

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA LA ZONA
COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS DE MANGA, PIE DE LA POPA Y ALREDEDORES DE BAZURTO.**

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO

HENRY LUIS MATOS LOPEZ

ARMANDO JACOB MERCADO PATERNINA

Investigadores

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

CARTAGENA DE INDIAS



**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA SEGURA PARA LA ZONA
COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS DE MANGA, PIE DE LA POPA Y ALREDEDORES DE BAZURTO.**

HENRY LUIS MATOS LOPEZ

ARMANDO JACOB MERCADO PATERNINA

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



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

NOTA DE ACEPTACION

**Firma del director
PEDRO GARDELA VASQUEZ**

**Firma del Jurado
PATRICIA GARCES DEL CASTILLO**

**Firma del Jurado
RAUL CASTRO CABARCAS**



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

DEDICATORIA

De antemano queremos agradecer el cumplimiento de este sueño a Dios, también pedimos disculpa por las personas que por descuido nuestro, no pudieran ser nombradas en esta dedicatoria.

Este triunfo va dedicado a nuestros padres que se sacrificaron día a día en esta agotante y larga carrera, pero que al final de cuentas verán mermadas estas penas en el cumplimiento de su sueño que también es nuestro sueño.

A nuestras parejas que ayudaron y soportaron las consecuencias de verse relegadas momentáneamente ante una responsabilidad como esta, al pequeño Samuel Mercado que se convirtió en una motivación de todos para seguir adelante.

Una mención especial también a la Familia Covo, quien sin saberlo apporto a dos de sus más valiosas personas, sin las cuales hoy en día no estaríamos cumpliendo este sueño; gracias a José Covo nuestro fundador y a su hijo (nuestro genio y profesor) Álvaro Covo Torres QEPD, su recuerdo permanecerá intacto entre nosotros.

Por ultimo no podía despedirme sin dedicar este triunfo a Dalmiro Borja, quienes por esas cosas irónicas de la vida murió en un accidente de tránsito, una mano de ayuda que siempre estaba disponible y que me socorrió hasta los últimos pasos de la carrera, pero que lastimosamente no estará aquí para ver este sueño hecho realidad.

Al resto de familiares que de una u otra forma aportaron para la consecución de este logro, no quedan más que palabras de agradecimiento.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros y cordiales agradecimiento a nuestro director Pedro Guárdela Vásquez, también a los evaluadores Raúl Castro y Patricia Garcés, quienes nos sirvieron de guía para llevar a buen puerto nuestro proyecto.

También agradecemos a todos los aforadores que colaboraron en cada uno de los conteos necesarios para la realización de este trabajo.

Y por último y no menos importante, gracias a nuestra alma mater que nos permitio hospedar en ellas durante 5 años y adquirir un sinfín de valores, que son complementario con la cantidad de conocimientos aprendidos.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

*‘Siempre intentaste. Siempre fallaste. No importa. Intenta otra vez,
falla de nuevo, falla mejor’*

Samuel Beckett



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
1. INTRODUCCIÓN	18
2. MARCO REFERENCIAL.....	21
2.1. Antecedentes.....	21
2.2. Estado del Arte.....	28
2.3. Marco Legal.....	34
2.4. Marco Teórico.....	37
2.4.1. Seguridad vial	37
2.4.2. Seguridad peatonal.....	37
2.4.3. Teoría de Haddon (Accidente Vehicular)	38
2.4.4. Capacidad vial.....	39
2.4.5. Nivel de Servicio.....	39
2.4.6. Transporte	39
2.4.7. Cultura ciudadana	40
2.4.8. Transito	40
2.4.9. Movilidad Urbana	40
2.4.10. Teoría Vissim.....	41
3. OBJETIVOS	42
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	42
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	42
4. ALCANCES Y LIMITACIONES	43
4.1. ALCANCE ESPACIAL	43
4.2. ALCANCE TEMPORAL	44



4.3.	ALCANCE CONCEPTUAL	44
4.4.	RESULTADOS Y PRODUCTO FINAL	45
4.5.	ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	45
4.6.	LIMITACIONES Y/O EXCEPCIONES	46
5.	METODOLOGIA	47
5.1.	Etapa 1: Recopilación de Información Secundaria y Primaria	50
5.2.	Etapa 2: Procesamiento y Análisis de Datos, Generación Y Evaluación de Alternativas de solución.....	54
5.2.1.	Definición de bases teóricas.....	55
5.2.2.	Análisis estadístico.....	55
5.2.3.	Simulación Ptv-Vissim y mapa de riesgo	55
6.	RESULTADOS OBTENIDOS	58
6.1.	Caracterización de los Corredores principales.....	58
6.1.1.	Sector el Pastelillo.....	58
6.1.2.	Sector Pie de la Popa (cerca a Caribe Plaza).....	68
6.1.3.	Avenida Pedro de Heredia (alrededor de mercado Bazurto).....	81
6.2.	Análisis de la conducta de los Usuarios de la Vía.....	90
6.3.	Inventario de Mobiliario Urbano	93
6.3.1.	Sector Pastelillo.....	93
6.3.2.	Sector Pie de la Popa (cerca a Caribe Plaza).....	94
6.3.3.	Avenida Pedro de Heredia (alrededor de Bazurto)	97
6.4.	Encuestas de Percepción	99
6.5.	Obtención de Mapas de Riesgos.....	104
6.5.1.	Sector Pastelillo.....	104
6.5.2.	Sector Pie de la Popa (cerca a Caribe Plaza).....	105
6.5.3.	Avenida Pedro de Heredia (alrededor de Bazurto)	106
6.6.	Estudios de Velocidad	106



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

6.7.	Validación del Modelo – Ptv Vissim	107
6.8.	Longitudes de Cola.....	119
6.9.	Demoras.....	120
7.	ANALISIS DE RESULTADOS	121
7.1.	Sector Pastelillo.....	121
7.1.1.	Determinación de nivel de servicio en vías peatonales.....	121
7.1.2.	Determinación de nivel de servicio vehicular.....	124
7.2.	Sector Pie de la Popa (cerca a Caribe Plaza)	128
7.2.1.	Determinación de nivel de servicio en vías peatonales.....	128
7.2.2.	Determinación de nivel de servicio vehicular.....	130
7.3.	Avenida Pedro de Heredia (alrededor de Bazurto).....	132
7.3.1.	Determinación de nivel de servicio en vías peatonales.....	132
7.3.2.	Determinación de nivel de servicio vehicular.....	133
8.	ALTERNATIVAS DE SOLUCION.....	136
8.1.	Sector Pastelillo.....	136
8.1.1.	Solución Vial	136
8.1.2.	Solución peatonal.....	137
8.2.	Sector Pie de la Popa.....	140
8.2.1.	Solución Vial	140
8.2.2.	Solución peatonal.....	142
8.3.	Avenida Pedro de Heredia (alrededor de Bazurto).....	145
8.3.1.	Solución Vial	145
8.3.2.	Solución peatonal.....	146
9.	MARCO GENERAL DE SOLUCIONES	148
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	151
	ANEXOS	154



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Glorieta del Amparo	27
Figura 2. Glorieta del Amparo – Solución propuesta	28
Figura 3. Metro de Copenhague.....	29
Figura 4. Metro automatizado de Lille	31
Figura 5. Ubicación del mercado de Bazurto y sus alrededores.	44
Figura 6. Diagrama de Flujo.	49
Figura 7. Inventario de Edificaciones y Mobiliario Urbano	52
Figura 8. Aforo Vehicular – Sector Pastelillo.....	53
Figura 9. Aforo Peatonal – Sector Caribe Plaza	54
Figura 10. Geometría Sector Pastelillo	56
Figura 11. Mapa de Riesgos, Cartagena de Indias.....	57
Figura 12. Doble Intersección, Sector el Pastelillo.....	59
Figura 13. Accesos y movimientos, sector Pastello.....	65
Figura 14. Doble Intersección, Sector el Pastelillo.....	69
Figura 15. Accesos y movimientos vehiculares de intersección 1, sector Pie de la Popa.....	73
Figura 16. Accesos y movimientos vehiculares intersección 2, sector Pie de la Popa	74
Figura 17. Accesos y movimientos vehiculares intersección 3, sector Pie de la Popa	74
Figura 18. Rotonda del mercado.....	82
Figura 19. Movimientos actuales en rotonda, sector Basurto	87
Figura 20. Movimientos Y de la Esperanza 1(2) – Y de Martínez Martelo 2(2).....	88
Figura 21. Separación entre vehículos, Sector Pastelillo	90
Figura 22. Flujo peatonal en Sector Pie de la Popa	92
Figura 23. Conjunto de señales, rotonda del mercado Bazurto	97
Figura 24. Sumidero de rejilla sobre arteria principal, Av. Pedro de Heredia.....	98
Figura 25. Invasión por parte vendedores al espacio publico	98
Figura 26. Mapa de Riesgo, Sector Pastelillo	104
Figura 27. Mapa de riesgos, sector Avenida del Lago y Avenida Pedro de Heredia.....	105
Figura 28. Ptv Vissim Inicialización.....	107
Figura 29. Ptv Vissim creación de líneas y rutas vehiculares	108
Figura 30. Ptv Vissim Semaforizacion	108
Figura 31. Ptv Vissim, Creacion de motos	110
Figura 32. Ptv Vissim, Modelo 3D de Buses.....	111



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 33. Ptv Vissim, Modelo 3D de Camiones	111
Figura 34. Seguimiento entre vehículos.....	112
Figura 35. Cambio de carril	113
Figura 36. Distancia lateral	114
Figura 37. Seguimiento de vehículos para Motos.....	115
Figura 38. Cambio de carril para motos.....	116
Figura 39. Distancia lateral para motos	117
Figura 40. Calibración del comportamiento del conductor de motocicleta I.....	118
Figura 41. Calibración del comportamiento del conductor de motocicleta II.....	118
Figura 42. Calibración del comportamiento del conductor de motocicleta III	119
Figura 43. Sección Típica del Sector Pastelillo	122
Figura 44. Ajuste de ancho por obstáculos fijos (restricciones psicológicas).....	123
Figura 45. Tiempos de demora por intersección, sector Pastelillo	127
Figura 46. Sección Típica del Sector Pie de la Popa	128
Figura 47. Tiempos de demora por intersección, sector Pie de la Popa.....	132
Figura 48. Tiempos de demora por intersección, sector Bazurto.....	135
Figura 49. Tiempos de demora para transito proyectado, sector Pastelillo	136
Figura 50. Tiempo de demora par solución vial	137
Figura 51 Pérdida del espacio público a manos de particulares	139
Figura 52. Señal obstruida y poco iluminada por arboles del centro deportivo.....	140
Figura 53. Tiempos de demora para transito proyectado, sector Pie de la Popa.....	141
Figura 54. Tiempo de demora par solución vial, sector Pie de la popa	141
Figura 55 Andenes accesible al tráfico vehicular	144
Figura 56. Infraestructura para discapacitado en zona inadecuada.....	145
Figura 57. Tiempos de demora para transito proyectado, sector Pie de la Popa.....	146
Figura 58. Residuos en plena vía peatonal, sector Bazurto	147



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1. Variación de volumen Peatonal Sector el Pastelillo	60
Grafico 2. Variación de volumen Vehicular Sector el Pastelillo	61
Grafico 3. Volumen Vehicular por Tipo (excepción autos) – Sector el Pastelillo	62
Grafico 4. Volumen Vehicular por Autos – Sector el Pastelillo	63
Grafico 5. Volumen peatonal sector pie de la popa	70
Grafico 6. Variación de los volúmenes vehiculares, sector Pie de la Popa.....	71
Grafico 7. Volumen vehicular por tipo (camión y buses)	72
Grafico 8. Volumen vehicular por tipo (autos y motos)	73
Grafico 9. Variación de volumen vehicular, entrada y salida centro comercial Caribe Plaza	80
Grafico 10. Variación de volumen peatonal en la avenida pedro de Heredia (alrededor de Bazurto).	83
Grafico 11. Variación de volumen vehicular, sector Bazurto	84
Grafico 12. Volumen vehicular, camiones.....	85
Grafico 13. Volumen vehicular Buses	86
Grafico 14. Volumen vehicular por tipo (Auto y Buses)	87
Grafico 15. Sexo y edad de los encuestados	99
Grafico 16. Motivos de movilización y percepción de movilidad	100
Grafico 17. Tipos de transporte usados y percepción de movilidad	101
Grafico 18. Percepción Transporte Público y Transcaribe	102
Grafico 19. Percepción sobre seguridad vial.....	103
Grafico 20. Percepción sobre seguridad vial.....	103



LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Intervenciones en Movilidad.....	23
Cuadro 2. Definición de los lineamientos de trabajo.....	48
Cuadro 3. Resultados de la búsqueda bibliográfica.....	51
Cuadro 4. Porcentajes de volumen vehicular por tipo e intersección.....	64
Cuadro 5. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 1(1), 2(1), 3(1) y 4(1).....	66
Cuadro 6. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 1(2), 2(2), 3(2) y 4(2).....	67
Cuadro 7. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 3(3).....	67
Cuadro 8. Porcentajes de volumen vehicular por tipo e intersección.....	75
Cuadro 9. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 1(1), 2(1), 3(1) y 4(1).....	76
Cuadro 10. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 1(2), 2(2), 3(2) y 4(2).....	77
Cuadro 11. Porcentaje de volumen vehicular por tipo y movimiento 5 y 5.a.....	78
Cuadro 12. Porcentaje de volumen vehicular por tipo y movimiento 6(1), 7(1) y 8(1).....	78
Cuadro 13. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 6(2), 7(2) y 8(2).....	79
Cuadro 14. Volúmenes vehiculares para el parqueadero y la intersección 2.....	81
Cuadro 15. Porcentaje de volumen vehicular, por tipo Sector Bazurto.....	88
Cuadro 16. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 6(2), 7(2) y 8(2).....	89
Cuadro 17. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 6(2), 7(2) y 8(2).....	89
Cuadro 18. Mobiliario urbano, sector Pastelillo – esquina Davivienda.....	93
Cuadro 19. Mobiliario urbano, sector Pastelillo – esquina Carulla.....	94
Cuadro 20. Mobiliario urbano, sector Pie de la Popa, Av del Lago.....	95
Cuadro 21. Mobiliario urbano, sector Pie de la Popa, calle Camino Arriba.....	95
Cuadro 22. Mobiliario urbano, sector Pie de la Popa, Bomba de Texaco.....	96
Cuadro 23. Velocidades determinadas en cada zona de estudio.....	106
Cuadro 24. Flujo peatonal Máximo del Sector Pastelillo.....	121
Cuadro 25. Rata de Flujo por anden –Sector Pastelillo.....	124
Cuadro 26. Nivel de Servicio Peatonal por Rata de Flujo.....	124
Cuadro 27. Nivel de Servicio Vehicular por Demora Promedio.....	125
Cuadro 28. Flujo vehicular por intervalos en hora pico, Sector Pastelillo.....	126
Cuadro 29. Longitudes de colas observada y estimada en metros.....	127
Cuadro 30. Flujo peatonal Máximo del Sector Pie de la Popa.....	128
Cuadro 31. Rata de Flujo por anden –Sector Pie de la Popa.....	129
Cuadro 32. Flujo vehicular por intervalos en hora pico Sector Pie de la Popa,.....	130
Cuadro 33. Longitudes de colas observada y estimada en metros.....	131
Cuadro 34. Rata de flujo por andén, sector Bazurto.....	133



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

Cuadro 35. Flujo vehicular por intervalos en hora pico Sector Pie de la Popa,.....	134
Cuadro 36. Tiempos de demora, medidas y estimadas, sector Bazurto.....	135



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de Encuestas de Percepción	159
Anexo 2. Formato de Aforo Peatonal	160
Anexo 3. Formato de Aforo Vehicular	161
Anexo 4. Formato de Inventario de Mobiliario Urbano	162
Anexo 5. Sección típica, mercado Bazurto.....	162



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

RESUMEN

Los problemas de movilidad a nivel mundial agobian a las grandes, mediana y pequeñas capitales del mundo; Cartagena es muestra de ellos, sus tiempos de viaje resultan generalmente largo y traumáticos, por ejemplo de acuerdo a mediciones realizadas en la ciudad (CCV, 2014) la velocidad de recorrido del transporte público no superan los 12 Km/h, el objetivo principal de esta investigación consiste en la elaboración de un plan conceptual de movilidad en la zona de estudio, que permita tomar decisiones en pro de mejorar los problemas integrados de movilidad, seguridad vial y recuperación del espacio público, esto mediante el análisis del transporte, el tránsito, cultura ciudadana y vialidad (elementos que componen el mobiliario urbano), para esto se realizó la recolección de información secundaria y primaria, para la primera se realizaron búsquedas y filtraciones de temas relacionados con la movilidad, seguridad peatonal y urbanismo en bases de datos, revistas científica y catalogo bibliográfico de la universidad, mientras que para la segunda se seleccionaron 3 puntos de gran importancia en la zona de estudio comprendida por lo barrios Manga, Pie de la Popa y alrededores del Mercado Bazurto y en cada uno de ellos se llevaron a cabo aforos peatonales, vehiculares, inventario de mobiliario urbano y encuestas de percepción; esta información sirvió de sumidero para la simulación con el software PTV VISSIM y complementaria con la información del Software Mapa de Riesgos, luego de simular las condiciones actuales del tráfico vehicular y analizar la información arrojada por el mapa de riesgos, se plantearon soluciones conceptuales que permitirán la mejora en la prestación de servicio para los distintos usuarios de la vía, esto se traduce en una reducción en las demoras de 13, 16 y 18 segundos en los puntos de manga, pie de la popa y Bazurto respectivamente, mientras que a pesar de las buenas condiciones de nivel de servicio de vías peatonales en la zona de estudio, se plantearon recomendaciones adicionales que complementadas con mejoras y mantenimiento al mobiliario urbano, terminan convirtiendo la investigación en un documento guía para la toma de decisiones en esta y otras zonas de la ciudad.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

ABSTRACT

The problems of mobility and transportation are deep concerns of the big, medium and small capitals around the world; Cartagena is a clear example, its travel times are generally very long and traumatic, for instance the measurements show that the speed of public transportation is no greater than 12 Km/h. The main objective of this investigation consists in elaborating of a conceptual mobility plan in the zone of study, that allows decision making in the problems related to mobility, road safety and public space recovery. All of this supported by analysing Transportation, Transit, Citizen mindset, and viability; for the analysis first was recollection of secondary and primary information, for the first one searches in data bases, scientific articles and magazines and the University bibliographic catalogue with information related to mobility, pedestrian security and urbanism. And for the second one a study developed in three points of great importance in the city in the following neighbourhoods: Manga, Pie de la Popa, and the surroundings of Mercado de Bazurto; the study consisted on vehicle count and pedestrian count, urban mobility inventory and perception surveys. This information allowed to model the situation with the software PTV VISSIM, and then with the Risk maps software. With the results of the model and the secondary information conceptual solutions that allow to improve the service for all the users of the road, this translates in reduction of the idle time of 13, 16 and 18 in the three location points mentioned above respectively; although the conditions off the pedestrian paths are fairly good some recommendations were also given. Also extra recommendations that with the above mention, make this investigation a guide to decision making in terms of mobility for the city.



1. INTRODUCCIÓN

En las grandes ciudades del mundo en desarrollo, la movilidad urbana se convierte en un tema de mucha relevancia, debido a que es un determinante de la productividad, competitividad y seguridad, conformándose como uno de los componentes fundamentales asociados a la calidad de vida urbana. Por tanto, se considera que un Estado que resuelve sus problemas de movilidad alcanza su máxima proyección hacia el desarrollo total. A nivel mundial, los tiempos empleados en viajes son generalmente altos y van en aumento, ya que los destinos accesibles dentro del tiempo dado están disminuyendo. Cartagena de indias, una ciudad turística y cultural en pro del desarrollo está sujeta a la movilidad como agente determinante para el crecimiento de la misma.

Sin embargo, Cartagena no es ajena a los múltiples problemas de movilidad que se presentan en el resto del mundo, un ejemplo de estos son sus destinos de viajes los cuales resultan generalmente largos y traumáticos (con velocidades inferiores a los 15 Km/h en recorrido, según el Plan de Desarrollo de la Alcaldía de Cartagena), esto ocurre debido a que el parque de vehículos inscritos crece rápidamente a razón de 8 % (CCV, 2014), esto se debe probablemente al aumento de la población, el incremento de la riqueza, la gran penetración comercial y seguramente debido a la imagen crecientemente atractiva en el mundo en desarrollo hacia un estilo de vida que tiene al automóvil por elemento esencial. Los barrios pie de la popa, manga y alrededores del mercado Bazurto son puntos críticos en la ciudad, pues estas se encuentran alrededor de la arteria principal de la ciudad, en la cual se presentan trancones, situaciones de inseguridad (como carretilleros en la vía) y falta de autoridad que controle el tráfico, entre otras (De Avila, El Universal, 2014)

Por consiguiente, la finalidad de este proyecto de investigación tuvo como objetivo, Elaborar un plan conceptual de movilidad en los corredores viales más importantes en la zona de estudio comprendida por los barrios Pie de la Popa, Manga y alrededores del Mercado Bazurto; para que dé solución a la problemática integrada de movilidad, seguridad vial y



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

recuperación del espacio público; mediante el uso de los software PTV VISSIM y Mapa de Riesgos, los cuales usan métodos definidos para su correcta simulación, por ejemplo PTV VISSIM usa el modelo psicofísico del conductor el cual estipula que un conductor acelera y desacelera en función del vehículo que se encuentre inmediatamente delante de él, respetando su propio umbral de seguridad. Este trabajo investigativo fue viable desde el alcance económico de los investigadores, pues la universidad de Cartagena cuenta con los programas informáticos adecuados para el desarrollo y modelación de la misma, para esto se realizaron aforos en los sectores anteriormente mencionados lo que represento gastos de menor cuantía. Además se emplearon los conocimientos que fueron aprendidos en las diferentes asignaturas del programa de ingeniería civil, lo que afianzo la vocación académica investigativa e ingenieril de quienes participaron activamente en la elaboración del estudio. Este proyecto será de mucha importancia para futuras investigación en el campo tránsito o podrá servir como estudio piloto para futuras mejoras en esta o diferentes zonas de la ciudad.

Para llevar a cabo esta investigación, fue necesario la correcta recolección de información secundaria y primaria, lo cual facilito la sistematización y el posterior análisis de la misma, permitiendo así la obtención de resultados esperados; debido a esto, la primera etapa del proyecto se centró en la recopilación de información, a través del escrutinio de todos los medios disponibles (base de datos, sitios web, revista científicas entre otras) y la realización de las actividades concernientes a este proyecto (observación en campo, inventario de mobiliario y señales, encuestas, aforos, determinación de velocidades, y demás). Luego se procedió a introducir los datos que alimentaron los programas informáticos para la simulación (PTV VISSIM y Mapa de Riesgos), además de otra información que permitiese dar un diagnostico cualitativo de la zona de estudio.

Como resultado final se obtuvo que los niveles de servicio la zona de estudios variaban desde tipo C hasta tipo F para las condiciones actuales del tráfico, luego de eso se proyectaron a 20 años, donde la mayoría de ellas, se establecieron con un nivel de servicio tipo F y luego se



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

estableció que implementando diversas medidas (cambios de ciclo semafórico, adición carriles entre otras) era posible mejorar el tráfico vehicular de la zona, estos resultados guiaron el planteamiento de las soluciones conceptuales para la elaboración de un plan que mejore la movilidad en la zona de estudio.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

En la actualidad toda la temática concerniente a movilidad, ha sido objeto de interés, pues la congestión vehicular se constituye como un problema de magnitud mundial, el cual además de sus costos traducidos en tiempos de viaje, también incrementan riesgos de accidente; estos aspectos se ven potenciados en América Latina donde los estándares tecnológicos y las normas de educación vial preventiva son más débiles que en países desarrollados. Los efectos perjudiciales caen directamente sobre los ocupantes de los vehículos que circulan, es decir afecta a quienes lo causan, a los automovilistas pero también a buses y por ende a sus pasajeros, generalmente personas de ingresos menores y estas no solo ven atrasados sus desplazamientos sino que perciben tarifas incrementadas hasta más de un 15 % (Lupano, 2009).

Según el Informe sobre el Estado de Seguridad Vial en la Región de las Américas de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en América Latina y el Caribe pocos países han logrado reducir la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito a pesar de haber implementado políticas orientadas a mejorar la seguridad vial. En el informe se plantea que los traumatismos generados por accidentes de tránsito son un problema de salud pública y se encuentran entre las principales causas de muerte de la región en personas de edades entre 5 y 44 años (la primera causa para el grupo de 5-15 años, la segunda para el grupo de 15-44 años). Además, cada año mueren 142.252 personas por esta causa y se presentan más de cinco millones de lesionados, de los cuales muchos quedan con discapacidades permanentes; un alto porcentaje son hombres jóvenes y la mayoría de las veces, de escasos recursos (Organización Panamericana de la Salud, 2012).

A nivel nacional de acuerdo con el Informe del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, en Colombia se presentaron 5.796 accidentes de tránsito en el 2009, se



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

presentó un aumento de un 2,2% con relación a los casos registrados en el 2008, mientras que los lesionados no fatales fueron 39.167 personas, con una reducción del 14,6% en relación con el año 2008; según el indicador por sexos, por cada 100.000 habitantes que murieron por esta causa, 21 fueron hombres y 5 mujeres, y los porcentajes más altos se encuentran entre los 20 y los 35 años. Además, aumentó significativamente la tasa de accidentalidad en los mayores de 65 años (Pico, 2011).

Las mujeres entre los 75 y 79 años sobrepasan la tasa por lesiones si se las compara con los hombres. Los motociclistas son la población más afectada, con un 39% de muertos y un 46% de lesionados; los días en que se presenta mayor accidentalidad son los sábados y domingos con un 33,7% de lesionados y un 41% de muertos (Pico, 2011).

A nivel local también se presenta esta problemática (Camacho, 2011) expresa : “en los primeros cinco meses del 2011 hubo 2.169 accidentes de tránsito, un poco menos que en 2010, cuando ocurrieron 2.297 siniestros”; estas cifras son alarmantes y han captado la atención de los agentes gubernamentales, estos han puesto en marcha un Plan de Desarrollo Ahora Si Cartagena 2013 – 2015, en donde se expone, reducir la accidentalidad vial emprendiendo campañas a través de los medios masivos de comunicación dirigida a la ciudadanía en general para educar y prevenir sobre normas de tránsito, organizando la movilidad urbana mediante la implementación de señales de tránsito Preventivas, Informativas y Reglamentarias, que orienten y alerten a conductores y peatones para garantizar la seguridad vial y la vida de los ciudadanos, gestionar la instalación de nuevas intercepciones semaforicas de última tecnología para controlar y regular la movilidad a lo largo de las principales calles y avenidas de la ciudad dándole prelación al peatón (Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias, 2013).

Así mismo La creación de una cultura vial ciudadana a través de las campañas educativas que posibilite la existencia de conductores respetuosos de las normas de tránsito y de las vidas de los peatones, igualmente mediante el diseño de programas dirigidos a la comunidad en general sobre el uso adecuado de las señales de tránsito y disminuyendo las causas de



accidentalidad, acompañadas de procesos educativos de los guardas y la policía de tránsito. (Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias, 2013).

Por otra parte se encuentra la movilidad según la encuesta de percepción ciudadana *Cartagena Como Vamos 2013*, las personas objeto de estudio han apreciado un aumento en sus tiempos de desplazamientos a lugares de estudio y/o trabajos, este aumento es del orden de 60 % en 2011 y 27% en 2013; mientras que el uso del transporte público se ha visto reducido en 12%, el uso del vehículo privado ha aumentado un 10% (CCV, 2014): lo cual demuestra que la ciudad de Cartagena no es ajena a la problemática nacional e internacional. Como un plan de contingencia para tratar de darle solución a la problemática local de la movilidad, el alcalde electo de Cartagena de Indias, incluyo un paquete de acciones en su *Plan de Desarrollo Cartagena, Ahora si 2013-2015*, este paquete de acciones además de contribuir al mejoramiento de las vías, va encaminado a la mejora parcial de la movilidad por la implementación del sistema integrado de transporte masivo Transcaribe, las acciones a ejecutar se consignan en el *Cuadro 1*.

Cuadro 1. Intervenciones en Movilidad

Estado Actual	Meta Proyectada
Velocidad promedio en las vías de 15 km/h	Mejorar la velocidad promedio en un 10 % en 5 corredores viales de la ciudad.
95 % de la infraestructura física sobre la troncal del SITM Transcaribe	100 % de la infraestructura terminada
0 % de la entrada en operación del SITM Transcaribe	Entrada en funcionamiento de Transcaribe con un 51 % de operación.

Fuente. Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias D.T y C



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Para el tratamiento de toda esta problemática relacionada directamente con la movilidad e indirectamente con la seguridad de los peatones y Como parte activa de un mundo globalizado, la academia encabezada por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, ha logrado en años reciente elaborar ciertos estudios a lo largo de la ciudad, que le han permitido modelar condiciones actuales de movilidad e implementar soluciones tendientes a dar mejorías a las condiciones, en caso de ser precarias.

El primer ejemplo que hace referencia a lo expresado con anterioridad es el proyecto investigativo ***“análisis de la incidencia del tráfico mixto con motocicleta en la movilidad sobre la Avenida Pedro de Heredia de la ciudad de Cartagena de Indias d.t. y c. mediante estudios primarios y modelación con software PTV Vissim”*** (Suarez Christian & Alies Abraham, 2013) este estudio identifico a las motocicletas como el vehículo de mayor presencia en el flujo vehicular, tomando los volúmenes horarios de cada tipo de vehiculo, las velocidades y observando el comportamiento de los conductores, este estudio termino demostrando que la motocicleta es una realidad latente en la composición vehicular de la ciudad, superando en algunos periodos de tiempo a los automóviles, además se encontró que en medidas de “día sin moto” existe una cantidad apreciable de vehículos que infringen dicha reglamentación del tránsito, especialmente aquellos que subsisten de esta actividad.

Otro de los destacados donde la academia también ha buscado dar diagnósticos y ofrecer soluciones al problema de la movilidad urbana segura; es la investigación ***“Estudio para medir la influencia de las motocicletas en la operaciones de las principales arterias viales en la ciudad de Cartagena”*** (Tapia de Oro, Tatis, & Torres, 2008) esta investigación analizo y correlaciono la influencia de la motocicleta en el tráfico con variables como accidentalidad, velocidad relativa a otro tipos de vehículos y seguimiento de las normas del tránsito, mediante la realización de los conteos vehiculares, encuestas de percepción, estudios de velocidad entre otros, determinando que las causas principales de los accidentes es el exceso de



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

velocidad y que las motocicletas tienen una mayor velocidad de recorrido en comparación con los otros vehículos.

Años después el estudio ***“Incidencia del Mototaxismo en la movilidad de la Avenida Pedro de Heredia en Cartagena Colombia”*** (Guárdela Vásquez, Torres Ortega, & Gárces Del Castillo, 2009) evaluó la incidencia del Mototaxismo en la movilidad sobre la Avenida Pedro de Heredia, concluyendo que el aumento desmesurado de motocicletas generado por la actividad del Mototaxismo había incidido de forma directa sobre la movilidad, reduciendo la capacidad de esta vía y aumentando la tasa de accidentalidad en un 25 % entre 2002 y 2007. También de gran importancia se encuentra el proyecto: ***“Modelación con software PTV Vissim del plan de manejo de Trafico del Proyecto de Transporte Masivo en Cartagena, Transcribe tramo Parque de la Marina Bocagrande”*** (Alcala, Bettin, & Torres, 2008) el cual tenía en cuenta que a pesar de la implementación de sistemas integrados de transporte masivo, significaba un avance en movilidad para la ciudad, durante su construcción se pueden generar caos vehicular, mucho más graves que los ya existente; para esto se hicieron visitas de campo en donde se examinaban el comportamiento del conductor, inventario de señales, programación de los semáforos, aforos vehiculares entre otros, luego de realizar la modelación se hacía un análisis de la capacidad y niveles de servicios de la vías a partir de las longitudes de cola, lo cual arrojó como conclusión general que era recomendable tomar las rutas de desvío planteadas en el estudio, pues con ellas se obtendría un mejor nivel de servicio en esas rutas alternas.

