

**FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA CICLO RUTA EN LA CARRERA 27 ENTRE
CALLE 56 Y 32**

**JEAN PAUL MEJIA ORTIZ
DANIEL SANTIAGO SUAREZ CARVAJAL**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
BUCARAMANGA
2013**

**FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA CICLO RUTA EN LA CARRERA 27 ENTRE
CALLE 56 Y 32**

**JEAN PAUL MEJIA ORTIZ
DANIEL SANTIAGO SUAREZ CARVAJAL**

**TRABAJO DE GRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR
PhD. MILLER HUMBERTO SALAS RONDÓN**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
BUCARAMANGA
2013**

NOTA DE ACEPTACION

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Este trabajo y etapa que culmina en mi vida se lo dedico en primera instancia a Dios padre, por hacer todo esto posible, darme la salud para estudiar juicioso estos últimos 10 semestres y la sabiduría tanto humana como espiritual para tomar buenas decisiones.

A mi madre, por darme los ánimos y alientos en los momentos de dificultad, y permitirme realizar mis sueños.

A mi padre que me enseñó la nobleza y humildad para tratar a las personas y la fuerza para trabajar arduamente a lo largo de mi vida.

A mis amigos que influyeron en mí durante la carrera y fuera de ella.

Jean Paul Mejia Ortiz

“With god all things are possible”

En primer lugar este trabajo va dedicado a Dios padre que me acompañó en cada paso de mi carrera y de mi vida, aportándome la sabiduría, entendimiento y nobleza necesaria para afrontar cada instante y tomar las mejores decisiones.

A mis padres que día a día me acompañaron en este proceso apoyándome en todas las situaciones, brindándome la sabiduría, comprensión, confianza y consejos necesarios para afrontar correctamente y como un hombre de bien cada paso de mi vida.

A mi compañero de tesis Jean Paul Mejía Ortiz ya que por su empeño y compromiso pudimos sacar adelante este proyecto.

A mis compañeros y amigos incondicionales con los cuales siempre conté con su apoyo durante el transcurso de mi carrera.

Daniel Santiago Suárez Carvajal

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto agradecen a:

PhD. Miller Humberto Salas por darnos todo su conocimiento en la parte de ingeniería de tránsito, brindarnos el acompañamiento en las decisiones y temas que tratamos en esta tesis, además de asesorarnos y ayudarnos a simpatizar con esta bonita intención de llevar transporte sostenible a la ciudad de Bucaramanga.

De igual forma agradecemos a nuestros compañeros que nos hicieron el acompañamiento logístico en la recolección de datos para este proyecto; a los señores de “Ciclaramanga” por asesorarnos y guiarnos aportándonos el conocimiento de su labor que hasta el día de hoy llevan a cabo en la ciudad de Bucaramanga al fomentar el uso de la bicicleta.

Agradecemos a las conferencias dadas por el fondo de prevención vial, las cuales fueron una útil herramienta durante todo el desarrollo del proyecto de grado y por último, a todas las personas, familiares y profesores que nos han acompañado estos últimos meses de trabajo y los últimos 5 años de formación académica superior.

Gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	22
OBJETIVO GENERAL	24
OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
1. FORMULACION DEL PROBLEMA	26
2. JUSTIFICACION.....	28
3. ALCANCE.....	30
4. MARCO REFERENCIAL	31
4.1 EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE AL PASO DEL TIEMPO	31
4.2 EL PRÓLOGO DE LOS PROBLEMAS	32
4.3 ESQUEMAS DEL TRÁNSITO Y TRANSPORTE ACTUALMENTE	32
4.3.1 Generalidades.....	32
4.4 SISTEMAS DE TRANSPORTE.....	33
4.4.1 Componentes de un modo de transporte.....	34
4.5 PROBLEMAS DE TRANSITO	35
4.6 SOLUCIONES PARA LOS PROBLEMAS DE TRÁNSITO.....	36
4.6.1 El cambio de las costumbres y la cultura ciudadana como el producto de soluciones al transporte.	36
5. MARCO TEORICO	39
5.1 LOS PROBLEMAS EN LA MOVILIDAD.....	39
5.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO DE UNA CICLORUTA.....	41
5.2.1 La prevalencia.....	41
5.2.2 La velocidad	42
5.2.3 La fluidez.....	42
5.2.4 Ida y vuelta.....	43
5.2.5 La seguridad	44
5.2.6 La continuidad.....	45
5.3 LOS BENEFICIOS DE USAR LA BICICLETA EN LAS CIUDADES	45
5.4 LOS CICLOUSUARIOS	46
5.4.1 Espacio ideal de diseño de la ciclo ruta	47
5.4.2 Elementos de seguridad del ciclo-usuario.....	48

5.5 LA BICICLETA	51
5.5.1 Composición de la bicicleta.....	51
5.6 INFRAESTRUCTURA PARA BICICLETAS	53
5.6.1 Ciclo ruta unidireccional	53
5.6.2 Ciclo ruta bidireccional	54
5.6.3 Ciclo ruta sobre separador centra.....	54
5.6.4 Ciclo rutas en carretera.....	55
5.7 INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA	56
5.7.1 Inicios de los ciclo-parqueaderos y alquiler de bicicletas públicas	56
5.7.2 Tipos de ciclo parqueaderos	60
5.7.3 Elementos para separar a los ciclistas del tráfico motorizado.....	62
5.8 PTV VISSIM.....	64
5.8.1 Aplicaciones.....	65
5.9 CICLARAMANGA	65
5.10 IMPACTO AMBIENTAL.....	66
5.10.1 Gasto de recursos no renovables	66
5.10.2 Contaminación del aire y sus repercusiones en el cambio climático	66
6. METODOLOGIA.....	70
6.1 LOCALIZACIÓN DE LA CICLO RUTA.....	70
6.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	71
6.2.1 Tramo 1. Carrera 27 con calle 56, Aforo de 26 de agosto al 1 de septiembre del 2013 sentido N-S.....	71
Tabla 1. Aforo día martes, tramo 1 sentido N-S.....	71
6.2.2 Tramo 2, Aforo de 2 de septiembre al 8 de septiembre del 2013; carrera 27 con parque Turbay, sentido N-S	78
6.2.3 Tramo 3, Aforo de 9 de septiembre al 15 de septiembre del 2013; carrera 27 con calle 38, sentido N-S.	84
6.2.4 Tramo 4, Aforo de 16 de septiembre al 22 de septiembre del 2013; carrera 27con parque de los niños, sentido N-S.	90
6.2.5 Tramo 1. Carrera 27 con calle 56, Aforo de 26 de agosto al 1 de septiembre del 2013 sentido S-N.....	96
6.2.6 Tramo 2, Aforo de 2 de septiembre al 8 de septiembre del 2013; carrera 27 con parque Turbay, sentido S-N	102

6.2.7	Tramo 3, Aforo de 9 de septiembre al 15 de septiembre del 2013; carrera 27 con calle 38, sentido N-S.	108
6.2.8	Tramo 4, Aforo de 16 de septiembre al 22 de septiembre del 2013; carrera 27 con parque de los niños, sentido N-S.	114
6.3.	OBSERVACIONES DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN LA CARRERA 27 ENTRE CALLES 56 Y 32.	121
6.4	FASES SEMAFÓRICAS CARRERA 27 ENTRE CALLE 56 Y 32	125
7	MICRO SIMULACION, VISSIM	129
7.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES.	129
7.2	DATOS PARA INGRESAR AL SIMULADOR.	129
7.2.1	Anchos de carriles.	129
7.2.2	Longitud de Calles.	135
7.2.3	Entrada de vehículos- Numero de vehículos.	137
7.2.4	Porcentaje vehicular	139
7.2.5	Tiempos semafóricos.	141
7.2.6	Señalizaciones.	142
7.3	Micro simulación	144
7.4	PROCESO DE MICRO SIMULACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.	149
7.4.1	Nodos y secciones de tiempos de viaje	149
8	CÁLCULOS, RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA MICRO SIMULACIÓN.	150
8.1	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA MICRO SIMULACIÓN ANTES DE LA INTEGRACIÓN DE LA CICLO RUTA.	150
8.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA MICRO SIMULACIÓN DESPUÉS DE LA INTEGRACIÓN DE LA CICLO RUTA	152
8.3	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA MICRO SIMULACIÓN DESPUÉS DE LA CORRECCIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LA INTEGRACIÓN DE LA CICLO RUTA.	154
8.4	FLUJO HALLADO POR FORMULA TEÓRICA	156
8.5	FOTO-MONTAJES DE LA CICLO RUTA EN LA CARRERA 27	162
9	SOSTENIBILIDAD PARA LOGRAR LA FACTIBILIDAD	167
9.1	ECONOMÍA, SOCIEDAD, AMBIENTE, LA TRILOGÍA EQUIVALENTE A SOSTENIBILIDAD.	167

10	ASPECTO AMBIENTAL.....	168
10.1	IMPACTO AMBIENTAL: INTRODUCCION DEL CAMBIO AMBIENTAL	168
10.2	ANALISIS DE DATOS.....	169
10.2.1	Consumo de combustible equivalente por toneladas de petróleo por año	176
10.2.2.	Equivalencia de toneladas a barriles de petróleos y litros de combustible	179
10.3	PARQUE AUTOMOTOR EN BUCARAMANGA.....	181
10.3.1	Parque automotor de Colombia	182
10.4	ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN EN BUCARAMANGA, CARRERA 27 ENTRE CALLES 56 Y 32.....	182
11	ASPECTO SOCIAL	191
11.1	SEGURIDAD.....	191
11.1.1	Aspectos generales de la situación actual en las vías colombianas	193
11.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA SEGURIDAD VIAL EN COLOMBIA	193
11.3	CALIDAD DE VIDA DE SOCIEDAD.....	214
11.4	EFFECTO BARRERA	224
11.5	EFFECTOS DE LA ESTÉTICA SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL...	230
11.6	DISTRIBUCION ESPACIAL PARA PERSONAS EN SILLAS DE RUEDAS	238
11.7	IMPACTOS SOBRE LA SALUD.....	239
11.8	ENCUESTA CICLO RUTA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA EN LA CARRERA 27 ENTRE CALLES 56 Y 32	242
12	IMPACTO ECONOMICO.....	253
12.1	COSTOS POR CONGESTION	253
12.2	COSTOS POR ACCIDENTES DE TRANSITO	256
12.3	COSTOS POR USUARIOS.....	257
12.4	GASTOS AL ADQUIRIR UN VEHICULO	259
12.5	COSTOS DE INFRAESTRUCTURA	262
12.5.1	Presupuesto de la infraestructura de una cicloruta en la carrera 27 entre calles 56 y 32 en la ciudad de Bucaramanga.....	265
13.	CONCLUSIONES.....	266
14.	RECOMENDACIONES	268

15. BIBLIOGRAFIA	270
ANEXO A. CONTEOS DEL PRIMER TRAMO CADA 5 MINUTOS.....	272
ANEXO B. MODELOS MATEMATICOS DESARROLLADOS EN MINITAB	277
ANEXO C. DATOS Y CALCULOS PARA DETERMINAR LA DISTANCIA DE PARADA.....	278
ANEXO D. PRE- VISUALIZACION DE MAPA DE CICLO RUTAS DE BUCARAMANGA	279
ANEXO E. ACUERDO GUBERNACIONAL DE CICLO RUTA EN BUCARAMANGA	280

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Accidentes solo en el primer trimestre del año 2012 para Bucaramanga.	27
Figura 2. Trazo de la ciudad antigua, Pompeya siglo VI a.c.	31
Figura 3. Trazo de ciudad actual, Tokio- Japón	32
Figura 4. Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividades y los flujos	34
Figura 5. Componentes de un sistema de transporte	34
Figura 6. Factores fundamentales de la sostenibilidad.	40
Figura 7. Ciclo vía en la carrera 27 con calle 36 de Bucaramanga	40
Figura 8. Pirámide jerárquica de la movilidad	41
Figura 9. Velocidades para bicicletas en zonas rurales, urbanas y pendientes.	42
Figura 10. Principio de fluidez de una ciclo ruta	43
Figura 11 Principio de ida y vuelta	43
Figura 12. Ciclo ruta segura	44
Figura 13. Violación al principio de continuidad de una ciclo ruta	45
Figura 14. Ancho para bicicleta de montaña, turismo y carga respectivamente	47
Figura 15. Largo para bicicleta de montaña, turismo y carga respectivamente.	48
Figura 16. Chaleco reflectivo para ciclistas	49
Figura 17. Uso correcto del casco para bicicletas	50
Figura 18. Luces para bicicleta	50
Figura 19. Composición de la bicicleta	53
Figura 20. Ciclo ruta unidireccional	53
Figura 21. Ciclo ruta bidireccional	54
Figura 22. Ciclo ruta sobre separador central	55
Figura 23. Ciclo ruta en carretera	55
Figura 24. Ciclo parqueadero en la ciudad de Bogotá.	58
Figura 25. Mapa de los parqueaderos que hay en algunas estaciones de Transmilenio y puntos de encuentro.	59
Figura 26. Ciclo parqueadero en estación de Transmilenio	59
Figura 27. Ciclo parqueadero anclado al piso	60
Figura 28. Ciclo parqueadero anclado a la pared	61
Figura 29. Ciclo parqueadero de dos niveles	61
Figura 30. Ciclo parqueadero tipo armario	62
Figura 31. Altura de bolardo alto en acero	62
Figura 32. Altura de bolardo bajo en acero	63
Figura 33. Altura de bolardo bajo en concreto	63
Figura 34. Barandas metálicas M80	64
Figura 35. Punto de inicio y final de la ciclo ruta, mapa de Bucaramanga	70
Figura 36. Nombres de la programación semafórica	126
Figura 37. Programación semafórica, carrera 27 entre calles 56 y 32	127
Figura 38. Pantallazo de la entrada de anchos de carril en el VISSIM	130
Figura 39. Demostración de la ocupación de ancho de una calzada de la carrera 27	131

