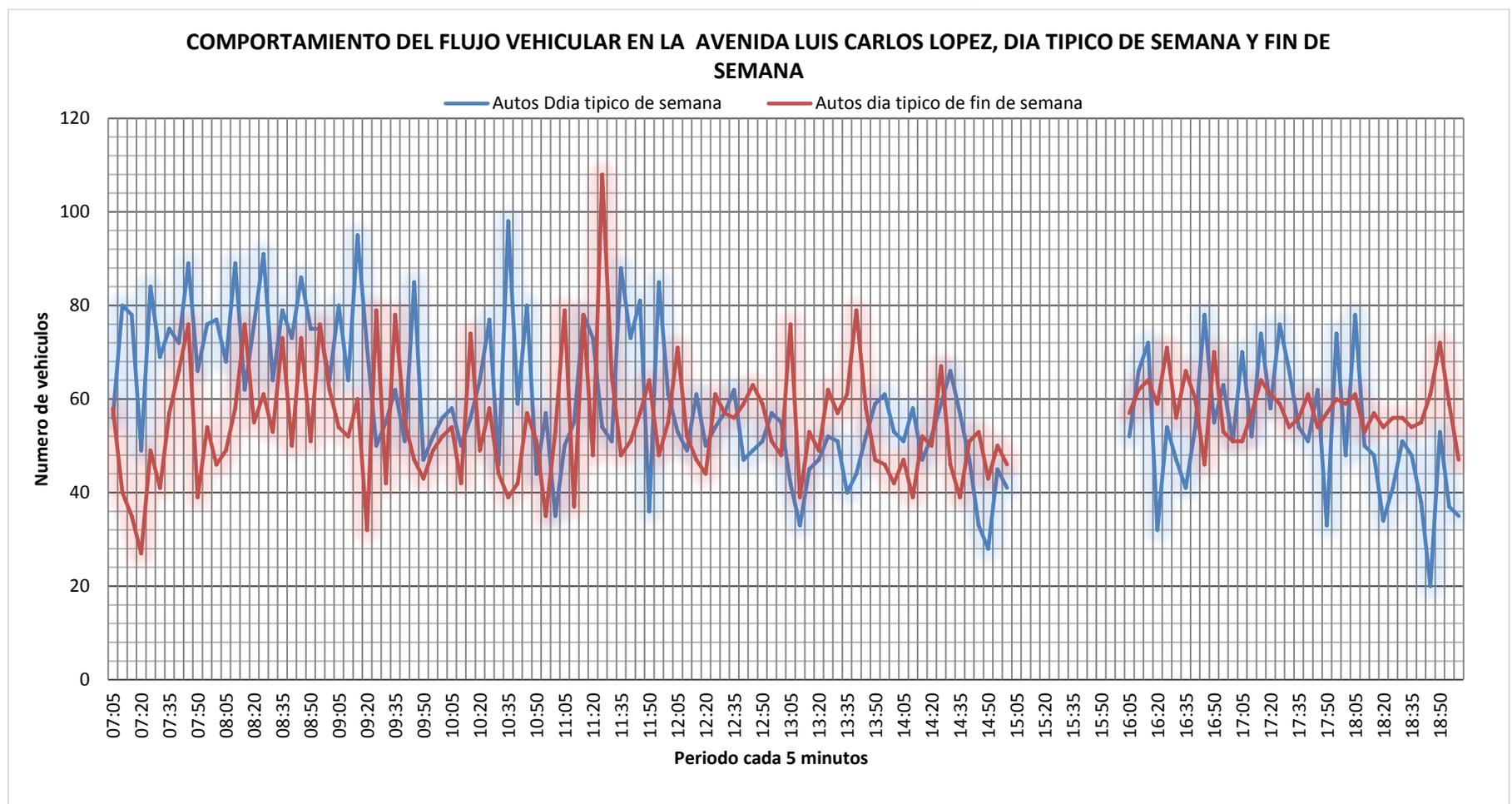
Anexo 8. Comportamiento de la movilidad peatonal en la carrera 2 en Bocagrande.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