Por ultimo en términos de movilidad se encuentra el estudio recientemente ejecutado sobre el final de la Avenida Pedro de Heredia y titula ***“Modelación del tránsito vehicular en el sector Bomba del Amparo – SAO la Plazuela, Cartagena por medio del software PTV Vissim”*** (Pajaro, Quezada, & Torres, 2012) el cual modeló dos condiciones básicas, esta simulación se hizo a 5 años para las condiciones actuales a 5 años y para la entrada en funcionamiento de Transcribe a 5,10,15 y 20 años, se concluyó que las condiciones actuales de movilidad eran deficientes por tanto había un nivel de servicio no adecuado, con la



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



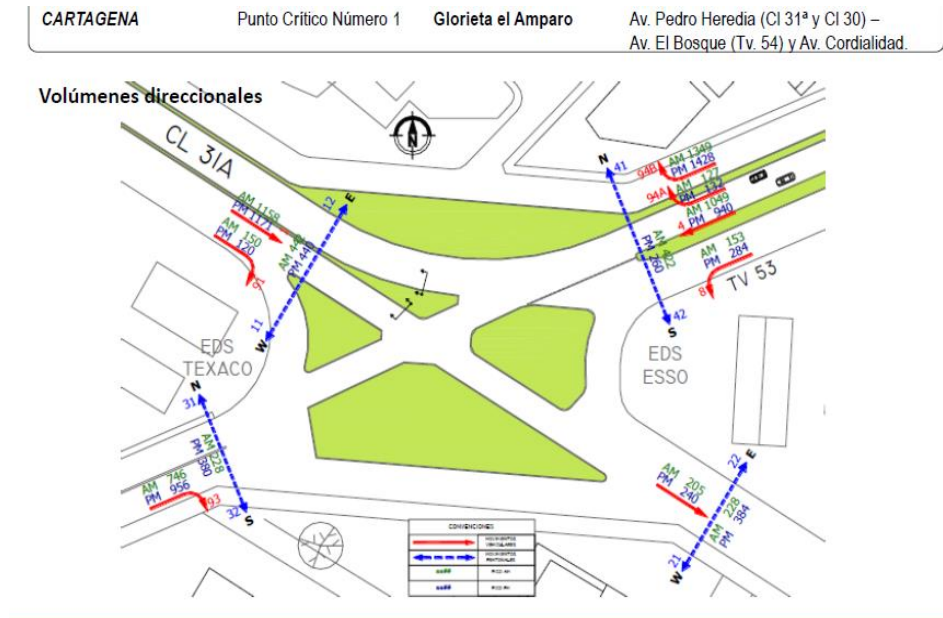
Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

implementación de Transcaribe se introducía una leve mejoría, pero no era suficiente pues la proyección a 15 y 20 años presentaba niveles de servicios deficientes, por lo tanto se consideró como alternativa de solución la ampliación de un carril en la calle 31 en ambos sentidos y la modificaciones los tiempos de los semáforos.

Un estudio más encaminado al tema de seguridad es *“Actualización de los sitios críticos de accidentalidad vial en las intersecciones semaforizadas de la Avenida Pedro de Heredia”* (Barona, Cuentas, & Garces, 2010) que tuvo como objetivo principal determinar los sitios críticos de accidentalidad vial en intersecciones semaforizadas luego de la implementación de un nuevo sistema semafórico, esto mediante la recolección de reporte de accidentes en el Departamento Administrativo de Tránsito y Transporte (DATT) extrayendo información sobre fecha hora, tipo de parque automotor, edad, sexo estado de la vía entre otros, determinando que las principales intersecciones con mayor accidentalidad siguen siendo las gaviotas (26 %), cuatro vientos (23 %) y María auxiliadora (13 %), aunque también se encontró que la implementación del nuevo sistema semafórico ayudo a la disminución de los accidentes en las intersecciones.



Figura 1. Glorieta del Amparo

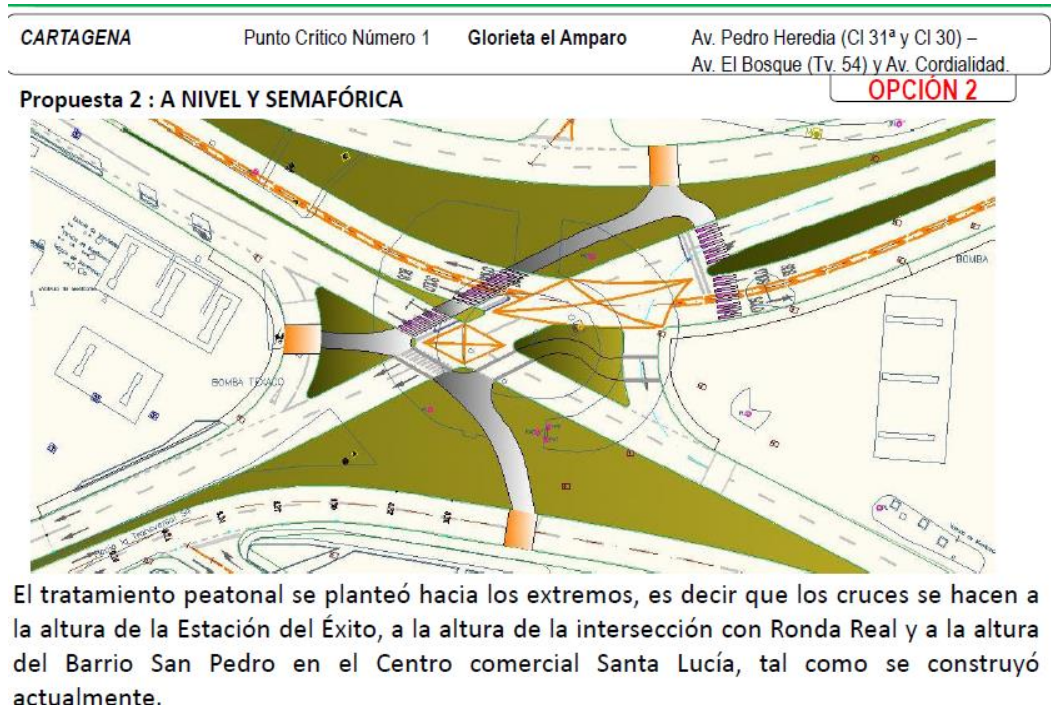


Fuente. Fondo Prevención Vial – 2012

Instituciones de índole gubernamental no han sido ajenas tampoco a contribuir al estado actual de las investigaciones referentes a movilidad en la ciudad de Cartagena, se destaca entre ellos *“Identificación y propuestas de solución en cinco puntos críticos de accidentalidad de peatones en la ciudad de Cartagena”* (Fondo De Prevención Vial, 2012) este estudio identifico cinco puntos críticos e mayor accidentalidad vial con peatones (entre los cuales resalta uno sobre el final de la Avenida Pedro de Heredia); el estudio concluye que la infraestructura peatonal es inexistente en sectores y se plantearon alternativas de soluciones aplicables a corto y mediano plazo (ver *Figura 1* y *Figura 2*).



Figura 2. Glorieta del Amparo – Solución propuesta



Fuente. Fondo Prevención Vial - 2012

2.2. Estado del Arte

El concepto de movilidad urbana segura, ha sido objeto de estudio en diversos lugares del mundo, esto con el fin de brindar soluciones a ciudades que tienen una alta demanda de viajes y que por su misma actividad económica necesita ser satisfecha.

✓ Copenhague

La ciudad cuenta con una excelente movilidad, el número de personas con coche propio es bastante reducido en comparación con varios países de Europa, pues el precio de estos es bastante caro; para poder justificar lo anterior se cuenta con un excelente sistema de transporte público el cual trabaja con cinco componentes bicicleta (380 km de carriles), autobús, barco, tren de cercanías (recorre semienterrado la ciudad de Oeste a Este) y metro



(ver **Figura 3**) que recorre la ciudad de Norte a Sur y se conectan con el tren de cercanías, lo cual logra que haya servicio disponible en un radio de 350 m. Se disponen de herramientas que permiten el fácil conocimiento de las rutas, además de tener una tarifa establecida por zonas, por horas o por una combinación de los dos, lo cual permiten una reducción en el costo del billete cuando se quieren efectuar múltiples viajes (Denmark.dk, 2009).

✓ **Gent**

Ciudad flamenca de Bélgica, con una extensión relativamente pequeña, dio inicio a un proyecto para transformar la estación principal del tren y todo su entorno, por ser un proyecto tan extenso se necesitó de la concertación para conseguir la aprobación pública de los trabajos; esto dio paso a un punto informativo permanente donde se le brinda la oportunidad a las personas de pronunciarse en detalle sobre el proyecto y conocerlo de la mejor manera posible (MobilityPlans, 2012).

Figura 3. *Metro de Copenhagen*



Fuente. Fototravel.net – 2013



✓ **Ámsterdam**

Ámsterdam se encuentra ubicada en Holanda (Países Bajos), cuenta con un sistema de movilidad que consiste en la implementación de restricciones como calles sin coches, zonas 30, intermodalidad del transporte público con la bicicleta, aparcamiento para bicicletas entre otros; el transporte motorizado está compuesto por Autobús que cuenta con una red extensa y puede transportar a los usuarios a múltiples puntos, el Tranvía que está diseñado para tramos cortos entre zonas, el Metro el cual tiene un recorrido Radial y se complementa con el autobús y el tranvía, y por último el ferry que luego de haber desembarcado del sistema de transporte terrestre es capaz de atravesar el río (iamsterdam, 2009).

✓ **Estocolmo**

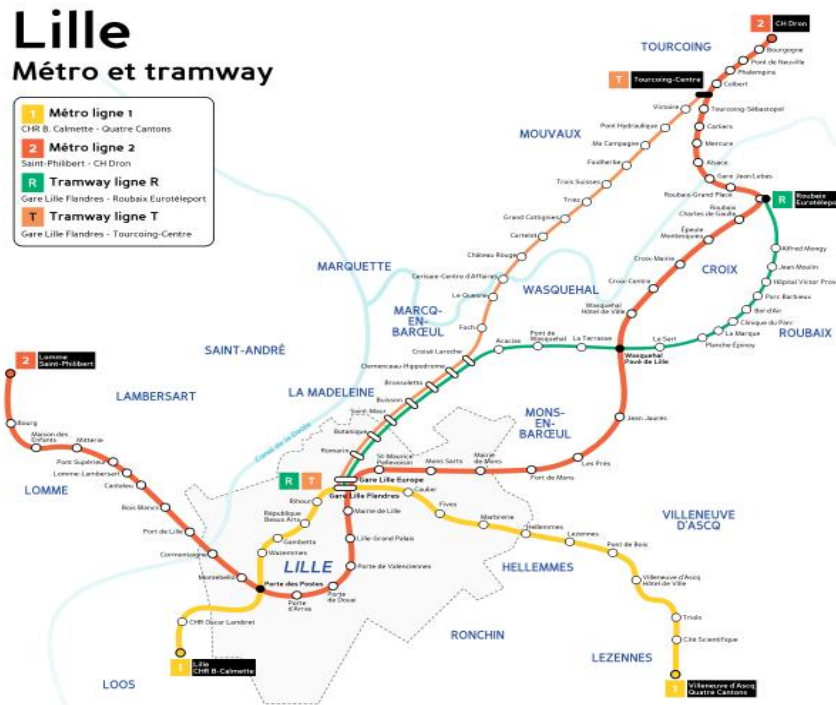
La capital sueca está conformada por 14 islas que se encuentre interconectadas por 57 puentes y por un sistema de transporte público que está integrado por una extensa red de bici-carriles, barcos, autobuses, tranvía, metro y tren de cercanías (Viajavia, 2013).

✓ **Lille**

Ciudad francesa que comenzó un proceso de regeneración urbana en los años 90, lo cual llevo al desarrollo de un plan de movilidad urbana sostenible; muestra de ello fue la construcción de la terminal de un tren de alta velocidad que permitió construir un entorno totalmente nuevo, donde se integraba el transporte público tanto a nivel local, nacional e internacional, la renovación de os espacios públicamente dominados por el trafico jugo un papel importante en la creación de una nueva ciudad, también se le dio importancia a la consecución de un sistema de metro (ver *Figura 4*) y uno terrestre, donde coexisten el autobús y el tranvía (MobilityPlans, 2012).



Figura 4. Metro automatizado de Lille



Fuente. Lineametronecho.blogspot.com - 2009

✓ **Budapest**

Esta ciudad húngara, logro dar un salto importante en un marco político municipal que finalizo en 2003 con la aprobación del concepto de desarrollo urbano, de esta forma se lograron definir prioridades a largo plazo para el desarrollo integral de la ciudad, además eso se complementó en 2007 con un plan de movilidad en el corazón de Budapest, mediante la introducción de tráfico calmado a gran escala y a la ejecución de proyectos de infraestructura en el campo de la movilidad urbana sostenible (MobilityPlans, 2012)

✓ **Cambridgeshire**

Localizada en el reino unido, en el marco del tercer plan de transporte local (LTP 2011-2026), define como indicadores y objetivos para seguir la evolución del cumplimiento de los



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

objetivos de dicho plan, entre estos indicadores de seguridad nacional se encuentre que debe haber una reducción del 33 % de las personas muertas o gravemente heridas en las carreteras. (MobilityPlans, 2012).

✓ **Koprivnica**

Ciudad croata con menos de 40.000 habitantes, realizo un análisis detallado de su propia situación, esta valoración mostro que la ciudad tenían excelentes condiciones para la implementación de una propuesta de movilidad sostenible; hoy en día un 30 % de la población camina o va en bicicleta, mientras que un 70% se desplaza en transporte público, lo cual fue resultado de que los conductores de vehículos privados confirmaran que cambiarían de modalidad si existiera una buena infraestructura que supliese sus necesidades (MobilityPlans, 2012).

✓ **Odense**

Ciudad Danesa, que comunicaron su plan de tráfico y movilidad, para cortar dos carreteras principales, esto se dio con una socialización sencilla donde mostraban la evolución gradual del plan desde la perspectiva de los coches y de los peatones (MobilityPlans, 2012).

✓ **Asociación Latinoamericana de Sistema de Transporte Publico**

Entidad creada con la misión de cooperar y crear sinergia en la promoción, consolidación y fortalecimiento integral de sistema de BRT (Bus Rapid Transit) y Sistemas Integrados de Transporte de tal forma que se conviertan en un paradigma para el futuro de la movilidad en Latinoamérica y que contribuyan a una mejora en la calidad de vida (SIBRT, 2009).

Además de las experiencias anteriormente mencionadas, se encuentra registro de varios estudios, entre los destacados encontramos *Micro-Simulation Modeling of Traffic to Evaluate Two Congestion Relief Options: Roadway Widening and HOT Lane Direct Connections* (Murshed, 2008): este estudio trata de reformar un paradigma en la cultura popular acerca



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

del tráfico y la movilidad, el cual hace pensar que la simple adición de más capacidad física es la solución a todos los problemas de congestión, sin embargo esta solución no siempre es realista pues existen limitaciones espaciales, financieras, ambientales, sociopolíticas entre otras, sin embargo existe otra alternativa la cual consiste en mejorar la eficiencia del sistema existen, estas mejoras dependen en gran medida de como es el sistema actual, todo esto considerando también que a menudo la congestión no es ocasionada en el punto que se experimenta sino más bien en un cuello de botella aguas debajo de segmento de carretera, y que para tal caso la ampliación solo serviría para el almacenamiento de más vehículos, en cambio mejoras operativas en los lugares donde se da el cuello de botella podría servir para mejorar la situación; los resultados evaluaron una alternativa que consistía en la simulación de un paso elevado en el cuello de botella, con los cuales se obtuvieron reducción en los tiempos de viajes en un segmento de 15 millas en el orden del 30 % (mientras que la ampliación permitía una reducción del 15 %).

Otro estudio relevante es *Performance of the Priority Control Strategies for Bus Rapid Transit: Comparative Study from Scenario Microsimulation Using VISSIM* (Min Yang, Wei Wang, Bo Wang etc) el estudio se sitúa en la ciudad china de Yingtán, en el cual se (Yang, Wang, Wang, & Han, 2013) cuestión que tipo de prioridad se le pueden dar a los sistemas de buses rápidos (BRT), por lo tanto la metodología consiste en investigar dos estrategias de control avanzando, la primera usando prioridad de la señal, usando un sistema que detecta un ciclo antes de la llegada de los autobuses con el fin de adaptar un algoritmo de control más flexible para proporcionar la señal de prioridad a los autobuses, el otro sistema es de control de velocidad de los buses, mediante la predicción de su llegada a cierta intersección; estas dos estrategias avanzadas fueron modeladas utilizando PTV- Vissim y presentan mejores rendimiento que otros escenarios como exclusivo solo bus y prioridad convencional de señales, llegando a medir reducción de tiempos de retrasos en las personas de 7 segundos (tanto en transporte público como en privado).



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Y por último se encuentra *Evaluating impacts on freeway capacity using VISSIM: accounting for truck lane restrictions, driver behavior, and interchange density* (Winkler & Fan, 2011) este estudio realizado en los Estados Unidos de América, da muestra que el volumen de camiones va en constant aumento por tanto se requieren un tratamiento especial en la infraestructura para la seguridad del vehículo de pasajero; la idea de todas las estrategias están orientadas a separar los camiones de la corriente principal del tráfico, por tanto el propósito de la investigación es determinar los efectos de los factores específicos de la capacidad de las autopista por donde circulan este tipo de vehículos, utilizando la simulación Vissim; los factores analizados son: restricción de carril, parámetros de comportamiento de los conductores y densidad de la rampa de entrada/salida

2.3. Marco Legal

Una vez expresada toda la problemática y los antecedentes referentes a la movilidad a nivel nacional e internacional, puede llegarse a la construcción de una premisa equivocada, concerniente a la falta de herramientas legales en Colombia; para poder dar aceptación o rechazo a esa premisa es necesario una revisión extensiva de todos los derechos ciudadanos, así como las normas, reglamentos, decretos y leyes vigentes alrededor del tema de la movilidad y toda la problemática que conlleva en la actualidad.

Colombia es un estado social de derecho, organizado en forma de republica unitaria descentralizada y con autonomía de sus entes territoriales, la constitución es ley de leyes, por tanto cuando una ley entre en contravención con la constitución, se aplicara lo que se recite en esta última (Constitucion Política Colombiana, 1991). Varios apartados se ven descritos en la constitución, entre ellos destacan los siguientes:

- ✓ Artículo 2: las autoridades de la Republica están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, su honra, sus creencias, demás derechos y libertades, para el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y sus particulares, en



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

- ✓ Artículo 11: el derecho a la vida es inviolable
- ✓ Artículo 13: todas las personas nacen libres e iguales, por ende recibirán la misma protección
- ✓ Artículo 24: todos los ciudadanos con la limitaciones que establezca la ley, es libre de circular dentro del territorio nacional
- ✓ Artículo 44: son derechos fundamentales de los niños, la vida, la integridad física, la salud y la seguridad social.
- ✓ Artículo 82: Es deber del estado Colombiano velar por la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular.
- ✓ Artículo 88: la ley regulara las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relación con el patrimonio, espacio público, salubridad, la seguridad, la libre competencia entre otros.
- ✓ Artículo 150: unificación de normas sobre policías de tránsito

Estas premisas constitucionales han permitido la elaboración de normas jurídicas tendientes a la protección y seguridad en la movilidad, así como también ha brindado un sustento a las buenas actuaciones urbanísticas, la organización de entidades como la policía de tránsito y la igualdad social para todos los ciudadanos sin importar su origen y desventajas (Pico, 2011).

Posterior a la constitución, se da la promulgación de la ley 105 de 1993, esta relaciona la disposiciones básicas sobre el transporte y las competencias y recursos entre la nación y las entidades territoriales, se establecen principios rectores del transporte, destacan entre ellos la libre intervención del Estado, al que le corresponde la planeación, el control, regulación y la vigilancia del transporte y de múltiples actividades vinculadas a él, además se



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

constituye una prioridad la seguridad de las personas en el sector del transporte y por ultimo le atribuye al Ministerio de Transporte la coordinación con entidades sectoriales para definir política generales sobre el transporte y tránsito (Pico, 2011).

La ley 336 de 1996 (donde se adhiere un estatuto nacional de transporte) fija como uno de sus principales objetivos la seguridad especialmente la relacionada con la protección a los usuarios; la ley 769 de 2002, que luego fue reformada por la ley 1383 de 2010 (código nacional de tránsito terrestre) este da como principios: seguridad de los usuarios, movilidad, calidad, oportunidad, cubrimiento, libertad de acceso, plena identificación, educación y descentralización, además le da potestad al Ministerio de Transporte para que reglamente todo lo concerniente a señalización y demarcación vial (Pico, 2011).

La ley 100 de 1993 de Seguridad Social dispuso de un 3 % del valor recaudado por concepto de Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito SOAT, se destinó a constituir un fondo administrativo destinado a la realización de campañas de prevención vial (Pico, 2011), esta actividad ha sido desempeñada por el Corporación Fondo de Prevención Vial CFPV con buenos resultados en la elaboración de proyectos educativos y formativos alrededor de la seguridad vial, aunque en Diciembre de 2013 la presidencia de la republica sanciono una ley mediante el cual se creaba una Agencia Nacional de Seguridad Vial para el funcionamiento de esta agencia se necesitaran de más gastos administrativos, por lo cual aún se desconoce su eficiencia (El Espectador, 2013).

Otro fenómeno vial que ha causado múltiples traumatismo y muerte alrededor del mundo despertó el interés nacional, a tal punto que llego a ser considerada por el poder legislativo como una ley que debía ser sancionada rápidamente, La ley 1969 de 2013, en la cual se tratan las sanciones penales y administrativas a los conductores que manejaran bajo los efectos del alcohol, esta ley fue sancionada el 19 de Diciembre de 2013 y tiene como



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

objetivo riguroso la búsqueda del “grado 0” a la hora de conducir vehículos (El Tiempo, 2013).

También existe el Decreto 2053 de 2003 el cual establece dentro de las funciones del Ministerio de Transporte competencia en materia de tránsito e infraestructura del transporte, mientras que la resolución 4101 de 2004 ratifica un Plan Nacional de Seguridad Vial; todo lo expuesto con anterioridad da fe de que existen herramientas disponibles para la implementaciones de soluciones que vayan acorde con la movilidad y la seguridad vial, y que tal vez la situación actual resida en un hecho claro de debilidad institucional del gobierno para la implementación de políticas efectivas (Pico, 2011).

2.4. Marco Teórico

A continuación se exponen una breve descripción de los fundamentos teóricos necesario para la investigación a realizar.

2.4.1. Seguridad vial

Debe ser concebida como un sistema social que se caracteriza de manera holística, el cual comprende una variedad de actividades o procesos en los que participan diferentes actores que interactúan entre sí en ambientes físicos, mediante la utilización de medios de transporte motorizados o no motorizados. Es importante anotar que de una manera ideal, es necesario que este sistema social tenga una dinámica libre de conflictos y contradicciones, puesto que su finalidad es la prevalencia de la vida de las personas, además del mantenimiento óptimo de la infraestructura (Pico, 2011).

2.4.2. Seguridad peatonal

Se concibe desde una mirada integral que involucra la educación vial, entendida esta como la adquisición de hábitos que le permiten al ciudadano acomodar su comportamiento a normas y principios del tránsito y la seguridad peatonal, como uno de sus objetivos (Pico, 2011).



2.4.3. Teoría de Haddon (Accidente Vehicular)

El transporte como un sistema formado por el hombre en interacción con la máquina, en la que concretó tres fases en el proceso del accidente vehicular. Haddon en su modelo preventivo aportó elementos vitales tanto para la investigación como para la prevención de los accidentes relacionados con el tráfico y la seguridad vial. El modelo permite comprender el sistema de transporte como un fenómeno dinámico en el que interviene no solo el comportamiento humano, sino otros componentes como los vehículos y el entorno, los cuales se deben tener en cuenta en la génesis y secuencia de los accidentes viales.

El análisis de los componentes de la matriz de Haddon es importante cuando se trata de investigar y determinar las causas de un accidente de tránsito y elaborar planes de prevención vial. La distribución en el tiempo mediante tres columnas que constituyen el antes, el durante y el después del accidente, permite identificar las tres modalidades de prevención existentes al momento de llevar a cabo un plan de prevención vial. La matriz se compone de:

- 2.4.3.1. Antes del accidente: se encuentran aquellas acciones que se planean para evitar que este se produzca. Son llamadas medidas de prevención de los accidentes.
- 2.4.3.2. Durante el accidente: contempla los aspectos que deben ser tenidos en cuenta con anterioridad para que en el caso de producirse el accidente las consecuencias no sean tan severas. Son las medidas para disminuir los efectos del accidente y en su conjunto son las medidas de protección aplicadas a la vía-vehículo-persona o a la máquina trabajador-entorno.
- 2.4.3.3. Después del accidente: comprende aquellas acciones que se planean para evitar que los efectos del accidente sean mayores y la recuperación sea más efectiva; son medidas de asistencia aplicadas a la vía-vehículo-persona o a la máquina-trabajador-entorno.



2.4.4. Capacidad vial

Se define capacidad de una sección de carretera como el máximo número de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar dicha sección durante determinado periodo de tiempo –normalmente una hora – para unas condiciones particulares de la vía y del tráfico. Dicho de otra forma, es la máxima intensidad capaz de albergar una vía sin colapsarse. La capacidad depende las propias características de la vía, geometría y estado del pavimento y del tráfico, especialmente su composición (Blazquez, s.f.)

2.4.5. Nivel de Servicio

El termino nivel de servicio, introducido por el manual de capacidad del Transportation Research Board (TRB) estadounidense, se define como una medida de la calidad que la vía ofrece al usuario. Son varios los factores que entran en juego a la hora de definir un concepto tan poco cuantificable como es la calidad de una vía.

- ✓ Velocidad a la que se puede circular por ella
- ✓ Tiempo de recorrido, o de otra forma, ausencia de detenciones y esperas.
- ✓ Comodidad, que experimenta el usuario: ausencia de ruidos, trazados suaves
- ✓ Seguridad que ofrece la vía, tanto activa como pasiva
- ✓ Costes de funcionamiento

Todos estos factores de difícil evaluación pueden relacionarse con dos variables que si son fácilmente cuantificables: la velocidad de servicio y el índice de servicio (Blazquez, s.f.).

2.4.6. Transporte

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. Además, el transporte también puede realizarse con diferentes medios y es aquí donde entran los



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

medios de transporte que son quizás los elementos esenciales que una persona puede tener para movilizarse (Navarro, 2009).

2.4.7. 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 Republica, 2006).

2.4.8. Transito

Se define como la movilización de personas animales o vehículos por una vía pública o privada abierta al público. 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 muerte 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).

2.4.9. Movilidad Urbana

El concepto de movilidad urbana es muy amplio y abarca diversas instancias, desde los peatones hasta los sistemas integrados de transporte masivo. Sin embargo, puede sintetizarse diciendo que la movilidad urbana “comprende todos los elementos asociados



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

al desplazamiento de personas y bienes a través del espacio urbano. Las ciudades son espacios dinámicos y en este sentido la movilidad posibilita el flujo para que ésta pueda operar adecuadamente (SALDARRIAGA, 2007).

2.4.10. Teoría Vissim

La teoría Vissim, también conocida como teoría del comportamiento psico – físico del conductor fue desarrollada por el profesor Wiedemann en la universidad de Karlsruhe (en la frontera con de Alemania con Francia) en el año de 1974 y posteriormente calibrada en varias ocasiones; la teoría ha sido validada científicamente y se define de la siguiente manera: *“el modelo consiste en que dos conductores, uno separado inmediatamente después del otro, acelera y desacelera en función del umbral de seguridad que este considere necesario”*, esto quiere decir que si el primer conductor disminuye su velocidad por algún motivo, su persecutor inmediato se verá obligado a disminuir la velocidad hasta que lo considere seguro, una vez el conductor vuelva a tomar velocidad, su persecutor también lo hará, convirtiéndose así en un proceso iterativo.

Esta teoría encuentra aplicabilidad en la solución de problemas de movilidad, mediante la simulación y evaluación de alternativas a través de un software llamado PTV- VISSIM desarrollado por PTV-GROUP (empresa con sede en la ciudad de Karlsruhe), este programa permite integrar en un solo modelo a todos los usuario de la vía como lo son autos, camiones, motos, trenes, motociclistas, ciclistas y peatones (PTV-GROUP, s.f.).



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Elaborar un plan conceptual de movilidad en los corredores viales más importantes en la zona de estudio; para que dé solución a la problemática integrada de movilidad, seguridad vial y recuperación del espacio público; mediante el análisis de transporte, tránsito, cultura ciudadana y vialidad.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Caracterizar los corredores principales de la zona de estudio, teniendo como finalidad determinar su capacidad y nivel de servicio
- ✓ Analizar el comportamiento de cada uno de los usuarios de las vías, teniendo en cuenta la incidencia sobre la movilidad y la vulnerabilidad ante posibles eventos de conflicto.
- ✓ Crear un marco conceptual de soluciones acordes y tendientes a mejorar las condiciones en los corredores viales de la zona de estudio.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

4. ALCANCES Y LIMITACIONES

El Diseño Conceptual de un Plan de Movilidad Urbana Segura para la zona comprendida por los Barrios Manga, Pie de la Popa y alrededores de Bazurto, tuvo como objetivo construir un marco de soluciones, de fácil ejecución y que sea capaz de servir de hoja de ruta para investigaciones similares. El diseño conceptual abarca un análisis integral de las problemáticas de movilidad que abarcan temáticas como el transporte, la inseguridad de los usuarios y la falta de espacios de integración social; teniendo en cuenta los recursos financieros, académicos y tecnológicos con que cuentan los investigadores es necesario establecer los alcances de la investigación.

4.1. ALCANCE ESPACIAL

La muestra seleccionada para este estudio pertenecen a la zona comprendida por los Barrios Manga, Pie de la Popa y los alrededores de Bazurto (las avenidas principales adyacentes a este), todas estas circunscritas dentro del casco urbano de Cartagena de Indias; los dos barrios mencionados pertenecen a la localidad Histórica y del Caribe Norte, y hacen parte de la Unidad comunera geográfica # 1 (UCG #1).

Alrededor del 70% de los habitantes de esta unidad comunera viven en apartamentos y la localidad a la que pertenecen registran los mayores niveles de acceso a salud, educación y seguridad; además de esto cuentan con el mayor número de centros de esparcimiento, esto diferencia de las zonas de pobreza donde la falta de lugares de esparcimiento y de accesibilidad condicionan a las futuras generaciones a permanecer rezagados frente a los habitantes de otras zonas de la ciudad (Perez & Salazar, 2007).

Por otra parte los alrededores de Bazurto están conformados por diferentes barrios, que pertenecen a diversas unidades comuneras y que estas a su vez hacen parte de distintas localidades, lo cual dificulta mucho su caracterización pues inclusive varía desde zonas residenciales hasta zonas de comercio.



Figura 5. Ubicación del mercado de Bazurto y sus alrededores.



Fuente. Google Maps, Modificado por los autores.

4.2. ALCANCE TEMPORAL

Este proyecto se desarrolló durante el 2º periodo académico de 2014, las actividades que llevaron a cabo la investigación se muestran con mucha más claridad en la metodología, en la cual se describe cada una de las actividades y los métodos que se usaron.

4.3. ALCANCE CONCEPTUAL

Conceptualmente la investigación, encontró sus límites en los lineamientos establecidos para la metodología del trabajo, pues este fue “marco disciplinario” con el cual se guiaron los investigadores, dentro de las variables que se analizaron se encuentran:

- Volúmenes vehiculares, capacidad y características operativas de la vía.
- Volúmenes peatonales y niveles de servicio en andenes, análisis de los puntos críticos que representen mayor riesgos para los usuarios vulnerables.



- Puntos donde había ausencia parcial o total de un espacio público coherente con las necesidades de la ciudadanía.
- Señales de tránsito, aplicabilidad y efectividad de estas.
- Factibilidad técnica de las alternativas de solución.(profundidad).

4.4. RESULTADOS Y PRODUCTO FINAL

El análisis de los resultados dio el producto final, mientras que los resultados dependieron de la buena planificación para la toma de datos, las mediciones que se obtuvieron en campo y la modelación de las alternativas de solución, el buen análisis de las variables recolectadas permitió la creación de un marco de soluciones, que en si fue una base importante para la elaboración del documento final.

El Diseño de un Plan de Movilidad Urbana Segura, fue comprendido por un marco general de soluciones obtenido a partir de la toma de datos y la descripción actual de la zona de estudio, creando así una propuesta que propendiera por la satisfacción de las necesidades, este documento teórico practico sirve como herramienta para la tomas de decisiones de políticas públicas concernientes al tema de movilidad, pero también sirve de hoja de ruta para las investigaciones que se llevaron a cabo a posteriori, pues su naturaleza académica así lo permitió.

4.5. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

El Diseño Conceptual de este Plan de Movilidad Urbana Segura en cierta zona de la ciudad, pudo servir como estudio piloto para la creación de un Plan Maestro de Movilidad Urbana, del cual no se conoció existencia en la ciudad de Cartagena, dicho plan fue más extenso y detallado, también se obtienen grandes beneficios en materia de movilidad a la ciudad (en caso de aplicarlo); dio a los profesionales en urbanismo y movilidad una síntesis de la



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

problemática actual y mostro los casos de exitosa implementación que fueron logrados en otras partes del mundo.

4.6. LIMITACIONES Y/O EXCEPCIONES

Para la elaboración de este estudio se hicieron algunas omisiones que por diversos motivos, no pudieron ser tenidos en cuenta:

- La búsqueda y análisis de iniciativas públicas alrededor del mundo, se limitó única y exclusivamente a documentos oficiales y confiables que se encontraron disponibles en internet.
- No se hizo análisis en profundidad de la legislación concerniente a seguridad vial, movilidad o transporte, pues no hizo parte del objetivo central de este estudio.
- Se hizo un análisis solo de las arterias principales y de los puntos críticos para los usuarios vulnerables de la zona de estudio, en dicho análisis no se incluyó vías secundarias, pues la macro-modelación no fue al alcance tecnológico ni académico de los investigadores.
- No existió una descripción detallada de las acciones que se ejecutaron para que diera una solución a la problemática de movilidad en la zona de estudio
- La recolección de datos se hizo de manera manual, pues no se poseían equipos de avanzada para obtener una mayor precisión en la toma de datos.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

5. METODOLOGIA

El procedimiento usado para llevar a cabo la siguiente investigación, consistió en recopilar información secundaria, de campo, representa modelos de tránsito y describir la situación tanto actual como futura de las condiciones que se presentan o hipotéticamente se presentarían en las principales arterias de la zona de estudio comprendida por los Barrios Manga, Pie de la Popa y alrededores del mercado Bazurto, es por esto que el tipo de investigación es mixta, pues tiene una fase de documentación, una de toma de datos y por último una de simulación y descripción de la situación actual y futura.