Figura 40.	Ancho efectivo una vez construida la ciclo ruta.....	132
Figura 41.	Mediciones de los anchos de los separadores.....	132
Figura 42.	Perfil transversal de la carrera 27 con la ciclo ruta.....	133
Figura 43.	Vista en planta de la carrera 27 con la ciclo ruta.....	134
Figura 44.	Demostración de la factibilidad en el ancho del separador de la carrera 27	134
Figura 45.	Tramos completos de la carrera 27 entre calles 56 y 32.....	136
Figura 46.	Entrada de vehículos en la hora pico en el simulador VISSIM.....	137
Figura 47.	Entrada de vehículos no motorizada para la ciclo ruta en el simulador VISSIM.....	138
Figura 48.	Vista aérea de la ciclo ruta integrada con la calzada por medio del simulador VISSIM.....	138
Figura 49.	Clasificación de la composición vehicular de la carrera 27	139
Figura 50.	Semáforo en la carrera 27.....	141
Figura 51.	Señalización de la intersección carrera 27 con calle 56; vista en planta	142
Figura 52.	Señalización en la carrera 27	143
Figura 53.	Ciclistas urbanos de la carrera 27	144
Figura 54.	Vista de la avenida Gonzales Valencia con simulador VISSIM.....	144
Figura 55.	Vista del parque de los niños con simulador VISSIM.....	145
Figura 56.	Vista de la carrera 27 con calle 56 con el simulador VISSIM	145
Figura 57.	Vista de toda la carrera 27 entre calles 56 y 32 con el VISSIM.....	146
Figura 58.	El ciclista y discapacitados comparten un mismo entorno	146
Figura 59.	Circulación por ambos sentidos de la carrera 27, N-S y S-N	147
Figura 60.	Circulación del sistema integrado vehículos motorizados y no motorizados de la carrera 27 entre calles 56 y 32.....	147
Figura 61.	Intersección común de los sistemas motorizados y la ciclo ruta	148
Figura 62.	Intersección de la carrera 27 con calle 56, integración de ciclo ruta con calzada de vehículos motorizados	148
Figura 63.	Nodo ubicado en la carrera 27 con parque de los niños	149
Figura 64.	Foto-montaje de la carrera 27 con calle 32 de la intersección	162
Figura 65.	Foto-montaje Ciclo infraestructura tipo de la carrera 27 con calle 32	163
Figura 66.	Ciclo parqueaderos en los 4 puntos de la carrera 27 entre calles 56 y 32	164
Figura 67.	Consumo de combustible por tipo de servicio.....	170
Figura 68.	Clasificación de los vehículos en Colombia	172
Figura 69.	Fotografías de los tramos para mediciones.	173
Figura 70.	Parque de vehículos en Bucaramanga	181
Figura 71.	Análisis de contaminación, carrera 27 entre calles 56 y 32.....	182
Figura 72.	Accidentalidad en los Departamentos de Santander y Bolívar, año 2010-2011	196
Figura 73.	Ciclo-puentes una visión hecha realidad.....	201
Figura 74.	Técnicas en la toma de pendientes en la carrera 27	207
Figura 75.	Señalización tipo de la carrera 27 con calle 56	208
Figura 76.	Evolución del número de víctimas heridas en accidentes de tránsito por objeto de choque. Colombia, 2005-2010.....	210

Figura 77. Evolución del número de víctimas fatales en accidentes de tránsito por objeto de choque. Colombia, 2005-2010.....	210
Figura 78. Caracterización de la víctima por tipo de usuario, edad y género	211
Figura 79. Congestión vehicular y zonas de conflicto en Bucaramanga	219
Figura 80. Parqueos inapropiados que generan conflicto en la carrera 27	219
Figura 81. sistema integrado de transporte inteligente, cicloruta-sistema masivo de transporte	221
Figura 82. Ciudad sostenible e ideal	222
Figura 83. Anchos de andenes pocos efectivos en la carrera 27	223
Figura 84. Anchos de andenes ideales en la carrera 27	223
Figura 85. Efecto barrera en las calles de Bucaramanga.....	225
Figura 86. Calles sin efecto barrera en Bucaramanga.	226
Figura 87. Calles contempladas para peatones	228
Figura 88. Explicación grafica de la demanda inducida.	230
Figura 89. Urbanización de Morrорico, comuna 14 de Bucaramanga	232
Figura 90. Inclusión de persona en silla de ruedas a la cicloruta.	233
Figura 91. Accesibilidad para invidentes, carrera 27 con calle 36.....	233
Figura 92. Acceso deficiente para invidentes en la carrera 27	234
Figura 93. No priorización del peatón.....	235
Figura 94. Accesibilidad para discapacitados e invidentes en la carrera 27 con calle 52.....	236
Figura 95. Acceso para discapacitados e invidentes en la carrera 27 con calle 32 (Parque de los niños).	236
Figura 96. Bloqueo de baldosa para invidentes.	237
Figura 97. Alcance de personas en silla de ruedas vista frontal, lateral y superior respectivamente.....	238
Figura 98. Radio de curvatura mínimo para manejar con comodidad una silla de ruedas.	238
Figura 99. Ubicación geográfica de las ciudades de América que implementan las ciclo vías.....	240
Figura 100. Dimensiones del separador en la carrera 27.....	263
Figura 101. Baranda metálica M80 a utilizar en la cicloruta	263
Figura 102. Geo-textil para pavimentación.....	264

LISTA DE GRAFICOS

Gráfica 1. Volumen total vehicular Q5 tramo 1, día martes sentido N-S	75
Gráfica 2. Volumen total vehicular Q15 tramo 1, día martes sentido N-S	75
Gráfica 3. Total vehículos Vs Horas del día, tramo 1; día martes sentido N-S.....	76
Gráfica 4. Total vehículos Vs días de la semana, tramo 1; día martes sentido N-S	77
Gráfica 5. Volumen total vehicular Q5 tramo 2, día jueves sentido N-S.....	82
Gráfica 6. Volumen total vehicular Q15 tramo 2, día jueves sentido N-S.....	82
Gráfica 7. Total vehicular Vs Horas del día, tramo 2; día jueves sentido N-S	83
Gráfica 8. Total vehicular Vs días de la semana, tramo 2; día jueves sentido N-S.....	83
Gráfica 9. Volumen total vehicular Q5 tramo 3, día jueves sentido N-S.....	88
Gráfica 10. Volumen total vehicular Q15 tramo 3, día jueves sentido N-S.....	88
Gráfica 11. Total vehicular Vs Horas del día, tramo 3, día jueves sentido N-S	89
Gráfica 12. Total vehicular Vs días de la semana, tramo 3, día jueves sentido N-S	89
Gráfica 13. Volumen total vehicular Q5 tramo 4, día miércoles sentido N-S.....	94
Gráfica 14. Volumen total vehicular Q15 tramo 4, día miércoles sentido N-S.....	94
Gráfica 15. Total vehicular Vs horas del día, tramo 4, día miércoles sentido N-S..	95
Gráfica 16. Total vehicular Vs días de la semana, tramo 4, día miércoles sentido N-S	95
Gráfica 17. Q5 del día de máxima demanda en el tramo 1.	100
Gráfica 18. Q15 del día de máxima demanda en el tramo 1	100
Gráfica 19. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 1.	101
Gráfica 20. Variación diaria del volumen de tránsito en el tramo 1	101
Gráfica 21. Q5 del día de máxima demanda en el tramo 2.	106
Gráfica 22. Q15 del día de máxima demanda en el tramo 2.	106
Gráfica 23. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 2	107
Gráfica 24. Variación diaria del volumen de tránsito en el tramo 2.	107
Gráfica 25. Q5 del día de máxima demanda en el tramo 3.	112
Gráfica 26. Q15 del día de máxima demanda en el tramo 3.	112
Gráfica 27. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 3.	113
Gráfica 28. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 3.	113
Gráfica 29. Q5 del día de máxima demanda en el tramo 4.	118
Gráfica 30. Q15 del día de máxima demanda en el tramo 4.	118
Gráfica 31. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 4.	119
Gráfica 32. Variación diaria del volumen de tránsito en el tramo 4.	119
Gráfica 33. Consumo combustible vs. Velocidad camión en varios estudios	171
Gráfica 34. Velocidad vehículo vs. Consumo de combustible (L/100km).....	172

Gráfica 35. Relación del consumo de combustible y velocidad de varios tipos de camiones articulados.....	173
Gráfica 36. Tendencia de Colombia entre los años 2010-2013.....	177
Gráfica 37. Consumo de petróleo en millones de Kg entre diferentes países de sur américa y el mundo	178
Gráfica 38. Comparación de Colombia con el promedio mundial en consumo de petróleo (millones de Kg)	179
Gráfica 39. Mortalidad por cada 100 mil habitantes en el mundo.....	193
Gráfica 40. Muertes violentas en Colombia 2010.....	194
Gráfica 41. Accidentalidad por departamentos.....	195
Gráfica 42. Número de accidentes y de víctimas en Colombia en los años 2009 y 2010	197
Gráfica 43. Numero de víctimas heridas y muertes para Colombia entre los años 2009 y 2010.....	197
Gráfica 44. Datos históricos de accidentes, muertos, heridos y parque automotor en Colombia tomando como base 100 el año 2003	198
Gráfica 45. Estadística de muertes de peatones y ocupantes por tipo de vehículo 2005-2010	199
Gráfica 46 Distribución de muertes por accidente de tránsito por actor, 2010	200
Gráfica 47. Evolución tasa de accidentalidad cada 1000 vehículos en Colombia	201
Gráfica 48. Accidentes por cada 10.000 licencias de conducción expedidas en Colombia	202
Gráfica 49. Vehículos por cada 1.000 habitantes vs muertos por cada 10.000 vehículos. Año.....	202
Gráfica 50. Nivel de gravedad total, accidentes en carretera y urbanos.	203
Gráfica 51. Víctimas por cada 1.000 accidentes graves en Colombia, años 2009 y 2010	203
Gráfica 52. Muertos por cada 1.000 accidentes graves en zona urbana. Colombia, 2011	204
Gráfica 53. Clase de accidentes por gravedad.....	205
Gráfica 54. Distribución de accidentes por gravedad en área urbana y en carretera. Colombia, 2010	209
Gráfica 55. Accidentalidad en usuarios de bicicleta	211
Gráfica 56. Tasa de usuarios de bicicleta heridos según su edad y género, normalizada por cada 100 mil habitantes.....	212
Gráfica 57. Tasa de usuarios de bicicleta muertos según su edad y género, normalizados por cada 100 mil habitantes	213
Gráfica 58. Movilidad e ingresos familiares.....	216
Gráfica 59. Modos de transportarse según el ingreso familiar	216
Gráfica 60. Ancho de la calzada comparada con el ancho de los andenes.	222
Gráfica 61. Porcentajes de los diferentes vehículos motorizados y no motorizados por la carrera 27.....	224
Gráfica 62. Expansión de las ciclovías en América.....	241
Gráfica 63. Distribución de porcentajes de la pregunta 1	242
Gráfica 64. Distribución de porcentajes pregunta 2a.....	243
Gráfica 65. Distribución de porcentajes pregunta 2b.....	243