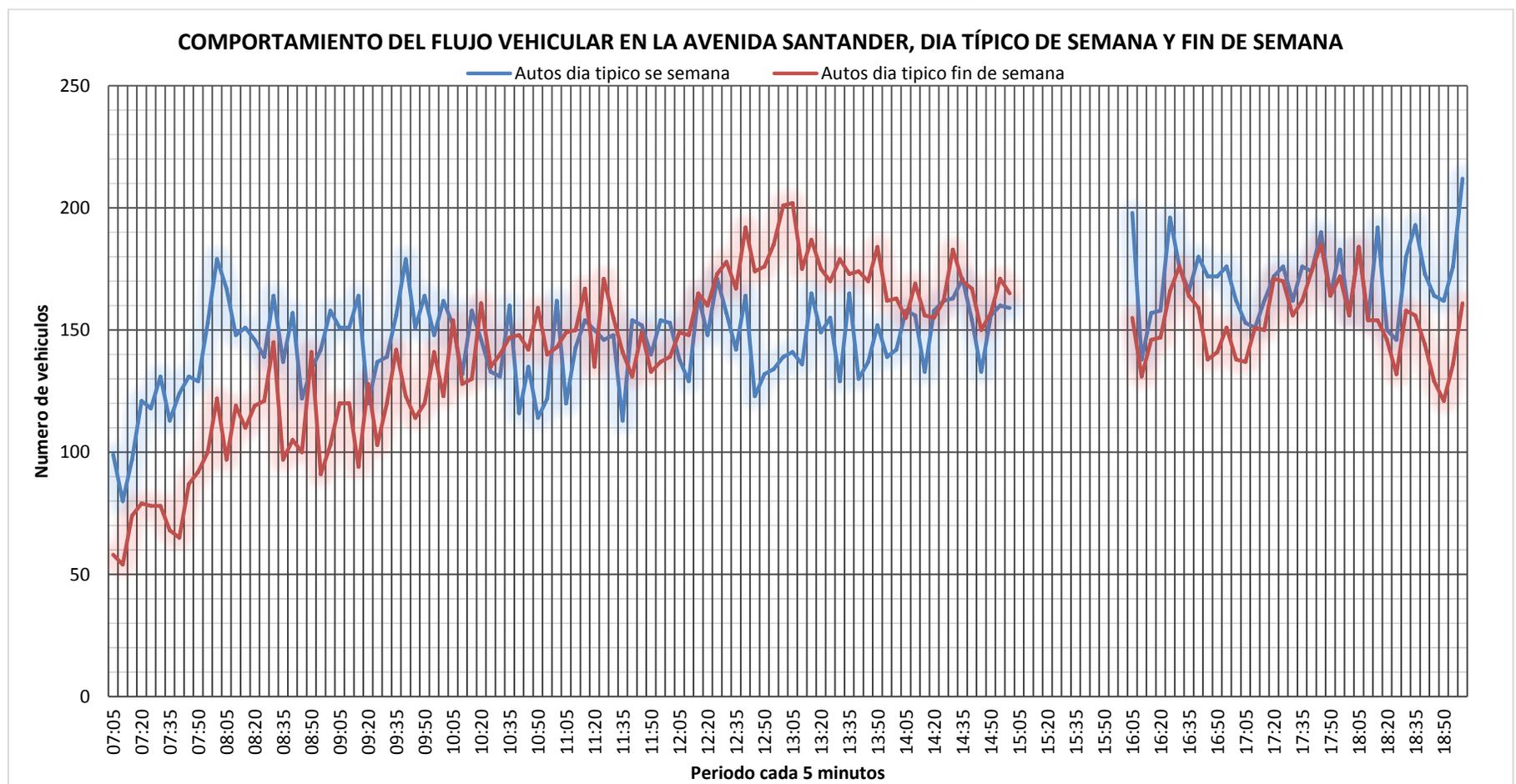
Anexo 9. Comportamiento del flujo vehicular en la Avenida Venezuela.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