La creación de alternativas de solución para los problemas de movilidad, fueron elaboradas en un “marco disciplinario” para que desde su concepción hasta su ejecución (pasando por las diferentes etapas como indagación, diseño entre otras) presentase en todo momento un norte a seguir y fuera capaz de satisfacer las necesidades básicas que conllevaron e inspiraron la búsqueda de una solución a dichos problemas. El Diseño de un Plan de Movilidad Urbana Segura para la zona comprendida por los Barrios Manga, Pie de la Popa y alrededores de Bazurto, fue capaz de crear un marco de referencia que mostrara como deben ser los procesos de análisis y la toma de decisiones para la posterior ejecución de políticas públicas, estas políticas serán tendientes a mejorar la movilidad urbana sin sacrificar la seguridad de los distintos actores de las vías en la ciudad.

Las temáticas o líneas de trabajo seguidas para el análisis de la información y posterior elaboración del estudio estuvieron relacionados con *Transporte, Tránsito, Cultura Ciudadana (relacionada con la seguridad vial) y vialidad (incluyendo parte del mobiliario urbano)*. La aplicabilidad de estos lineamientos a la investigación (ver **Cuadro 2**) se justificó debido a que estos son complementarios entre sí y permite su adaptación de las condiciones y problemáticas presentes en Cartagena de Indias, además al ser consecuentes, se cumplió con el nivel académico requerido para la investigación, los recursos tecnológicos y la afinidad con los objetivos principales del estudio.



Cuadro 2. Definición de los lineamientos de trabajo.

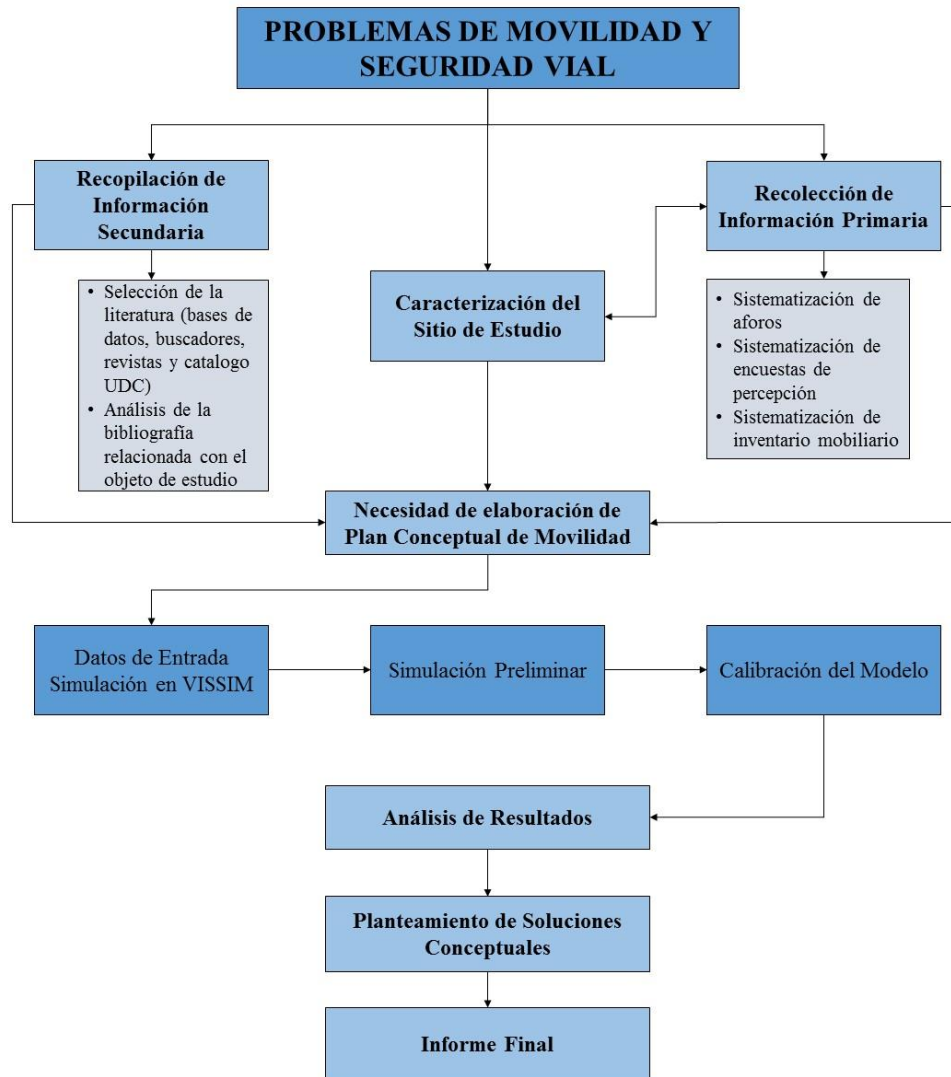
Concepto	Definición
Transporte	Sistema de medios para conducir personas y cosas a otro lugar.
Transito	Movimiento de personas y vehículos de un lugar a otro.
Cultura Ciudadana	Conjunto de conocimientos que permiten desarrollar el sentido crítico en casos particulares.
Vialidad	Conjunto de servicios pertenecientes a las vías publicas

Fuente. DRAE y WordReference, Modificado por los autores.

La problemática de la movilidad y seguridad vial fue el punto de partida de esta investigación (ver *Figura 6*) a partir de esto, se plantea la necesidad de la elaboración de un plan conceptual de movilidad, que permita dar soluciones que den alivio a la problemática de movilidad, respetando claro está la integridad dos peatones, luego se comenzó la fase de recopilación de información, tanto secundaria como primaria, esta fue de gran importancia pues la correcta recolección y manipulación de esta información, determino la calidad de la investigación, después de esta recolección de información procedió la caracterización de la zona de estudio para cada uno de los actores de este caso (conductores y peatones).



Figura 6. Diagrama de Flujo.



Fuente. Autores



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Luego de la caracterización y recolección de la información primaria, se llegó a la introducción de datos de entrada en el software Ptv-Vissim, lo que arrojó unas condiciones de simulación inicial, que al no corresponder correctamente con la realidad, fueron calibradas y posteriormente vueltas a simular, esto permitió obtener resultados más acordes a la realidad y así plantear, alternativas de solución que mejoraran las condiciones preexistentes en la vía y salvaguardaran la integridad de los usuarios vulnerables (peatones) para el bienestar de cada uno de los conciudadanos.

Antes de describir las etapas que se llevaron a cabo en esta investigación, es preciso establecer que los 3 puntos de estudio (ubicados en Manga, Pie de la Popa y alrededor de Bazurto), estos puntos fueron escogidos por los investigadores, al considerarlos como puntos de vital importancia en la red vial de la zona de estudio, así luego de haber escogido los puntos a estudiar, se procedió a realizarlo siguiente para cada punto:

5.1. Etapa 1: Recopilación de Información Secundaria y Primaria

La recolección de la información secundaria, consistió en el escrutinio de la información recolectada y analizada con anterioridad por diversos autores, los resultados de la búsqueda fueron los siguientes (ver *Cuadro 3*):

**Cuadro 3.** Resultados de la búsqueda bibliográfica

PALABRAS CLAVES	BASE DE DATOS / BUSCADOR	RESULTADOS	FILTROS	RESULTADOS FILTRACION	REFERENCIAS
Movilidad Urbana	Ebsco Host	16	ninguno	16	Robles (2009), Acevedo Bocarejo, Salas (2009), Lopez et al (2010), Gibson et al (2011)
Seguridad Vial	Ebsco Host	43	Traffic Accidents, Accidents Prevetion	6	Pico et al (2011), Tena-Sanchez y Leon (2012), Juang et al (2010)
Accidentes de Transito	Ebsco Host	165	Traffic Accidents	45	Morales et al (2010), Quistberg et al (2010),
Urbanismo	Ebsco Host	863	Urban Planning, Urban Growth	13	Sanchez (2012)
Modelacion con Vissim	Google	12000	Andina Traffic, Pdf	105	Andina Traffic Revista Vol 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10
Ptv Vissim	Catalogo en Linea - Universidad de Cartagena	6	ninguno	6	Alies y Suarez (2013), Alcalá y Bettin (2008), Quezada y Pajaro (2012)
Vissim	Science Direct	399	Transportation Research	24	Murshed (2008), Yang et al (2008), Winkler y Fan (2011)

Fuente. Autores

Posterior a la comprensión del problema y a la elaboración de un marco de referencia (que permitió un análisis desde diferentes perspectivas) vino la etapa de recolección primaria de información, esta etapa permitió obtener los datos con los cuales se caracterizaron los principales corredores viales de la zona de estudio.

Las técnicas que se emplearon para la recolección de la información fueron:

- Encuestas de percepción (ver *Anexo 1*)
- Inventario de edificaciones, infraestructura urbana, señales de tránsito y demás elementos en los alrededores presentes en la zona (ver *Anexo 4* y *Figura 7*).



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

- Aforos peatonales, vehiculares y estudios de velocidad sobre las principales vías de acceso a la zona de estudio (ver *Anexo 2*, *Anexo 3*, *Figura 7* y *Figura 8*).

Figura 7. Inventario de Edificaciones y Mobiliario Urbano



Fuente. Autores

Para la aplicación de dichas técnicas fue necesario el empleo de Lápices, formatos de recolección, cámara de registros fotográficos, además de una computadora para la sistematización de la información recolectada; esta recolección fue llevada a cabo en días y horarios específicos, con la finalidad de que los resultados que se obtuvieron tuvieran la mayor similitud con la situación real y que fueran confiables.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 8. Aforo Vehicular – Sector Pastelillo



Fuente. Autor(es)

Una vez obtenidos los datos, bajo la premisa de confiabilidad de la información, se dio paso a la etapa subsiguiente que consistió en el procesamiento y el análisis de los datos, en donde se generaron y evaluaron las posibles alternativas de solución, estas alternativas fueron acorde con las necesidades pues la información que se recolectó, son muestra de la situación actual.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 9. Aforo Peatonal – Sector Caribe Plaza



Fuente. Autor(es)

5.2. Etapa 2: Procesamiento y Análisis de Datos, Generación Y Evaluación de Alternativas de solución.

El procesamiento de estos datos, fue el comienzo de la última fase del proyecto y una vez terminado, los investigadores fueron capaces de exponer un marco de soluciones generales, lo cual sirvió de guía para investigaciones posteriores; para esto debieron seguirse los siguientes pasos:



5.2.1. Definición de bases teóricas

Síntesis y definición de las bases teóricas que permitan la elaboración de un Diseño Conceptual de un Plan de Movilidad Urbana Segura, el procesamiento de la información recolectada en la primera fase y el uso como guía de HCM 2000, permitió sustentar cada una de las alternativas de solución que se contemplen,

5.2.2. Análisis estadístico

El análisis estadístico efectuado a los datos obtenidos, fue un análisis de tipo frecuencia (para encuestas e inventarios) y porcentual (para aforos) este análisis permitió la correcta interpretación de los datos a través de ecuaciones, tablas y gráficas, con lo cual se obtuvo información base para el análisis e introducción de datos al software Ptv-Vissim.

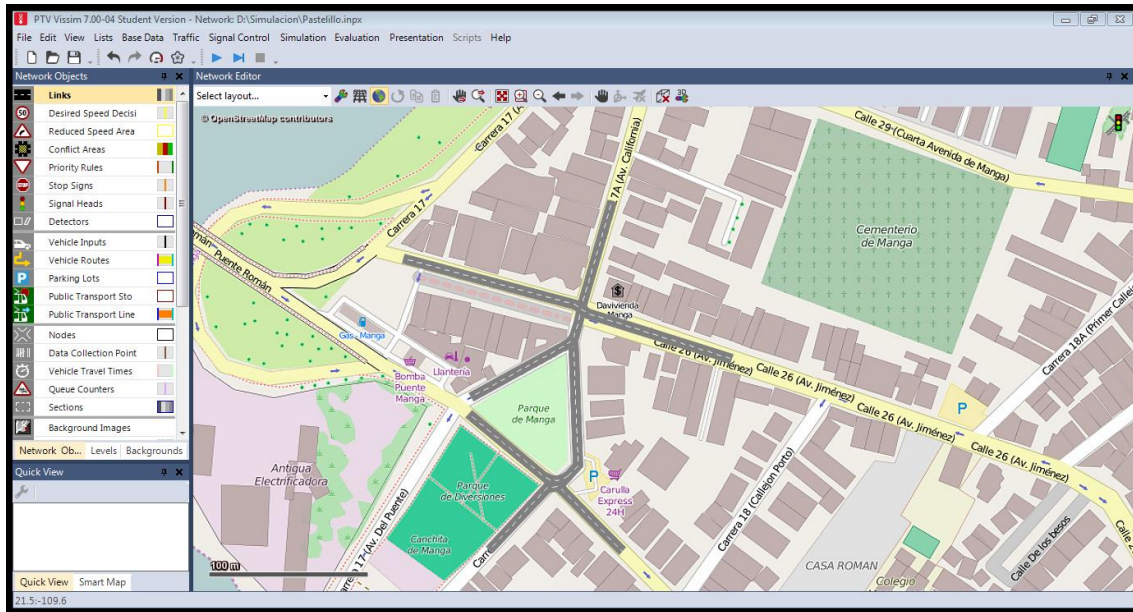
5.2.3. Simulación Ptv-Vissim y mapa de riesgo

La correcta simulación del software Ptv-Vissim estuvo en función de la veracidad de los datos a introducir, estos fueron tanto a nivel de composición vehicular como de geometría (ver *Figura 10*), mientras que el software Mapa de Riesgo arrojó resultado en función de su propia base de datos (ver *Figura 11*).

A través de la información obtenida en la simulación de Ptv-Vissim y tomando en consideración el riesgo al cual se encuentre asociado la zona de estudio, se plantearan soluciones que sean tendientes a mejorar la movilidad y a preservar la integridad de los usuarios vulnerables (peatones).



Figura 10. Geometría Sector Pastelillo

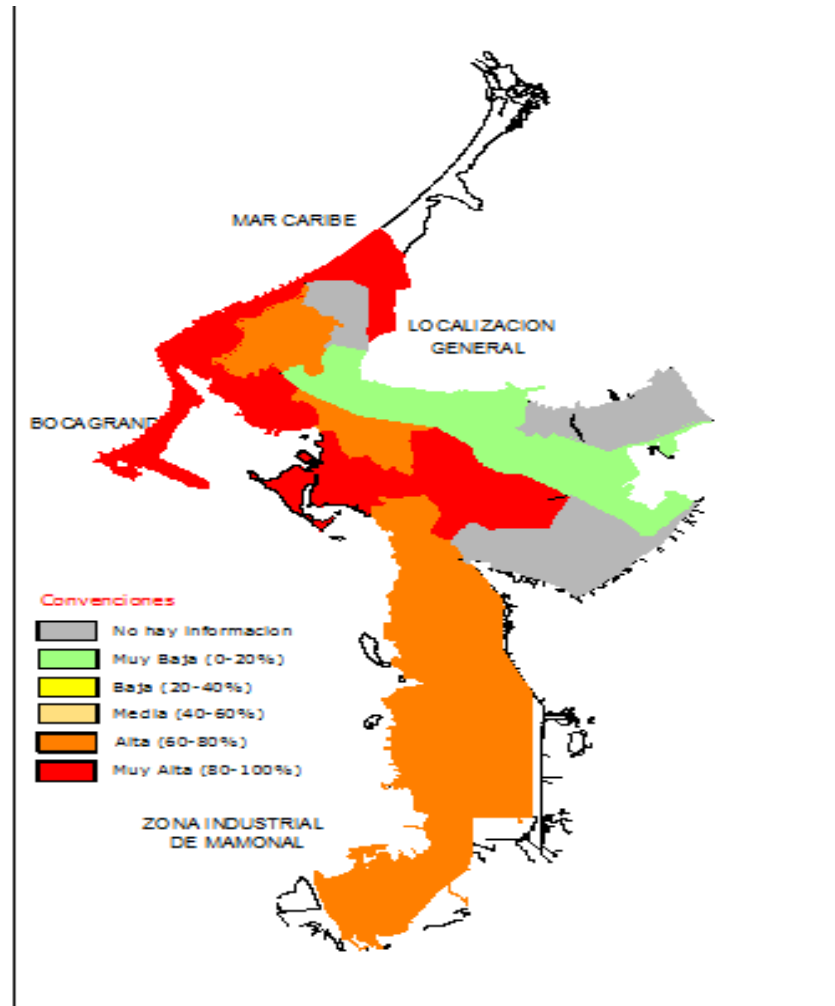


Fuente. Autor(es)

La simulación también tuvo en cuenta, la percepción que tienen los usuarios en torno a la movilidad de la zona, mediante la implementación de medidas que disminuyan en mayor medida posible las insatisfacciones generadas por sus espacios peatonales, ofertas viales, transporte público, entre otros.



Figura 11. Mapa de Riesgos, Cartagena de Indias



Fuente. Mapa de Riesgo modificado por Autor(es)



6. RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez obtenida toda la información, fue necesaria procesarla para que fuese inteligible y no generara tedio, ni confusión, tanto a los autores, como a cualquier lector. Las 3 zonas de estudios, que en total sumaban 6 intersecciones, se obtuvieron como resultado los siguientes:

6.1. Caracterización de los Corredores principales

La caracterización de la zona de estudio, se realizó a través de la recolección de los datos que fuesen capaces de mostrar la frecuencia con la que peatón y conductor interactuaban con las vías seleccionadas para ejecutar este estudio.

6.1.1. Sector el Pastelillo

El sector del pastelillo pertenece al Barrio Manga (ver *Figura 12*), el cual se encuentra en la zona de estudio, es de gran importancia pues conecta al barrio con una parte del sector amurallado en el barrio Getsemaní, conduce a la fortificación del Castillo San Felipe y por supuesto da entrada al propio barrio en mención.

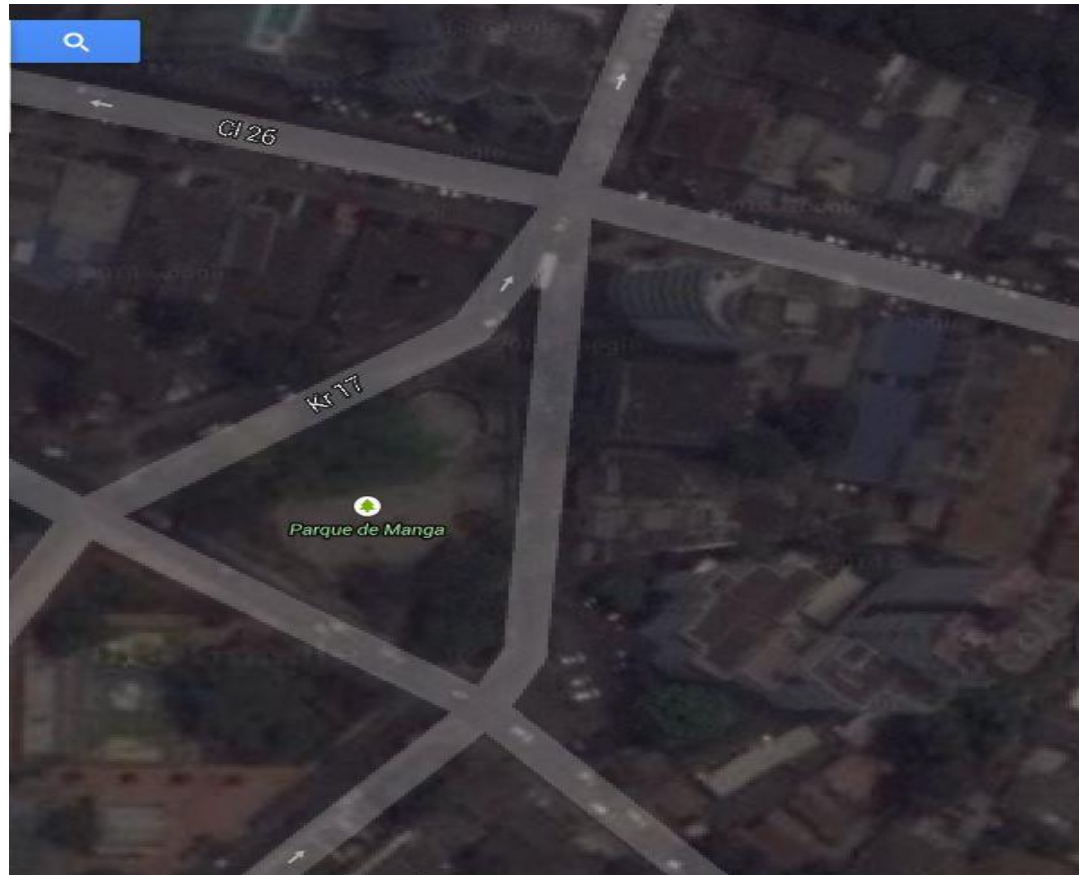
La nomenclatura de este punto está definida de la siguiente forma:

- Calle 25 con Kra 17^a (Intersección 1)
- Calle 26 con Kra 17 (Intersección 2)

En este sector se seleccionaron las horas de la tarde para hacer el aforo peatonal, pues las personas practican actividades recreativas (por tener la bahía cerca y por estar la intersección al lado de un parque y un mini complejo deportivo renovado); mientras para el aforo vehicular se seleccionó un periodo valle y un periódico pico, comprendidos en el horario tarde-noche desde las 4:00 pm hasta las 8:00 pm.



Figura 12. Doble Intersección, Sector el Pastelillo



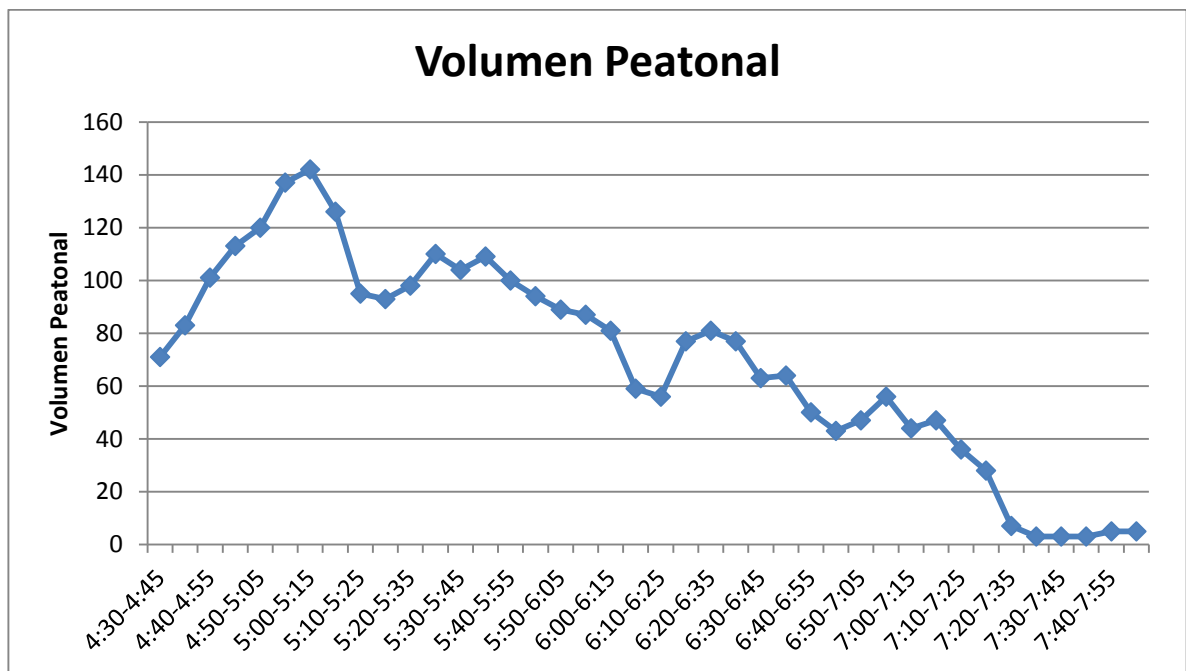
Fuente. Google Maps, Modificada por autor(es)

A continuación se presentan los resultados del aforo peatonal que se realizó en la zona de estudio (Gráfico 1), dicho aforo fue ejecutado en intervalos de 5 minutos, para poder hallar los 15 minutos consecutivos y determinar las características de servicio de la vía peatonal. La gráfica muestra un comportamiento creciente desde 4:30 pm hasta el periodo pico (alrededor de las 5:15 pm) y a partir de este, empieza a decrecer. Se observa que el máximo flujo peatonal se encuentra entre las 5:10 y 5:25 pm. El máximo número de peatones dentro del lapso de tiempo de 15 minutos es de 142, lo



cual es un número considerable de usuarios. La causa del comportamiento descrito anteriormente obedece a que este punto de estudio, se encuentra en una zona tipo residencial y comercial, por tanto los usuarios están terminando sus jornadas laborales (en la hora pico) y posteriormente comienza a disminuir por la finalización del día.

Gráfico 1. Variación de volumen Peatonal Sector el Pastelillo

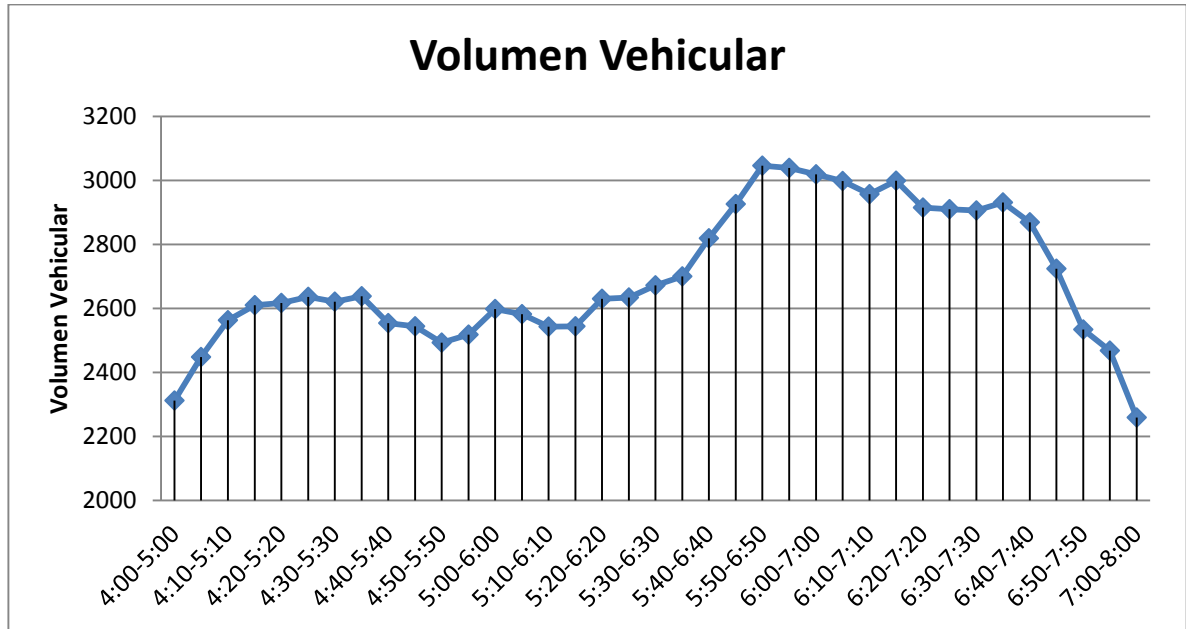


Fuente. Autor(es)

Para el aforo vehicular, se realizó el mismo procedimiento, luego de aforar cada 5 minutos, se sumaron y se halló la hora crítica, donde se presentó mayor afluencia vehicular; esto con el fin de poder determinar las características del tráfico en dicha zona y así poder realizar la simulación:



Grafico 2. Variación de volumen Vehicular Sector el Pastelillo

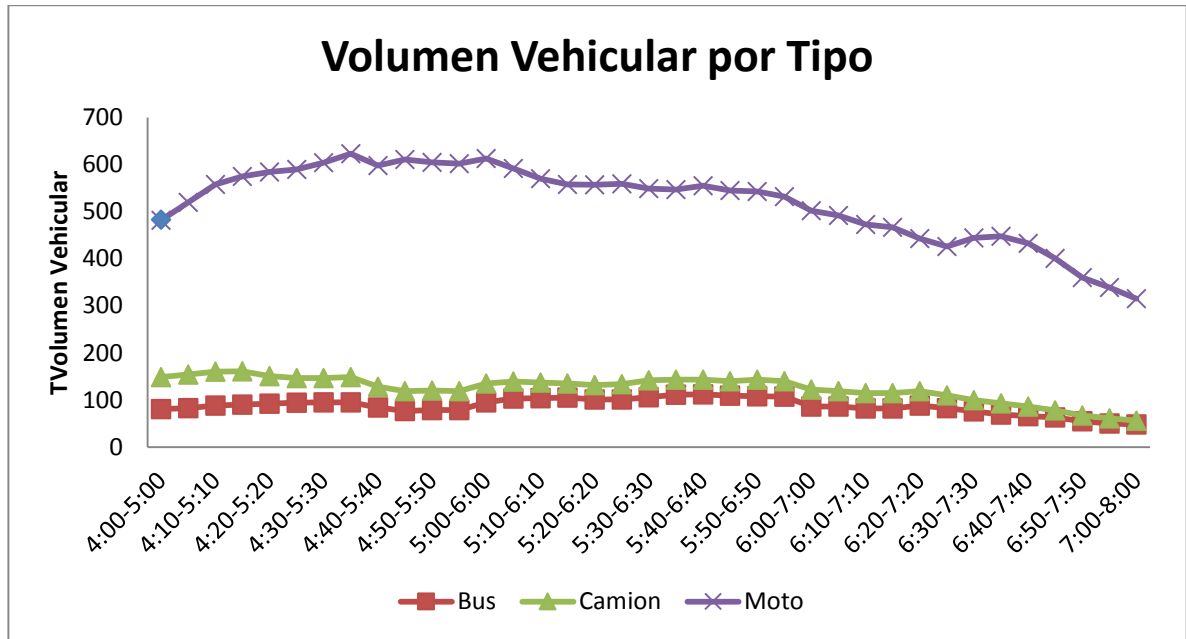


Fuente. Autores

La *Grafico 2*, ilustra la variación horaria del volumen vehicular en el sector, la hora pico se encuentra en la franja comprendida entre las 5:50 y 6:50 pm, con un total de 3046 vehículos mixtos/hora, el volumen vehicular tiene variaciones mínimas en el periodo valle (establecido entre 4:00 a 5:30 pm) y en el periodo pico, las variaciones son más significativas, su tendencia es creciente desde el comienzo del periodo pico (5:30 pm) hasta la hora pico y después de eso, comienza a disminuir hasta que se finaliza el dicho periodo.



Grafico 3. Volumen Vehicular por Tipo (excepción autos) – Sector el Pastelillo



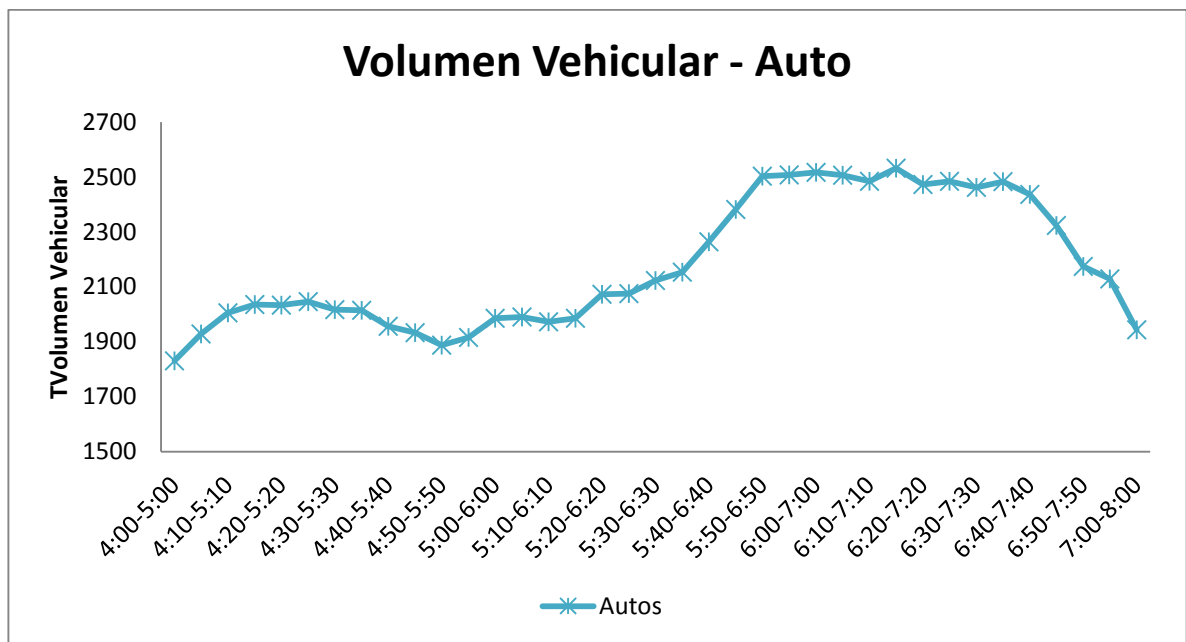
Fuente. Autor(es)

El *Grafico 3*, muestra la variación de los diferentes tipos de vehículos, excluyendo los autos pues su valor cuadruplica el de las motos, las cuales como se observan triplican a camiones y buses en promedio, como se puede observar en la gráfica el número de vehículos por tipo en la hora pico fue de 400 motos/horas, 108 buses/horas, 35 camiones/horas y además se presentaron 2503 autos/horas; como se observa, mientras la variación de los buses y camiones es mínima, mientras que la variación de las moto es mayor, pues es creciente al inicio del periodo valle y luego de alcanzar un máximo, decrece hasta el final de la hora pico, esto se debe al fenómeno del mototaxismo (consiste en usar la moto como medio de transporte publico unipersonal) el cual disminuye su presencia acorde a las jornadas laborales y educativas. Entre tanto el grafico 4 muestra la variación vehicular de los autos, en el periodo valle es creciente hasta un máximo y luego disminuye, para volver a ser creciente en el inicio



del periodo pico, como se puede observar las diferencias en los autos entre periodo valle y pico son considerables, esto se debe a la finalización de la jornada laboral de los residentes del barrio de Manga y por ser una zona que comunica sectores importantes como el centro amurallad y Bocagrande y sus alrededores.