Gráfica 66. Distribución de porcentajes pregunta 3.....	244
Gráfica 67. Distribución de porcentajes pregunta 4.....	244
Gráfica 68. Distribución de porcentajes pregunta 5.....	245
Gráfica 69. Distribución de porcentajes pregunta 6.....	246
Gráfica 70. Distribución de porcentajes pregunta 7.....	246
Gráfica 71. Distribución de porcentajes pregunta 8.....	247
Gráfica 72. Distribución de porcentajes pregunta 9.....	248
Gráfica 73. Distribución de porcentajes pregunta 10.....	248
Gráfica 74. Distribución de porcentajes pregunta 11.....	249
Gráfica 75. Distribución de porcentajes pregunta 12.....	249
Gráfica 76. Distribución de porcentajes pregunta 13.....	250
Gráfica 77. Distribución de porcentajes pregunta 14.....	250
Gráfica 78. Distribución de porcentajes pregunta 15.....	251
Gráfica 79. Distribución de porcentajes pregunta 16.....	251
Gráfica 80. Distribución de porcentajes pregunta 17.....	252
Gráfica 81. Velocidad VS Volumen.	254
Gráfica 82. Tiempo de viaje VS Volumen.....	255
Gráfica 83. Gastos en transporte colectivo e individual en las principales ciudades de américa latina.	258

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aforo día martes, tramo 1 sentido N-S	71
Tabla 2. Aforo día jueves, tramo 1 sentido N-S.....	72
Tabla 3. Aforo día sábado, tramo 1 sentido N-S	73
Tabla 4. Aforo día domingo, tramo 1 sentido N-S	74
Tabla 5. Aforo día miércoles, tramo 2 sentido N-S.....	78
Tabla 6. Aforo día jueves, tramo 2 sentido N-S.....	79
Tabla 7. Aforo día sábado, tramo 2 sentido N-S	80
Tabla 8. Aforo día domingo, tramo 2 sentido N-S	81
Tabla 9. Aforo día jueves, tramo 3 sentido N-S.....	84
Tabla 10. Aforo día viernes, tramo 3 sentido N-S.....	85
Tabla 11. Aforo día sábado, tramo 3 sentido N-S	86
Tabla 12. Aforo día domingo, tramo 3 sentido N-S	87
Tabla 13. Aforo día lunes, tramo 4 sentido N-S.....	90
Tabla 14. Aforo día miércoles, tramo 4 sentido N-S.....	91
Tabla 15. Aforo día jueves, tramo 4 sentido N-S.....	92
Tabla 16. Aforo día domingo, tramo 4 sentido N-S	93
Tabla 17. Aforo día martes, tramo 1 sentido S-N	96
Tabla 18. Aforo día jueves, tramo 1 sentido S-N.....	97
Tabla 19. Aforo día sábado, tramo 1 sentido S-N	98
Tabla 20. Aforo día domingo, tramo 1 sentido S-N	99
Tabla 21. Aforo día miércoles, tramo 2 sentido S-N.....	102
Tabla 22. Aforo día jueves, tramo 2 sentido S-N.....	103
Tabla 23. Aforo día sábado, tramo 2 sentido S-N	104
Tabla 24. Aforo día domingo, tramo 2 sentido S-N	105
Tabla 25. Aforo día martes, tramo 3 sentido S-N	108
Tabla 26. Aforo día jueves, tramo 3 sentido S-N.....	109
Tabla 27. Aforo día sábado, tramo 3 sentido S-N	110
Tabla 28. Aforo día domingo, tramo 3 sentido S-N	111
Tabla 29. Aforo día lunes, tramo 4 sentido S-N.....	114
Tabla 30. Aforo día jueves, tramo 4 sentido S-N.....	115
Tabla 31. Aforo día sábado, tramo 4 sentido S-N	116
Tabla 32. Aforo día domingo, tramo 4 sentido S-N	117
Tabla 33. Factores de los tramos de la carrera 27 entre calles 56 y 32 sentido N-S	120
Tabla 34. Factores de los tramos de la carrera 27 entre calles 56 y 32 sentido S-N	120
Tabla 35. TPDS Y TPS carrera 27 entre calles 56 y 32 sentido N-S.....	120
Tabla 36. TPDS Y TPS carrera 27 entre calles 56 y 32 sentido S-N.....	121
Tabla 37. Volumen vehicular al año en cada sentido de la carrera 27 entre calles 56 y 32	121
Tabla 38. Desempeño de la red en la carrera 27 sin la ciclo ruta.....	150

Tabla 39. Nivel de servicio resultante sin incluir la ciclo ruta por la carrera 27 .	151
Tabla 40. Tiempos de viaje de la carrera 27 sin incluir la ciclo ruta	151
Tabla 41. Longitudes de colas en la carrera 27 antes de la integración de la ciclo ruta	152
Tabla 42. Desempeño de la red con la implementación de la ciclo ruta en la carrera 27	152
Tabla 43. Demoras de la simulación después de incluir la ciclo ruta	153
Tabla 44. Tiempos de viaje de la simulación después de incluir la ciclo ruta	153
Tabla 45. Desempeño de la red con la corrección en la carrera 27 con la ciclo ruta	154
Tabla 46. Demoras del sistema con la corrección en la simulación integrando la ciclo ruta	154
Tabla 47. Tiempos de viaje del sistema con la corrección una vez implementada la ciclo ruta en la carrera 27	155
Tabla 48. Longitudes de cola una vez corregidos los valores e implementada la ciclo ruta en la carrera 27	155
Tabla 49. Factor de ajuste de ancho de carril (Fw)	157
Tabla 50. Factor de ajuste para porcentaje de vehículos pesado (FHV).....	157
Tabla 51. Factor de ajuste para pendientes (Fg).....	158
Tabla 52. Factor de ajuste para vehículos particulares estacionados (Fp)	158
Tabla 53. Factor de ajuste para buses urbanos estacionados (Fbb).....	159
Tabla 54. Factor de ajuste por tipo de área (Fa)	159
Tabla 55. Factor de ajuste por giros a la derecha (FRT)	160
Tabla 56. Flujo determinado en forma teórica	161
Tabla 57. Muestra la distribución sostenible que debe suplir el transporte en una ciudad.....	167
Tabla 58. Valores en costos operacionales del viaje de un camión tipo	169
Tabla 59. Distribución de vehículos por consumo de combustible	170
Tabla 60. Modelos de consumo de combustible encontrados.....	174
Tabla 61. Consumo de combustible en funcion de las variables peso, pendiente, velocidad	175
Tabla 62. Consumo de petróleo en millones de kilogramos al año en Colombia y el mundo.	176
Tabla 63. Cantidad de barriles per cápita consumidos en Colombia.....	180
Tabla 64. Emisiones generales	180
Tabla 65. Factor VHMD del tramo 3 de la carrera 27 entre calles 56 y 32.....	185
Tabla 66. Demora y nivel de servicio de la carrera 27 entre calles 56 y 32 para análisis ambientes.....	185
Tabla 67. Tiempos de viaje y velocidad media de la carrera 27 entre calles 56 y 32	186
Tabla 68. Emisión de la carrera 27 entre calles 56 y 32 en ambos sentidos de dirección	186
Tabla 69. Consumo de combustible y emisión de Co2 en la carrera 27	187
Tabla 70. Emisiones y consumo de combustible del área metropolitana de Bucaramanga	188
Tabla 71. Consumo de combustible y emisiones Co2 en la ciudad de Bucaramanga	188

Tabla 72. Emisiones de la república de Colombia.....	189
Tabla 73. Demora y nivel de servicio de la carrera 27 entre calles 56 y 32 con la ciclo ruta operando.....	189
Tabla 74. Emisiones de la carrera 27 entre calles 56 y 32 con la ciclo ruta ya operando.....	190
Tabla 75. Resultado del ahorro de emisiones en la carrera 27 entre calles 56 y 32.....	190
Tabla 76. Matriz de Haddon.....	191
Tabla 77. Distancias de parada en la carrera 27 entre calles 56 y 32.....	206
Tabla 78. Conductores según sexo.....	213
Tabla 79. Edad y sexo de las víctimas.....	213
Tabla 80. Ciclistas heridos en accidentes.....	214
Tabla 81. Condición de los actores viales.....	214
Tabla 82. Movilidad y edad.....	215
Tabla 83. Causas y factores sociales.....	218
Tabla 84. Densidad de la relación de tráfico y el índice de relaciones.....	228
Tabla 85. Relación entre los gastos de transporte y el ingreso familiar.....	257
Tabla 86. Precio de los combustibles en las principales ciudades Colombianas.....	259
Tabla 87. Valor del S.O.A.T para vehículos familiares.....	260
Tabla 88. Presupuesto de la infraestructura de una cicloruta en la carrera 27 entre calles 56 y 32 en la ciudad de Bucaramanga.....	265

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA CICLO RUTA EN LA CARRERA 27 ENTRE CALLE 56 Y 32

AUTOR(ES): JEAN PAUL MEJIA ORTIZ
DANIEL SANTIAGO SUAREZ CARVAJAL

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): PhD. MILLER SALAS RONDÓN

RESUMEN

Este trabajo de grado analizó desde varios aspectos (económico, social, ambiental, seguridad y diseño) la construcción de una infraestructura vial, exclusivamente para bicicletas en la ciudad de Bucaramanga; con el objeto de mejorarla día a día como ciudad sostenible a nivel nacional e internacional. Paralelamente, solucionar los problemas de tránsito actuales y futuros, además de brindar una manera alternativa de movilidad y transporte para los bumangueses.

Para el desarrollo del proyecto se expusieron dos fundamentos importantes: la factibilidad y el diseño. La factibilidad se estudió desde el punto de vista económico, social y ambiental; cada uno de ellos desarrollado individualmente, con el fin de demostrar la sostenibilidad del sistema. Finalmente, para el diseño, se modelaron los datos de tránsito y estadísticos recogidos de la carrera 27 entre calles 56 y 32, en un software de micro simulación (VISSIM 5.3), diseñado para facilitar la visualización final del sistema mediante la modelación de los datos recolectados en los aforos vehiculares, simulando el tráfico que pasa y estará pasando por allí, además de la pre-visualización de infraestructura y señalizaciones necesarias, una vez implementada la ciclo ruta

PALABRAS CLAVES:

bicicleta, transporte, ciclo ruta, factibilidad, económico, ambiental, social, sostenible

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: FEASIBILITY AND DESIGN OF A BIKE PATH IN THE CAREER 27 BETWEEN STREETS 56 AND 32.

AUTHORS: JEAN PAUL MEJIA ORTIZ
DANIEL SANTIAGO SUAREZ CARVAJAL

FACULTY: Civil Engineering Faculty

DIRECTOR: PhD. MILLER SALAS RONDÓN

ABSTRACT

This project aims to analyze from several aspects, the construction of road infrastructure exclusively for bicycles in the city of Bucaramanga, in order to be each day more sustainable city to national and global level and implement it to improve current and future traffic, furthermore, an alternative form of transportation for Bucaramanga's people.

To carry out this project, presents two important foundations which are: pre-feasibility and design. The pre-feasibility study is divided into several factors that explain each and developed in this thesis, using graphs, statistics, figures and other tools to help synthesize the ideas for favorable results and argumentative, are basically 4: environmental impact, economic impact, social impact and impact urban. For the design are modeled traffic data and statistics collected from the race 27 in the VISSIM simulator designed for easy viewing by modeling how our project as an end result simulating the traffic will be going through there, as well as infrastructure is the cycle track and signaling needed.

KEYWORDS:

Bike, bike path, feasibility, economic, environmental, sustainable, social.

INTRODUCCION

A lo largo de la historia el hombre ha venido evolucionando desde la edad de piedra donde aprendieron a fabricar las primeras herramientas para poder comer, cazar, tallar y demás cosas útiles para sobrevivir en ese entonces, hasta la rueda de piedra para transportar animales muertos u objetos que eran muy pesados o difíciles de cargar; pasando por los primeros caminos en babilonia y los del imperio romano para poder transportar su ejército, sus carrozas con mercancías y recorrer distancias que a simple vista eran muy grandes, pero que gracias a los caminos y los primeros vehículos (carrozas) se volvieron un poco más cercanos.

Lo que se puede determinar de lo anterior es que para que haya riquezas, poder, posibilidades de desarrollo, se necesitan de 3 factores: los humanos (usuarios), las carrozas (vehículos), y los caminos (carreteras). Con la invención del motor por combustión desde el siglo XX los países como Estados Unidos, Japón, y otros países con buena infraestructura vial, son los que actualmente dominan el mercado y son potencias mundiales desarrolladas, lo que se podría explicar y pensar que entre más cantidad de malla vial se posea, hacen la diferencia.

Se ha comprobado que las ciudades más pobladas como Nueva York, Tokio, Sao Paulo (Brasil) entre otras, sufren cada día más de represamientos, flujos forzados, por otro lado, anteriormente se pensaban que la solución era crear troncales y vías alternativas que durante un tiempo funcionaban muy bien para aliviar la congestión vehicular, pero que al cabo de un tiempo vuelven a saturarse y peor aún se dejan de utilizar otras vías que anteriormente se usaban constantemente; a lo anterior se le conoce como demanda inducida.