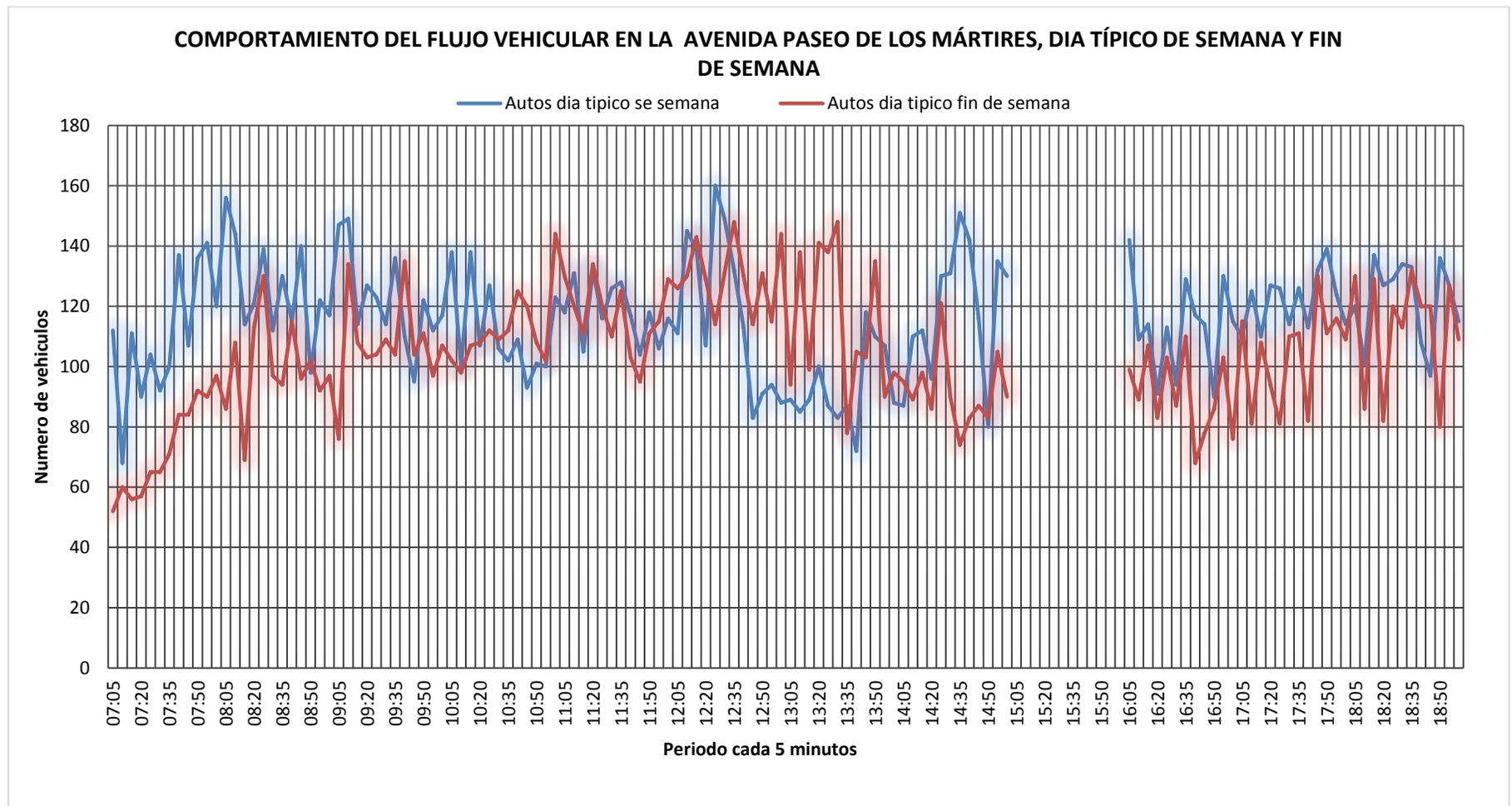
Anexo 10. Comportamiento del flujo vehicular en la avenida Luis Carlos López.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