Grafico 4. Volumen Vehicular por Autos – Sector el Pastelillo



Fuente. Autor(es)



En el *Cuadro 4*, se exponen los movimientos que se dan por tipo de vehículo en cada una de las intersecciones:

Cuadro 4. Porcentajes de volumen vehicular por tipo e intersección

INTERSECCION 1 (Accesos 1 y 2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
1325	36	29	239	1629
81,34%	2,21%	1,78%	14,67%	100%
INTERSECCION 2 (Accesos 3 y 4)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
1431	77	8	216	1732
82,62%	4,45%	0,46%	12,47%	100%

Fuente. Autor(es)

Además de esto, también se puede expresar los volúmenes vehiculares de la intersección por tipos de movimiento, cabe destacar que la nomenclatura de los movimientos fue asignada de manera arbitraria por los investigadores sin regirse a ninguna metodología, estos movimientos (*Figura 13*) cuentan los volúmenes vehiculares a la entrada de las intersecciones, evitando así contar dos veces el mismo vehículo.



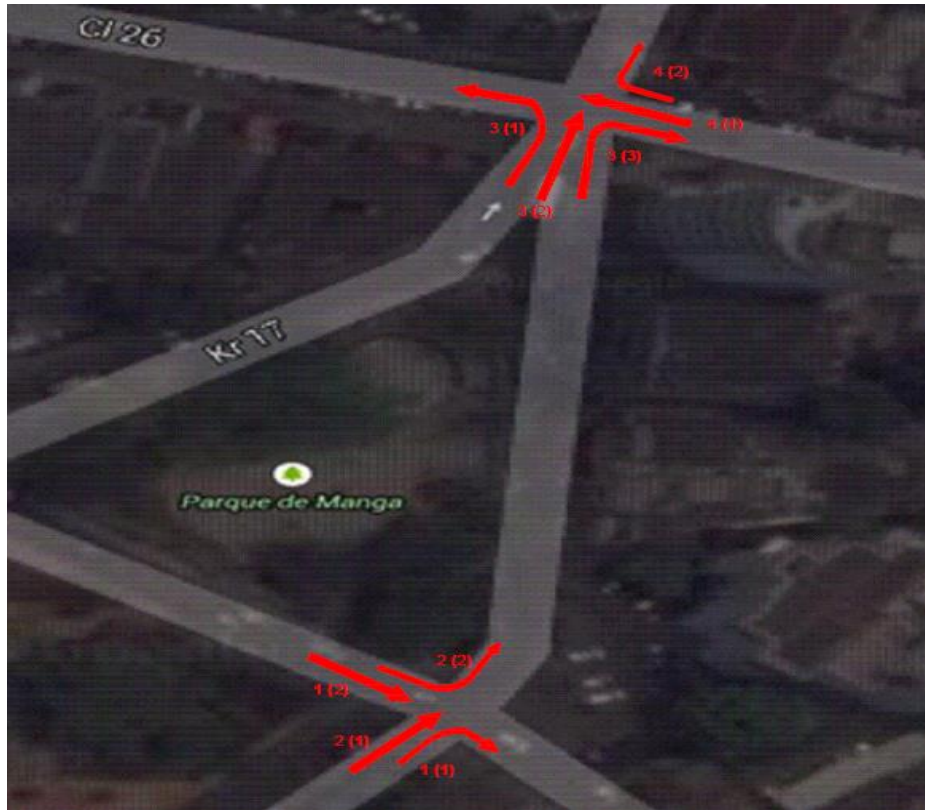
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 13. Accesos y movimientos, sector Pastello



Fuente. Autor(es)

Los datos que se obtuvieron por movimiento para la hora crítica se encuentran consignados en los *Cuadro 5*, *Cuadro 6* y *Cuadro 7*.



Cuadro 5. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 1(1), 2(1), 3(1) y 4(1)

Movimiento 1 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
42	9	4	4	59
71,19%	15,25%	6,78%	6,78%	100%
Movimiento 2 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
233	4	3	39	279
83,51%	1,43%	1,08%	13,98%	100%
Movimiento 3 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
71	0	0	4	75
94,67%	0,00%	0,00%	5,33%	100%
Movimiento 4 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
503	25	2	76	606
83,00%	4,13%	0,33%	12,54%	100%

Fuente. Autores

Como se observa el *Cuadro 5*, los movimientos corresponden en origen-destino a Pastelillo a Calle real, Pastelillo a Davivienda, Parque del Manglar a puente y Avenida Jiménez a puente, respectivamente.



Cuadro 6. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 1(2), 2(2), 3(2) y 4(2)

Movimiento 1 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
1034	21	21	172	1248
82,85%	1,68%	1,68%	13,78%	100%
Movimiento 2 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
16	2	1	24	43
37,21%	4,65%	2,33%	55,81%	100%
Movimiento 3 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
380	3	2	41	426
89,20%	0,70%	0,47%	9,62%	100%
Movimiento 4 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
173	29	3	42	247
70,04%	11,74%	1,21%	17,00%	100%

Fuente. Autor(es)

Los movimientos representados en el *Cuadro 6*, corresponden a Puente a calle real, Puente a Davivienda, Parque del Manglar a Davivienda y Avenida Jiménez a Davivienda.

Cuadro 7. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 3(3)

Movimiento 3 (3)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
304	20	1	53	378
80,42%	5,29%	0,26%	14,02%	100%

Fuente. Autor(es)

El movimiento representado en el *Cuadro 7*, es el movimiento correspondiente a Parque de Manglar a Avenida Jiménez.



6.1.2. Sector Pie de la Popa (cerca a Caribe Plaza)

El sector del en estudio se encuentra ubicado en el Barrio Pie de la Popa (Imagen 6), el cual se encuentra en la zona de estudio, es de fundamental importancia, pues en esta zona, es adyacentes a vías como la Avenida del Lago y la Pedro de Heredia, además comunica a los barrio de Pie de la Popa y Manga, además de Pie de la Popa con el Mercado de Bazurto.

La nomenclatura de este punto está definida de la siguiente forma:

- Avenida la Asamblea o Kra 22 con Avenida del Lago (Intersección 1)
- Kra 22 con Calle Camino Arriba 29D (Intersección 2)
- Kra 22 con Calle 30 (Intersección 3)
- Salida de Centro Comercial Caribe Plaza a la Avenida del Lago.

En este sector se seleccionaron las horas de la mañana para hacer el aforo peatonal, pues las personas se dirigen a sus lugares de trabajo en los conjuntos residenciales de Manga y también a lugares de recreación, ya que tiene un centro comercial cercano; en cambio para el aforo vehicular se seleccionó un periodo valle y un periódico pico, comprendidos en el horario tarde-noche desde las 4:00 pm hasta las 8:00 pm.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 14. Triple Intersección, Sector el Pie de la Popa

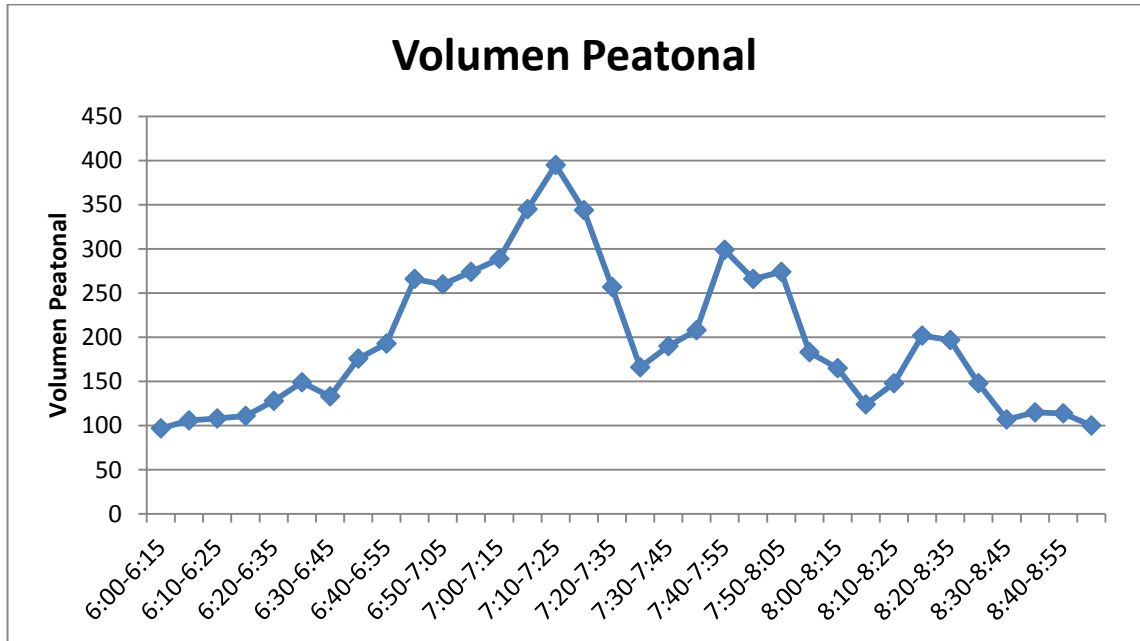


Fuente. Google Earth modificada por Autores

En la *Grafico 5* se muestra la variación del volumen peatonal para el sector pie de la popa. En dicha gráfica se puede observar que la hora de máximo flujo peatonal se presenta entre las 7:00 pm y 7: 30 pm lo que puede deberse a que muchas personas están saliendo del barrio Manga para regresar a sus hogares, pues en este sector laboran muchas personas que viven en diferentes barrios de la ciudad.



Grafico 5. Volumen peatonal sector pie de la popa

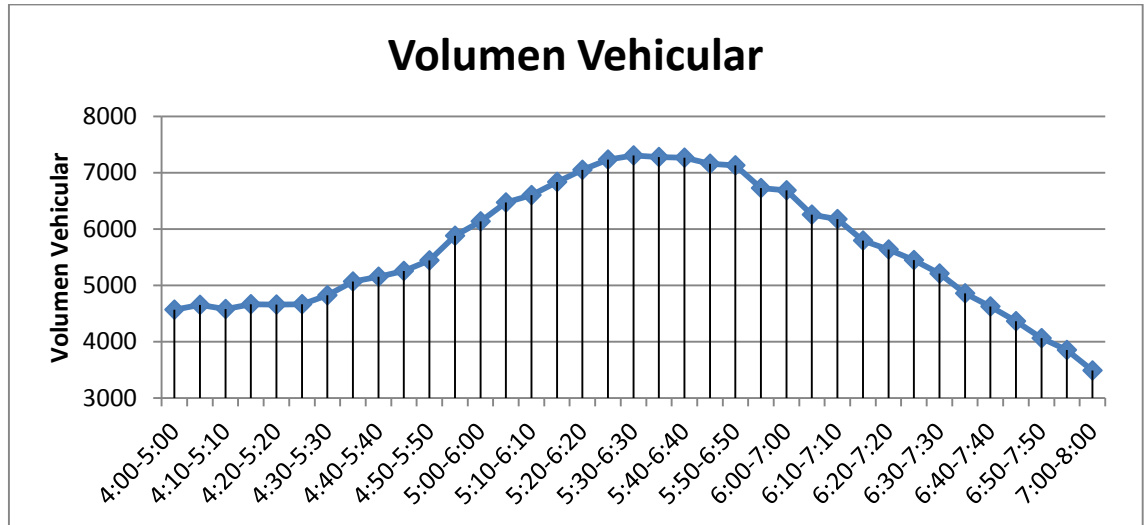


Fuente. Autores

El comportamiento tendencial de los datos expresados se muestra en la *Grafico 6*, en la cual se observa un crecimiento singular ya que solo la gráfica no presenta grande variaciones, sino que sigue una tendencia definida, es decir, se evidencia el aumento en hora pico y luego los volúmenes decrecen paulatinamente. Este es un hecho interesante ya que pone de manifiesto que la movilidad vehicular en esta zona no sufre fluctuaciones importantes en horas pico.



Grafico 6. Variación de los volúmenes vehiculares, sector Pie de la Popa.

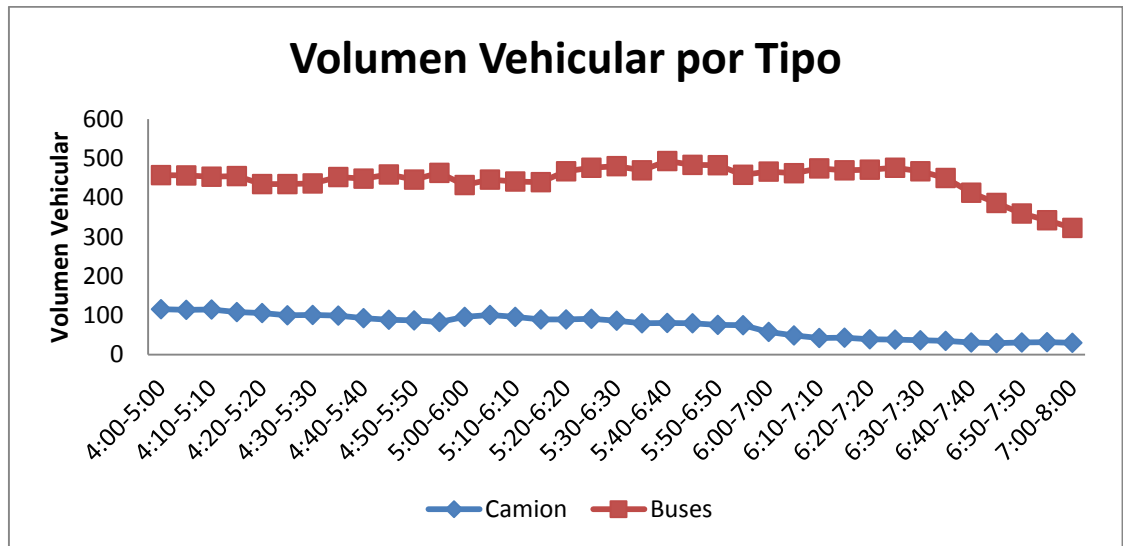


Fuente. Autores

Ahora bien, si se analiza la situación teniendo en cuenta el tipo de vehículos que circulan por este sector, se observa en la *Grafico 7* que el volumen de camiones es mayor que los buses de transporte público en todo momento. Según la gráfica, la discrepancia entre volúmenes de cada tipo está por encima de 300 en cada intervalo de tiempo, lo cual era de esperarse ya que los buses de servicio público circulan por intervalos definidos mientras que los camiones se presentan en cualquier instante de tiempo.



Grafico 7. Volumen vehicular por tipo (camión y buses) – Pie de la popa

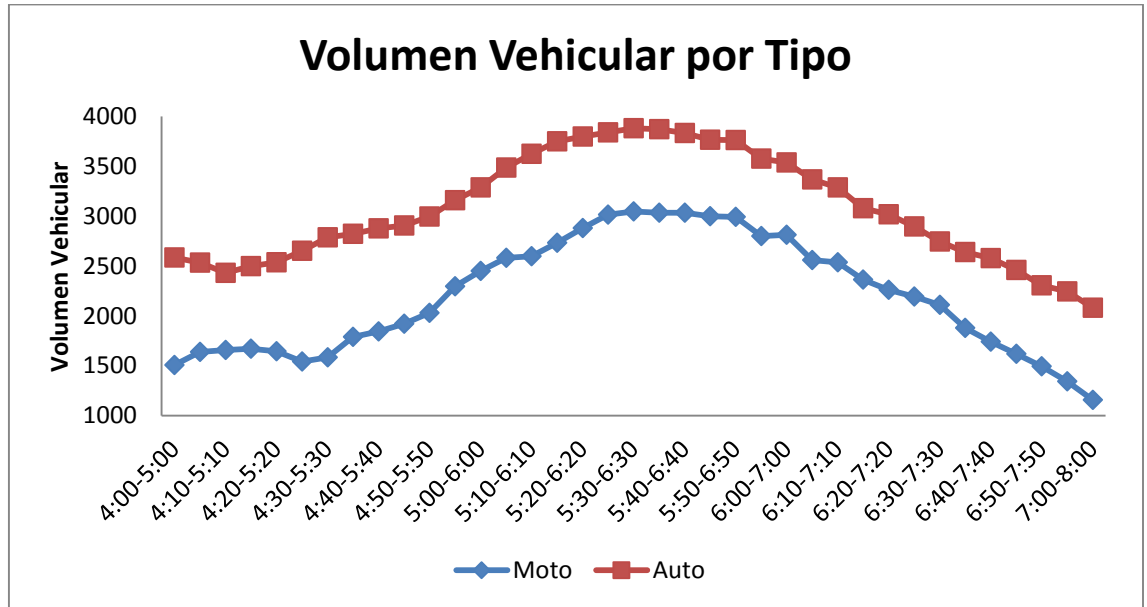


Fuente. Autores

En lo que respecta a los autos y las motocicletas, en al *Grafico 15* se observa que la cantidad de automóviles que circula por esta vía está por encima de las motocicletas. Se muestra en la gráfica que la hora de mayor volumen de motos y autos se presenta entre las 6.00 pm y las 7: 00 pm. El hecho de que la cantidad de autos sea mayor que la de motos puede tener sus causas en el hecho de que la avenida el lago es menos utilizada por las motos que la avenida pedro de Heredia, lo cual ocasiona que la avenida pedro de Heredia reciba la mayoría de la carga de motocicletas y se alivie un poco la de la avenida el lago.



Grafico 8. Volumen vehicular por tipo (autos y motos) – Pie de la popa



Fuente. Autores

Figura 15. Accesos y movimientos vehiculares de intersección 1, sector Pie de la Popa.



Fuente. Autores



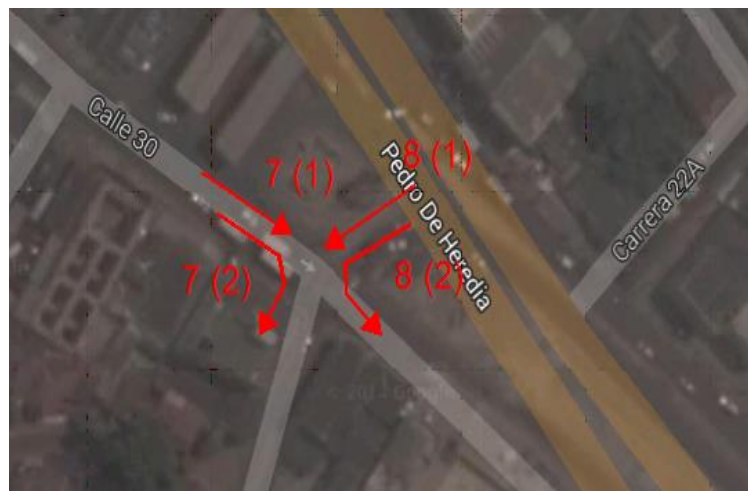
Figura 16. Accesos y movimientos vehiculares intersección 2, sector Pie de la Popa



Fuente. Autores

Como se puede apreciar (ver *Figura 15*, *Figura 16* y *Figura 17*), la nomenclatura de los movimientos, permite conocer de manera más organizada, los porcentajes vehiculares por intersecciones y movimiento, es necesario aclarar que la nomenclatura fue establecidas arbitrariamente por los investigadores.

Figura 17. Accesos y movimientos vehiculares intersección 3, sector Pie de la Popa



Fuente. Autores



En **Cuadro 8** muestra los volúmenes vehiculares por tipo de intersección. Se observa que en la intersección el mayor porcentaje de vehículos corresponden a los autos en un 64.54% seguidos de las motos que representan un porcentaje importante de todos los vehículos que circulan por la vía. Para las intersecciones 2 y 3 los mayores volúmenes corresponden a los buses y motos respectivamente.

Los datos correspondientes a los movimientos mostrados en las figuras anteriores, esta representados en el **Cuadro 9**, **Cuadro 10**, **Cuadro 11**, **Cuadro 12** y **Cuadro 13**; para el **Cuadro 9** los movimientos son Avenida del Lago – Caribe Plaza (trasera), Manga – Pie de la Popa, Pie de la Popa – Manga, Caribe Plaza (delantera) – Pie de la Popa.

Cuadro 8. Porcentajes de volumen vehicular por tipo e intersección.

INTERSECCION 1 (Accesos 1,2 y 3)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
2568	99	50	1262	3979
64,54%	2,49%	1,26%	31,72%	100,00%
INTERSECCION 2 (Accesos 4, 5, 5.a y 6)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
1117	2323	8	5	3453
32,35%	67,27%	0,23%	0,14%	100%
INTERSECCION 3 (Accesos 7 y 8)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
1095	381	47	1423	2946
37,17%	12,93%	1,60%	48,30%	100%

Fuente. Autores

**Cuadro 9.** Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 1(1), 2(1), 3(1) y 4(1)

Movimiento 1 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
1543	67	24	814	2448
63,03%	2,74%	0,98%	33,25%	100%
Movimiento 2 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
43	8	1	66	118
36,44%	6,78%	0,85%	55,93%	100%
Movimiento 3 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
232	9	4	67	312
74,36%	2,88%	1,28%	21,47%	100%
Movimiento 4 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
366	0	2	372	740
49,46%	0,00%	0,27%	50,27%	100%

Fuente. Autores

El *Cuadro 9* muestra los volúmenes vehiculares por tipo de movimiento; en esta se puede notar que para los movimientos 3(1) y 4(1) los mayores volúmenes corresponden a motocicletas mientras que para los movimientos 1(1) y 2(1) corresponden a autos. Un muy comportamiento similar se muestra en el *Cuadro 10*, *Cuadro 11*, *Cuadro 12* y *Cuadro 13*.



Para el **Cuadro 10** los movimientos descritos son Avenida del Lago – Manga, Manga – Caribe Plaza (trasera), Pie de la Popa – Caribe Plaza (trasera), Caribe Plaza (delantera) a Intersección 1 (Avenida del Lago con Avenida de Asamblea).

Cuadro 10. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 1(2), 2(2), 3(2) y 4(2)

Movimiento 1 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
159	2	2	59	222
71,62%	0,90%	0,90%	26,58%	100%
Movimiento 2 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
135	0	3	75	213
63,38%	0,00%	1,41%	35,21%	100%
Movimiento 3 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
349	11	12	132	504
69,25%	2,18%	2,38%	26,19%	100%
Movimiento 4 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
126	0	1	57	184
68,48%	0,00%	0,54%	30,98%	100%

Fuente. Autores

**Cuadro 11.** Porcentaje de volumen vehicular por tipo y movimiento 5 y 5.a

Movimiento 5				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
96	9	2	37	144
66,67%	6,25%	1,39%	25,69%	100%
Movimiento 5.a				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
150	10	5	115	280
53,57%	3,57%	1,79%	41,07%	100%

Fuente. Autores

En el *Cuadro 11* y *Cuadro 12*, se encuentran los movimientos de calle camino arriba – Intersección 1, Intersección 1 – calle camino arriba, Intersección 3 (avenida Pedro de Heredia) – Intersección 1, Centro- Mercado (avenida Pedro de Heredia), Mercado – Pie de la Popa.

Cuadro 12. Porcentaje de volumen vehicular por tipo y movimiento 6(1), 7(1) y 8(1)

Movimiento 6 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
274	2	15	67	358
76,54%	0,56%	4,19%	18,72%	100%
Movimiento 7 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
593	372	23	1258	2246
26,40%	16,56%	1,02%	56,01%	100%
Movimiento 8 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
226	3	7	58	294
76,87%	1,02%	2,38%	19,73%	100%

Fuente. Autores



El *Cuadro 13* muestra los movimientos correspondientes a Intersección 3 – Pie de la Popa, Centro – Pie de la Popa, Mercado retorno.

Cuadro 13. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 6(2), 7(2) y 8(2).

Movimiento 6 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
112	3	3	66	184
60,87%	1,63%	1,63%	35,87%	100%
Movimiento 7 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
25	0	1	17	43
58,14%	0,00%	2,33%	39,53%	100%
Movimiento 8 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
116	6	7	32	161
72,05%	3,73%	4,35%	19,88%	100%

Fuente. Autores

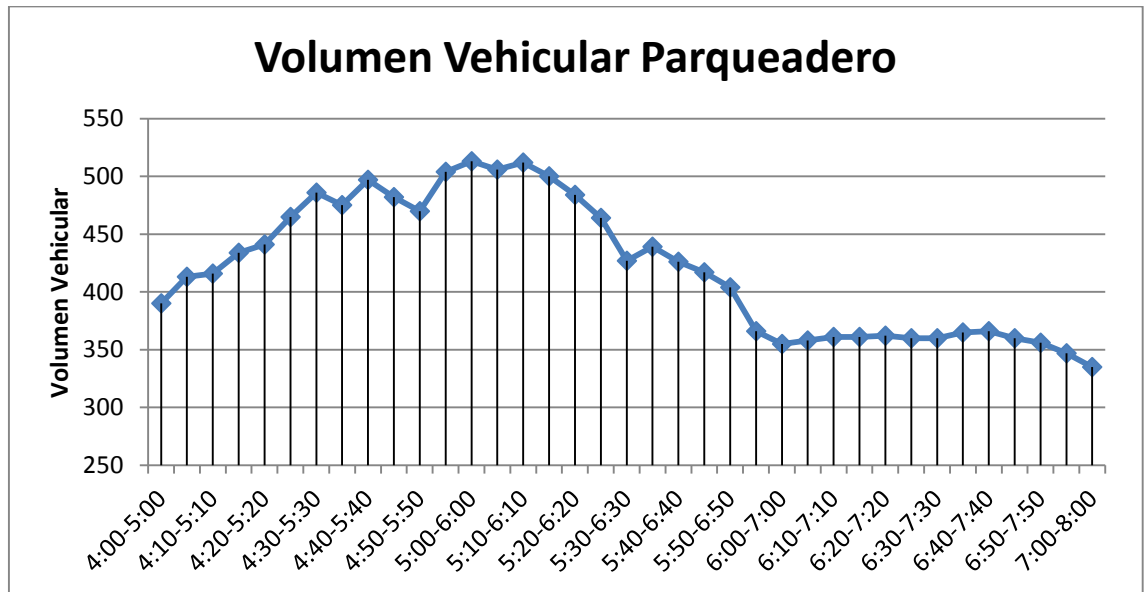
Una situación particular presente en la zona y que se tuvo en cuenta para el presente estudio es el parqueadero que funciona actualmente en el centro comercial Caribe Plaza, en este centro comercial como es bien sabido, circula muchas personas diariamente, muchas de las cuales van en sus autos particulares y deben estacionarlo en el parqueadero interno del centro comercial el cual tiene uno de sus acceso adyacentes a la avenida del Lago.

Por ello se realizaron aforos vehiculares en este punto a fin de conocer los volúmenes vehiculares que circulan hacia el parqueadero y analizar el impacto que genera esta situación en la movilidad del sector.



Los aforos vehiculares se realizaron en el periodo comprendido entre las 4:00 pm y las 8:00 pm registrando los datos cada 5 minutos.

Grafico 9. Variación de volumen vehicular, entrada y salida centro comercial Caribe Plaza



Fuente. Autores

Al observar la **Grafico 9** se observa que el periodo de máximo volumen vehicular ocurre entre las 4:30 pm a 5: 30 pm con un volumen pico aproximado de 513 vehículos, los cuales son en su mayoría autos particulares, el **Cuadro 14** se muestran los volúmenes correspondientes de los vehículos que ingresan al parqueadero.



Cuadro 14. Volúmenes vehiculares para el parqueadero y la intersección 2.

Entran				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
225	0	1	44	270
83,33%	0,00%	0,37%	16,30%	100,00%
INTERSECCION 2 (Accesos 4, 5, 5.a y 6)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
114	0	3	40	157
72,61%	0,00%	1,91%	25,48%	100%

Fuente. Autores

6.1.3. Avenida Pedro de Heredia (alrededor de mercado Bazurto)

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

En este sector se seleccionaron las horas de la mañana de día sábado para hacer el aforo peatonal, pues las personas se dirigen usan regularmente el fin de semana para efectuar las compras en el abasto principal del Mercado Bazurto, además de visitar otro tipo de comercios; en tanto para el aforo vehicular se seleccionó un periodo valle y un periódico pico, comprendidos en el horario tarde-noche desde las 4:00 pm hasta las 8:00 pm.

El tramo seleccionado para estudio se encuentra entre la calle 30 (avenida Pedro de Heredia) y la carrera 30 (rotonda del mercado, ver *Figura 18*) hasta la calle 30 con carrera 24.



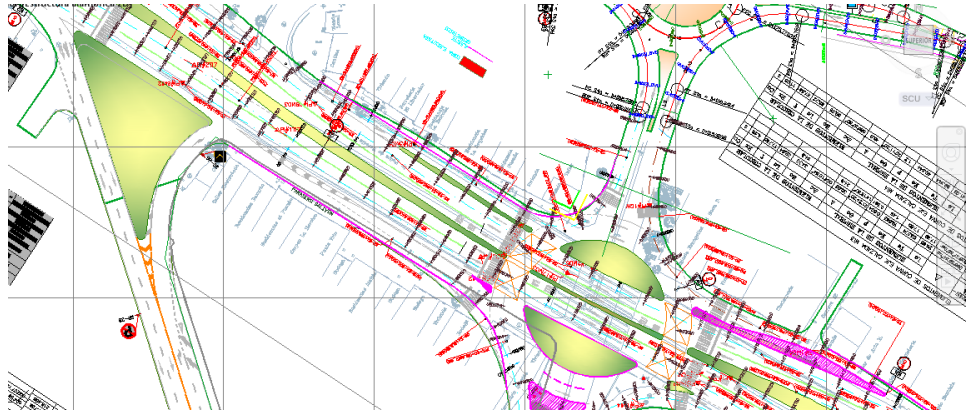
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 18. Rotonda del mercado

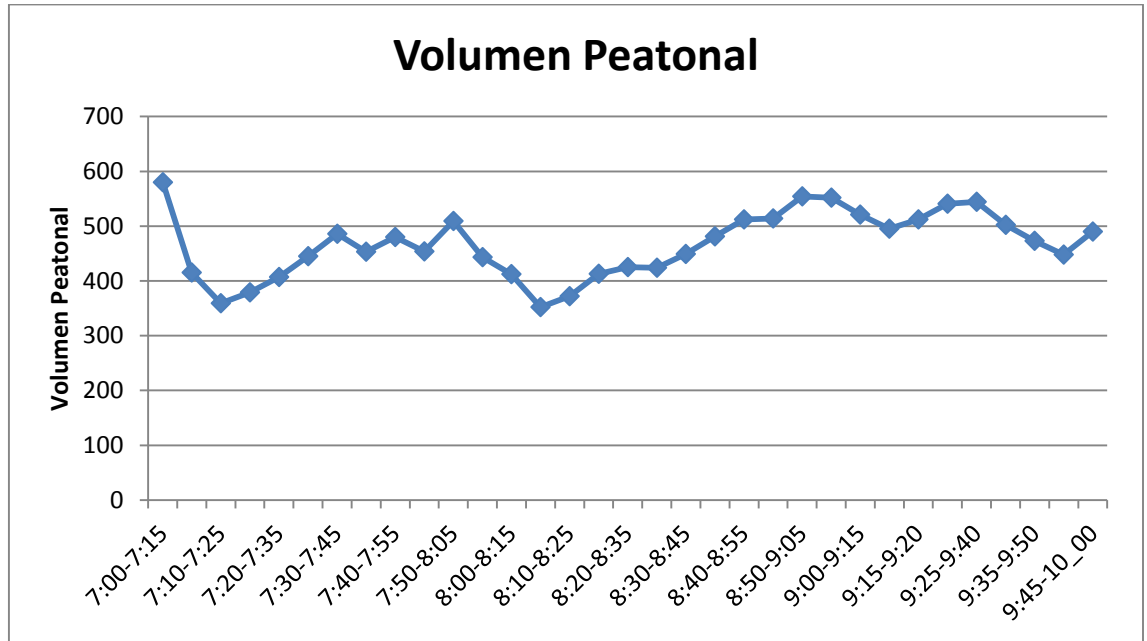


Fuente. Autores

Se debe resaltar que una parte de la imagen anteriormente mostrada no se encuentra realizada actualmente, debido a la finalización de las obras de Transcaribe; esto es de gran importancia pues cambia las condiciones iniciales de la simulación, su calibración y los resultados obtenidos.