En conclusión, los países desarrollados han venido implementando transportes alternativos y a su vez estéticamente llamativos para cambiar el pensamiento de las personas llevándolos a un estilo de vida diferente. La inclusión al mercado del transporte masivo ha cambiado la cara de estos países que sufrían de problemas de flujos forzados y su implementación ha venido reduciendo los mismos.

Este proyecto busca que Bucaramanga implemente así como los países anteriormente nombrados y Bogotá, el sistema de infraestructura de ciclo vías sostenibles, con el fin de mejorar el flujo vehicular y añadirle peso a esta ciudad en crecimiento nacional e internacional.

Planear y construir una infraestructura para bicicletas no es suficiente para garantizar la seguridad de los ciclistas y aumentar su uso cotidiano, es necesario que se cree un sistema de ciclo rutas bien estructurado, con una malla de circuitos alrededor de la ciudad en sitios claves, con la construcción de ciclo-parqueaderos y demás elementos de infraestructura que hagan de una ciclo ruta atractiva para su uso, además de ser estéticamente bien encaminada.

El objetivo de este trabajo de grado es diseñar y buscar la factibilidad (Económica, social y ambiental) de la ciclo ruta, por medio de aforos y conteos vehiculares para determinar el comportamiento de la carrera 27 entre calles 56 y 32 actual; así mismo micro simular en VISSIM 5.3 introduciéndole las variables necesarias como: volúmenes horarios de máxima demanda, anchos de carril, entre otras variables que hagan realista la micro simulación. Con los resultados arrojados por el software VISSIM 5.3 (nivel de servicio, demoras, colas, velocidades medias, etc.) se determinara la factibilidad económica, ambiental y social en función de la cantidad de vehículos resultantes al año, una vez implementada la ciclo ruta.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la factibilidad y el diseño en la implementación de un carril de ciclo ruta en cada sentido de la carrera 27 entre calles 56 y 32 de la ciudad de Bucaramanga.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar mediante estudios de tránsito básicos (gráficos, esquemas, fórmulas, densidad, flujo, y diferentes tipos de velocidades) los volúmenes horarios de máxima demanda VHMD, Total de volumen vehicular, porcentajes vehiculares, velocidades, tiempos de viaje, entre otros, para finalmente ser ingresados en el software de micro simulación VISSIM. **Resultado:** se podrá visualizar mediante tablas arrojadas por el software de micro simulación VISSIM, el nivel de servicio, los tiempos de viajes y flujos vehiculares con el objetivo de analizarlos y tomar decisiones, en pro de lograr la factibilidad y sostenibilidad del sistema. **Indicador:** se utilizarán bases de datos en Excel, gráficos estadísticos y software de micro simulación VISSIM 5.3.
- Analizar el presupuesto de construcción de la obra (los separadores, infraestructura de puntos de control para bicicletas públicas, señalizaciones, etc), además de los costos de operación actuales de los vehículos en la ciudad de Bucaramanga. **Resultado:** valores unitarios de los elementos utilizados para la construcción de la infraestructura total y de costos operacionales. **Indicador:** se trabajará en programas como Excel y utilización de libros de matemática financiera para la elaboración de los presupuestos.
- Localizar de manera estratégica los ciclo parqueaderos, para bicicletas públicas y privadas. **Resultado:** parqueaderos para bicicletas en sitios estratégicos como parques, hospitales, universidades, entre otros. Facilitando la movilización y sostenibilidad del proyecto. **Indicador:** guía de otros proyectos a nivel mundial y sus procesos de acondicionamiento e implementación para el confort de las personas.
- Modelar en el micro simulador VISSIM 5.3 las características de la ciclo ruta **Resultado:** la simulación permitirá visualizar y constatar que los datos

recogidos, las propuestas e implementaciones sean viables, así como el nuevo nivel de servicio como resultado de la implementación del carril de ciclo ruta en los 2 sentidos de la carrera 27. **Indicador:** programa de micro simulación VISSIM 5.3, este software facilita la conversión de datos numéricos a esquemas de la vida real y comportamientos aleatorios.

- Analizar el impacto ambiental que generará la construcción e implementación de la ciclo ruta en la ciudad de Bucaramanga. **Resultado:** cantidad de dióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y óxidos nitrosos que se ahorra en el ambiente por la utilización de las bicicletas. **Indicador:** Formulas para el cálculo de contaminantes por vehículo en función de la velocidad , peso del vehículo y la distancia del recorrido.
- Analizar los impactos sociales desde varios puntos de vistas, para buscar el confort de los usuarios de la carrera 27. **Resultado:** Determinar la aceptación de la ciclo ruta en la carrera 27, normas y diseños a tener en cuenta para los peatones y personas en condición de discapacidad. **Indicador:** Realizar encuestas a las personas, además de toma de fotografías de la condición actual de la señalización e infraestructura para las personas en condición de discapacidad.

1. FORMULACION DEL PROBLEMA

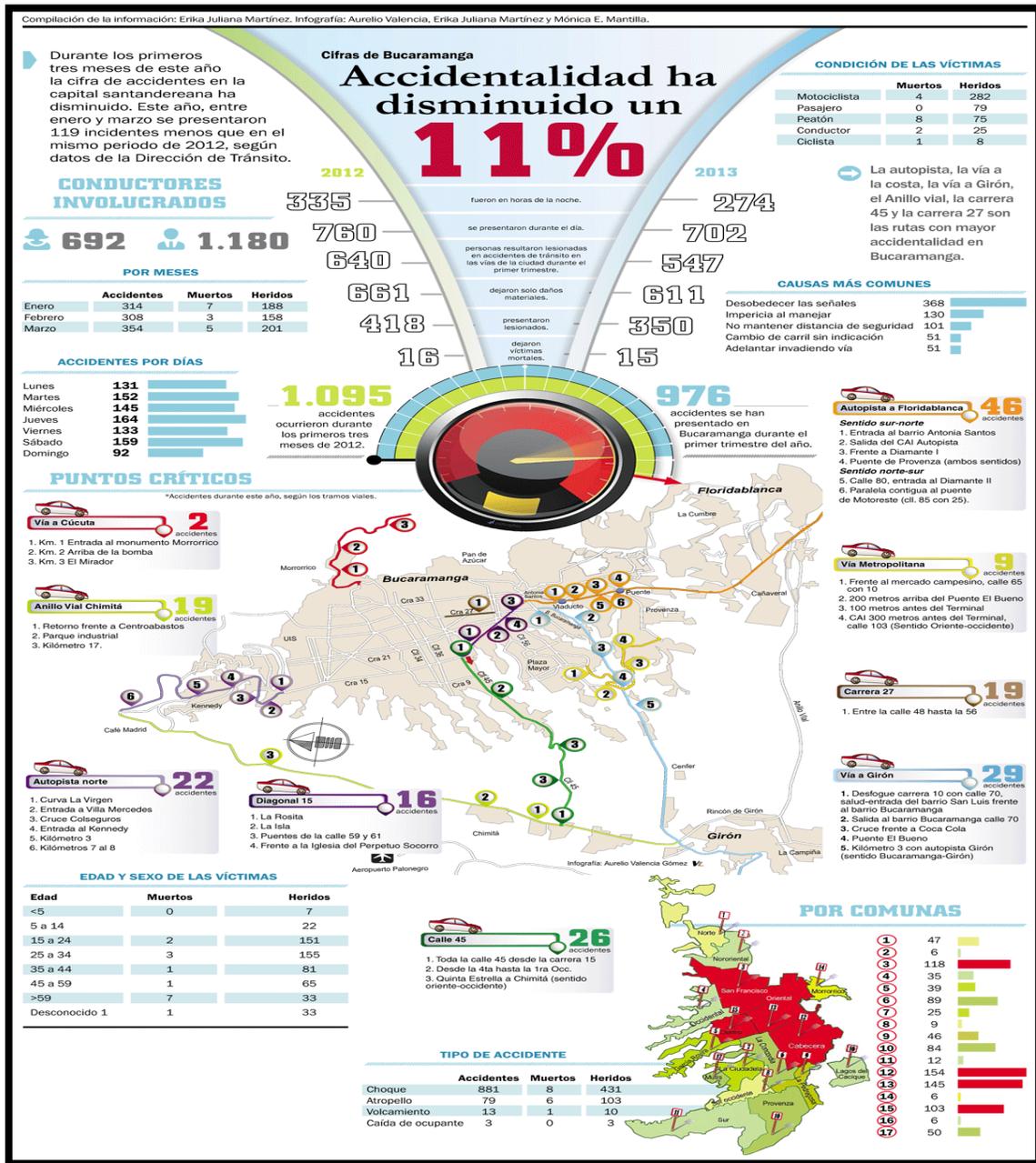
Bucaramanga es una ciudad en continuo crecimiento que actualmente presenta problemas de tránsito en ciertos puntos de la ciudad, causas como la falta cultura, inteligencia vial, malas señalizaciones, problemas en la infraestructura vial, se refleja en constantes accidentes de tránsito, atascos y congestionamientos.

Según un boletín (figura 1), del mes de junio de 2013, existe un parque automotor entre carro-moto de 2,5 por cada habitante del área metropolitana de Bucaramanga (AMB), es decir entre Piedecuesta, Girón, Floridablanca y Bucaramanga, hay una población de cerca 1 millón 150 mil personas con un parque automotor registrado de 478 mil 880 vehículos, de los cuales 260 mil 496 son motocicletas, lo cual supone un aporte del 54,4% del total.

En conclusión el AMB es pequeña en área construida de infraestructura vial en comparación con la densidad poblacional que cada día va en crecimiento, además, Bucaramanga por ser meseta ya no da abasto ni para la construcción de edificios; debido a esto la población está creciendo demográficamente hacia el sur de Bucaramanga y Floridablanca. Las calles y carreras de Bucaramanga no fueron planificadas para tal incremento de vehículos. Es por esto que se ven congestiones en diferentes sectores de la ciudad, como el centro, la carrera 15, la carrera 21, el viaducto García Cadena, la carrera 33 y en la carrera 27 sobre todo en horas punta.

Entonces, si se generan estos inconvenientes de movilidad actualmente, al proyectarnos a unos años con este ritmo de crecimiento, tanto del parque automotor como de la población, definitivamente se tienen que hacer muchos cambios en la infraestructura vial o en nuevas maneras de transportarnos como lo es la utilización del transporte masivo basado en buses o porque no, la de usar la bicicleta.

Figura 1. Accidentes solo en el primer trimestre del año 2012 para Bucaramanga.¹



Fuente: Vanguardia liberal, artículo publicado 22 de abril 2013; <http://www.vanguardia.com/santander/>

¹ Vanguardia liberal, artículo publicado 22 de abril 2013; <http://www.vanguardia.com/santander/>

2. JUSTIFICACION

En la actualidad en muchas partes del mundo se han venido implementando las bicicletas como medio de transporte alternativo, ya sea para reducir la polución, para hacer ejercicio, como simplemente una forma de vida o tal vez para solucionar muchos problemas de transporte y trafico como los flujos forzados y congestionamientos. Un ejemplo de esto es en Holanda, un país Europeo en donde hay 13 millones de bicicletas y son alrededor de 16,6 millones de habitantes², es decir, casi una bicicleta por persona, con un 31,2% que las utilizan. Esta cultura se debe a que desde que nacen los niños holandeses los educan para tomar conciencia de su importancia y en cuanto los tramos largos las personas utilizan el transporte público es decir el 11% de la población, y el 48,5% utiliza el automóvil particular. Esta misma tendencia se trasladó a Alemania y Bélgica países que se encuentran fronterizos y que han venido tomando el ejemplo de Holanda para mejorar su calidad de vida y que a su vez han visto la aceptación poco a poco de la comunidad.

En Colombia la ciudad más desarrollada en este tema de infraestructura para bicicletas es la ciudad de Bogotá, y todo comenzó entre 1998-2001 con un programa de gobierno en el que se pretendía generar cultura en la cotidianidad del uso de la bicicleta, además de alivianar un poco la densidad vehicular y la congestión; Logrando así cambios sociales, económicos y ambientales positivos. Ellos estructuraron todo el sistema tomando en cuenta factores como: la demanda social, la adaptabilidad, los recursos de la misma ciudad, espacios, etc. Hoy en día, 10 años después, ya poseen alrededor de 340 km de infraestructura para ciclo ruta, entre ciclo rutas principales, secundarias y complementarias, además que cuentan con el soporte técnico, logístico para operar hasta en las estaciones de Transmilenio, así como ciclo-estaciones para brindar soporte a los bogotanos que rápidamente han tomado conciencia de que se puede utilizar la bicicleta como medio de transporte.