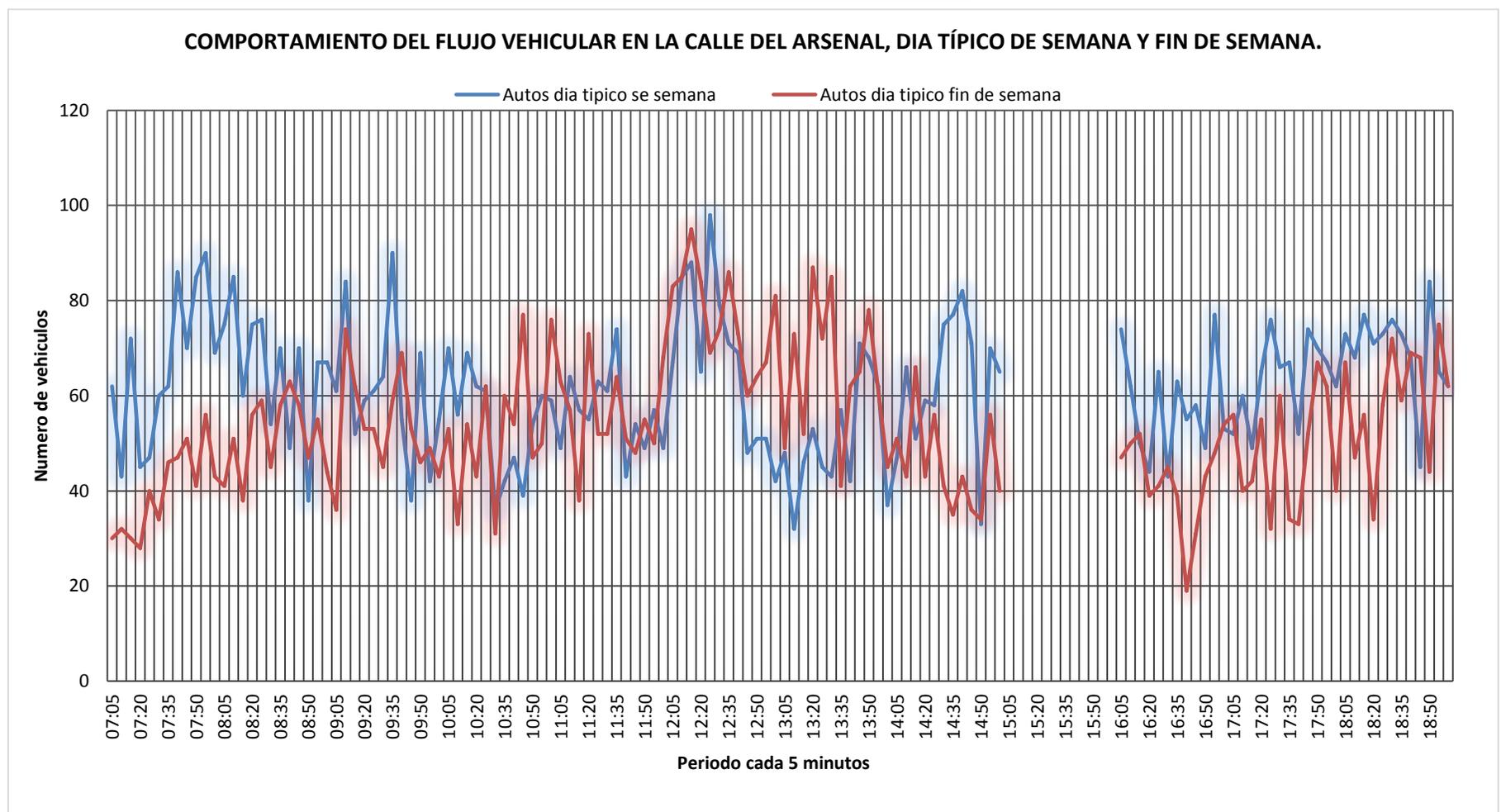
Anexo 11. Comportamiento del flujo vehicular en la avenida Santander.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