Grafico 10. Variación de volumen peatonal en la avenida pedro de Heredia (alrededor de Bazurto).

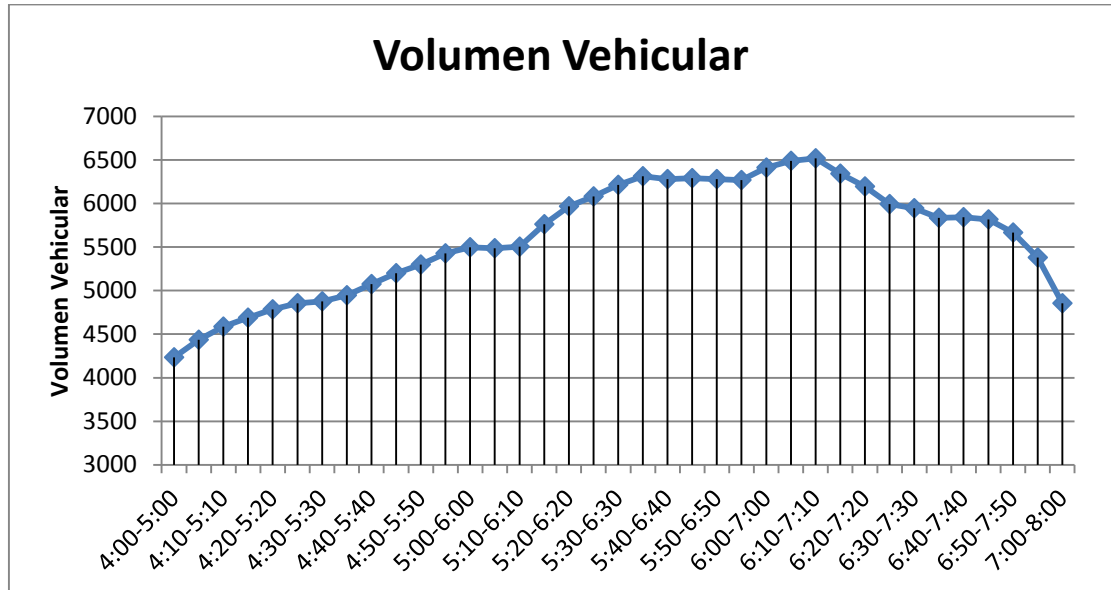


Fuente. Autores

El comportamiento peatonal en la avenida pedro de Heredia no presenta variaciones importantes (ver *Grafico 10*). En la gráfica se observa que no existe un periodo de máximo volumen bien definido y esto puede obedecer a que en el sector del mercado de Bazurto circulan muchas personas en todo momento del día con distintos propósitos, lo cual hace complejo predecir el motivo de los viajes de las personas (aunque su mayor actividad la deba probablemente al comercio) y por consiguiente el comportamiento de los datos no presenta una tendencia específica. Solo puede notarse levemente que el mayor volumen vehicular en horas de la mañana corresponde a los periodos alrededor de las 7:00 am.



Grafico 11. Variación de volumen vehicular, sector Bazurto

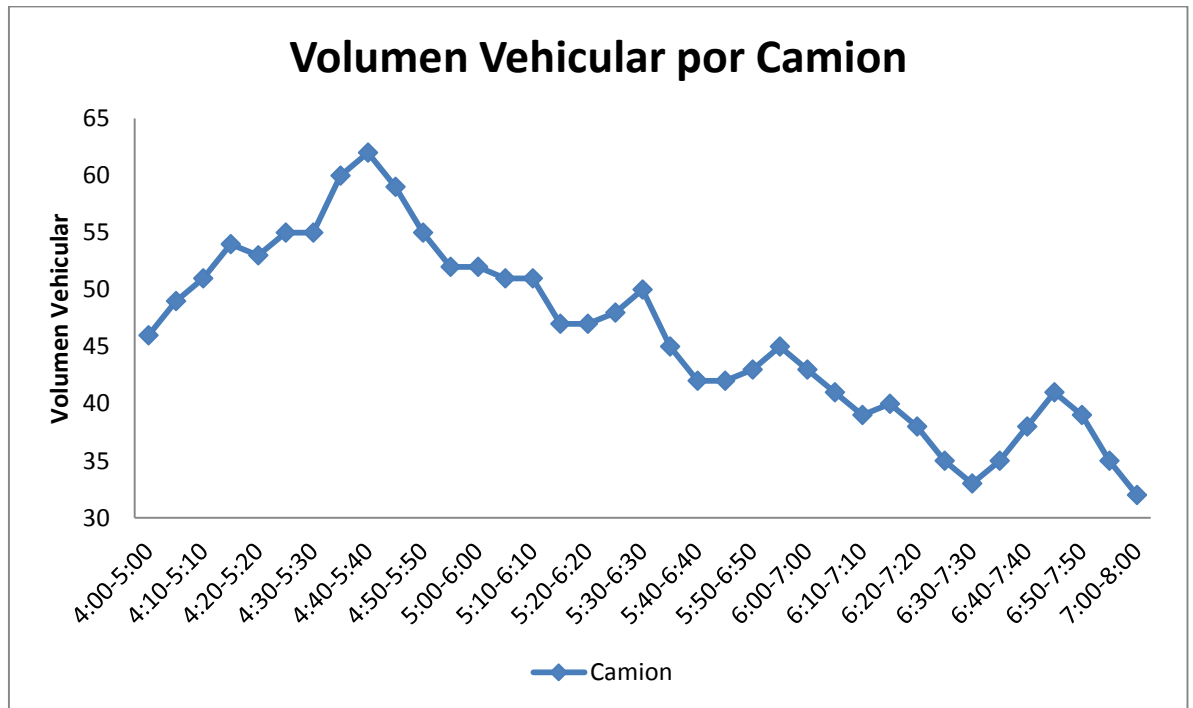


Fuente. Autores

La **Grafico 11**, muestra las variaciones que tuvo la curva tiempos vs volumen, esta muestra la tendencia que tiene el volumen vehicular, que comience en un rango relativamente alto y va progresando hasta llegar a la cifra de 6521 vehículos por hora, el intervalo donde se encuentra este volumen vehicular está comprendido entre las 6:10 y 7:10 pm, luego de esto la gráfica comenzó a descender lentamente, hasta que se acabó el conteo, con más de 4000 vehículos, lo cual muestra la importancia de la avenida Pedro de Heredia como arteria principal.



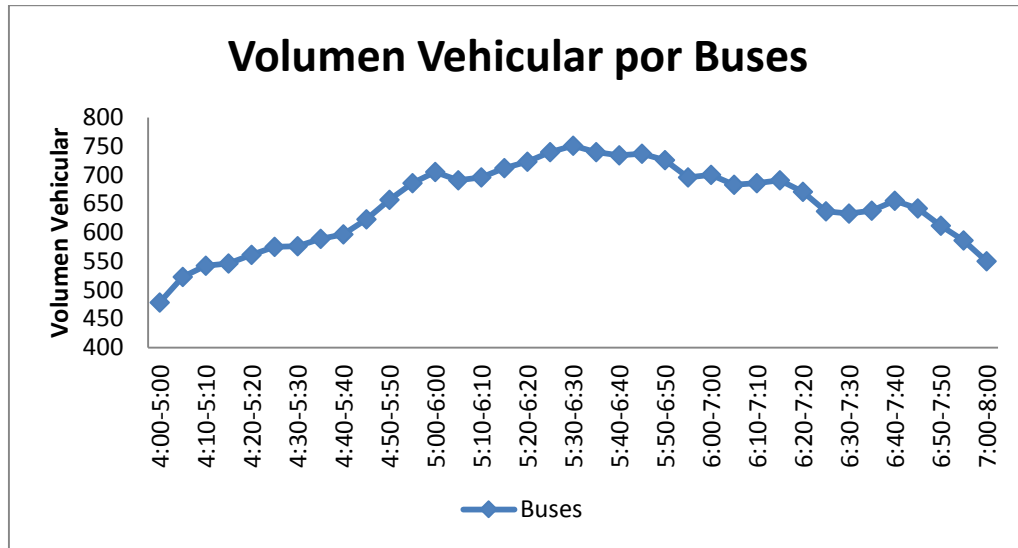
Grafico 12. Volumen vehicular, camiones – mercado Bazurto



En la *Grafico 12* se muestra los volúmenes de camiones por periodos de 5 minutos. Se observa que el máximo volumen vehicular se presenta entre las 4:30 pm y 5:30 pm al contrastar esta información con la *Grafico 13* se puede ver que el número de buses es mucho mayor que el número de camiones y el periodo pico para los camiones se presentan entre las 5:00 pm y 6.00 pm.



Grafico 13. Volumen vehicular Buses – mercado Bazurto

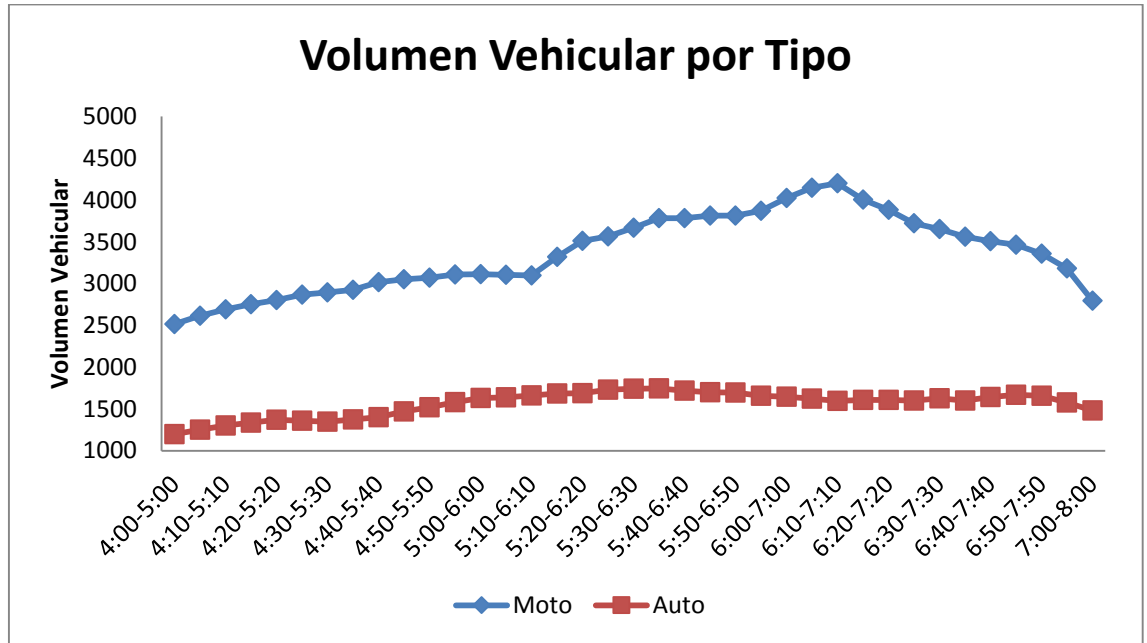


Fuente. Autores

Al hacer la comparación entre la cantidad de motos y la cantidad de autos que circulan en este punto, se evidencia que las motos son las que más presencia tienen en la avenida pedro de Heredia, estando siempre muy por encima de los volúmenes correspondientes a los autos (ver *Grafico 14*), una situación que llama particularmente la atención, y que muy probablemente se deba al fenómeno del mototaxismo. El periodo pico de los autos se presenta entre las 6:00 pm y las 7:00 pm, hora en la cual las personas dan por terminadas sus jornadas laborales.

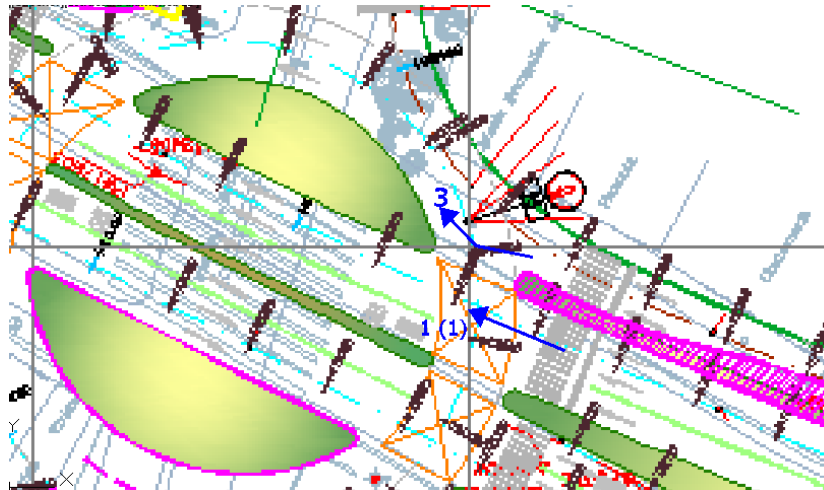


Grafico 14. Volumen vehicular por tipo (Auto y Motos) – mercado Bazurto



Fuente. Autores

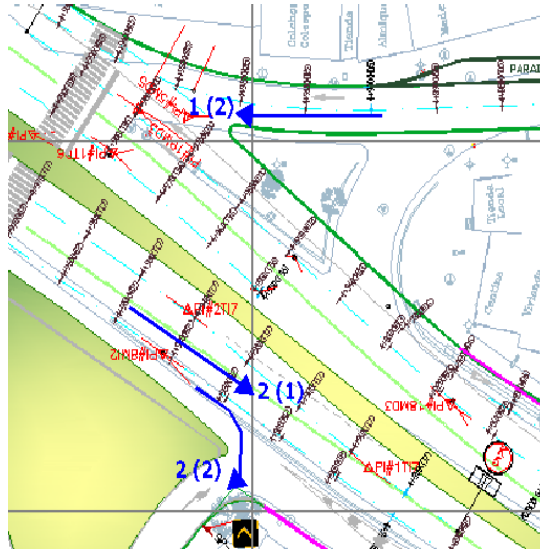
Figura 19. Movimientos actuales en rotonda, sector Basurto



Fuente. Autores



Figura 20. Movimientos Y de la Esperanza 1(2) – Y de Martínez Martelo 2(2)



Fuente. Autores

Los movimientos que se presenta en la intersección son los mostrados en la *Figura 19* (flechas direccionales rojas) y *Figura 20* (flechas direcciones azules), para cada uno de estos movimientos,

Cuadro 15. Porcentaje de volumen vehicular, por tipo Sector Bazurto

INTERSECCION (Accesos 1,2 y 3)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
1595	686	39	4201	6521
24,46%	10,52%	0,60%	64,42%	100,00%

Fuente. Autores

En el *Cuadro 16* y *Cuadro 17*, se observan los movimientos que son: María auxiliadora-Centro, barrio la Esperanza-Centro, Centro-María Auxiliadora, Centro-Calle del Salivon (hacia Martínez Martelo) y ‘arco derecho’ de la rotonda.



Cuadro 16. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 6(2), 7(2) y 8(2).

Movimiento 1 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
854	320	13	1413	2600
32,85%	12,31%	0,50%	54,35%	100,00%
Movimiento 2 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
503	299	24	1826	2652
18,97%	11,27%	0,90%	68,85%	100%
Movimiento 3 (1)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
93	36	0	176	305
30,49%	11,80%	0,00%	57,70%	100%

Fuente. Autores

Cuadro 17. Porcentajes de volumen vehicular por tipo y movimiento 6(2), 7(2) y 8(2).

Movimiento 1 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
41	0	0	302	343
11,95%	0,00%	0,00%	88,05%	100%
Movimiento 2 (2)				
AUTO	BUS	CAMION	MOTO	TOTAL
27	3	2	361	393
6,87%	0,76%	0,51%	91,86%	100%

Fuente. Autores

En todos los cuadros anteriormente mostrados se puede observar que las motos son las que más circulan por los diferentes sentidos; hecho que se debe a que las motocicletas son más ligeras que los autos y puede circular con mayor frecuencia que los demás tipos de vehículos.



6.2. Análisis de la conducta de los Usuarios de la Vía

El apartado aquí presente, trata de la conducta de los usuario en la vía, esto es en grandes rasgo y para este caso específico la conducta del conductor de vehículos (dándole un trato diferenciado a las motos) y de los peatones (sin discriminar por edad); a pesar de encontrarse en puntos distintos de la ciudad, con condiciones socioeconómica y culturales diferentes, se observó por lo general un mismo tipo de conducta en los principales actores.

Para los conductores de autos y camiones se observó una conducta de manejo normal, manteniendo una distancia respetable entre vehículos (ver *Figura 21*), por otra parte la conducta de los conductores de buses de servicio público, tendió a ser un poco más agresiva y desorganizada, esto se debió probablemente al deficiente sistema de transporte público y a un fenómeno adyacente a los sistemas de transporte que se encuentran en caos, dicho fenómeno es conocido popularmente como *la guerra del centavo*, este fenómeno está ligado intrínsecamente al carácter del conductor, quien por el mismo sistema debe ‘luchar’ con otros conductores por la consecución del pasajero y al tiempo tratar de cubrir la ruta en el tiempo establecido.

Por último se encuentra, el conductor de moto, este conductor de moto de la región caribe (y tal vez de todo el país), debe recibir un tratado diferente al resto de conductores del mundo, pues este vehículo se encuentra asociado al fenómeno del mototaxismo, el cual no es más que la prestación del servicio individual de transporte, por un precio previamente acordado entre el usuario y el conductor, el registro del comportamiento del conductor de este tipo de vehículos es de gran importancia, ya que por la misma geometría del vehículo, le permite realizar maniobras que para otro tipo es casi imposible, entre ellas destacan por ejemplo adelantar en un mismo carril, detenerse entre dos vehículos, detenerse al costado de un vehículo y en el mismo carril, entre otras.

Figura 21. Separación entre vehículos, Sector Pastelillo



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL



Fuente. Autores

Por otra parte encontramos la conducta del peatón, se tiene la percepción general de que por diversos factores el peatón de la región caribe colombiana no cumple con sus deberes, y por ejemplo no usa los pasos de cebras para cruzar a pesar de tenerlos cerca (De Avila, El Universal, 2014), con respecto a esos se pudo contemplar que en términos generales los peatones cumplen en la mayoría de los casos con las normas, siempre y cuando encuentre espacios claros dentro de los cuales hacerlo, por ejemplo mientras en una vía con alto flujo vehicular se encuentre un semáforo que le permita cruzar lo hacen con total normalidad (*Figura 22*), mientras que si en la misma vía se encuentran con un paso de cebra el cual está



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

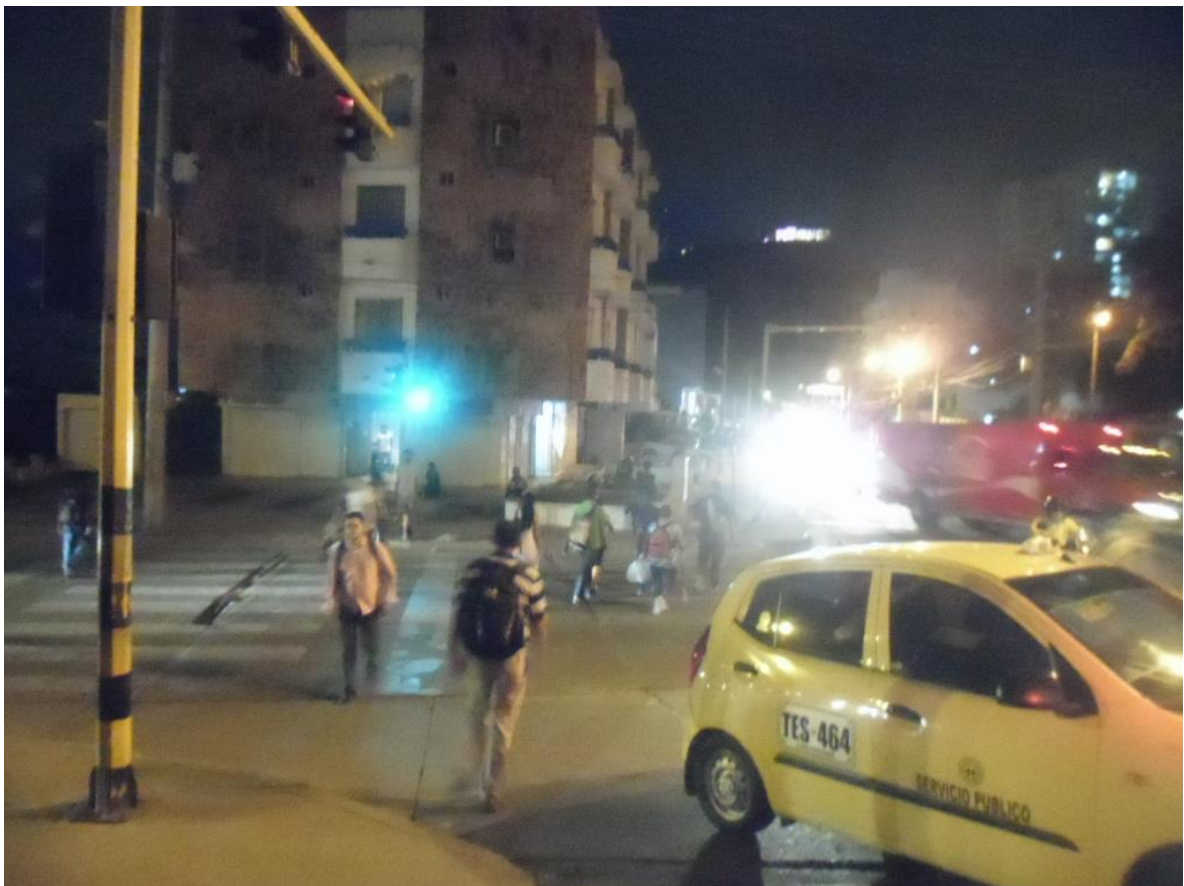
DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

ligado a la ‘bondad’ del conductor de vehículos, el peatón no tiene claro que hacer, esto probablemente hace que se confunda y tome la decisión equivocada, lo anteriormente expresado son anotaciones de lo observado en campo y no corresponde a una generalidad de todos los peatones.

Figura 22. Flujo peatonal en Sector Pie de la Popa



Fuente. Autores



6.3. Inventario de Mobiliario Urbano

Con el fin de conocer parte del entorno que rodea a la zona de estudio, se realizaron inventarios de infraestructura vial y/o mobiliario urbano en la zona de estudio, se tuvieron en cuenta las edificaciones importantes, pues además de ser un punto de atracción de peatones, también interactúan de manera indirecta con el tráfico vehicular, esto en función de la cercanía a la que se encuentre de las vías de alto flujo vehicular.

6.3.1. Sector Pastelillo

El sector del Pastelillo, consta de la siguiente composición en cuanto a infraestructura vial se refiere (ver *Cuadro 18* y *Cuadro 19*):

Cuadro 18. Mobiliario urbano, sector Pastelillo – esquina Davivienda

Manga Davivienda		
Tipo de Mobiliario	N° de elementos	Estado
Señal de Pare	3	Bueno
Señal de Ceda el Paso	1	Regular
Cebra Peatonal	2	Malo
Drenaje	4	Bueno
Aceras	5	Regular
camaras de seguridad	3	bueno
semaforos	9	bueno
pavimento	1	regular
puentes	x	
Edificaciones	8	No aplica

Fuente. Autores

El estado general de la infraestructura vial en este sector de la zona de estudio es bueno, tendiendo a regular, pues por ejemplo parte de los andenes (a excepción de la renovación urbanística que se dio en el parque Espíritu del Manglar y los escenarios deportivos) se encuentra en un estado regular, en algunos casos invadidos por negocios tanto estacionarios como ambulantes, las cebras se encuentran poco o nada visibles y algunas señales están obstruidas por los árboles, esto hace que la señalización vertical pierda su



funcionalidad, pues a la larga termina siendo imperceptible para el usuario a la que se encuentre destinado

Cuadro 19. Mobiliario urbano, sector Pastelillo – esquina Carulla

Manga Carulla		
Tipo de Mobiliario	N° de elementos	Estado
señal de prohibido parquear	5	Bueno
Señal de Ceda el Paso	1	bueno
Cebra Peatonal	1	Malo
Drenaje	4	Bueno
Aceras	5	bueno
Camaras de seguridad	2	bueno
Semaforos	7	bueno
Pavimentos	1	bueno
Puentes	1	bueno
Edificaciones	10	No aplica

Fuente. Autores

Otro de los aspectos a tener en cuenta son los drenajes, pues aunque aparezcan inofensivos, un drenaje en mal estado puede resultar en contra de la integridad del peatón, quien como ya se sabe es el usuario más vulnerable en la vía.

6.3.2. Sector Pie de la Popa (cerca a Caribe Plaza)

Las Intersecciones del sector Pie de la Popa y sus cercanías, contienen el mobiliario urbano, establecidos en el *Cuadro 20*, *Cuadro 21* y *Cuadro 22*; este mobiliario es de gran importancia por estar en una zona de alto tráfico vehicular en interacción con alto flujo peatonal, por lo cual la articulación entre todos los elementos de la vías, resulta necesario.



Cuadro 20. Mobiliario urbano, sector Pie de la Popa, Av del Lago

Interseccion 1: Kra 22 con Calle 29 Avenida del Lago		
Tipo de Mobiliario	Nº de elementos	Estado
Señal de pare	5	Bueno
Señal de Ceda el Paso	2	bueno
Cebra Peatonal	2	Malo
Drenaje	1	Bueno
Aceras	4	bueno
Camaras de Fotomultas	7	bueno
Semaforos	9	bueno
Pavimentos		bueno
Puentes	1	bueno

Fuente. Autores

Cuadro 21. Mobiliario urbano, sector Pie de la Popa, calle Camino Arriba

Interseccion 2: Cra 22 con Calle 29D Caribe Plaza (delantera)		
Tipo de Mobiliario	Nº de elementos	Estado
Señal de pare	5	Bueno
Señal de prohibido parquear	5	bueno
Señal de Ceda el Paso	1	bueno
Cebra Peatonal	4	regular
Drenaje	2	Bueno
Aceras	4	bueno
Camaras de Fotomulta	4	bueno
Semaforos	9	bueno
Pavimentos		bueno
Puentes	x	

Fuente. Autores



El estado del mobiliario urbano en este punto de la zona de estudio está entre regular y bueno (exceptuando cebras y ceda el paso), pero se debe realizar algunas anotaciones al respecto del estado de la vía, en primera instancia se debe considerar la corrección de los tramos viales de pavimento donde se encuentren en mal estado, también se considera debe ser necesario tanto para el conductor (actor imprudente en ocasiones) como para el peatón, la correcta diferenciación, entre vía peatonal y vehicular, pues estas las primeras al prestarse al servicio de los vehículos, además de sufrir deterioros (al no estar diseñadas para ellos), también ponen en riesgo la integridad del peatón.

Cuadro 22. Mobiliario urbano, sector Pie de la Popa, Bomba de Texaco

Interseccion 3: Mercado- Bomba de Texaco		
Tipo de Mobiliario	N° de elementos	Estado
Señal de Pare	1	Bueno
Señal de Ceda el Paso	1	Regular
Cebra Peatonal	1	Malo
Drenaje	5	Regular
Aceras	4	Regular
Camaras de seguridad	1	bueno
Semaforos	9	bueno
Pavimento		Bueno
Puentes	x	

Fuente. Autores

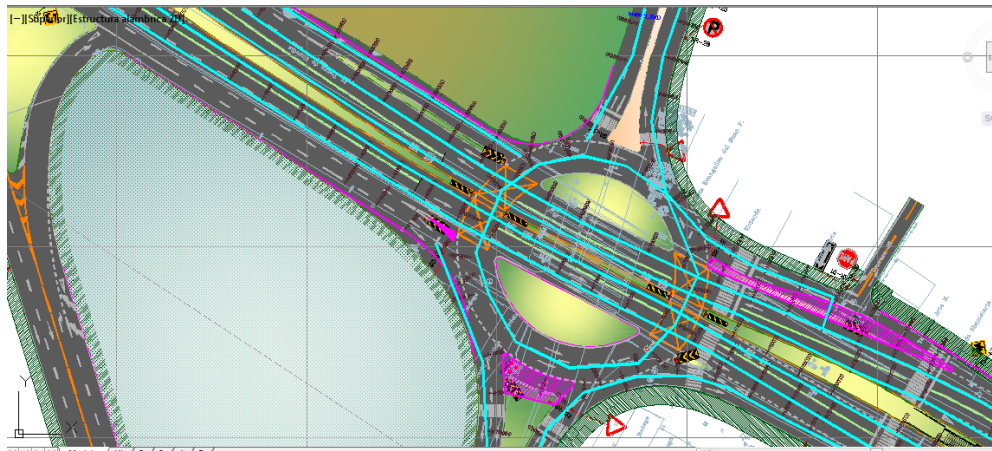
Por último, se destaca que a pesar de ser una vía de alta concurrencia vehicular, las cebras se encuentren en un estado de deterioro, pues esto da a entender que el peatón no tiene espacio en el entorno de la infraestructura vial, lo cual puede considerar un exabrupto.



6.3.3. Avenida Pedro de Heredia (alrededor de Bazurto)

Este punto de la zona de estudio, aún se encuentra en estado de ampliación y mejoramiento, por ende esto nos hace pensar que el estado del mobiliario urbano luego de terminada las obras de mejoramiento, será óptimo (ver *Figura 23*).

Figura 23. Conjunto de señales, rotonda del mercado Bazurto



Fuente. Transcribete

A pesar de esto, resulta conveniente plantear un par de interrogantes, el primero de ellos (ver *Figura 24*) consiste en preguntarse si este tipo de drenajes afecta o no la capacidad del conductor, pues al percibir un obstáculo de este tipo en plena vía, dicho conductor puede optar por evitarlo o reducir su velocidad, lo mismo pasaría con el peatón, quien además de evitarlo, podría correr el riesgo de accidentarse, por el tamaño de la abertura de la rejilla.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 24. Sumidero de rejilla sobre arteria principal, Av. Pedro de Heredia



Fuente. Google Earth

Otros aspecto a destacar dentro del mobiliario urbano de este punto de la zona de estudio, es la problemática de los andenes, a pesar de la ampliación realizada por el mejoramiento de la vía, existe una invasión sistemática y no afrontada (de vieja data), tanto por vendedores estacionarios como ambulantes, quienes con su accionar disminuyen en gran medida el mobiliario urbano de la zona.

Figura 25. Invasión por parte vendedores al espacio publico



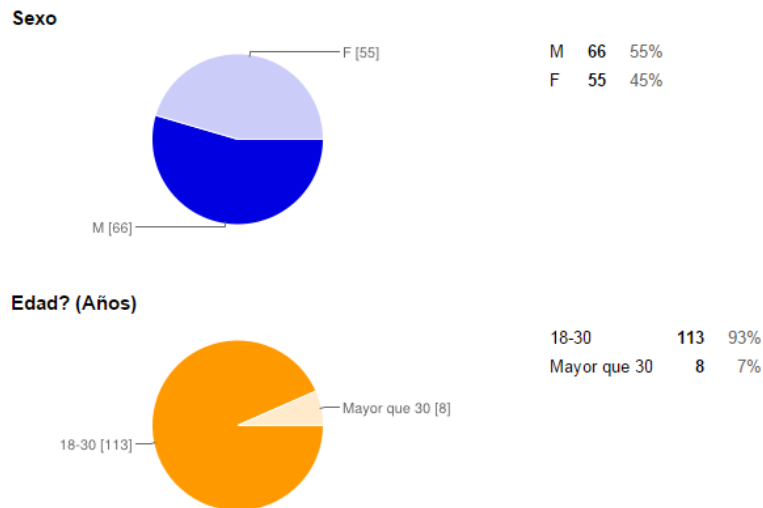
Fuente. Google Earth



6.4. Encuestas de Percepción

Las encuestas de percepción ciudadana, se realizaron sin manejar ningún procedimiento de muestreo a 120 personas, pues el objetivo de esta era conocer la percepción general sobre movilidad y algunos otros aspectos de la movilidad en la zona de estudio, dentro de estas destacan las siguientes:

Grafico 15. Sexo y edad de los encuestados



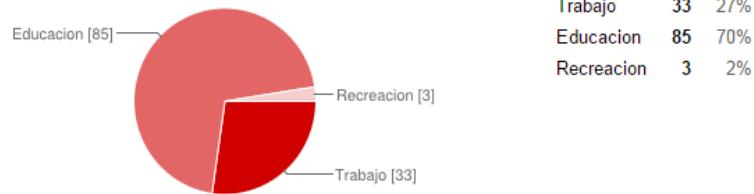
Fuente. Autor(es)

La proporción entre hombres y mujeres de los encuestados es casi 50-50, mientras que la mayoría de encuestados fueron jóvenes entre los 18 y 30 años (ver *Grafico 15*), mientras que, como se observa, casi el 100 % de la población se desplaza o moviliza por motivos de educación o trabajo y además de eso más del 70% percibe que en su zona de estudio, trabajo o residencia existen problemas de movilidad (ver *Grafico 16*).