En Bucaramanga el gobierno impulsó la implementación de las ciclo rutas, pero la realidad es que aún falta inversión, iniciativa y cultura ciudadana. La idea previa que se tiene es pasar 3 tipos de ciclo rutas (ciclo ruta conectiva, ciclo ruta ambiental o recreacional, y la ciclo ruta estudiantil) por las principales zonas de Bucaramanga, como lo son: San Francisco que es considerada una zona estudiantil-residencial, la zona centro, la zona de cabecera, la zona del mutis y de real de minas, por ultimo llegar hasta Provenza; actualmente el proyecto solo sigue en papel y planos en gran medida. Por otra parte, sumado a la causa de promover el uso de la bicicleta en Bucaramanga, con un lema muy llamativo “ *la cicla*

² Las diez mejores ciudades para pedalear, 2010; <http://www.cartelurbano.com/node/4080>

también nos mueve” existe un grupo llamado Ciclaramanga³ una institución independiente, que se está encargando de dar los primeros pasos en el camino de la aceptación masiva de la bicicleta como medio de transporte integrado, haciendo ciclo-paseos, organizando ciclo rutas nocturnas entre semana, los domingo ciclo ruta en las tardes, haciendo foros y exposiciones a las personas y vinculando a personas de todas las edades y género, todo esto con el objetivo de aumentar el número de bici-usuarios y gestionar la construcción de ciclo rutas en Bucaramanga.

Este trabajo de grado pretende fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, por medio del análisis estadístico, la simulación con software, la recopilación de datos, la encuesta, el impacto ambiental, económico y social; que generaría la construcción y adaptación de una ciclo ruta en la carrera 27 entre calles 56 y 32, además de optimizar, planificar e implementar diferentes elementos como seguridad y logística que hagan realidad el proyecto de las ciclo rutas como medio de transporte masivo en Bucaramanga.

³ www.ciclaramanga.org/quienes-somos

3. ALCANCE

Del proyecto se esperan los resultados más favorables, como que se tenga en cuenta este trabajo de grado para hacerlo realidad y se pueda implementar en un futuro, para esto se tienen unos procesos previos para su exitosa realización.

En el proyecto tendrá en cuenta la fase 1 que es: determinar 4 puntos de control para llevar cálculos estadísticos, ya que el tramo a analizar es demasiado largo, de aproximadamente 2 Km y se escoge un número de puntos críticos (4) para que no exista mucha varianza; además de realizar unas encuestas a modo de determinar si las personas les gusta la idea de una ciclo ruta en Bucaramanga, finalmente se analizara el lugar donde se ubicaran los parqueaderos públicos de las bicicletas.

Posteriormente se realizará una fase 2, donde se recogerán los datos de tránsito necesarios para hacer las operaciones y los gráficos estadísticos que nos ayudara a tomar decisiones, alguno de los trabajos de campo como: conteos de los distintos tipos de vehículos, determinar tiempos, y la distancia exacta del tramo, todos estos datos para poder determinar (diferentes velocidades, flujos, densidades, etc.), así mismo desarrollar los niveles de servicio de las bicicletas como de los autos.

Seguido se pasa a una fase 3 de modelación que consiste en recoger los datos anteriormente enunciados y con los mismos, analizar el rediseño para ubicar un carril para las bicicletas y determinar su impacto en el tránsito de la carrera 27 entre calles 56 y 32, seguido de simulaciones en el software VISSIM 5.3 para determinar la factibilidad de la construcción de la ciclo ruta y sacar los datos estadísticos, y datos necesarios para deducir soluciones y conclusiones.

Se procede analizar todo lo relacionado con seguridad e impacto social tanto en la ciclo ruta como en vía de los vehículos, este punto será la fase 4, con el objetivo de dar parámetros para una buen relación de los ciclistas con los conductores vehiculares, así mismo para prevenir accidentalidad e integrar a las personas más vulnerables como lo son los discapacitados y los peatones.

Una fase 5 y última en la cual se estiman los costos de operación resultantes, costos de construcción del rediseño, los cambios que genera la ciclo ruta positiva y negativamente desde varios enfoques.

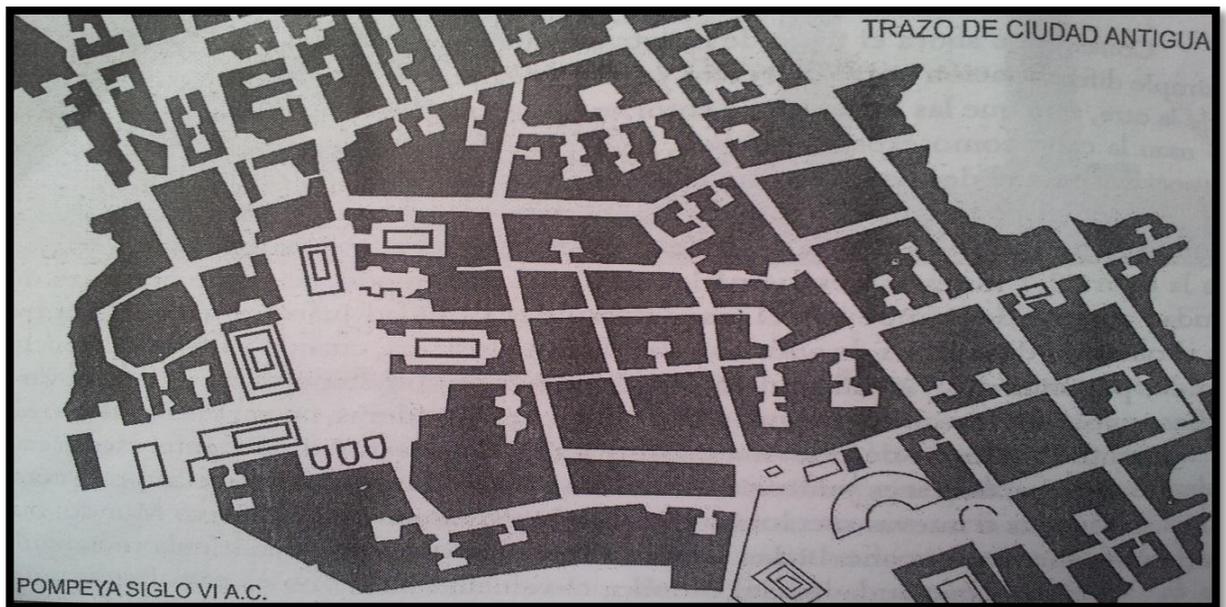
4. MARCO REFERENCIAL

Este capítulo presenta una síntesis de bibliografías y artículos de la web, con el objeto de entender el propósito de la tesis, mirando la historia del transporte y su evolución a nivel mundial hasta el día de hoy, además de dar definiciones de problemas de tráfico actuales, sus posibles causas y consecuencias.

4.1 EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE AL PASO DEL TIEMPO⁴

Anteriormente el sistema de transporte era muy simple, el trazo de las ciudades antiguas era irregular, pero poseía cierta geometría como la malla vial actual; la principal tarea por la cual se construía los caminos era para transportar mercancías más rápidamente, de un lugar a otro, el comercio era una de las principales fuentes económicas a parte de la agricultura.

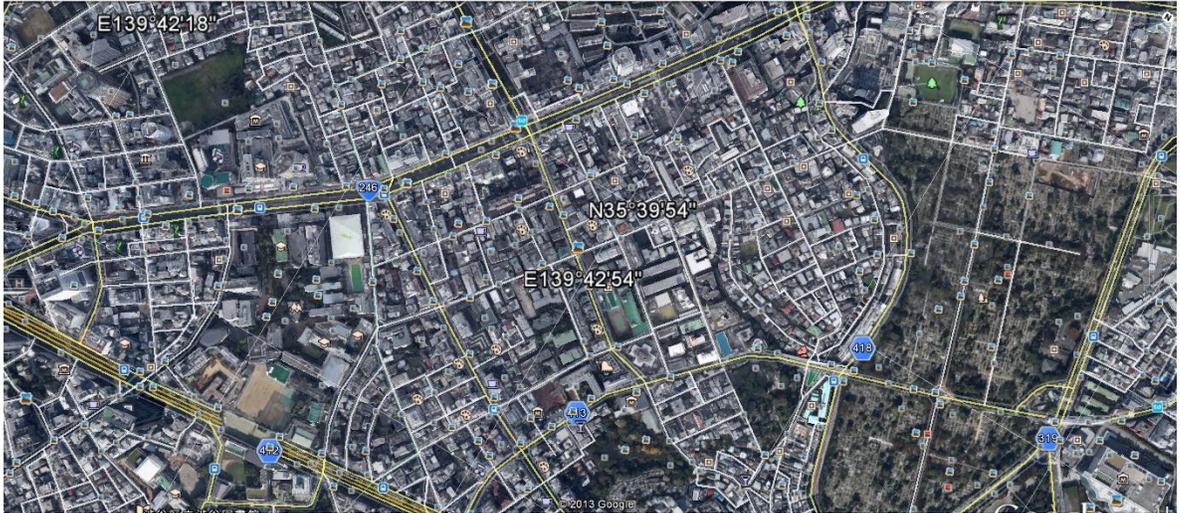
Figura 2. Trazo de la ciudad antigua, Pompeya siglo VI a.c.



Fuente. Libro ingeniería de tránsito fundamentos, James Cárdenas 2007, Pág. 12.

⁴ G.Cardenas J. C. (2007). *Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones*. Mexico: AlfaOmega, pag. 4.

Figura 3. Trazo de ciudad actual, Tokio- Japón



Fuente: Elaboración propia con base en Google Earth

4.2 EL PRÓLOGO DE LOS PROBLEMAS

Cuando la civilización comienza a automatizarse, todo se hace más rápido, tanto bienes como servicios comienzan a suplir las necesidades consumistas de las personas, de la misma manera lo hace el sistema de transporte. A mediados del siglo XIX comienzan a aparecer los primeros automóviles impulsados a motor, los cuales fueron aumentando con el paso del tiempo y las mejoras en la tecnología, que actualmente se observan las grandes urbes saturadas de los mismos, buscando soluciones a la movilidad en general y apareciendo así los estudios de tránsito y tráfico, la planeación territorial entre otros entes y estudios que estudian nuevas alternativas de movilidad dentro y fuera de las ciudades.

4.3 ESQUEMAS DEL TRÁNSITO Y TRANSPORTE ACTUALMENTE

4.3.1 Generalidades

Un sistema de transporte⁵ compone básicamente 5 aspectos únicos:

- El usuario (conductores, peatones, ciclista y pasajeros)
- El Vehículo (privado, público y comercial)
- La vialidad (calles y carreras)

⁵ G.Cardenas J. C. (2007). *Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones*. Mexico: AlfaOmega, pag.42.

- Los dispositivos de control (marcas, señales y semáforos)
- El medio ambiente en general

Estos son los 5 factores a la hora de tener en cuenta para cualquier proyecto o planificación que se vaya a hacer para mejorar una ciudad, ninguno de ellos en teoría debería fallar o encontrarse unos a otros en circunstancias adversas; lastimosamente muchas ciudades no están planeadas de la mejor manera y la gran mayoría se planean en Pro de los vehículos mas no de los peatones que se supone son los autores más importantes en este sistema.

- 1- “El peatón⁶ tiene derecho a vivir en un entorno sano y a disfrutar libremente de los espacios públicos en condiciones que garanticen adecuadamente su bienestar físico y psicológico”.
- 2- “El peatón tiene derecho a vivir en lugares (urbanos o rurales) pensados para las necesidades de las personas y no para la de los vehículos, y a disponer de dotaciones a distancias que pueda recorrer caminando o en bicicleta.
- 3- “Los niños, las personas mayores y discapacitados tiene derecho a que las poblaciones sean lugares que faciliten el contacto social y no lugares que agraven su propia situación”.