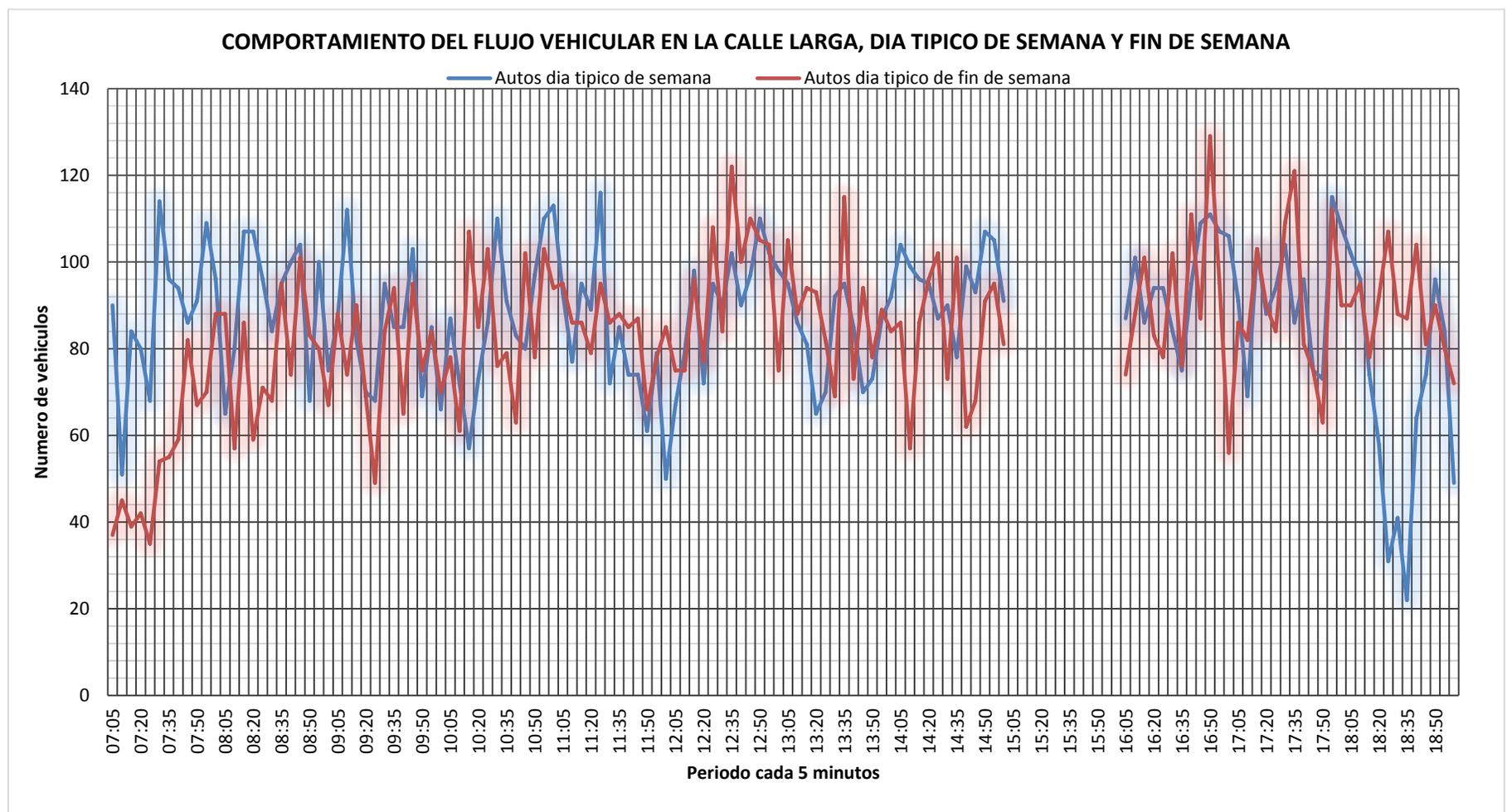
Anexo 12. Comportamiento del flujo vehicular en la avenida Paseo de los Mártires.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