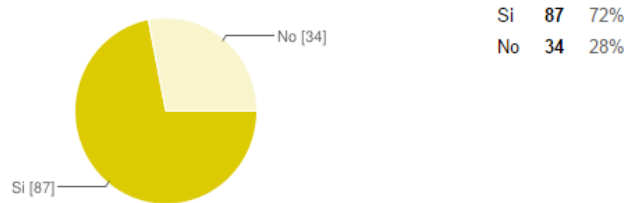


Grafico 16. Motivos de movilización y percepción de movilidad

Cuales son en mayor medida sus motivos para movilizarse?



Percibe usted problema de Movilidad en la zona de residencia, recreacion o trabajo?



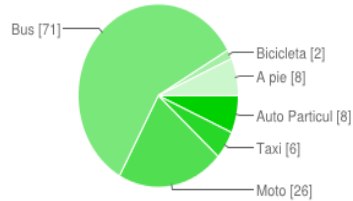
Fuente. Autores

Acorde con lo expresado en el grafico anterior, también se perciben grandes problemas en cuanto al transporte público se refieren, el 40 % de los encuestados creen que el problema que más los agobia es la congestión vehicular, mientras que el 7 % lo atañe a demoras en el transporte público (ver *Grafico 17*), esto también va íntimamente relacionado a que el 60 % de la población encuestad se transporta en Transporte público, mientras que un 21 % ha sido ‘robado’ por el fenómeno del mototaxismo.



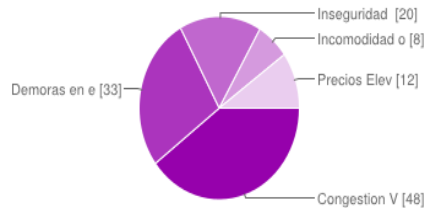
Grafico 17. Tipos de transporte usados y percepción de movilidad

Que tipo de Transporte usa con mas frecuencia?



Auto Particular	8	7%
Taxi	6	5%
Moto	26	21%
Bus	71	59%
Bicicleta	2	2%
A pie	8	7%

Cual de los siguientes problemas, cree usted que agobian mas



Congestion Vehicular	48	40%
Demoras en el Transporte Publico	33	27%
Inseguridad en el Transporte Publico	20	17%
Incomodidad o Falta de confort	8	7%
Precios Elevados	12	10%

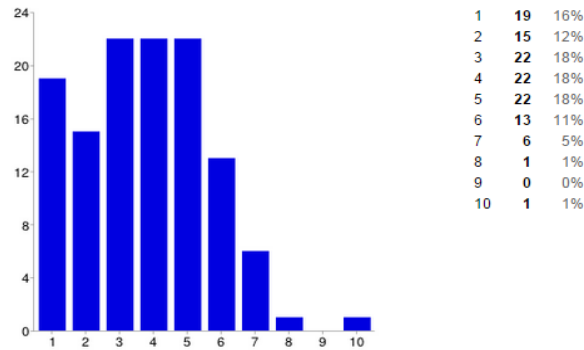
Fuente. Autor(es)

Concerniente al transporte público, la percepción que sobre este se tiene no es la mejor, solo el 7 % lo califica por encima de 6 (en escala de 1 a 10) y por razones tal vez culturales, solo un 50 % cree que la movilidad mejorara con la llegada del sistema integrado de transporte Transcaribe (ver *Grafico 18*).

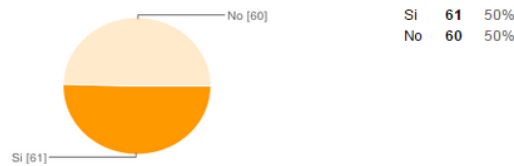


Grafico 18. Percepción Transporte Público y Transcaribe

de 1 a 10, en cuanto califica al Sistema de Transporte Publico de la Ciudad?



Cree que con la llegada de un Sistema Integrado de Transporte como TransCaribe se pueda mejorar la movilidad?



Fuente. Autor(es)

Además de eso, no hay que olvidarse de uno de los actores más vulnerables a la hora de interacción vial se refiere es el peatón, por eso el *Grafico 19*, muestra con claridad que casi el 80 % de los peatones se siente inseguro a la hora de cruzar una vía, asimismo alrededor del 80 % de los peatones usan el paso de cebra para realizar su cruce y de eso, en caso de no usarla, alegan por igual mala ubicación de los pasos de cebras, muy lejanos y porque se torna más fácil cruzar en otra zona cercana al paso de cebra.



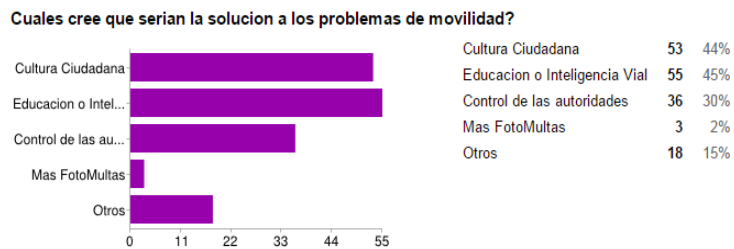
Grafico 19. Percepción sobre seguridad vial



Fuente. Autores

Por otra parte las personas encuestas ven como solución más factible a los problemas de movilidad, más cultura ciudadana, más educación vial y más control por parte de las autoridades, lo cual demuestra que las personas reconocen sus propios y errores y la necesidad de control sobre las acciones de conductores y peatones (ver *Grafico 20*).

Grafico 20. Percepción sobre seguridad vial



Fuente. Autores



6.5. Obtención de Mapas de Riesgos

Luego de que se generó el mapa de riesgo de toda la ciudad, se ubicaron cada una de las zonas de estudio y se le asignó el riesgo que le correspondía de acuerdo al mapa principal.

6.5.1. Sector Pastelillo

El sector Pastelillo se encuentra ubicado al oeste de la ciudad, como se puede apreciar en la *Figura 26* .

Figura 26. Mapa de Riesgo, Sector Pastelillo



Fuente. Mapa de Riesgos modificado por Autores

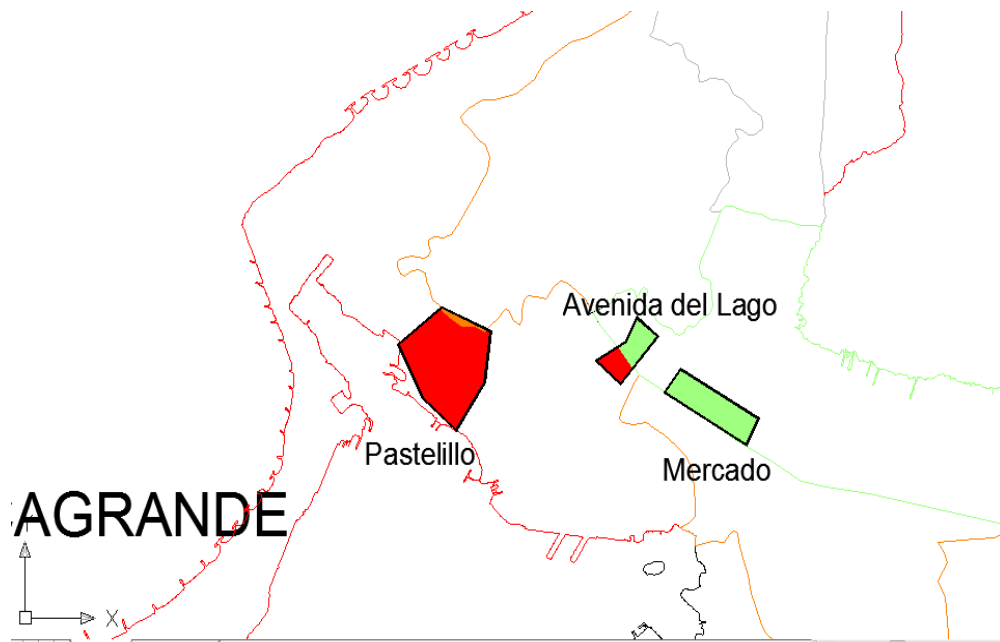
Conforme a la nomenclatura establecida en la *Figura 11*, la probabilidad de que ocurra un accidente en esta zona es muy alta (entre 80 y 100 %), en una pequeña porción de la zona la probabilidad de accidente es alta (entre 60 y 80 %).



6.5.2. Sector Pie de la Popa (cerca a Caribe Plaza)

El sector Pie de la popa, se encuentra ubicado prácticamente en la zona, céntrica de la ciudad, la **Figura 27** muestra la ubicación del sector y como queda configurado en términos de accidentalidad.

Figura 27. Mapa de riesgos, sector Avenida del Lago y Avenida Pedro de Heredia



Fuente. Mapa de Riesgos modificado por Autores

El sector Pie de la Popa, queda configurado entre dos zona según la **Figura 11**, eón probabilidad de accidentes muy baja (0-20 %) en la zona cercana a la avenida Pedro de Heredia y en muy alta (80-100 %) en la zona cercana a la avenida del Lago, esta diferencia se debe tal vez a la diferencia existente entre la infraestructura peatonal para un punto y para otro y seguramente también, del registro histórico de accidentes que se tengan para cada punto de la ciudad.



6.5.3. Avenida Pedro de Heredia (alrededor de Bazurto)

Conforme a lo observado con anterioridad (ver *Figura 27*), la avenida Pedro de Heredia alrededor del mercado Bazurto, se encuentra ubicado en una zona con probabilidad de accidentalidad muy baja (0-20 %), muy a pesar de ser una zona con alto flujo vehicular y alto flujo peatonal.

6.6. Estudios de Velocidad

Los estudio de velocidad son de gran importancia, pues estos serán datos que alimentaran las simulación e el software Ptv-Vissim, para este estudio los investigadores tomaron 10 vehículos (sin usar ninguna metodología) por cada tipo, entre ellos autos, buses, camiones y motos, y se realizó un estudio de velocidad de recorrido antes de tomar la intersección y de salida, tomando los tiempos y motivos de detención del vehículo (lo cual serviría para demoras).

Cuadro 23. Velocidades determinadas en cada zona de estudio

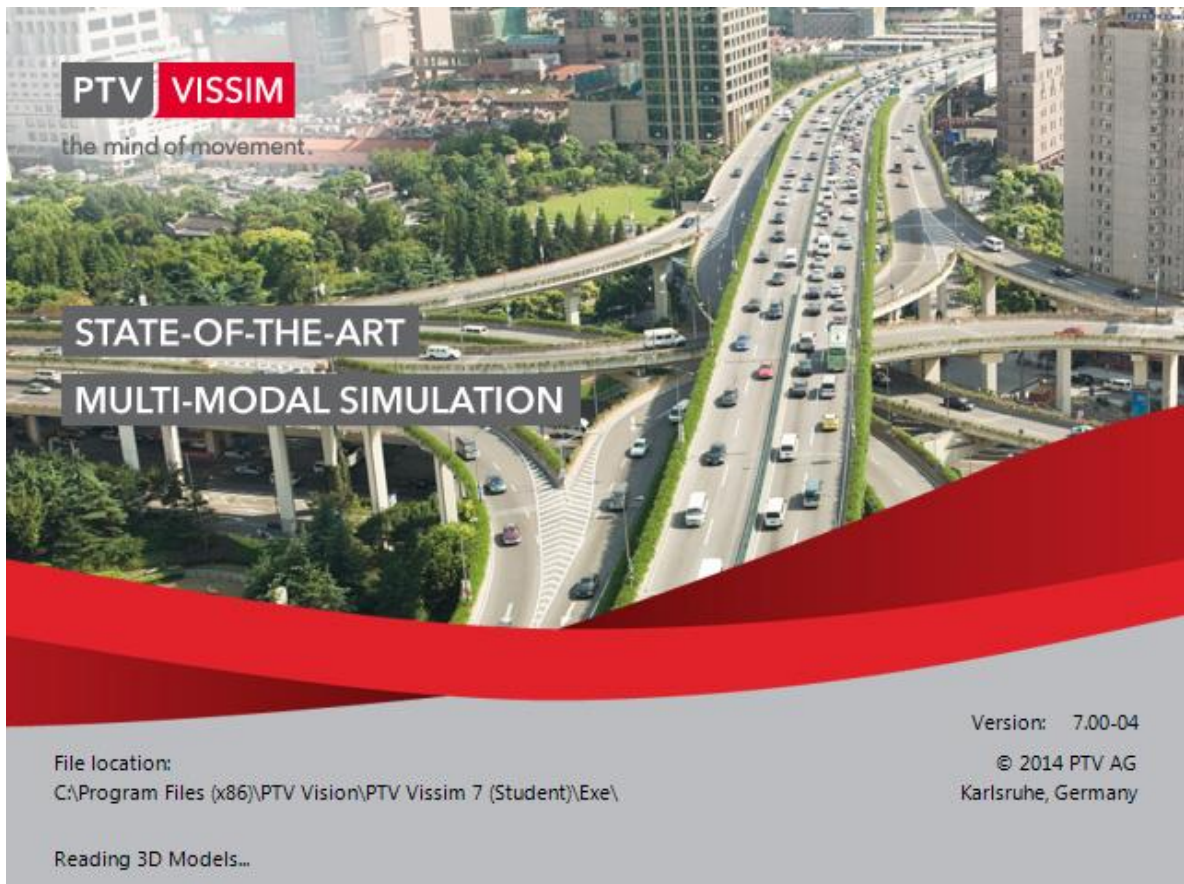
	Velocidad			
	Auto	Buses	Camiones	Motos
Sector Pastelilo	20	12	15	25
Sector Pie de la Popa	20	12	15	25
Avenida Pedro de Heredia	15	5	12	15

Fuente. Autores



6.7. Validación del Modelo – Ptv Vissim

Figura 28. Ptv Vissim Inicialización



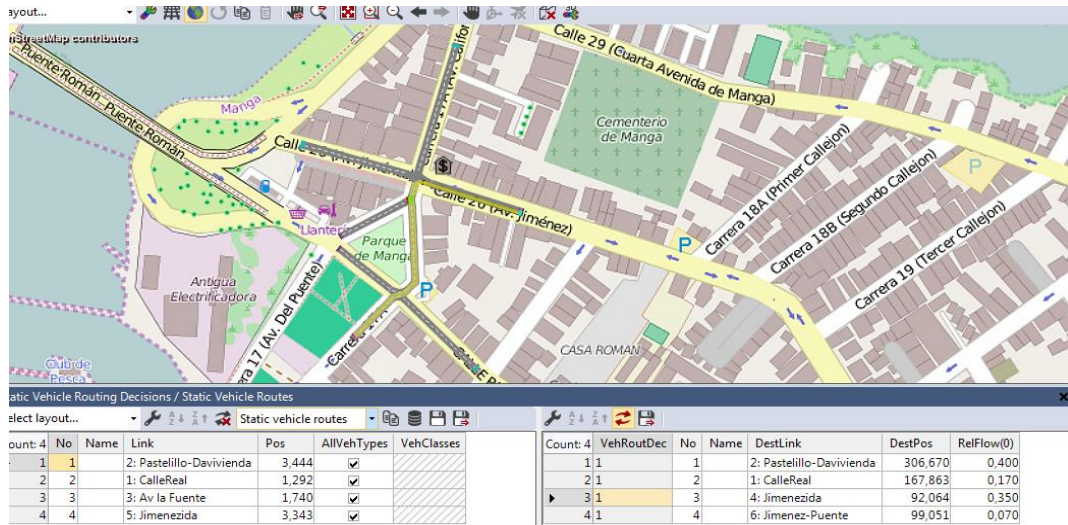
Fuente. Ptv Vissim 7.00.04

Luego de realizar la recolección de datos y de haberlos sistematizado, subsigue el proceso de la simulación, el cual comienza con la apertura del programa (ver *Figura 28*); como es bien sabido el programa PTV-Vissim, realiza la simulación teniendo en cuenta el comportamiento psicofísico del conductor, pero también considera la geometría de la vía, por esto el primer paso es cargar un archivo gráfico que represente la vía a simular, este debe ser escalado para que el programa no presente condiciones absurdas.



También es necesaria la creación de las líneas y conectores, que son las vías y el enlace que existe entre ellas (ver *Figura 10*), la correcta creación de estos elementos permite ingresar las “rutas” que seguirán los vehículos (ver *Figura 29*).

Figura 29. Ptv Vissim creación de líneas y rutas vehiculares

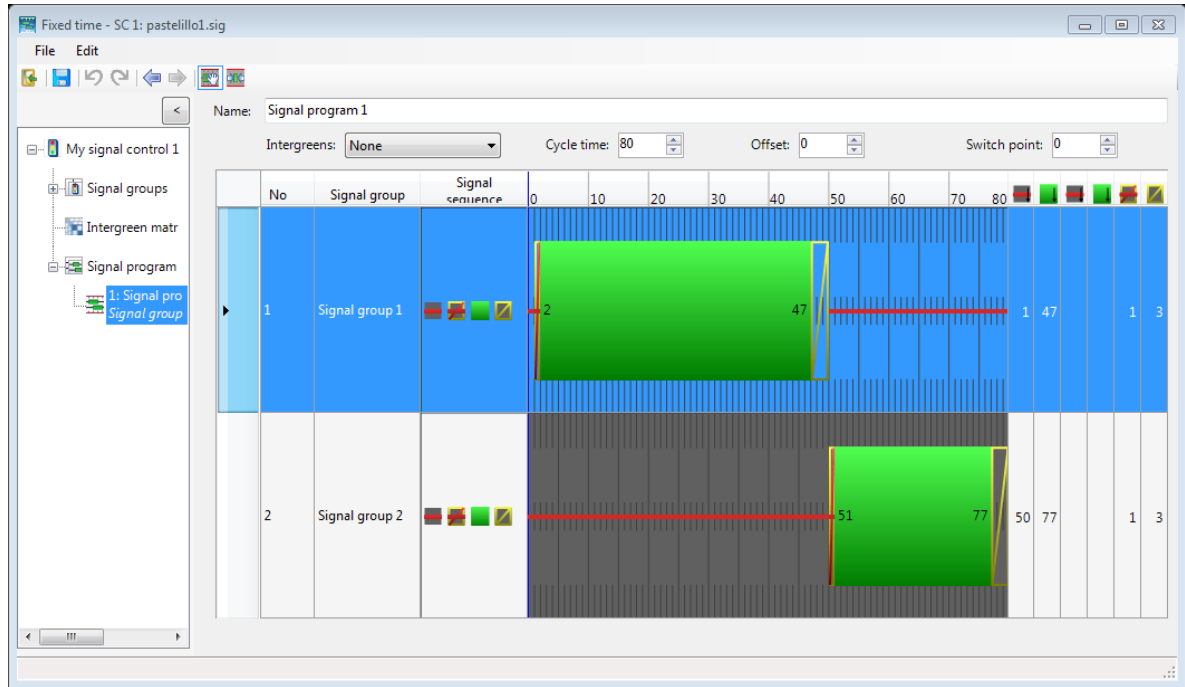


Fuente. Ptv Vissim 7.00.04

Es válido recordar que otros de los elementos a introducir en el modelo son:

- ✓ Volumen vehicular por entrada
- ✓ Áreas o zonas de conflicto
- ✓ Reglas de prioridad
- ✓ SemafORIZACIÓN (ver *Figura 30*)
- ✓ Transporte publico

Figura 30. Ptv Vissim SemafORIZACION



Fuente. Ptv Vissim 7.00.04

Es menester considerar también los distintos tipos de vehículos que existe y en función de esos, escoger el modelo de auto, camión, buseta y moto típico de la zona, por ejemplo para seleccionar y darle creación al modelo de moto, es necesario editar un perfil prediseñado que es el de las bicicletas, ya que el ambiente local de creación del software (Europa), no considera a las motos como un elemento distinto a tipo recreacional, para `crear` las motos (ver *Figura 31*), se deben modificar en su respectivo orden las siguientes partes del modelo de simulación:

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



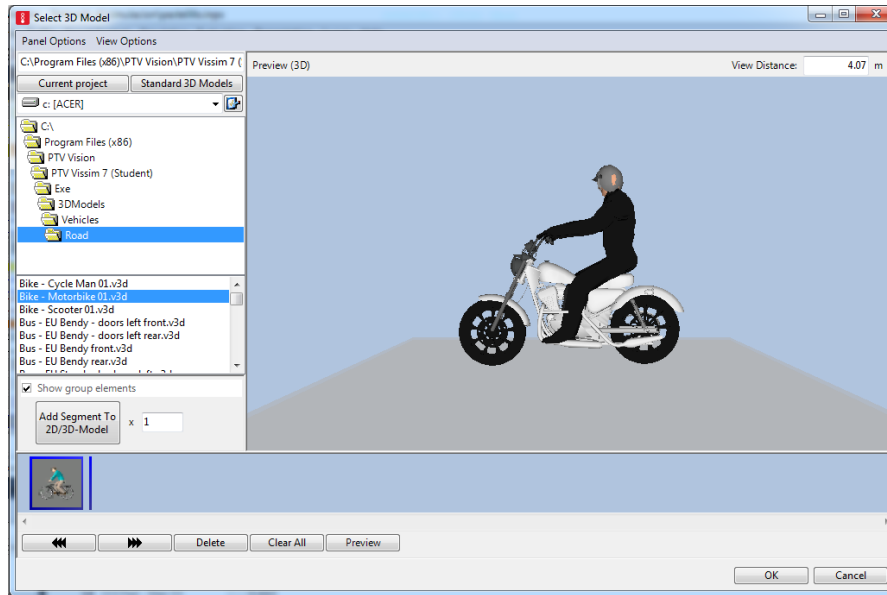
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 31. Ptv Vissim, Creacion de motos

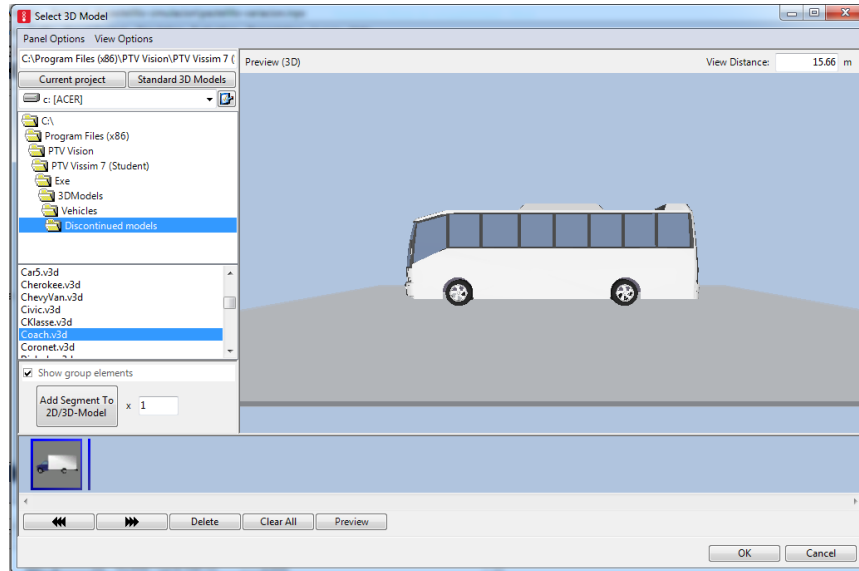


Fuente. Ptv Vissim 7.00.04

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

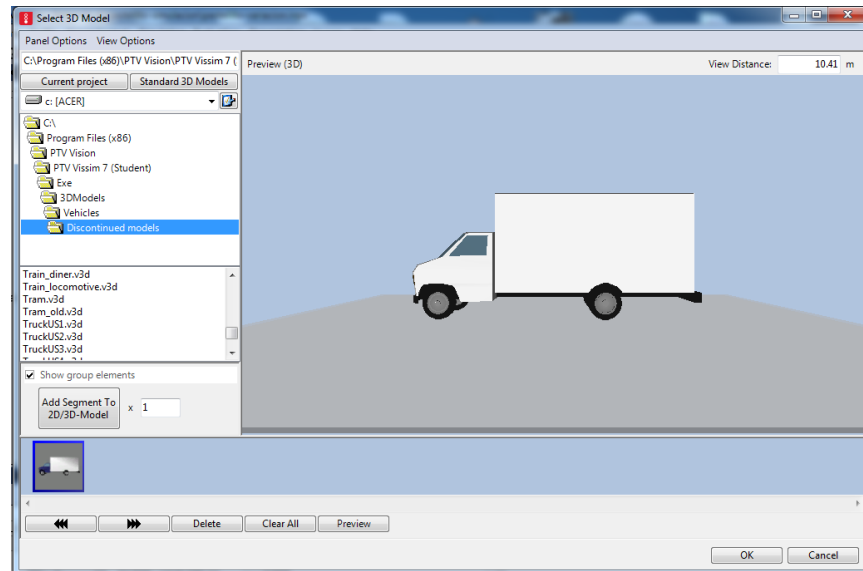


Figura 32. Ptv Vissim, Modelo 3D de Buses



Fuente. Ptv Vissim 7.00.04.

Figura 33. Ptv Vissim, Modelo 3D de Camiones



Fuente. Ptv Vissim 7.00.04



Otra situación importante sobre la que es necesario hacer salvedad, es el establecimiento de 3 de los 4 parámetros básicos que maneja el software Ptv-Vissim, entre ellos destacan following (seguimiento), lane change (cambio de carril), lateral (conducta entre un conducto al lado del otro) y signal control (señalización), esta última no se le efectuaran cambios pues se considera que su aplicación es la misma para toda conducta en el ambiente local del estudio.

Figura 34. Seguimiento entre vehículos

Driving Behavior Parameter Set

No.: 1 Name: Urban (motorized)

Following Lane Change Lateral Signal Control

Look ahead distance
min.: 30.00 m
max.: 250.00 m
4 Observed vehicles

Look back distance
min.: 20.00 m
max.: 150.00 m

Temporary lack of attention
Duration: 0.00 s
Probability: 0.00 %

Smooth closeup behavior
 Standstill distance for static obstacles: 0.50 m

Car following model
Wiedemann 74

Model parameters
Average standstill distance: 1.00
Additive part of safety distance: 1.00
Multiplic. part of safety distance: 1.50

OK Cancel

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04



Figura 35. Cambio de carril

Driving Behavior Parameter Set

No.: 1 Name: Urban (motorized)

Following Lane Change Lateral Signal Control

General behavior: Free lane selection

Necessary lane change (route)	Own	Trailing vehicle
Maximum deceleration:	-4.00 m/s ²	-3.00 m/s ²
- 1 m/s ² per distance:	100.00 m	100.00 m
Accepted deceleration:	-1.00 m/s ²	-1.00 m/s ²

Waiting time before diffusion: 60.00 s

Min. headway (front/rear): 0.50 m

To slower lane if collision time is above: 11.00 s

Safety distance reduction factor: 0.60

Maximum deceleration for cooperative braking: -3.00 m/s²

Overtake reduced speed areas

Advanced merging

Consider subsequent static routing decisions

Cooperative lane change

Maximum speed difference: 10.80 km/h

Maximum collision time: 10.00 s

Lateral correction of rear end position

Maximum speed: 3.00 km/h

Active during time period from 1.00 s until 10.00 s after lane change start

OK Cancel

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04



En la *Figura 34*, *Figura 35* y *Figura 36*, se muestran los parámetros de seguimiento, cambio de carril y distancia lateral, para todos los vehículos exceptuando las motos, pues como ya se ha mencionado anteriormente, las motos manejan otro tipo de conductas dentro de las vías

Figura 36. Distancia lateral

Driving Behavior Parameter Set

No.: 1 Name: Urban (motorized)

Following Lane Change **Lateral** Signal Control

Desired position at free flow: Any

Keep lateral distance to vehicles on next lane(s)
 Diamond shaped queuing
 Consider next turning direction

Collision time gain: 2.00 s
Minimum longitudinal speed: 3.60 km/h
Time between direction changes: 0.00 s

Default behavior when overtaking vehicles on the same lane

Overtake on same lane: On left On right

Minimum lateral distance: Distance standing: 0.50 m at 0 km/h
Distance driving: 1.00 m at 50 km/h

Exceptions for overtaking vehicles of the following vehicle classes

Count	VehClass	OvtL	OvtR	LatDistStand	LatDistDrive
1	60: Moto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,40	1,00

OK Cancel

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04



Figura 37. Seguimiento de vehículos para Motos

Driving Behavior Parameter Set

No.: 6 Name: Moto

Following Lane Change Lateral Signal Control

Look ahead distance
min.: 20 m
max.: 250.00 m
2 Observed vehicles

Look back distance
min.: 10 m
max.: 150.00 m

Temporary lack of attention
Duration: 0.00 s
Probability: 0.00 %

Smooth closeup behavior
 Standstill distance for static obstacles: 0.50 m

Car following model
Wiedemann 74

Model parameters

Average standstill distance:	0.20
Additive part of safety distance:	1.00
Multiplic. part of safety distance:	1.50

OK Cancel

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04



Para el seguimiento entre vehículos para las motos (ver *Figura 37*), se debe tener en cuentas que los conductores de moto resultan comportarse diferente a los conductores de automóviles, pues los primeros tienden a mantener una distancia entre carros ('average standill distance'), mucho menor que el de los automóviles.

Figura 38. Cambio de carril para motos

Driving Behavior Parameter Set

No.: 6 Name: Moto

Following Lane Change Lateral Signal Control

General behavior: Free lane selection

Necessary lane change (route)	Own	Trailing vehicle
Maximum deceleration:	-4.00 m/s ²	-3.00 m/s ²
- 1 m/s ² per distance:	100.00 m	100.00 m
Accepted deceleration:	-1.00 m/s ²	-1.00 m/s ²

Waiting time before diffusion: 60.00 s

Min. headway (front/rear): 0.50 m

To slower lane if collision time is above: 11.00 s

Safety distance reduction factor: 0.60

Maximum deceleration for cooperative braking: -3.00 m/s²

Overtake reduced speed areas

Advanced merging

Consider subsequent static routing decisions

Cooperative lane change

Maximum speed difference: 3.00 km/h

Maximum collision time: 10.00 s

Lateral correction of rear end position

Maximum speed: 3.00 km/h

Active during time period from 1.00 s until 10.00 s after lane change start

OK Cancel

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04



Para el cambio de carril (ver *Figura 38*), se debe tener en cuenta que las motos, adelantan en zonas de reducción de velocidad ('Overtake reduce speed areas') y para el distanciamiento lateral (ver *Figura 39*) se debe considerar, quienes al momento de detenerse los vehículos se 'escabullen' entre ellos a muy corta distancia y cuando se encuentran en marcha, también adelanta aunque con un umbral de seguridad mayor.