4.4 SISTEMAS DE TRANSPORTE

El sistema de transporte de una región o ciudad está relacionada con su sistema económico, en este orden de ideas entre más economía posea una región se deben tener buenos sistemas de transporte integrados que suplan las necesidades de oferta y demanda y a su vez ayuden a incrementar cada vez la socio-economía del lugar, lo cual se puede explicar más fácilmente con la siguiente figura:

⁶Ibid pag.45

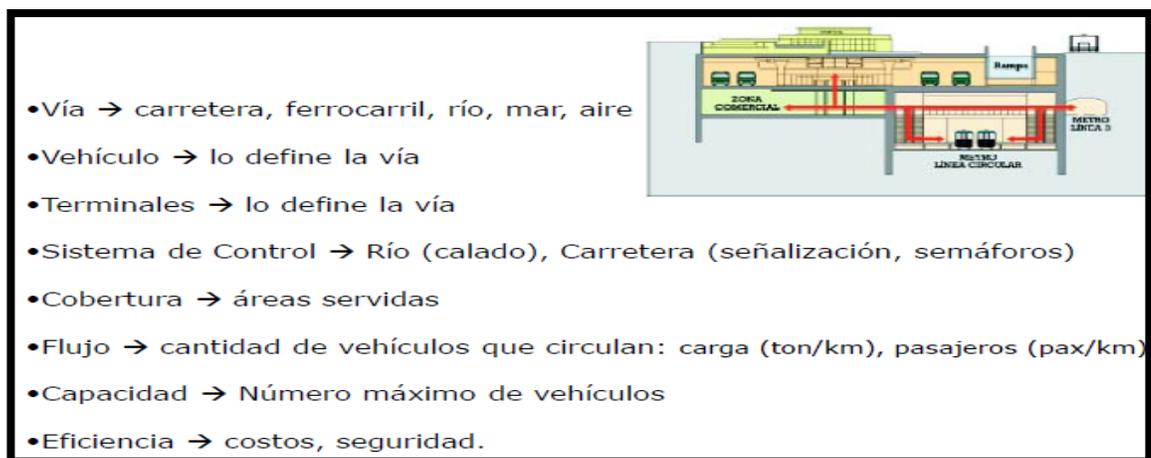
Figura 4. Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividades y los flujos



Fuente: notas de clase, profesor Miller Humberto Salas

4.4.1 Componentes de un modo de transporte.

Figura 5. Componentes de un sistema de transporte



Fuente: notas de clase, profesor Miller Humberto Salas

El ciclo⁷ normal en el transporte para que funcione como sistema consta de:

Una vía que es la infraestructura por donde se movilizaron los futuros vehículo; los vehículos que sirven de herramienta para desplazarse rápidamente de un sitio a otro; las terminales que son destino-origen o viceversa; los sistemas de control que nos dan las normas de segura para transitar cautelosamente; la cobertura de la red que nos brinda la accesibilidad al sistema, un flujo determinado que varía

⁷ Ibid pag.34

según el día, la cantidad de vehículos las horas etc; la capacidad vehicular que posea cierta vía para no ser saturada y por último la eficiencia de la infraestructura en cuanto a costos, seguridad y confort.

4.5 PROBLEMAS DE TRANSITO⁸

Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad.

- Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
- Automóviles diversos.
- Camiones y autobuses, de alta velocidad.
- Camiones pesados, de baja velocidad, incluyendo remolques.
- Vehículos tirados por camiones.
- Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, etc.

Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas.

- Relativamente pocos cambios en el trazo urbano.
- Calles angostas, torcidas y pendientes pronunciadas.
- Aceras insuficientes.
- Carreteras que no han evolucionado.

Falta de planificación en el tránsito.

- Calles, carreteras y puentes que siguen construyendo con especificaciones inadecuadas a las características funcionales, rol, clasificación y calificación de las nuevas vialidades, obras de infraestructura.
- Intersecciones proyectadas con una mala concepción, desarrolladas e implementadas sin base técnica.
- Inadecuada política de estacionamiento, con la carencia de una estrategia que permita prever espacios para estacionamiento, coherente con lineamientos preestablecidos.
- Incoherencia en la localización de zonas residenciales en función con el funcionamiento de zonas industriales o comerciales.

⁸ Soluciones en el tránsito; [sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/antecedentes.pptx]

El automóvil no considerado como una necesidad pública⁹.

- Falta de percepción y criterio objetivo en la apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.
- Falta de ponderación en la apreciación del público en general a la importancia del vehículo automotor.

Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario.

- Legislación y reglamentos del tránsito anacrónicos que tienden a forzar al usuario a asimilar el uso de los mismos, que adaptarse a las necesidades del usuario.
- Falta de educación vial del conductor, del pasajero y del peatón.

4.6 SOLUCIONES PARA LOS PROBLEMAS DE TRÁNSITO.

Posiblemente se hallan a lo largo del tiempo desde que surgieron los primeros problemas de tránsito en el mundo buscado soluciones de cualquier tipo (técnico, logístico, operacional, etc.) para remediar o aliviar un poco los caos urbanos que se crean casi siempre en las horas punta, y que generan retrasos de tiempo, estrés, y malestar entre los usuarios de la infraestructura, pero al hablar de soluciones podemos enunciar varias que de implementarse poco a poco pueden cambiar la cara de las congestiones actuales.

4.6.1 El cambio de las costumbres y la cultura ciudadana como el producto de soluciones al transporte.

Cultura¹⁰: “Es el conjunto de opiniones, creencias, valores, actitudes, costumbres, representaciones, creaciones y símbolos que los seres humanos asimilan en las relaciones interpersonales o en las relaciones sociales en los diferentes espacios en que conviven cotidianamente. Es este un concepto antropológico de cultura,

⁹ Ibid.

¹⁰ Vélez, G. A. (2010). El tránsito, el transporte y la cultura urbana. *Publicaciones Icesi*, (30).

que trasciende el concepto de cultura como simple erudición o como mera creación.”

Definida la cultura¹¹ podemos decir que el mundo como lo conocemos actualmente, en el ámbito del transporte y todo lo relacionado, se ha visto envuelto en un sinnúmero de costumbres y prejuicios, en los cuales el que más se ha desarrollado es el uso del vehículo particular como indicador de estatus social y desarrollo socio-cultural.

Algunas de las causas y sus soluciones para verlas más explícitamente son:

- El sistema de transportes públicos (buses, transportes masivos) han venido perdiendo interés debido a 2 premisas esenciales: los tiempos que se alargan en ellos o la incomodidad que se presentan, se ha optado por utilizar el vehículo particular así en la parte de atrás estén 4 personas apretujadas, pero aun así se supe una de las 2 premisas más importantes y es la del mejoramiento de los tiempos de viaje. **SOLUCION:** se deben revisar diseños estéticos ya que un ambiente llamativo genera público en cualquier ámbito, en los sistemas públicos de transporte se puede traducir, en andenes más accesibles, portales más limpios con buen clima y además donde los buses sean amplios y concurren más a menudo para que no lleven viajes tan saturados.
- Cambios de costumbres por la facilidad del transporte y la seguridad, el fomento de las jornadas continuas del transporte, es decir que suplan las necesidades desde las horas de la madrugada hasta altas horas de la noche, muchas veces se dejan de hacer cosas, como estudiar a altas horas de la noche, o de salir a comer o festejar algo, debido a la falta de transporte, además de las horas del almuerzo la conciencia de las personas a veces es no ir a sus casas a almorzar debido a las demoras en los tiempos e ineficiencia, además de que en algunos sitios por ser portales que estén en barrios peligrosos, las personas prefieren no arriesgarse y salir a coger su bus por la inseguridad.
Es por estas razones que las personas prefieren tener su vehículo propio para ahorrarse los problemas anteriormente dichos, lo cual por su puesto generan los problemas de tránsito por sobre pasar la capacidad vial. **SOLUCION:** mejorar las jornadas del transporte para suplir horarios desde 5 Am hasta 11 Pm, además de mejorar la seguridad en ciertas zonas de las ciudades.
- El prejuicio¹² de la sociedad a la hora de adquirir estatus social por costumbre se ha venido intensificando y más cuando los vehículos son más

¹¹ ICESI pág. 29-30 [http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/publicaciones_icesi/article/viewFile/731/731].

¹² Vélez, G. A. (2010). El tránsito, el transporte y la cultura urbana. *Publicaciones Icesi*, (31).

económicos¹³ y la publicidad cada vez más extenuante, debido a esto se han creado estereotipos que exigen la posesión de varios medios de transporte, incluyendo su calidad, marca, tipo, para sentirse en medio de una sociedad “desarrollada” y “segura” y se ha pasado del sueño de poseer una vivienda propia en muchos casos, por el de un carro propio. **SOLUCION:** evitar los prejuicios, pensar en métodos de trasportes alternativos más amigables con el ambiente y que no ocupen tanto espacio como un carro, además sentirse seguros de sí mismo e instruir la cultura desde su nacimiento.

- Como solución de incentivo al uso de transporte masivo y su estructura esta, “El impacto paisajístico que sobre el hombre tienen las obras de infraestructura de transporte. Cuando éstas se diseñan con criterio no sólo funcional sino humanístico y estético, se constituyen en zonas de relajamiento del espíritu y en centros de atracción, de visita obligatoria.”

¹³ ICESI pág. 34

5. MARCO TEORICO

En este capítulo se dará a conocer el fundamento de la investigación donde se encontraran conceptos básicos y se abordaran los problemas referentes a la movilidad sostenible, los principios de diseño de las ciclorutas, los beneficios de la bicicleta, los ciclo-usuarios, la bicicleta, la infraestructura para ciclorutas, infraestructura complementaria e impacto ambiental.

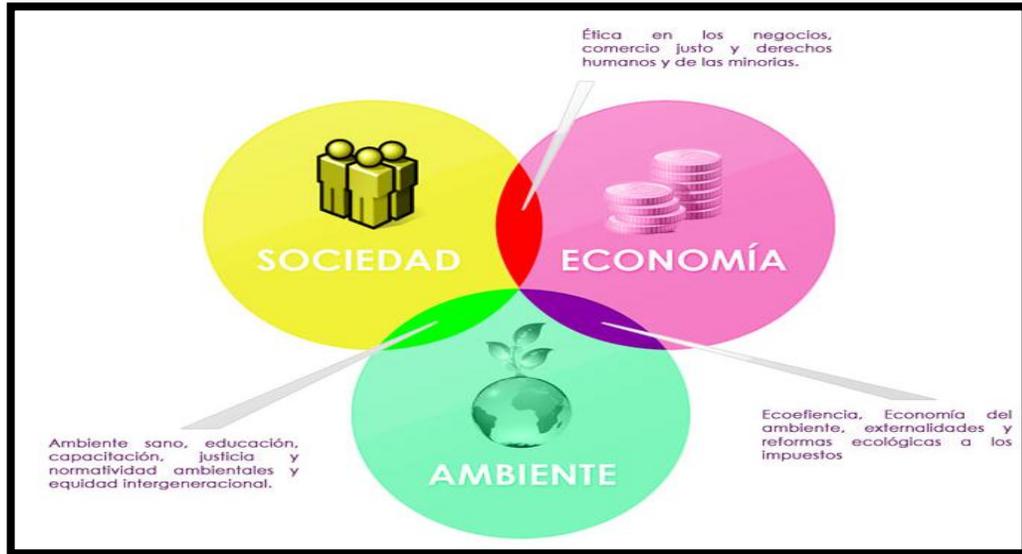
5.1 LOS PROBLEMAS EN LA MOVILIDAD.

Es claro que es desarrollo automotriz ha generado un gran impacto en la movilidad de las ciudades, ya que la infraestructura vial no es la adecuada para albergar tantos vehículos.

Además el impacto negativo generado en el ambiente por el exceso de vehículos, es uno de los factores fundamentales para que las administraciones locales generen alternativas no motorizadas en las ciudades Colombianas.

Una ciudad con movilidad integral es aquella pensada en base a priorizar al peatón o al vehículo no motorizado más no al automóvil. La integración entre el S.T.M (Sistema de Transporte Masivo), las ciclo rutas y peatones hacen una ciudad sostenible, donde se satisfagan los tres factores fundamentales de la sostenibilidad como lo son el eje social donde prevalece la equidad, la salud humana, los valores culturales, la habitabilidad, la inclusión y la participación. El factor económico donde se encuentra involucrados la productividad, el empleo y las empresas. Por último el factor ambiental que involucra emisiones contaminantes, cambio climático, biodiversidad y conservación del entorno. A continuación se presentan los tres factores fundamentales de la sostenibilidad.

Figura 6. Factores fundamentales de la sostenibilidad.



Fuente: ¿Qué es el desarrollo sustentable? -
<http://www.descubreyavanza.org/descubreyavanza/desarrollosustentable/>

En la ciudad de Bucaramanga se han realizado ciclo vías en el viaducto la flora y a lo largo de un tramo de la carrera 27, estas prestaban sus servicios los días domingos y tenían una gran acogida por la comunidad pero por el aumento en la demanda vehicular estas no volvieron a prestar el servicio ya que se dio prioridad al vehículo y no a los peatones y bicicletas.