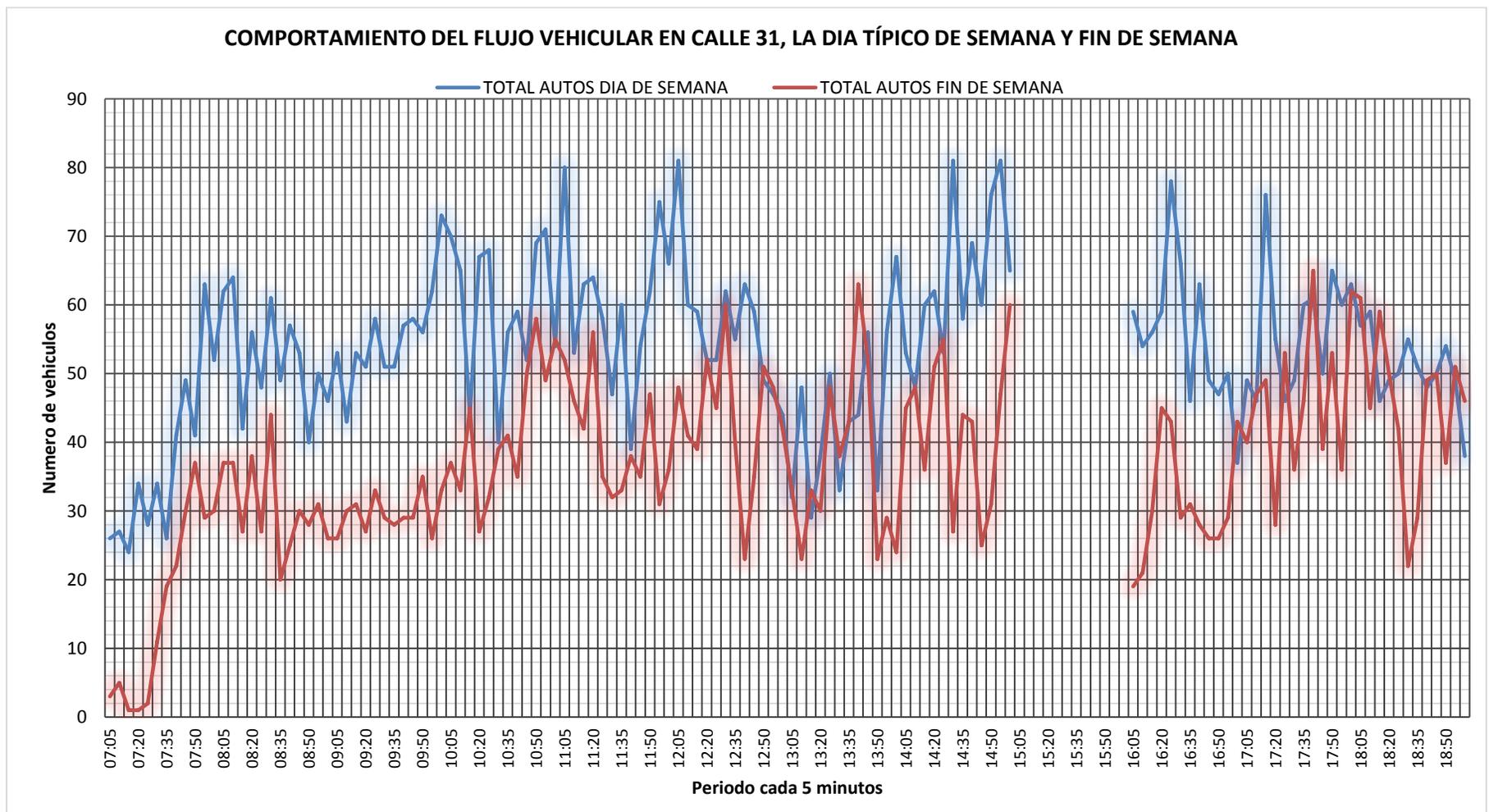
Anexo 13. Comportamiento del flujo vehicular en la Calle del Arsenal.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



Anexo 14. Comportamiento del flujo vehicular en la Calle Larga.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