Figura 39. Distancia lateral para motos

Driving Behavior Parameter Set

No.: 6 Name: Moto

Following Lane Change Lateral Signal Control

Desired position at free flow: Any

Keep lateral distance to vehicles on next lane(s)

Diamond shaped queuing

Consider next turning direction

Collision time gain: 2.00 s

Minimum longitudinal speed: 1.00 km/h

Time between direction changes: 0.00 s

Default behavior when overtaking vehicles on the same lane

Overtake on same lane

On left

On right

Minimum lateral distance

Distance standing: 0.10 m at 0 km/h

Distance driving: 0.50 m at 50 km/h

Exceptions for overtaking vehicles of the following vehicle classes

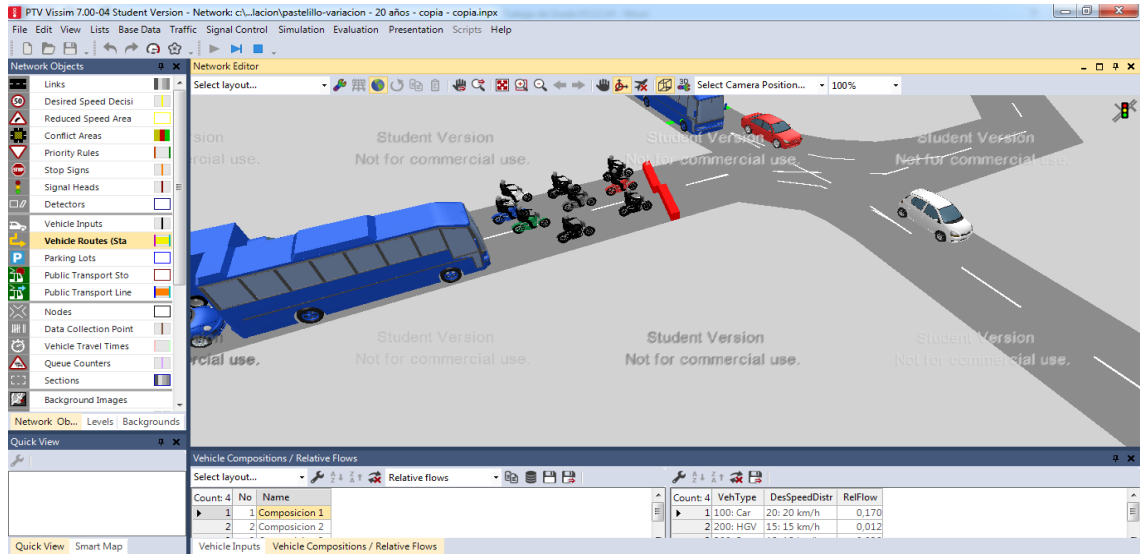
Count: 0	VehClass	OvtL	OvtR	LatDistStand	LatDistDrive
----------	----------	------	------	--------------	--------------

OK Cancel

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04

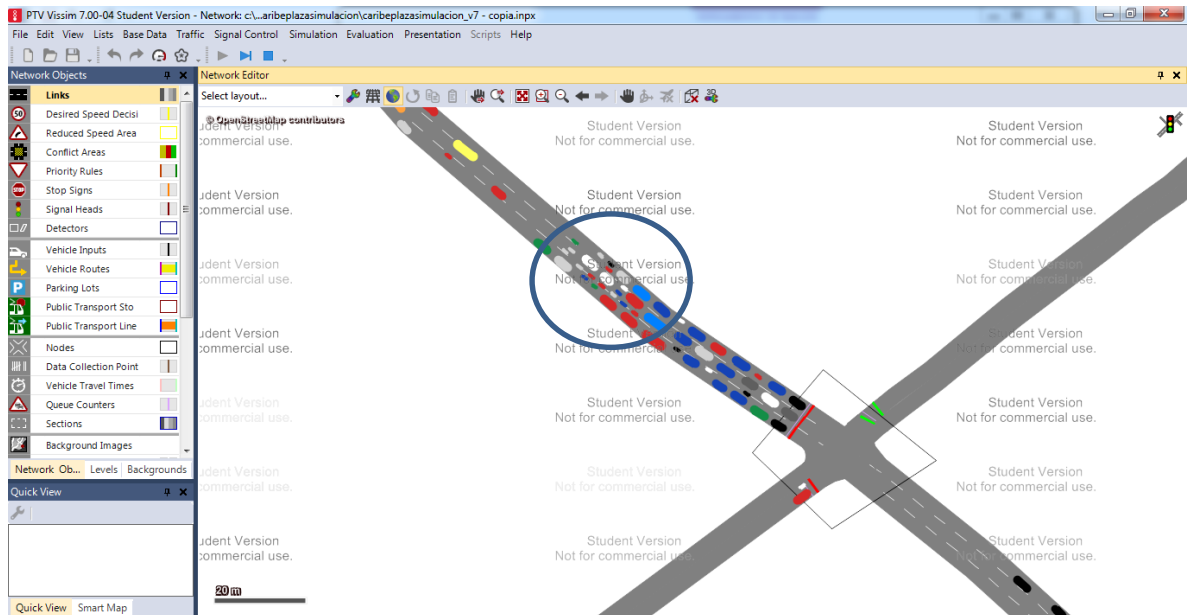


Figura 40. Calibración del comportamiento del conductor de motocicleta I



Fuente. Ptv Vissim 7.00.04

Figura 41. Calibración del comportamiento del conductor de motocicleta II

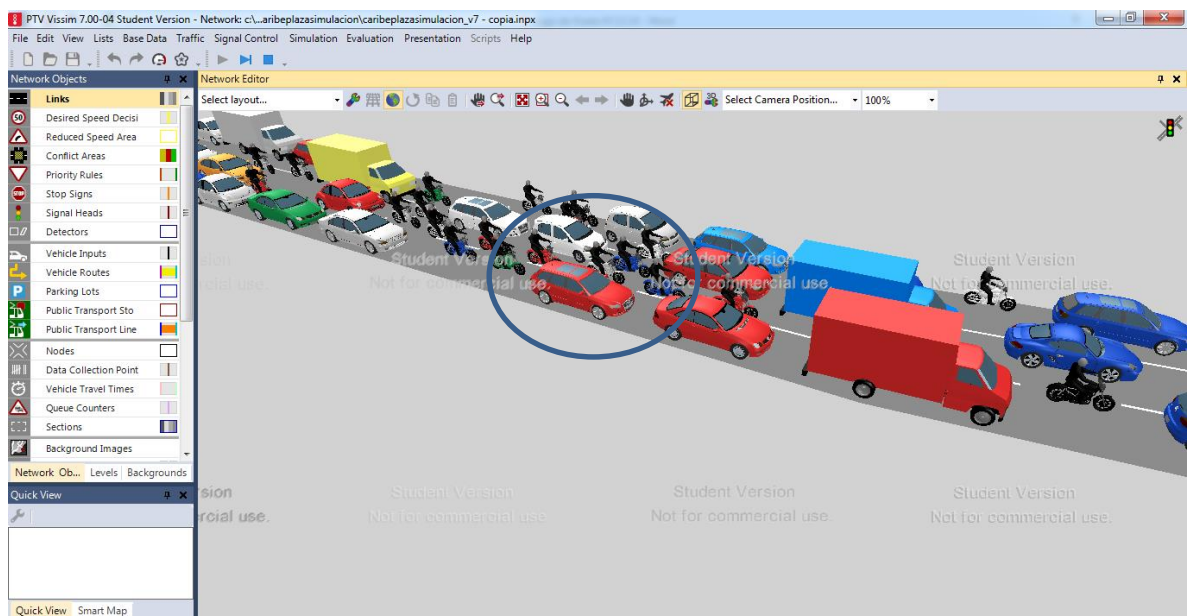


Fuente. Ptv Vissim 7.00.04



Luego de haber realizado la calibración del modelo, se observan 3 de los resultados esperados en cuanto al comportamiento del conductor, la **Figura 40** donde se observa claramente cómo se reúnen las motos en los dos carriles, pegadas unas de otras, la **Figura 41** en la cual se observa a las motos intentando adelantar tanto por derecha como por izquierda (por inspección visual se verifica lo mencionado, a pesar de que la primera es prohibida) y por último, en la **Figura 42** se visualiza a las motocicletas detenidas entre vehículos (conducta usual cuando se detiene el tráfico en los semáforos)

Figura 42. Calibración del comportamiento del conductor de motocicleta III



Fuente. Ptv Vissim 7.00.04

6.8. Longitudes de Cola

La medición de colas es de gran importancia para el software Ptv-Vissim, ya que partir de este se puede determinar, si la simulación que se presenta es acorde o no con la realidad;



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

6.9. Demoras

La medición de las demoras, al igual que las longitudes de colas también es importante, específicamente para situaciones, donde por condiciones del tráfico es imposible establecer un punto y una longitud de cola, y donde seguramente predomina más los tiempos perdido en la zona de estudio, al igual que las longitudes de colas, las diferencias entre las medidas y las determinadas, arrojan el error tolerable.



7. ANALISIS DE RESULTADOS

7.1. Sector Pastelillo

Para el sector Pastelillo, en base a los resultados obtenidos, el análisis de las vías tanto peatonales como vehiculares, es el siguiente:

7.1.1. Determinación de nivel de servicio en vías peatonales

Luego de procesar toda la información y de obtener el periodo pico de máxima demanda se tiene que:

Cuadro 24. Flujo peatonal Máximo del Sector Pastelillo

	Flujo Peatonal
Q1	43
Q2	58
Q3	41
Qpico	142

Fuente. Autor(es)

Para poder calcular el nivel de servicio que posee esta vía peatonal y según los datos consignados en el *Cuadro 24*, se debe tener en cuenta las características que ella presenta (ver *Figura 43*):



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

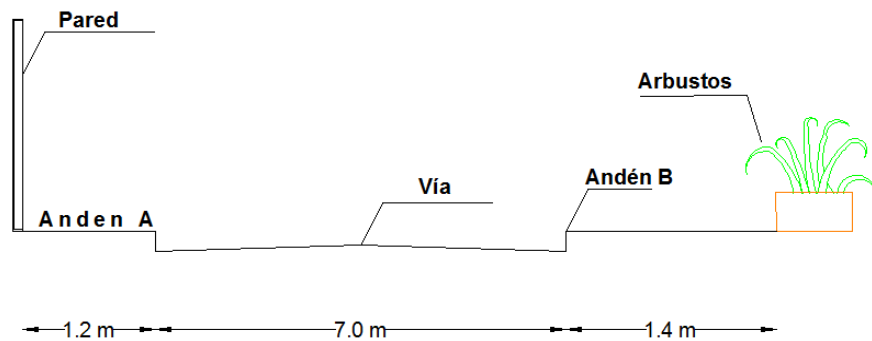
DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 43. Sección Típica del Sector Pastelillo

Sector el Pastelillo

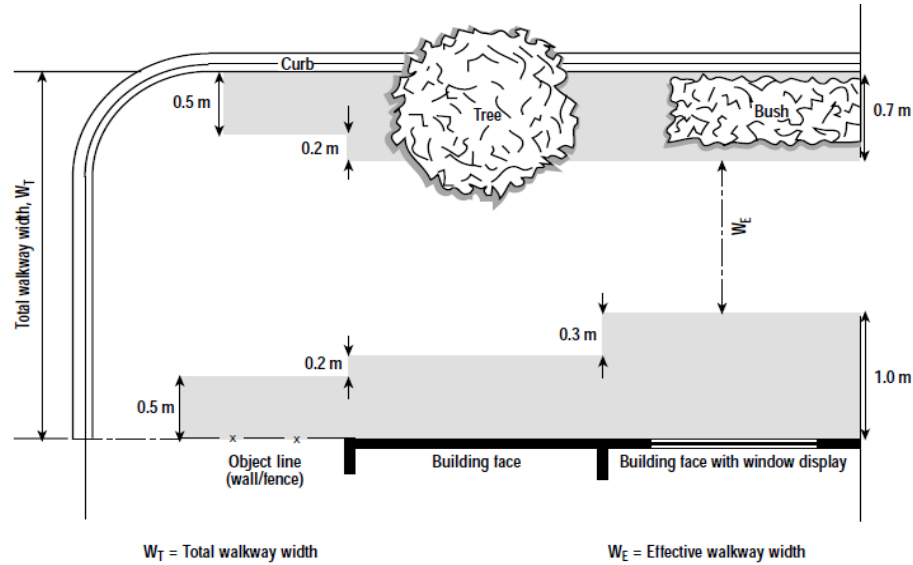


Fuente. Autores

Una vez descritas estas características, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones otorgadas por HCM-2000 en cuanto a la determinación del nivel de servicio de peatones.



Figura 44. Ajuste de ancho por obstáculos fijos (restricciones psicológicas)



Fuente. HCM-2000

Por consiguiente, la determinación del ancho efectivo esta da por:

$$W_E = W_T - \sum W_o$$

Donde:

$$W_E = \text{Ancho efectivo}$$

$$W_T = \text{Ancho Total}$$

$$W_o = \text{Obstaculos o restricciones psicologicas}$$

Luego de obtener el ancho efectivo, es posible calcular la rata de flujo para así poder determinar el nivel de servicio de la vía peatonal, esta se puede obtener utilizando la siguiente expresión matemática.



$$\text{Rata de Flujo} = \frac{Q_{\text{pico}}}{15 * W_E}$$

Teniendo en cuenta que as restricciones para el andén A, obedece a la restricción de una pared y bordillo, mientras que el anden B tiene una restricción por arbusto, además suponiendo el flujo 50-50 % entonces los calculo obtenidos son los siguientes:

Cuadro 25 Rata de Flujo por anden –Sector Pastelillo

	Anden A	Anden B
Wt	1.2	1.4
Wo	1	0.7
Rata de Flujo	23.67	6.76

Fuente. Autor(es)

Luego entrando en el **Cuadro 26**, es posible determinar el nivel de servicio de cada andén, esto considerando como factor evaluador la rata de flujo.

Cuadro 26. Nivel de Servicio Peatonal por Rata de Flujo

LOS	Space (m ² /p)	Flow Rate (p/min/m)
A	> 5.6	≤ 16
B	> 3.7–5.6	> 16–23
C	> 2.2–3.7	> 23–33
D	> 1.4–2.2	> 33–49
E	> 0.75–1.4	> 49–75
F	≤ 0.75	variable

Fuente. HCM-2000

Luego de realizar dicho paso, se observa que el nivel de servicio *del Anden A* es tipo C y el *Anden B* es tipo A, lo cual indica que el nivel de servicio prestado es bueno.

7.1.2. Determinación de nivel de servicio vehicular

Para determinar el nivel de servicio de las intersecciones que se encuentran en el punto de estudio, es necesario remitirse al HCM-2000, este conforme a las demoras promedios



obtenidas, dichas demoras permitieron determinar los niveles de servicio en las vías y con la ejecución del software de simulación se pueden obtener dichas demoras, sin el engorroso proceso de medirlas en campo

Cuadro 27. Nivel de Servicio Vehicular por Demora Promedio

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

Fuente. TRB-2000

También es importante determinar el Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD), pues este nos permitirá establecer si el flujo es homogéneo y de no ser así, insertar las características del flujo vehicular acorde cada uno de los intervalos de la hora pico; este factor puede determinarse de la siguiente formula

$$FHMD = \frac{Q_{pico}}{n * q_{max}}$$

Donde Q_{pico} es el flujo total obtenido en la hora pico, q_{max} es el mayor flujo de 5 minutos dentro de la hora pico y n es el número de periodos contados dentro de la hora (para este caso 12), de esto los datos obtenidos fueron:



Cuadro 28. Flujo vehicular por intervalos en hora pico, Sector Pastelillo

Qmax	
5:50	195
5:55	298
6:00	240
6:05	233
6:10	241
6:15	302
6:20	218
6:25	241
6:30	196
6:35	251
6:40	324
6:45	307

Fuente. Autor(es)

Por esto el Factor Horario de Máxima demanda Obtenido fue de 0.783 (considerando el volumen máximo extraído de la *Grafico 2*), lo cual indica que el flujo vehicular tiende a ser homogéneo, por tanto la simulación fue realizada a lo largo de la hora pico específico y no por intervalos como se había contemplado.

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



De esta manera, los resultados de cola observado y estimados fueron:

Cuadro 29. Longitudes de colas observada y estimada en metros

Longitud de cola maxima			
Nombre	Observada	Estimada	% de Error
Avenida Jimenez	87,1	90,28	3,52
Espiritu del Manglar Davivienda	90,5	88,43	2,34
Calle Real	61,98	64,77	4,31
Pastelillo Davivienda	29,13	33,09	11,97

Fuente. Autor(es)

Luego para la simulación del pastelillo, se tiene que las demoras promedio por cada intersección fueron:

Figura 45. Tiempos de demora por intersección, sector Pastelillo

Count	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)	DelayStopAvg(All)	DistTot(All)	TravTmTot(All)	DelayTot(All)	StopsTot(All)	DelayStopTot(All)	VehAct(All)	Vel
1	8	0-3600	30,666	1,15	10,98	21,88	97,16	31864,70	15728,47	592	11221,89	65	
2	13	0-3600	30,666	1,15	10,98	21,88	97,16	31864,70	15728,47	592	11221,89	65	
3	14	0-3600	30,933	1,14	10,96	22,12	97,09	31876,80	15751,82	582	11304,71	63	

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04 modificado por Autor(es)



Como se puede observar en la *Figura 45*, las demoras promedio por intersección 1 y 2 son 30,66 y 30,83 respectivamente, de la *Cuadro 27* se puede determinar que el nivel de servicio observado es tipo C para los dos casos, estas son las condiciones actuales de la vía en estudio.

7.2. Sector Pie de la Popa (cerca a Caribe Plaza)

Para el sector del Pie de la Popa, tomando como referencias los resultados obtenidos y efectuando una metodología para el análisis similar al inciso anterior, se tiene que:

7.2.1. Determinación de nivel de servicio en vías peatonales

Cuadro 30. Flujo peatonal Máximo del Sector Pie de la Popa

	Flujo
Q1	117
Q2	141
Q3	137
Qpico	395

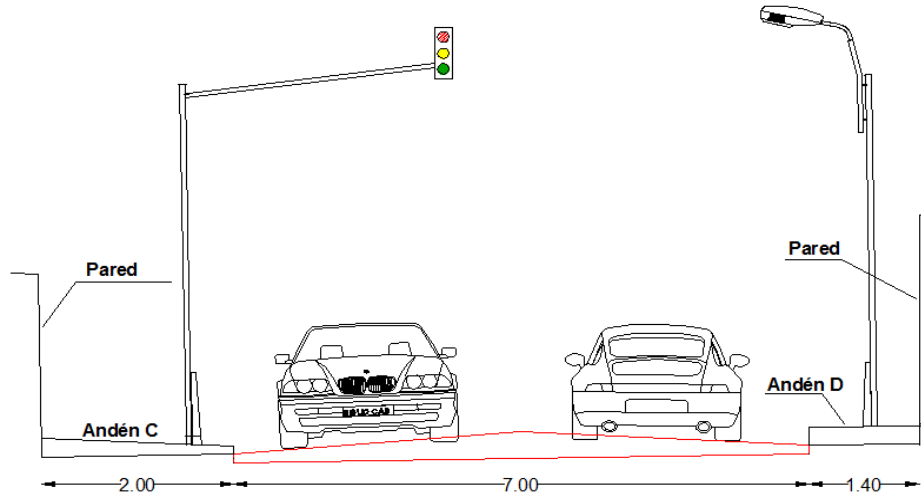
Fuente. Autores

Para calcular el nivel de servicio de la vía peatonal y según los datos sobre flujo en el *Cuadro 30*, se debe tener en cuenta las características que posee, en términos de geometría de sus vías peatonales (ver *Figura 46*):

Figura 46. Sección Típica del Sector Pie de la Popa



401



Fuente. Autores

Una vez descritas las características de las vías peatonales, se debe tener en cuenta las recomendaciones otorgadas por HCM-2000 en cuanto a la determinación del nivel de servicio de peatones (ver *Figura 44*); siguiendo el procedimiento empleado por el punto pasado y teniendo en cuenta, el ancho total, restricciones y ancho efectivo, se tiene que para los andes (que se encuentran influenciado por paredilla. Suponiendo un flujo 50-50 % entonces se calculó el nivel de servicio para el andén D, pero siendo conocedores de las condiciones del punto, se sabe que más del 90 % del flujo pasa por el andén C, por esto los cálculos para el nivel de servicio del andén C se escoge todo el ancho, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 31 Rata de Flujo por anden –Sector Pie de la Popa

	Anden C	Anden D
Wl	2,00	1,40
Wo	1	1
Flujo Peatonal	26,33	2,19

Fuente. Autores



Luego entrando en el *Cuadro 26*, es posible determinar el nivel de servicio de cada andén, esto considerando como factor evaluador la rata de flujo, para el andén C el nivel de servicio es tipo C, mientras que para el Anden D es tipo A.

7.2.2. Determinación de nivel de servicio vehicular

Similar a lo desarrollado en el inciso anterior, es necesario calcular el Factor Horario de Máxima Demanda, pues este nos permitirá conocer que tan homogéneo es el tráfico a través de toda la hora crítico.

$$FHMD = \frac{Q_{pico}}{n * q_{max}}$$

Donde Q_{pico} es el flujo total obtenido en la hora pico, q_{max} es el mayor flujo de 5 minutos dentro de la hora pico y n es el número de periodos contados dentro de la hora (para este caso 12), de esto los datos obtenidos fueron:

Cuadro 32. Flujo vehicular por intervalos en hora pico Sector Pie de la Popa,

Qmax	
5:55	659
6:00	488
6:05	580
6:10	520
6:15	728
6:20	536
6:25	823
6:30	525
6:35	710
6:40	644
6:45	586
6:50	511

Fuente. Autores



Para estos datos el Factor Horario de Máxima demanda Obtenido fue de 0.873 (usando el volumen máximo del *Grafico 6*), lo cual indica que el flujo vehicular tiende a ser homogéneo, por tanto la simulación fue realizada a lo largo de la hora pico específico y no por intervalos como se había contemplado.

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

De esta manera, los resultados de cola observado y estimados fueron:

Cuadro 33. Longitudes de colas observada y estimada en metros

Longitud de cola maxima			
Nombre	Observada	Estimada	% de Error
Av del Lago	349	377,59	7,57
Flamingo	90,5	96,94	6,65
Drogueria Inglesa	31,5	37,51	16,01
Caribe Plaza (delantera)	130,5	153,63	15,06
Mixto la Popa	56,5	62,38	9,43
Av Pedro de Heredia	91,5	85,49	7,04

Fuente. Autores

Las diferencias entre observada y estimada estuvieron un poco más holgadas, esto pudo ser debido a la poca precisión a la hora de realizar la medición, a la introducción de la geometría en la zona dentro del programa o tal vez esté ligado a la determinación de alguno de los datos de entrada de software.

Luego para la simulación del sector Pie de a Popa, se tiene que las demoras promedio por cada intersección fueron:



Figura 47. Tiempos de demora por intersección, sector Pie de la Popa

Count	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)	DelayStopAvg(A)
13	53	0-3600	28,25	1,06	10,84	16
14	54	0-3600	23,46	0,99	11,29	14
15	55	0-3600	79,27	2,19	8,28	49
16	59	0-3600	81,31	2,20	8,22	51
17	60	0-3600	59,61	1,79	9,28	34

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04 modificado por Autores

La

Figura 47 muestra las demoras promedio por intersección 1, 2 y 3 son 79.27, 81.31 y 59.61 respectivamente, de la **Cuadro 27** se puede determinar que el nivel de servicio observado es tipo E para las intersecciones 1 y 3, mientras que la otra es tipo F, estas son las condiciones actuales de la vía en estudio, lo cual muestra ya lo deteriorada que se encuentra la movilidad en la zona.

7.3. Avenida Pedro de Heredia (alrededor de Bazurto)

Para el sector de la avenida Pedro de Heredia, se realizó el análisis partiendo de los resultados obtenidos y efectuando una metodología para el análisis similar a los incisos anteriores, se tiene que:

7.3.1. Determinación de nivel de servicio en vías peatonales

Para calcular el nivel de servicio de la vía peatonal, se debe recordar según los datos sobre flujo peatonal de este sector (ver **Grafico 10**) y recordar que el máximo flujo peatonal en la zona fue de 580 peatones, ahora considerando que la sección típica (ver **Anexo 5**) del punto en estudio, se encuentra repleta de centros comerciales, las restricciones presente serán por vitrina y por bordillo (ver **Figura 44**).



En el *Cuadro 34*, se puede apreciar la determinación de la rata de flujo, en el periodo de máxima demanda.

Cuadro 34. Rata de flujo por andén, sector Bazurto

	Anden E	Anden F
Wl	2,50	3,00
Wo	2,10	2,10
Rata de flujo	96,67	42,96

Fuente. Autores

Luego considerando el *Cuadro 26*, es posible determinar el nivel de servicio de cada andén, obteniendo como resultado para el andén E el nivel de servicio es tipo F, mientras que para el Anden F es tipo D.

7.3.2. Determinación de nivel de servicio vehicular

Para determinar el nivel de servicio de las intersecciones que se encuentran en este punto del estudio, es necesario remitirse al HCM-2000, este conforme a las demoras promedios obtenidas, dichas demoras permitieron determinar los niveles de servicio en las vías.

También es importante la determinación del Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD), pues este nos permitirá establecer si el flujo es homogéneo y de no ser así, insertar las características del flujo vehicular acorde cada uno de los intervalos de la hora pico; este factor puede determinarse con la siguiente formula

$$FHMD = \frac{Q_{pico}}{n * q_{max}}$$

Donde Q_{pico} es el flujo total obtenido en la hora pico, q_{max} es el mayor flujo de 5 minutos dentro de la hora pico y n es el número de periodos contados dentro de la hora (para este caso 12), de esto los datos obtenidos fueron:



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cuadro 35. Flujo vehicular por intervalos en hora pico Sector Pie de la Popa,

Qmax	
6:10	460
6:15	487
6:20	446
6:25	494
6:30	490
6:35	486
6:40	483
6:45	469
6:50	680
6:55	640
7:00	555
7:05	523

Fuente. Autores

Para estos datos el Factor Horario de Máxima demanda Obtenido fue de 0.873, lo cual indica que el flujo vehicular tiende a ser homogéneo, por tanto la simulación fue realizada a lo largo de la hora pico específico y no por intervalos como se había contemplado.

Luego para verificar la veracidad de la simulación obtenida, es necesario comparar los tiempos de demora medidos dos, pues como bien se conoce, en este punto no existe un sistema de control que nos permita establecer longitudes de colas de manera adecuada, las limitaciones a la correcta calibración del modelo, están ligadas a la recolección de datos.



Para los datos recolectados, las demoras medidas y estimadas fueron:

Cuadro 36. Tiempos de demora, medidas y estimadas, sector Bazurto

Tiempos de Demora			
Tipo de Vehiculo	Medidos	Estimados	% de Error
Auto	210	200,49	4,74
Buses	160	179,97	11,10
Camiones	187	196,63	4,90
Motos	69	81,38	15,21

Fuente. Autores

Las diferencias entre observada y estimada fueron relativamente considerables, esto debido a los métodos de recolección de datos. Luego para la simulación de Bazurto, se tiene que las demoras promedio fueron:

Figura 48. Tiempos de demora por intersección, sector Bazurto

Count	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)	DelayStopAvg(All)	DistTot(All)	TravTmTot(All)	DelayTot(All)	StopsTot(All)	DelayStopTot(All)	VehAct(All)	VehArr(All)	De
16	0-3600		114.11	1,87	5,37	29,72	140,38	94094,80	50548,61	830	13167,91	230	213	1
27	0-3600		115,44	1,35	5,40	24,69	116,48	77658,20	41905,88	491	8962,86	296	67	1
38	0-3600		96,49	1,88	5,66	22,26	104,08	66251,90	33965,91	663	7836,04	209	143	1
49	0-3600		143,90	1,16	5,51	27,87	186,58	121874,60	65330,68	525	12650,86	333	121	1
510	0-3600		144,97	1,24	5,46	26,25	184,73	121897,00	65817,02	562	11916,77	342	112	1
611	0-3600		126,69	3,70	5,98	26,28	166,64	100287,30	51716,20	1489	10562,69	310	92	1
712	0-3600		126,69	3,64	6,00	25,77	164,27	98638,00	50801,54	1459	10332,56	314	87	1
813	0-3600		117,62	3,26	5,73	19,05	200,56	125970,90	66691,31	1849	10799,25	365	202	1
914	0-3600		115,38	3,38	5,68	23,02	199,47	126381,00	66226,51	1941	13215,72	360	214	1
1015	0-3600		48,97	1,17	7,29	4,30	77,91	38493,30	15717,87	376	1381,06	223	98	1

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04 modificado por Autores

Considerando la rotonda del mercado como una intersección semaforizadas (pues será una rotonda semaforizada), tomando los tiempos de demora promedio de la **Figura 48**, lo cual según el **Cuadro 27**, otorga un nivel de servicio tipo F, esto se debe probablemente al mejoramiento vial que se adelanta en el punto de estudio.



8. ALTERNATIVAS DE SOLUCION

8.1. Sector Pastelillo

8.1.1. Solución Vial

Con el fin de mostrar una solución integrada a los problemas de movilidad, se proyectó el tránsito a 20 años, aunque bien es sabido que en los últimos años Cartagena ha presentado crecimientos anuales del parque automotor mayores a 10 % (CCV, 2014), se debe considerar que el crecimiento no es constante y que depende de muchos factores, además el aumento del parque automotor no significa concretamente que aumente en la zona de estudio, por esto y basados en estudios anteriores como el de (Pajaro, Quezada, & Torres, 2012) se trabajó con un incremento anual del 3 % en el parque automotor, esto permitió la determinación del nivel de servicio proyectado.

Figura 49. Tiempos de demora para transito proyectado, sector Pastelillo

Count	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)	DelayStopAvg(All)	DistTot(All)	TravTmTot(All)	DelayTot(All)	StopsTot(All)	DelayStopTot(All)	VehAct(All)	VehArr(All)	Delay
1	1	0-3600	41,18	1,25	9,27	31,56	120,44	46778,10	26770,24	812	20512,90	98	552	80
2	2	0-3600	41,18	1,25	9,27	31,56	120,44	46778,10	26770,24	812	20512,90	98	552	80

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04 modificado por Autor(es)

Las demoras obtenidas para este caso son de 41.18 segundos (ver **Figura 49**) para ambos casos, esto arrojó como resultado en la determinación del nivel de servicio (ver **Cuadro 27**), un nivel de servicio tipo D.

Una vez obtenida esta simulación, se procedió a ‘evaluar’ alternativas de solución, que tendieran a mejorar el nivel de servicio en la zona, la dificultad principal en la búsqueda



de alternativas de solución para esta zona, radico en que se debían buscar soluciones a una intersección de tal manera que la mejora en una de las dos intersecciones, no repercutiera negativamente sobre la otra, por eso si se añade un carril a la avenida Jiménez y se realiza un desnivel sobre la Calle real, sumado a la reorientación el flujo, de tal manera que los movimientos 2(2), 2(3) y 2(4) observados en la **Figura 13** se puedan ejecutar a través de otras vías, se obtienen los siguientes resultados:

Figura 50. Tiempo de demora por solución vial

Count	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)	DelayStopAvg(All)	DistTot(All)	TravTmTot(All)	DelayTot(All)	StopsTot(All)	DelayStopTot(All)	VehAct(All)	VehAr
9	9	0-3600	42,74	1,22	9,18	32,90	140,33	55040,90	31796,45	904	24476,41	103	
10	10	0-3600	32,57	1,12	10,89	24,02	135,30	44739,90	22341,75	765	16474,58	77	
11	11	0-3600	34,37	1,17	10,32	24,82	97,76	34108,40	17840,14	608	12881,02	84	
12	12	0-3600	20,54	0,65	13,03	14,20	82,36	22760,70	9100,09	286	6288,79	73	
13	13	0-3600	18,66	0,60	13,09	12,49	51,36	14121,50	5615,52	181	3759,04	80	
14	14	0-3600	28,82	0,93	11,09	21,02	150,16	48752,70	23890,05	768	17423,07	121	

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04 modificado por Autor(es)

Como se observa en la **Figura 50**, la demora en la intersección 1 fue de 28,8 segundos, obteniendo una disminución de 14 segundos aproximadamente para todo tipo de vehículo, ubicándolo según la **Cuadro 27** en nivel de servicio C; además se debe tener en consideración que la intersección 2, se eliminaron todo tipo de registro, pues al eliminar el área de conflicto (cuando se creó el desnivel), se eliminaron las longitudes de cola y los tiempos de demora.

8.1.2. Solución peatonal

Para poder brindarle una integra solución a la movilidad del punto en estudio, no debe olvidarse al peatón, pues este al fin de cuentas, es quien termina siendo el más perjudicado en algún accidente vial, pues como bien se sabe, su sistema de carrocería es el mismo



cuerpo, es por esto que a partir de lo observado en los resultados de niveles de servicio, Mapa de riesgos y encuestas de percepción, se contempla lo siguiente:

- ✓ Recuperación del espacio público, retiro o reubicación de negocios tanto ambulantes como estacionarios (ver Figura 51)
- ✓ Integración de los andenes con el espacio recreacional de la zona (Parque y centro deportivo renovado) de tal manera, que entre estos no ‘desentonen’, ni se resten espacios, sino que se integren como uno solo y así aumentar el nivel de servicio en la vía peatonal.
- ✓ Delimitación entre otras infraestructura (edificaciones, postes, cajas de registro de telecomunicaciones, cables de electricidad etc. etc.) para que no interrumpan el flujo libre de los peatones, ya que si esto no ocurre se está invitando al peatón a que exponga su integridad para poder llegar a su destino.
- ✓ Renovar aceras y pavimentos, de tal manera que el usuario este en estado de confort al momento de transitar la zona.
- ✓ Realizar un cambio de las señales que se encuentren en mal estado, así como agregar las señales necesarias para que las soluciones viales planteadas, vayan en concordancia con las medidas peatonales a tomar.
- ✓ Trabajar continuamente en el mantenimiento de la renovación urbana que se efectuo en la zona (iluminación, arbustos, arboles entre otros), evitando así que dicha renovación se convierta en un obstáculo para el correcto funcionamiento del tránsito en la zona de estudio (ver *Figura 52*).
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el mapa de riesgo, el punto en estudio se encuentra zonificado en muy alta probabilidad de accidentes (entre 80 y 100%), por lo cual se deben tomar las medidas del caso, para que de acuerdo a la infraestructura existentes, se proyecten medidas como: mantenimiento periódico de cebras, implementación de semáforos peatonales, límites de velocidad para vehículos, entre otros (imagen tentativa).



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

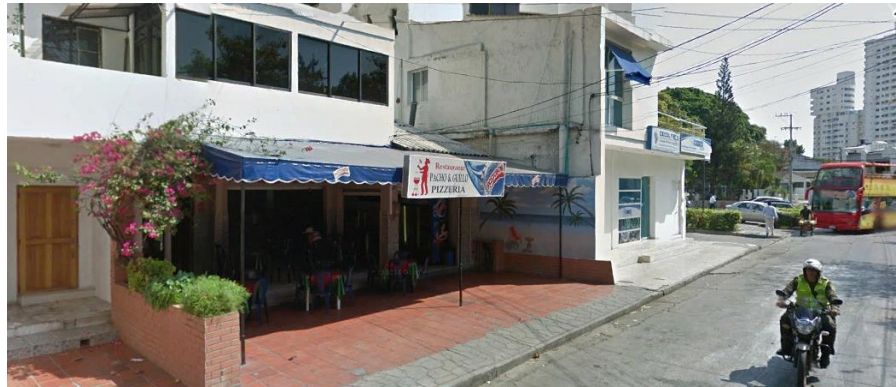
DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

- ✓ Realización de campañas de seguridad vial, tanto para concientización de usuarios, como para la explicar e incitar el uso de la infraestructura existente.