Figura 7. Ciclo vía en la carrera 27 con calle 36 de Bucaramanga



Fuente: http://rideforclimate.com/photos/main.php?g2_itemId=2289

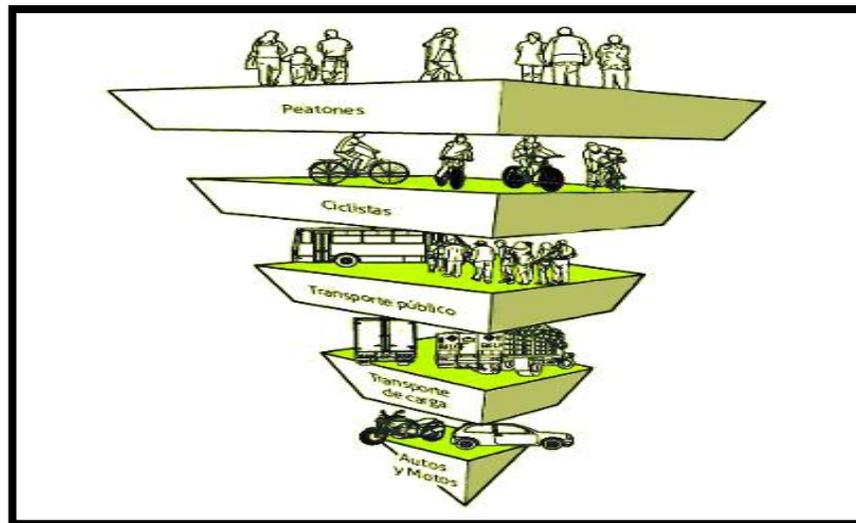
Muchas de nuestras entidades administrativas, piensan que para que el país prospere y avance se tienen que hacer más vías, esto en parte es cierto, pero cabe resaltar que toda nueva obra de infraestructura vial genera demandas inducidas de usuarios de vehículos motorizados que tarde o temprano terminaran saturando las nuevas vías. Además de lo anteriormente mencionado está claro que es muy difícil que Colombia adquiera, tanto presupuesto como un suficiente espacio urbano para satisfacer la demanda del creciente número de vehículos y a su vez este vasto crecimiento es directamente proporcional a la accidentalidad y a la contaminación entre otros factores que no dignifican al ser humano y nos llevan a mirar de lejos la meta de una ciudad sostenible.

5.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO DE UNA CICLORUTA

5.2.1 La prevalencia¹⁴

Este principio como su nombre lo indica prevalece a los medios no motorizados y peatones dándoles mayor autonomía separándolos de los medios motorizados. Por lo tanto un sistema de ciclorutas que le esté quitando espacio al peatón no cumple con este principio, por otro lado tampoco se le debe quitar espacio al transporte motorizado porque comprometería la seguridad de los peatones y ciclistas.

Figura 8. Pirámide jerárquica de la movilidad.



Fuente: Universo bici – Los principios del diseño

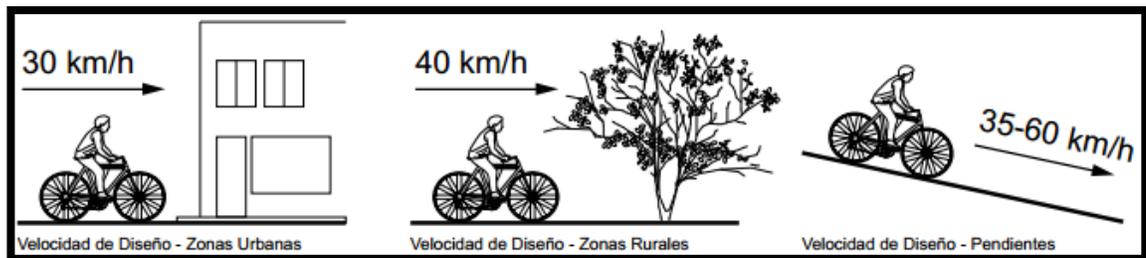
¹⁴ Itinerario del ciclista, <http://universobici.blogspot.com/2013/01/los-principios-del-diseno.html>

5.2.2 La velocidad¹⁵

La velocidad creciente: las aceras donde los peatones se desplazaran estarán situadas a la derecha de la calle, los vehículos motorizados se encontraran un poco más a la izquierda y la ciclo ruta se encontrara entre el paso de vehículos motorizados y el paso de peatones, donde las velocidades aumentaran de derecha a izquierda.

La velocidad de operación: No debe ser mayor a los 10 Km/h (para una cicloruta) ya que si es inferior el ciclista podría perder la estabilidad y tendría altas probabilidades de caer. La velocidad puede variar según las zonas y pendientes de la vía, en una pendiente ascendente el ciclista reduce su velocidad hasta 10 Km/h mientras que en una pendiente descendente alcanza hasta los 60 Km/h, en zonas urbanas la velocidad de operación ronda entre los 30 Km/h mientras que en una zona rural esta alrededor de los 40 Km/h, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 9. Velocidades para bicicletas en zonas rurales, urbanas y pendientes.



Fuente: Guía de ciclo infraestructura FPV página 38

5.2.3 La fluidez¹⁶

La ciclo ruta debe garantizar una fluidez adecuada donde no hayan retenciones, independientemente de los medios motorizados. Este principio procede del principio de prevalencia ya que los diferentes modos de desplazamiento que se encuentran en la parte superior de la pirámide no se deben ver perjudicados por

¹⁵ Itinerario del ciclista, <http://universobici.blogspot.com/2013/01/los-principios-del-diseno.html>

¹⁶ Itinerario del ciclista, <http://universobici.blogspot.com/2013/01/los-principios-del-diseno.html>

los medios motorizados. En la siguiente figura se muestra un claro ejemplo de un carril de ciclo ruta cumpliendo el principio de fluidez.

Figura 10. Principio de fluidez de una ciclo ruta



Fuente: Itinerario ciclista – Los principios del diseño - <http://www.sevilla.org/sevillaenbici/contenidos/7-noticias/Noticias2012/135.Enbicipormadrid.es.los-principios-del-diseno-de-un.18.02.2013.pdf>

5.2.4 Ida y vuelta

La ciclo ruta debe estar diseñada para que pueda ser recorrida tanto de ida como de vuelta. En la siguiente figura se muestra una correcta implementación del principio de ida y vuelta.

Figura 11 Principio de ida y vuelta



Fuente: ¿Vamos a dejar nuestro auto en casa? - <http://natura.com.co/ekos/blog/movilidad/vamos-a-dejar-nuestro-auto-en-casa/>

5.2.5 La seguridad¹⁷

La ciclo ruta debe estar garantizada en todo momento la seguridad del ciclista y la del resto de los usuarios de la vía, debe tener diferentes medidas de seguridad las cuales deben ser complementarias y visibles por medio de señalizaciones.

Se debe priorizar siempre a los peatones y ciclistas, hacer una ciclo ruta confiable para ellos, donde sus diferentes elementos de diseño geométrico garanticen la seguridad de todos los usuarios de la vía. Es necesario hacer control a los vehículos cercanos a la ciclo ruta, estos deberán disminuir su velocidad, así mismo los ciclistas deben vigilar su velocidad ya que estos están muy cerca de los peatones.

Algunas medidas de seguridad muy importantes al momento de diseñar una ciclo ruta es que las ciclo rutas que no estén separadas de la vía no se pueden efectuar si los vehículos que circulan por esta superan los 50 Km/h, por otro lado que los usuarios de las ciclo rutas se percaten de los cruces peatonales o vehiculares con anticipación y por último la ciclo ruta debe contar con espacios donde estos puedan maniobrar y adelantar a los otros usuarios sin perder el control o tener riesgo de accidente.

En la siguiente figura se muestra una vía segura la cual se encuentra correctamente señalizada y separada de los vehículos motorizados.

Figura 12. Ciclo ruta segura



Fuente: El pueblo - <http://elpueblo.com.co/la-bicicleta-es-la-opcion-mas-saludable-para-transitar-en-cali/>

¹⁷ Itinerario del ciclista, <http://universobici.blogspot.com/2013/01/los-principios-del-diseno.html>

5.2.6 La continuidad¹⁸

La ciclo ruta debe tener continuidad y no terminar abruptamente sin conectar con otras ciclo rutas o con puntos estratégicos como parques, centros laborales, centros educativos, etc.

Las intersecciones y posibles puntos de conflicto con otros medios de desplazamiento deben ser resueltas garantizando el resto de principios, especialmente la prevalencia, la seguridad, la velocidad y la fluidez.¹⁹

En la siguiente figura se muestra un mal ejemplo de continuidad de una ciclo ruta.

Figura 13. Violación al principio de continuidad de una ciclo ruta



Fuente: Los principios del diseño de un itinerario del ciclista – La continuidad.

5.3 LOS BENEFICIOS DE USAR LA BICICLETA EN LAS CIUDADES

Durante las últimas décadas se la ha venido dando gran importancia al uso de la bicicleta como medio de transporte y es que no es para menos ya que un adecuado planeamiento de una ciclo ruta traería con ella diversos beneficios para las ciudades.²⁰

¹⁸ Itinerario del ciclista, <http://universobici.blogspot.com/2013/01/los-principios-del-diseno.html>

¹⁹ Los principios del diseño de un itinerario del ciclista – La continuidad.

²⁰ Buis, J. (2000). The Economic Significance of Cycling. A Survey to illustrate de cost an benefits cycling policy world-wide.

- Primero que todo, la economía de la ciudad se vería beneficiada ya que la infraestructura para bicicletas comparada con la infraestructura vehicular es mucho más económica.
- La adecuada implementación de una ciclo ruta permite a las personas que no tienen acceso a vehículos motorizados puedan desplazarse con seguridad.
- Las bicicletas son vehículos no motorizados de fácil acceso el cual todas las personas sin importar su edad pueden utilizarlas.
- Las bicicletas no demandan tanto espacio como los automóviles tanto para su desplazamiento como para su estacionamiento.
- El uso de las bicicletas contribuye a la disminución de la congestión en las ciudades.
- La bicicleta es un medio de transporte limpio y tranquilo por tal razón combate y disminuye la contaminación del aire y el ruido.
- La bicicleta no necesita de combustibles fósiles para su funcionamiento lo cual la convierte en un medio de transporte “ecológico”.
- Un claro beneficio al usar la bicicleta es que aumentamos la actividad física lo cual afecta positivamente la salud de los bici-usuarios reduciendo las posibilidades de enfermedades relacionadas con la obesidad.
- Un índice negativo que vemos aumentar progresivamente en las ciudades en desarrollo es la accidentalidad en los automóviles y motos. La bicicleta aparte de ser un medio de transporte ecológico es seguro ya que las bicicletas no causan accidentes graves siempre y cuando la infraestructura para ellas sea la adecuada.
- Un estudio realizado en las ciudades norteamericanas más desarrolladas donde se compararon las tasas de accidentes de diferentes tipos, demostró que las ciudades que usan más la bicicleta tienen menor tasa de accidentes de tráfico que las ciudades que no usan regularmente la bicicleta.

5.4 LOS CICLOUSUARIOS²¹

El ciclo-usuario tiene la necesidad de producir su propia energía para mover la bicicleta por medio de sus músculos. La distancia promedio que recorre un ciclo-usuario es de 5 Km diarios y con una pendiente tolerable del 5%, cuando se supera esta pendiente el ciclo-usuario empieza a sentir cansancio y agotamiento.

²¹ Manual de diseño de ciclorutas - <http://movilidadurbana.files.wordpress.com/2007/10/manual-de-diseno-de-ciclorutas.pdf>

La velocidad media del ciclista se encuentra en un rango entre los 15 y 20 Km/h; si lo comparamos con el de los peatones en promedio es de 5 Km/h lo que indica que están muy cerca por lo tanto podemos clasificar a la bicicleta como un peatón rápido.

El control en las vías del ciclo-usuario es más complejo ya que tienden a incumplir las normas de tránsito, puesto que tiene más facilidad en el manejo de sus vehículos, pueden maniobrar mejor y optan por el camino más corto sin importar que estén arriesgando su vida.

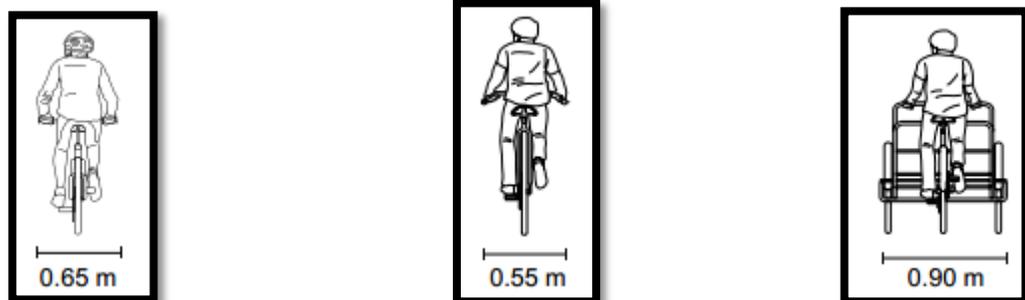
Una clara ventaja que tienen los usuarios de las bicicletas es que no tienen que comprobar que dominan su vehículo, ni tampoco que conocen las normas básicas de tránsito (no necesitan licencia de conducción), esto lleva a que ellos mismos vulneren su seguridad y comentan infracciones las cuales en su mayoría no son penalizadas.