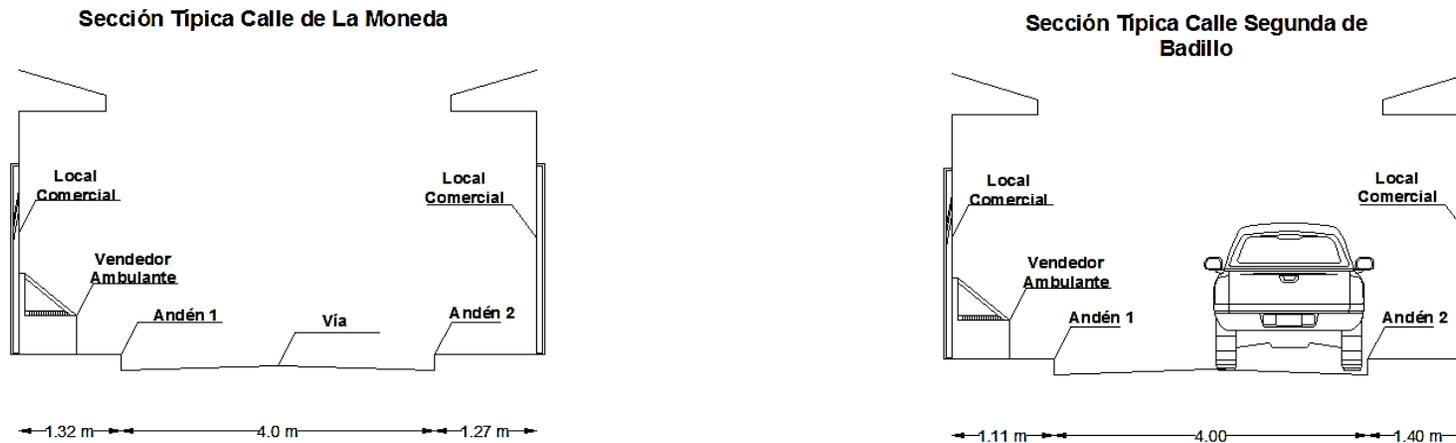


Anexo 15. Comportamiento del flujo vehicular en la calle 31.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.



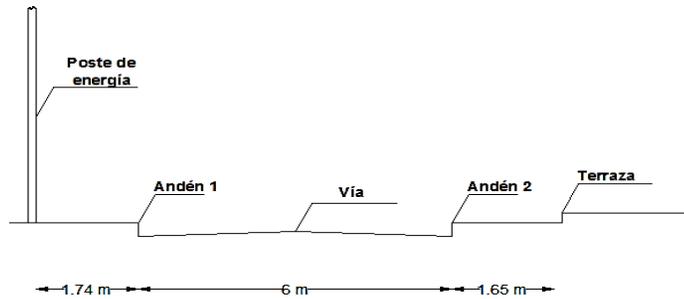
Anexo 16. Secciones típicas de la calle de la Universidad y la calle Manuel Román y Picón.



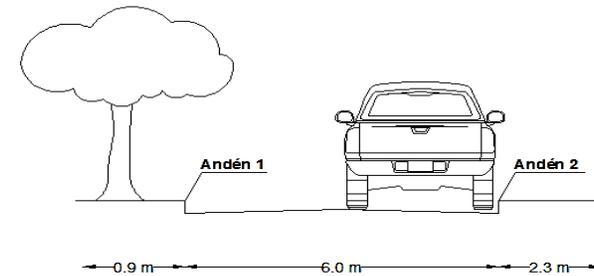
Anexo 17. Secciones típicas de la calle de la Moneda y la calle Segunda de Badillo.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Sección Típica Calle 6 en Bocagrande

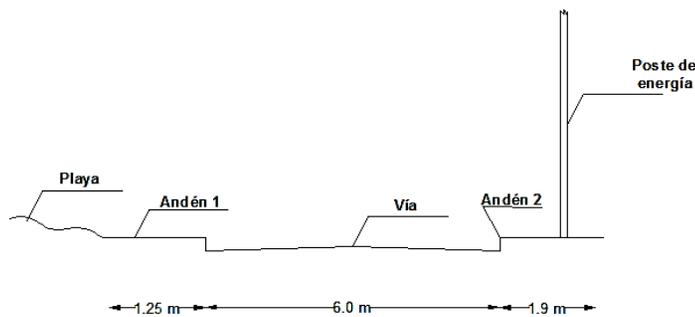


Sección Típica Calle 8 en Bocagrande

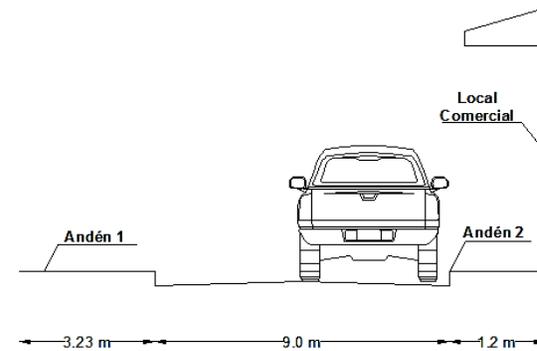


Anexo 18. Secciones típicas de la calle 6 y la calle 8 en Bocagrande.