Figura 51 Pérdida del espacio público a manos de particulares



Fuente. Google Earth modificado por Autor(es)

Este paquete de medidas anteriormente expresado, va en pro de ayudar al desenvolvimiento de los peatones en el entorno de la movilidad, pues a veces el entorno en que estos se desenvuelven no es tan amigable, ni respetuoso como se deseara.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 52. Señal obstruida y poco iluminada por arboles del centro deportivo



Fuente. Google Earth modificado por Autor(es)

8.2. Sector Pie de la Popa

8.2.1. Solución Vial

Para poder darle una solución al problema de movilidad en este punto, primero es necesario la proyección del tráfico a 20 años, considerando como en el inciso anterior un aumento del 3 % en el parque automotor que circula por la zona, siendo así los resultados que se obtuvieron son:



DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Figura 53. Tiempos de demora para transito proyectado, sector Pie de la Popa

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04 modificado por Autor(es)

Las demoras obtenidas para este caso son de fueron 89.44, 98.90 y 80.48 segundos (ver Figura 53) para ambos casos, esto arrojo como resultado en la determinación del nivel de servicio (ver Cuadro 27) para los 3 casos, es tipo F.

Una vez obtenida esta simulación, se procedió a 'evaluar' alternativas de solución, que ayudaran a mejorar el nivel de servicio en la zona, la dificultad principal fue la misma que en el inciso anterior, pues en este caso las acciones sobre una intersección, probablemente repercutiría en las otras dos, por eso si se añade un carril tanto a la avenida del Lago como a la avenida Pedro de Heredia y se realiza un desnivel sobre la avenida Asamblea (separando el trafico), sumado a la reorientación el flujo, de tal manera que los movimientos 1(2), 1(3), 2(2) y 3(2) observados en la Figura 15 se puedan ejecutar a través de otras vías, se obtienen los siguientes resultados:

Figura 54. Tiempo de demora par solución vial, sector Pie de la popa

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04 modificado por Autor(es)



También se modificaron los ciclos semafóricos de las intersecciones 2 y 3, reduciendo el ciclo para aumentar el nivel de servicio y dándole prelación a la vía de mayor flujo, y como medida adicional se estableció en la que el parqueadero trasero de Caribe Plaza, solo sea usado para el ingreso y que los peatones crucen al mismo nivel que los autos, evitando así la zona de conflicto entre estos 3 ‘elementos’.

Como se observa en la *Figura 54*, las demoras en las intersecciones 1 y 3 fue de 29,11 y 33,82 segundos, obteniendo una disminución de más de 50 segundos aproximadamente para todo tipo de vehículo, ubicándolo según la *Cuadro 27* en nivel de servicio C (ambas intersecciones); además se debe tener en consideración que la intersección 1, se eliminaron todo tipo de registro, pues al eliminar el área de conflicto (cuando se creó el desnivel), se eliminaron las longitudes de cola y los tiempos de demora se acortaron significativamente.

8.2.2. Solución peatonal

Para poder brindarle una integrada solución a la movilidad del punto en estudio, no debe olvidarse al peatón, pues este al fin de cuentas, es quien termina siendo el más perjudicado en algún siniestro en las vías, por esto se plantea lo siguiente:

- ✓ Mejoramiento en los andenes (elevar nivel) en varios puntos de la zona de la zona, con la finalidad de marcar una clara diferencia a los vehículos entre lo que es la zona peatonal y vehicular, pues al estar la primera tan accesible a los vehículos, es usado como vía vehicular, despojando al peatón el derecho de tranquila circulación en su vía (ver *Figura 55*, esta conducta fue observada en los días de realizaron de aforos).
- ✓ Delimitación entre otras infraestructura (edificaciones, postes, cajas de registro de telecomunicaciones, cables de electricidad etc. etc.) para que no



- interrumpan el flujo libre de los peatones, ya que si esto no ocurre se está invitando al peatón a que exponga su integridad para poder llegar a su destino.
- ✓ Renovar pavimentos en zona puntuales, de tal manera que el usuario este en estado de confort al momento de transitar la zona.
 - ✓ Realizar un cambio de las señales que se encuentren en mal estado, así como agregar las señales necesarias para que las soluciones viales planteadas, vayan en concordancia con las medidas peatonales a tomar.
 - ✓ Trabajar continuamente en el mantenimiento del mobiliario urbano y otros (iluminación, arbustos, arboles entre otros), evitando así que los distintos elementos que conforman el entorno se conviertan en un obstáculo para el correcto funcionamiento del tránsito en la zona de estudio.
 - ✓ Dar espacio en las intersecciones a las personas discapacitadas o de diversidad funcional, pues no se cuenta con infraestructura adecuada para estas.
 - ✓ Eliminar todo tipo de incongruencias presenciadas en la zona que tiendan a confundir al peatón, entre estas se observa en la **Figura 56**, como un acceso para personas discapacitada, puedes estar en frente de otra zona, no adecuada para este fin, que el cruce no posee paso señalizado de cebrá y que además, se encuentre tan cercano a un cambio de ciclo semafórico, de una vía con flujo vehicular, como la avenida del Lago.
 - ✓ Integrar y extender la vía peatonal y ciclo ruta, pues en los cruce no existe una señalización que muestre continuidad entre estas, además que el paso peatonal finalizan abruptamente a la altura de Caribe Plaza.
 - ✓ A largo plazo, separar el flujo peatonal del vehicular a la altura del caribe plaza, creando un desnivel entre estos, ya sea por abajo o arriba, en cualquiera de los dos casos, integrándose a la infraestructura del centro comercial, que es el destino final de la mayoría de peatones.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

- ✓ De acuerdo con lo establecido en el mapa de riesgo, una parte del punto en estudio se encuentra zonificado en muy alta probabilidad de accidentes (entre 80 y 100%) y otra en muy baja (entre 0 y 20%), por lo cual se deben tomar las medidas del caso (preferiblemente en los dos para realizar una sola inversión), para que de acuerdo a la infraestructura existentes, se proyecten medidas como: mantenimiento periódico de cebras, implementación de semáforos peatonales, límites de velocidad para vehículos, entre otros (imagen tentativa).
- ✓ Realización de campañas de seguridad vial, tanto para concientización de usuarios, como para la explicar e incitar el uso de la infraestructura existente.

Figura 55 Andenes accesible al tráfico vehicular



Fuente. Google Earth modificado por Autores



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 56. Infraestructura para discapacitado en zona inadecuada



Fuente. Google Earth modificado por Autores

Las medidas anteriormente tomadas, tienden a centrarse en la avenida del Lago, pues además de ser la avenida de mayor flujo peatonal, es la que se encuentra en zona con alta probabilidad de accidentes, por esto las medidas solicitadas van en pro de mejorar la seguridad peatonal en el punto de estudio.

8.3. Avenida Pedro de Heredia (alrededor de Bazurto)

8.3.1. Solución Vial

Para poder brindar un estimado de la solución vial ya contemplada por la construcción de Transcribe, se realiza una proyección del tráfico a 20 años, considerando como en los incisos anteriores un aumento del 3 %, poniendo en funcionamiento los nuevos carriles, y estimando algunos movimientos, se obtuvo:



Figura 57. Tiempos de demora para transito proyectado, sector Pie de la Popa

Count	SimRun	TimeInt	DelayAvg(All)	StopsAvg(All)	SpeedAvg(All)	DelayStopAvg(All)	DistTot(All)	TravTmTot(All)	DelayTot(All)	StopsTot(All)	DelayStopTot(All)	VehAct(All)	VehArr(All)	Delay
1	1	0-3600	67,36	1,82	6,25	13,09	111,65	64354,30	30917,70	834	6009,88	282	177	81
2	2	0-3600	46,91	1,36	7,04	5,57	83,48	42717,20	17777,04	514	2110,12	231	148	51
3	3	0-3600	21,27	0,64	8,67	1,84	37,37	15524,10	4680,27	141	405,04	160	60	17

Fuente. Ptv Vissim 7.00.04 modificado por Autor(es)

Con la entrada en funcionamiento de Transcribe se redujeron los tiempos de demora hasta 46.91 segundos, esto dio como resultado en la determinación del nivel de servicio (ver *Cuadro 27*) es tipo F.

Una vez obtenida esta simulación, se procedió a contemplar alternativas, entre ellas destacan la implementación de un carril solo moto en función de la cantidad de este tipo de vehículos, que en algunos sentido supero el 60 %

8.3.2. Solución peatonal

Para poder brindarle una integrada solución a la movilidad del punto en estudio, no debe olvidarse al peatón, pues como en este caso, es el afectado principal de una serie de acciones u omisiones, por esto se plantea:

- ✓ A pesar de existir un mejoramiento peatonal, no sirve de nada cuando no hay una recuperación adecuada del espacio público, pues sin este el peatón ve reducida su movilidad
- ✓ Replanteamiento de las estructuras de drenaje que se encuentra sobre la vía, pues estas pueden ocasionar daños, como paso en la zona en 2012 (Morales, 2012).



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

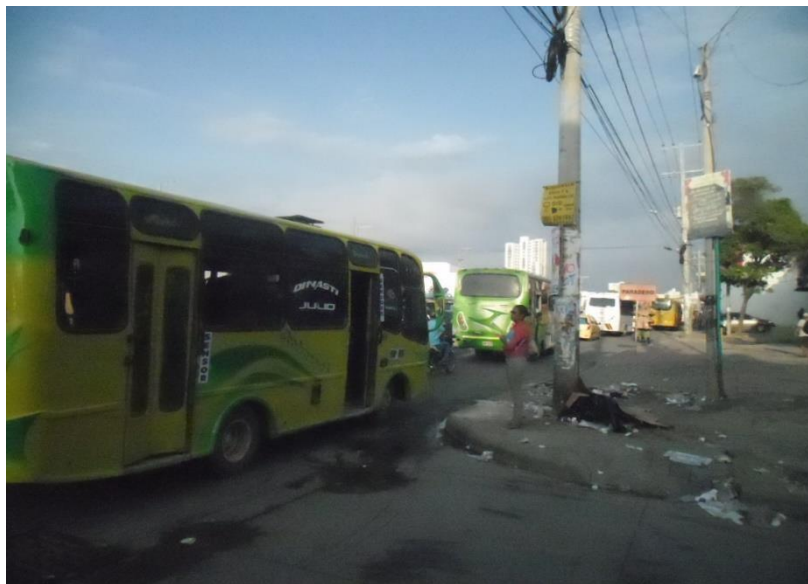
DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

- ✓ Agregar al mobiliario urbano, canecas para la conservación del espacio público, pues un andén lleno de basuras o con restos de ellas, es similar a un vendedor ambulante, ya que reducen el ancho efectivo por donde la persona puede transitar.
- ✓ Trabajar continuamente en el mantenimiento del mobiliario urbano y otros (iluminación, arbustos, arboles entre otros), evitando así que los distintos elementos que conforman el entorno se conviertan en un obstáculo para el correcto funcionamiento del tránsito en la zona de estudio.
- ✓ Aunque la probabilidad de accidentes es muy baja en la zona (entre 0 y 20 %) establecer una clara señalización peatonal, pues la zona se encuentra en el eje principal del proyecto transcribe, y las velocidades y potencias de los buses del sistema integrado son una clara amenaza para los peatones.

Figura 58. Residuos en plena vía peatonal, sector Bazurto



Fuente. Autores



9. MARCO GENERAL DE SOLUCIONES

Acorde con lo establecido en las soluciones individuales, resulta necesario crear un marco de soluciones que permita replicar y expandir la experiencia obtenida a través de la simulación y el análisis de los demás datos recolectados, a otros puntos de la zona de estudio, para esto se establecen las siguientes necesidades:

- ✓ Problemas de movilidad, de todos los usuarios de vía.
- ✓ Problemas de seguridad vial, arraigado a los problemas de movilidad de los peatones
- ✓ Problema de manejo del espacio publico

Para estos problemas, deben ofrecerse las siguientes soluciones:

- ✓ Transporte: mejorar las condiciones operativas del actual sistema de transporte y ampliar cobertura hacia zonas fuera de la troncal principal, de esta forma se garantiza el derecho a un eficiente transporte.
aprovechar el corredor peatonal adyacente a la avenida del Lago para incentivar el uso de las bicicletas, por ende esto traería consigo establecer una primera línea piloto de cicloruta, que se interconecte en partes con la bahía de Manga (cerca al sector Pastelillo) y a la avenida Pedro de Heredia.
Establecer un ancho mínimo de carriles (2,50 m) que sea capaz de satisfacer la alta demanda de los puntos más concurridos en la zona de estudio, además que sea capaz de garantizar el transporte de las personas discapacitadas o de diversidad funcional por los andenes o pasos peatonales.
- ✓ Transito: establecer zona de trafico calmado (máximo 30 km/h) en zona de alto flujo vehicular, donde no exista posibilidad de separar los flujo vehiculares y peatonales y establecer zonas o tramos de carriles rápido (tanto para transporte público como para tráfico mixto), la velocidad mínima en estos carriles seria de 30 km/h.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Regulación a los conductores y sitios donde se genera atracción de vehículos a parqueo, por ejemplo centros comerciales (Caribe Plaza), almacenes de comercio (todos sobre la avenida Pedro de Heredia, que están alrededor del mercado Bazurto), esto con el fin de mejorar la movilidad en la zona

Fortalecer la capacidad institucional del Departamento Administrativo de Tránsito y Transporte (DATT) para que pueda ejercer eficazmente la labor de control del tránsito, además pueda extender su actividad a 3 ejes fundamentales, como son educativo, preventivo y sancionatorio, implementar el sistema de fotomultas en las zonas de mayor congestión de la ciudad, para poder ejercer control aun cuando la fuerza laboral del departamento no pueda hacerlo físicamente.

Instaurar un grupo de profesionales, capaces de dar diagnóstico continuo a las cambiantes condiciones del tránsito, para así mantener un nivel de servicio adecuado para los usuarios de la vía.

- ✓ Vialidad: para poder tener una vía en óptimas condiciones operativas es necesaria la correcta señalización de las zonas, esto indica que tanto en cantidad como en calidad, correspondan a las necesidades de la zona de estudio, por esto la creación de comités (a través de veedurías ciudadanas por ejemplo) que den informe de las necesidades de renovación que tenga la zona afectada.

La ciudad de Cartagena por ser tropical, presenta situaciones que le impiden generar espacios de integración, que le permitan a las personas, retomar la confianza de poder salir a la calle y circular con libertad y confort, por esto además de la señalización, se plantea la dotación de espacios públicos, a partir de los cuales se pueda resolver el problema de la integración social.

- ✓ Cultura ciudadana: para poder actuar en base a la cultura ciudadana, es necesario establecer que esta depende propiamente de las personas, quienes al poseer un conjunto de conocimientos, es capaz de tener un comportamiento justo con las



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

actuaciones del caso, para interactuar de manera correcto con el tráfico y demás elementos de la vía.

Realizar campañas de divulgación de las normas de tránsito y el correcto uso de la infraestructura vial existente, para que los usuarios adquieran un mayor grado de consciencia en cuanto a la importancia de sus actuaciones.

Comprendiendo que los peatones son los actores más vulnerables del entorno vial, se plantea que todas y cada una de las soluciones en movilidad sean confrontadas y evaluadas en término de las posibles externalidades que se le puedan a generar a este, no siendo un problema de menor importancia, pues los accidentes a fin de cuentas termina siendo un problema de salud pública.

Por último se recomienda hacer uso de todas las disposiciones legales que existen en Colombia y que ayuden a mejorar las condiciones del transporte, tránsito y vialidad, desde normas constitucionales hasta decretos, leyes y normas que le permitan al Estado actuar en distintas fases como planificación, ejecución, prevención, sanciones y oras facultades a las que tenga que recurrir para garantizar el bienestar de sus ciudadanos.



10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado el extenso análisis de la información recolectada en campo, a través de los cuales y con metodologías previamente establecidas, se pudieron evaluar cuantitativamente y obtener de esta manera sus niveles de servicio (tanto peatonales como vehiculares) y para aquellas evaluadas cualitativamente, en las cuales no existía una metodología modelo seguir, como en el caso de inventario de mobiliario y encuesta, se realizaron de tal forma que se permitiera extraer el mayor caudal de información posible, una vez aclarado esto se puede concluir:

Para el estudio de volúmenes vehicular efectuado en el sector Pastelillo, se encontró que los autos agrupan la mayor parte de la composición vehicular, con más del 80 % de este tipo de vehículos, en este punto el fenómeno del mototaxismo no tiene tanta incidencia, esto se da debido a que el punto en estudio es colindante con el sector amurallado, en dicho sector existe una restricción vehicular a las motos que le impide transitar en esa zona; mientras que en el sector de Pie de la Popa se encuentra un poco más equilibrada la carga y en la avenida Pedro de Heredia, sector Bazurto predomina el uso de la moto, en contraste con el sector pastelillo esto se debe a que no existe una prohibición permanente a uso de este tipo de vehículos, además de que el punto anteriormente mencionada, es el eje vial más importante de la ciudad.

Los volúmenes peatonales en el sector pastelillo, son relativamente bajos, en periodos del estudio se tornaban demasiado bajos, prueba de esto el flujo peatonal máximo obtenido fue de 142 peatones en los 15 minutos consecutivos de mayor flujo, alrededor de las 7:20 pm, el flujo tiende a desaparecer, muy similar lo ocurrido en el sector Pie de la Popa, donde aunque el conteo se realizó en horas de la mañana, la gráfica comienza con crecimiento y luego de las 8:30 am, comienza a disminuir gradualmente, para el sector Bazurto donde también se realizaron en las horas de la mañana, se presencié un periodo pico recién comenzado el conteo, prueba de que el sector presenta una actividad importantes desde tempranas horas,



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

Los niveles de servicio obtenidos en el sector Pastelillo para la hora pico de mayor flujo vehicular, fue C para las dos intersecciones, una vez establecido un porcentaje de crecimiento del tráfico vehicular en la zona de estudio y proyectándolo a 20 años, se obtienen niveles de servicio D, luego de efectuar varias alternativas de solución sin éxito (debido a la complejidad de la doble intersección), se obtienen resultados favorables con la adición de un carril sobre la avenida Jiménez y la solución a desnivel de la calle real, reorientado el tráfico de tal forma que los movimientos que se daba en la segunda intersección, pudiesen darse a través de otros carriles cercanos, para este caso se obtuvieron reduciendo hasta de 14 segundos en los tiempos de demoras promedio para todo tipo de vehículos.

Para el sector Pie de la Popa los niveles de servicio obtenidos una vez se terminó la simulación fueron tipo E (intersección 1 y 3) y tipo F (intersección 2), luego al proyectar las condiciones las tres intersecciones arrojaron como resultado un nivel de servicio tipo F, posterior a eso se realizaron las soluciones que permitieran mejorar las condiciones de servicio de la vía llevándolo hasta tipo C, obteniendo así reducciones de hasta 60 segundos en los tiempos de demora.

Por ultimo para el mercado Bazurto, se determinaron los niveles de servicio a pesar de que la vía aún se encuentra en mejoramiento, se obtuvo un nivel de servicio tipo F, lo cual resulta complemente normal debido a la adecuación a la que se encuentra sometida actualmente, luego se proyectó el tránsito y se obtuvo un nivel de servicio tipo D, el aumento del nivel de servicio a pesar de la proyección, se debió en este caso particular a que se incluyeron os carriles que aún se encuentran en mejoramiento, además de que se simulo la entrada del sistema integrado de transporte masivo de la ciudad, un vez que se planteó una alternativa de solución se obtuvo un nivel de servicio tipo, disminuyendo levemente los tiempos de demora



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

Las alternativas de solución peatonal que se plantearon, tienen como principal objetivo salvaguardar la integridad del peatón, del inmediato cumplimiento de estas medidas dependerá la vida de varias personas, pues la zona del sector pastelillo está clasificada en un riesgo muy alto (de 80 a 100 %), al igual que una parte del sector pie de la Popa, se hace necesaria la adecuación de los andenes y el establecimiento de un ancho mínimo (2,50 m) de estos para los puntos de mayor flujo peatonal, por otra parte en sectores como el mercado Bazurto se plantearon soluciones que fueran más encaminadas a recuperar parte del espacio público perdido y mejorar algunas condiciones para la seguridad del peatón.

Se recomienda instaurar una comisión entre entidades públicas y académicas, con el fin de evaluar periódicamente el funcionamiento del tránsito en las zonas y así poder tomar medidas correctivas y que las soluciones no se presenten totalmente rígidas, esto significa que en caso de que hayan condiciones cambiantes en la zona, se pueda evaluar si lo planteado inicialmente como solución de movilidad sigue siendo funcional en el momento de cambiar las condiciones.

Se recomienda realizar estudios en las distintas zonas, donde se pueda identificar cada uno de los tipos de vehículos por modelos, esto sin duda alguna ayudaría a modelar la zona de una manera más precisa, pues como bien se sabe no todos los vehículos, tienen las mismas condiciones técnica, ni geométricas.

Se recomienda además realizar estudio que determinen los parámetros básicos de los distintos vehículos de la ciudad, además de la variación del comportamiento del conductor de moto, en vías donde el tráfico es predominado por los mismos, todo esto con el fin de tener modelaciones estandarizadas, que permitan la fácil implementación de trabajos investigativos con respecto a la temática.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BIBLIOGRAFIA

- ✓ Alcala, Y., Bettin, F., & Torres, R. (2008). *Modelacion con software PTV Vissim del plan de manejo de trafico del proyecto de Transporte Masivo en Cartagena, Transcribe tramo Parque de la Marina* . Cartagena.
- ✓ Alcaldia Mayor de Cartagena de Indias. (2013). *PLAN DE DESARROLLO AHORA SÍ CARTAGENA 2013 - 2015*. Cartagena: Alcaldia Mayor de catagena.
- ✓ Barona, A., Cuentas, A., & Garces, P. (2010). *Actualizacion de los sitios criticos de accidentalidad vial en las intersecciones semaforizadas de la Avenida Pedro de Heredia*. Cartagena.
- ✓ Blazquez, I. B. (s.f.). *manual de carreteras* . Obtenido de http://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/01020105.pdf
- ✓ Camacho, M. (23 de Junio de 2011). 60% de muertos en accidentes de tránsito en Cartagena son motociclistas. *El Universal* .
- ✓ CCV. (30 de Enero de 2014). *Cartagenacomovamos*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de Cartagenacomovamos: http://cartagenacomovamos.org/temp_downloads/epc2013-completa.pdf
- ✓ CCV. (30 de Enero de 2014). *Cartagenacomovamos*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de Cartagenacomovamos: http://cartagenacomovamos.org/temp_downloads/epc2013-completa.pdf
- ✓ Constitucion Politica Colombiana. (1991). *UNESCO*. Recuperado el 21 de 02 de 2014, de UNESCO: http://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/colombia/colombia_constitucion_politica_1991_spa_orof.pdf
- ✓ De Avila, J. (22 de Junio de 2014). *El Universal*. Obtenido de El Universal: <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/trancones-en-bazurto-un-dolor-de-cabeza-162967>
- ✓ De Avila, J. (19 de Febrero de 2014). *El Universal*. Obtenido de El Universal: <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/cebras-en-de-extincion-151980>
- ✓ *Definicion.De*. (11 de Agosto de 2012). Obtenido de <http://definicion.de/transito/>
- ✓ Denmark.dk. (01 de Marzo de 2009). *Denmark*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de Denmark: <http://denmark.dk/es/datos-rapidos/mapa-de-dinamarca/copenhague/>



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

- ✓ Departamento Nacional de Planeación, Presidencia de la Republica. (2006). *Visión Colombia II Centenario*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- ✓ El Espectador. (27 de Diciembre de 2013). *Elespectador*. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de Elespectador: <http://www.elespectador.com/noticias/politica/presidente-santos-sanciono-ley-crea-agencia-nacional-de-articulo-466202>
- ✓ El Tiempo. (20 de Diciembre de 2013). *Eltiempo*. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de Eltiempo: http://www.eltiempo.com/colombia/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-13306315.html
- ✓ Fondo De Prevención Vial. (2012). *Identificación y propuestas de solución en cinco puntos críticos de accidentalidad de peatones en la ciudad de Cartagena*. Cartagena.
- ✓ Guárdela Vásquez, Torres Ortega, & Gárces Del Castillo. (2009). *Incidencia del mtotaxismo en la movilidad de la Av. Pedro de Heredia en Cartagena Colombia*. Cartagena.
- ✓ *iamsterdam*. (2009). Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de iamsterdam: <http://www.iamsterdam.com/es-ES/Experience/planifique-su-viaje/transporte/transporte-publico>
- ✓ Lupano, S. (01 de Febrero de 2009). *ECLAC*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de ECLAC: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/2/35492/lcw230e.pdf>
- ✓ MobilityPlans. (2012). *rupprecht*. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de .rupprecht: http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/SUMP_Brochure_ES_web.pdf
- ✓ Morales, W. (11 de Agosto de 2012). *El Universal*. Obtenido de El Universal: www.eluniversal.com.co/cartagena/sucesos/nino-queda-atrapado-en-rejilla-de-desagueue-87110
- ✓ Murshed, D. (2008). *ASCELIBRARY*. Recuperado el 24 de Agosto de 2014, de ASCELIBRARY: [http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40995\(322\)22](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/40995(322)22)
- ✓ Navarro, S. (2009).
- ✓ Organización Panamericana de la Salud. (19 de Febrero de 2012). *WHO*. Obtenido de WHO: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/factsheet_paho_es.pdf



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

- ✓ Pajaro, a., Quezada, R., & Torres, R. (2012). *Modelación del tránsito vehicular en el sector Bomba del Amparo – SAO la Plazuela, Cartagena por medio del software PTV Vissim*. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena.
- ✓ Perez, J., & Salazar, I. (Agosto de 2007). *La Pobreza en Cartagena: Un Analisis por Barrio*. Cartagena de Indias: Banco de la Republica. Obtenido de http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-94.pdf
- ✓ Pico, G. N. (2011). Seguridad vial y peatonal: una aproximacion teorica desde la politica publica. *Hacia la Promocion de la Salud, Vol 16 - #2*, 190-204.
- ✓ PTV-GROUP. (s.f.). *ptvgroup*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de ptvgroup: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>
- ✓ SALDARRIAGA, A. (2007). *Macroyectos de movilidad urbana y la construcción de la ciudad*.
- ✓ SIBRT. (2009). *Sibrtonline*. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de Sibrtonline: <http://www.sibrtonline.org/mision-y-vision>
- ✓ Suarez Christian & Alies Abraham. (2013). *Análisis de la Incidencia del Tráfico mixto con motocicleta en la movilidad sobre la Avenida Pedro de Heredia de la ciudad de Cartagena de Indias D. T. y C. mediante estudios primarios y modelación con software PTV VISSIM*. Cartagena.
- ✓ Tapia de Oro, G. A., Tatis, L., & Torres, R. (2008). *Estudio para medir la influencia de las motocicletas en la operación de las principales arterias de la ciudad de Cartagena*. Cartagena.
- ✓ *Viajavia*. (28 de Junio de 2013). Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de *Viajavia*: <http://www.viajavia.com/el-transporte-publico-en-estocolmo/>
- ✓ Winkler, M., & Fan, W. (2011). Evaluating impacts on freeway capacity using VISSIM: accounting for truck lane restrictions, driver behavior, and interchange density. *Advances in transportation studies an international journal section A-25*, 15-28.
- ✓ Yang, M., Wang, W., Wang, B., & Han, J. (2013). Performance of the priority control strategies for bus rapid transit: comparative study from scenario microsimulation using VISSIM. *Hindawi Publishing Corporation*, 1-9.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

ANEXOS

Nombre del encuestador.

DATOS DEL ENCUESTADO

Nombre: (sin apellidos) _____

Edad: De 18 a 30 ____

Sexo: M __ F __

Más de 30 ____

PRESENTACION DE LA ENCUESTA

Somos estudiantes de la Universidad de Cartagena del programa de Ingeniería civil y acudimos a usted ya que estamos haciendo una encuesta de percepción, con el fin de saber cuál es su opinión acerca de la movilidad en la ciudad. La información que nos proporcione será utilizada con fines académicos en la realización de trabajo de grado.

INSTRUCCIONES

Las preguntas con el (*) son de respuesta obligatoria.
Marque solo una opción con una "x"

CUERPO DE LA ENCUESTA

- 1.- ¿Cuales son en mayor medida sus motivos para movilizarse? *
 - a. Trabajo
 - b. Estudio
 - c. Recreación

- 2.- ¿Percibe usted un problema de movilidad en la zona de residencia, recreación o trabajo? *
 - a. SI
 - b. NO

- 3.- ¿Qué tipo de transporte usa con más frecuencia? *



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

- a. Auto particular
- b. Moto
- c. Taxi
- d. Bus
- e. Bicicleta
- f. Caminando

4.- ¿Cuál de los siguientes problemas cree usted que agobian más?*

- a. Congestión vehicular
- b. Demoras en transporte público
- c. Inseguridad en el transporte público
- d. Incomodidad o falta de confort
- e. Precios elevados

5.- De 1-10 en cuanto califica el Sistema de Transporte Público en la ciudad.*

1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__ 8__ 9__ 10__

6.- ¿Cree con la llegada de un nuevo Sistema Integrado de Transporte como Transcaribe, se puede mejorar la movilidad?*

- a. SI
- b. NO

7.- ¿Se siente usted inseguro a la hora de cruzar una vía?*

- a. SI
- b. NO

8.- ¿Usa las cebras o esquinas semaforizadas para cruzar la calle?*

- a. SI
- b. NO

Solo si respondió **NO** en la pregunta anterior, responda la pregunta número 9.

9.- ¿Por qué no usa la cebra o cruces semaforizados para cruzar?*

- a. Están mal ubicados



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA**



**Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

- b. Son muy lejanos
- c. Es más fácil cruzar en otro sitio

10.- ¿Cuál cree que sería la solución a los problemas de seguridad en la ciudad?*

- a. Cultura ciudadana
- b. Inteligencia vial
- c. Control de las autoridades
- d. Mas foto-multas
- e. Otro

Anexo 1. Formato de Encuestas de Percepción



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA		FORMATO DE CAMPO AFORO PEATONAL			Facultad de Ingeniería PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LUGAR:		FECHA:			
HORA INICIAL:		SENTIDO:			
ESTADO DEL TIEMPO:		AFORADOR:			
HORA		SENTIDO:		TOTAL	
DIAGRA. VEH		N/S	S/N		
6:00	7:00				
7:00	8:00				
8:00	9:00				
9:00	10:00				
10:00	11:00				
11:00	12:00				
12:00	13:00				
13:00	14:00				
14:00	15:00				
15:00	16:00				
16:00	17:00				
17:00	18:00				
18:00	19:00				
19:00	20:00				

Anexo 2. Formato de Aforo Peatonal



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

HORA		AUTO	BUS 2E	CAMION 2E	TOTAL
DIAGRAMA					
INTERVALO					
6:00	7:00				
7:00	8:00				
8:00	9:00				
9:00	10:00				
10:00	11:00				
11:00	12:00				
12:00	13:00				
13:00	14:00				
14:00	15:00				
15:00	16:00				
16:00	17:00				
17:00	18:00				
18:00	19:00				
19:00	20:00				

Anexo 3. Formato de Aforo Vehicular



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA
SEGURA PARA LA ZONA COMPRENDIDA POR LOS BARRIOS: PIE DE
LA POPA, MANGA Y ALREDEDORES DEL MERCADO BAZURTO DE LA
CIUDAD DE CARTAGENA

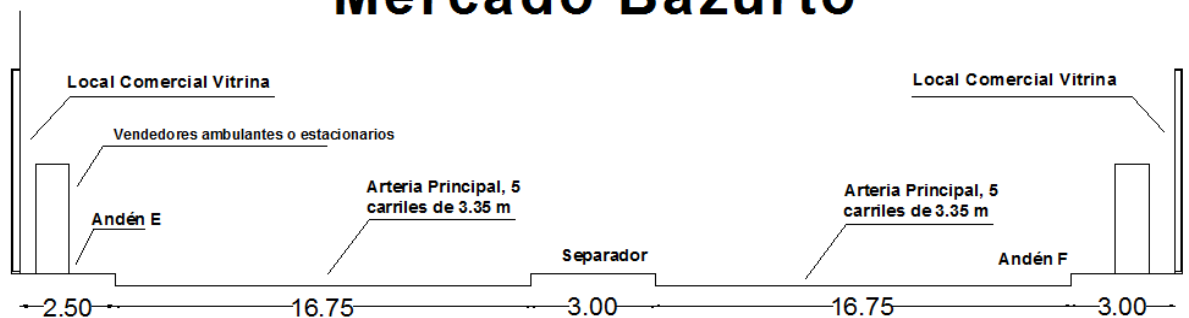


Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Interseccion 2: Cra 22 con Calle 29D Caribe Plaza (delantera)		
Tipo de Mobiliario	Nº de elementos	Estado
señal de pare	5	Bueno
señal de prohibido parquear	5	bueno
Señal de Ceda el Paso	1	bueno
Cebra Peatonal	4	regular
Drenaje	2	Bueno
Aceras	4	bueno
Camaras de seguridad	4	bueno
Semaforos	9	bueno
Pavimentos		bueno
Puentes	x	

Anexo 4. Formato de Inventario de Mobiliario Urbano

Sección Típica Mercado Bazurto



Anexo 5. Sección típica, mercado Bazurto