Sección Típica Carrera 1 en Bocagrande



Sección Típica carrera 2 en Bocagrande



Anexo 19. Secciones típicas de la carrera 1 y carrera 2 en Bocagrande.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL		
ENCUESTA DE NECESIDADES Y PERCEPCIÓN EN MOVILIDAD – 2014		
Sexo:	Edad:	Tiempo en la zona:
¿Posee medio de transporte propio? Sí ___ No ___ ¿Cuál? _____		
Motivo del viaje:		
Transporte público	Peatón	
Velocidad	¿Por dónde camina?	
Seguridad	¿Se siente seguro?	
Comodidad	¿Considera que el espacio del andén es suficiente?	
Tiempos de espera		
Costo del pasaje		
¿Cuánto paga?	¿Se considera imprudente?	
Vehículo particular		
¿Dónde parquea?		
¿Está de acuerdo con pagar parqueo?		
¿Valor del parqueo?		
¿Cómo le parece el precio?		
¿Si se garantiza un buen servicio, utilizaría t. público?		
Percepción		
¿Cómo considera la movilidad en general en la zona?		
¿Considera usted que existen riesgos en la vía?		
¿Cuál?		
¿Cómo podría mejorarse?		

Anexo 20. Formato de encuestas de percepción ciudadana.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

Hora		UNIVERSIDAD DE CARTAGENA			Total Personas
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
Hora		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL			Total Personas
		Nombre:			
Hora		Fecha:			Total Personas
		Sentido Norte	Sentido Sur	Autos	
		Personas	Personas		
7:00	7:15				
7:15	7:30				
7:30	7:45				
7:45	8:00				
8:00	8:15				
8:15	8:30				
8:30	8:45				
8:45	9:00				
9:00	9:15				
9:15	9:30				
9:30	9:45				
9:45	10:00				
10:00	10:15				
10:15	10:30				
10:30	10:45				
10:45	11:00				
11:00	11:15				
11:15	11:30				
11:30	11:45				
11:45	12:00				

Anexo 21. Formato de aforo peatonal.

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA CARTAGENA DE INDIAS. Zona de estudio: barrios Bocagrande, Centro, Getsemaní, La Matuna y San Diego.

		UNIVERSIDAD DE CARTAGENA										
		FACULTAD DE INGENIERÍA										
Hora		Sentido Norte				Total	Sentido Sur				Total	
		Auto	Bus	Camión	Moto		Auto	Bus	Camión	Moto		
7:00	7:05											
7:05	7:10											
7:10	7:15											
7:15	7:20											
7:20	7:25											
7:25	7:30											
7:30	7:35											
7:35	7:40											
7:40	7:45											
7:45	7:50											
7:50	7:55											
7:55	8:00											
8:00	8:05											
8:05	8:10											
8:10	8:15											
8:15	8:20											
8:20	8:25											
8:25	8:30											
8:30	8:35											
8:35	8:40											
8:40	8:45											
8:45	8:50											
8:50	8:55											
8:55	9:00											
9:00	9:05											
9:05	9:10											
9:10	9:15											
9:15	9:20											
9:20	9:25											
9:25	9:30											
9:30	9:35											
9:35	9:40											
9:40	9:45											
9:45	9:50											
9:50	9:55											
9:55	10:00											
10:00	10:05											
10:05	10:10											
10:10	10:15											
10:15	10:20											
10:20	10:25											
10:25	10:30											
10:30	10:35											
10:35	10:40											
10:40	10:45											
10:45	10:50											
10:50	10:55											
10:55	11:00											
11:00	11:05											
11:05	11:10											
11:10	11:15											
11:15	11:20											
11:20	11:25											
11:25	11:30											
11:30	11:35											
11:35	11:40											
11:40	11:45											
11:45	11:50											
11:50	11:55											
11:55	12:00											

Anexo 22. Formato de aforo vehicular.