5.4.1 Espacio ideal de diseño de la ciclo ruta²²

La comodidad y seguridad son factores muy importantes al momento que el usuario decida utilizar la ciclo ruta para esto es necesario suplir ciertas necesidades referentes al espacio que tiene un ciclista.

El ancho que necesita el usuario es de 1 metro, este se comprende del ancho del manubrio que es de 60 cm y los 40cm restantes son el movimiento que podría llegar a necesitar el ciclista para girar, 20 cm de cada lado respectivamente, como se puede apreciar en la figura 14.

Figura 14. Ancho para bicicleta de montaña, turismo y carga respectivamente.

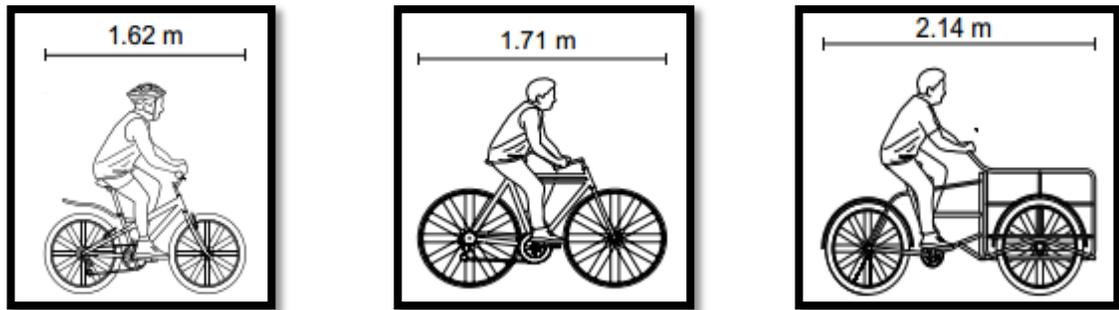


Fuente: Guía de ciclo infraestructura Fondo de Prevención Vial

²² Guía de ciclo infraestructura Fondo de Prevención Vial – 1.2 Tipología de vehículo. Página 30.

El largo que necesita varía dependiendo de la tipología del vehículo, una bicicleta de montaña necesita un largo de 1,62 m mientras que una bicicleta de turismo necesita 1,71 m y una de carga necesita 2,14 m para tener una operación cómoda.

Figura 15. Largo para bicicleta de montaña, turismo y carga respectivamente.



Fuente: Guía de ciclo infraestructura Fondo de Prevención Vial

La altura requerida para los ciclo-usuarios no varía mucho entre la tipología de vehículos y es la que menos posee restricciones porque la mayoría de las ciclo rutas si no es que todas son al aire libre.

5.4.2 Elementos de seguridad del ciclo-usuario²³

Es importante contar con los elementos básicos de seguridad para el uso de la bicicleta como medio de transporte, a continuación se darán a conocer algunos de estos, empleados por ciclo-usuarios para su tránsito seguro.

➤ CHALECO REFLECTIVO

Durante la puesta de sol y las noches los conductores de bicicletas que transiten por una vía pública deberán portar un chaleco reflectante que mejore su visibilidad para el resto de los vehículos.

²³ Elementos de seguridad para el ciclista - <http://happyciclistas.cl/elementos-de-seguridad-para-el-ciclista/>

En el caso de la ropa con materiales reflectantes, la visibilidad aumenta entre el 90 % y el 98% de la luz convergente, y los vehículos que se acercan pueden verlo hasta 125 metros si circulan con las luces bajas y 450 metros con las luces altas.

Figura 16. Chaleco reflectivo para ciclistas



Fuente: cycling chic vest - <http://cyclingvestchic.blogspot.com/2012/09/chaleco-cortavientos-de-ciclismo.html>

➤ CASCO²⁴

Este es de uso obligatorio, se debe ajustar al tamaño de la cabeza del conductor el cual se debe colocar en la parte frontal de la cabeza. El uso del casco disminuye notablemente los riesgos por golpes en la cabeza por causa de accidentes de tránsito con peatones, ciclistas o vehículos motorizados.

²⁴ Ibid.

Figura 17. Uso correcto del casco para bicicletas



Fuente: Clínica Dam - <http://www.clinicadam.com/imagenes-de-salud/19474.html>

➤ LUCES²⁵

Las luces le permiten a los ciclistas que sean visibles y que los demás personajes de la vía se enteren que ellos se encuentran transitando por la vía, son necesarias más que todo en la noche. Las luces se deben utilizar de distinto color, en la parte trasera se debe usar la luz roja mientras que en la parte delantera la luz debe ser blanca.

En la siguiente Figura se muestran las luces la bicicleta con los colores correctos, ubicadas en las llantas.

Figura 18. Luces para bicicleta



Fuente: Novedosas luces para bicicletas - <http://actualtecno.com/2011/09/novedosas-luces-para-bicicleta/>

²⁵ Ibid.

5.5 LA BICICLETA²⁶

La bicicleta es un vehículo de propulsión humana el cual es destinado al transporte personal. Esta posee diversidad de tipologías lo cual la hace un elemento fundamental en el diario vivir de muchas personas ya sea por gusto o por necesidad. A continuación se presentan algunas características de la bicicleta.

- La economía. Ya que es un medio de transporte que no necesita combustible y es de bajo costo de adquisición y mantenimiento.
- No emite gases contaminantes ni contribuye a la contaminación auditiva ya que es silenciosa, esto la hace un medio ecológico de transporte.
- Es un medio de transporte fácil de manejar.
- No es usado para viajes largos y pendientes muy pronunciadas.
- Es un medio de transporte fácilmente vulnerable a los accidentes, robos e intemperie.

5.5.1 Composición de la bicicleta²⁷

➤ **Cuadro o bastidor**

Esta es la parte crucial de la bicicleta ya que en este se ajustan los otros elementos de la bicicleta y donde se apoyara el ciclista.

➤ **Sistema de propulsión**

Es el que trasmite la energía de nuestras piernas a la rueda trasera donde se obtiene el movimiento que se requiere para transportarse. Se incluye la transmisión que está compuesto por los pedales, las bielas y los platos, la cadena y los piñones.

²⁶ Plan maestro de ciclorutas. Pág. 5. - <http://movilidadurbana.files.wordpress.com/2007/10/manual-de-diseno-de-ciclorutas.pdf>

²⁷ Componentes de la bicicleta - <http://blog.educastur.es/myrylaapuntos01/files/2007/11/ud1-conduccion-y-manejo-de-la-bicicleta-3-componentes-de-la-bicicleta-31-al-32.pdf>

➤ **La dirección**²⁸

Este elemento es fundamental ya que permite al usuario girar a voluntad la dirección de la bicicleta hacia la derecha o izquierda. Esta se compone del manillar, la horquilla, la potencia y el juego de dirección.

➤ **Los cambios**

Por medio de estos se engranan las distintas marchas que posee la bicicleta, se desvía la cadena por medio de la interacción de los platos y los piñones. Estos se componen del desviador delantero, del cambio trasero, de las palancas de cambio que están situadas a cada extremo del manillar y los cables de cambio que permiten unir la maneta izquierda con el desviador derecho y la maneta derecha al cambio trasero.

➤ **El sistema de frenado**

Son los elementos que permiten desacelerar o detener completamente la marcha de la bicicleta. Entre sus componentes se incluyen las zapatas, y las palancas de freno, los cables de freno donde la palanca izquierda se une al freno delantero y la derecha al trasero.

➤ **El conjunto de sillín y tija**

El sillín es el apoyo del conductor de la bicicleta el cual permite circular cómodamente sentados sobre esta y la tija es un cilindro por lo general metálico que une el sillín al bastidor.

²⁸ Ibid.

Figura 19. Composición de la bicicleta



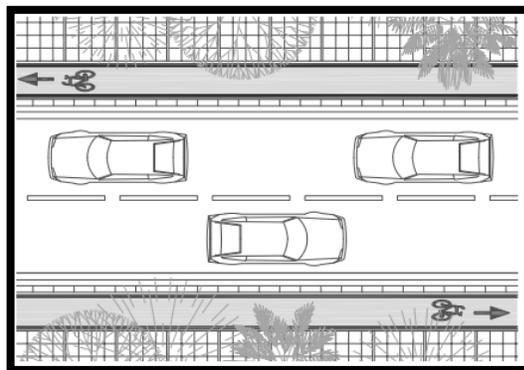
Fuente: Las partes de la bicicleta - <http://aventurasenunabicplegable.blogspot.com/2013/12/las-partes-de-la-bicicleta-en-otros.html>

5.6 INFRAESTRUCTURA PARA BICICLETAS²⁹

5.6.1 Ciclo ruta unidireccional

Esta es la que permite el tráfico del ciclista en un solo sentido, generalmente es acompañada de otro carril en el otro extremo de la calle para ser recorrida en el sentido contrario. Este tipo de ciclo ruta se implementa cuando hay poco espacio en los andenes o cuando no existe separador.

Figura 20. Ciclo ruta unidireccional

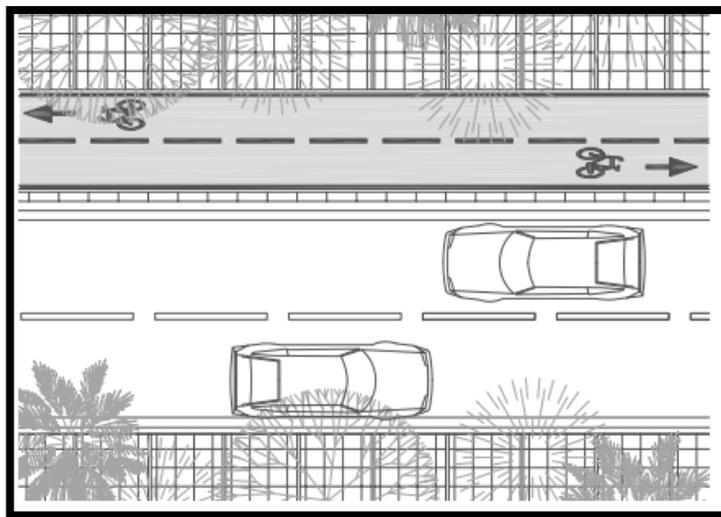


²⁹ TIPOLOGIA DE DISEÑO DE CICLORUTAS - Guía de Ciclo-infraestructura Fondo de prevención vial. Pág. 40.

5.6.2 Ciclo ruta bidireccional

Esta posee carriles especiales para bicicletas tanto de ida como de vuelta, por lo general se ubican apartadas de la calzada o en algunos casos sobre el andén. Este es un diseño más seguro para el ciclista ya que los vehículos motorizados no pueden mezclarse con las bicicletas.

Figura 21. Ciclo ruta bidireccional



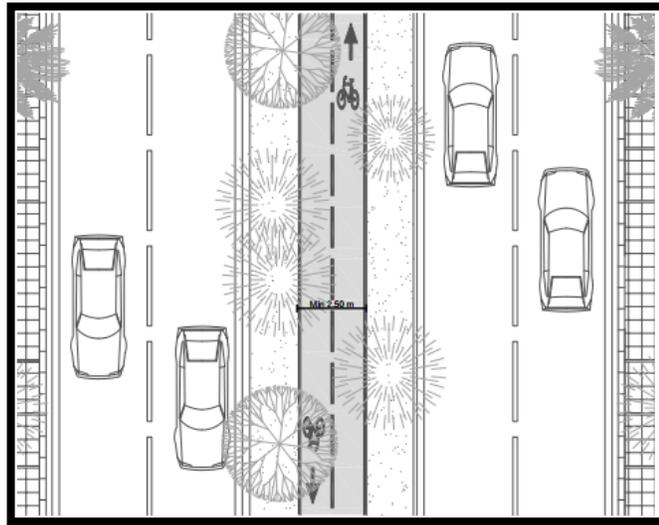
5.6.3 Ciclo ruta sobre separador centra³⁰

Esta se implementa a lo largo de una vía con alto flujo vehicular cuyo separador central tenga la dimensión apta para esta. Para un flujo de bicicletas menor de 150 el ancho efectivo de la ciclo ruta debe ser de 2.5 m y si el flujo es mayor debe ser de 3.5 m.

Debe contar con la infraestructura complementaria suficiente para garantizar la seguridad de los ciclistas y personas con discapacidad.

³⁰ Guía de Ciclo-infraestructura Fondo de prevención vial. Pág. 48.

Figura 22. Ciclo ruta sobre separador central

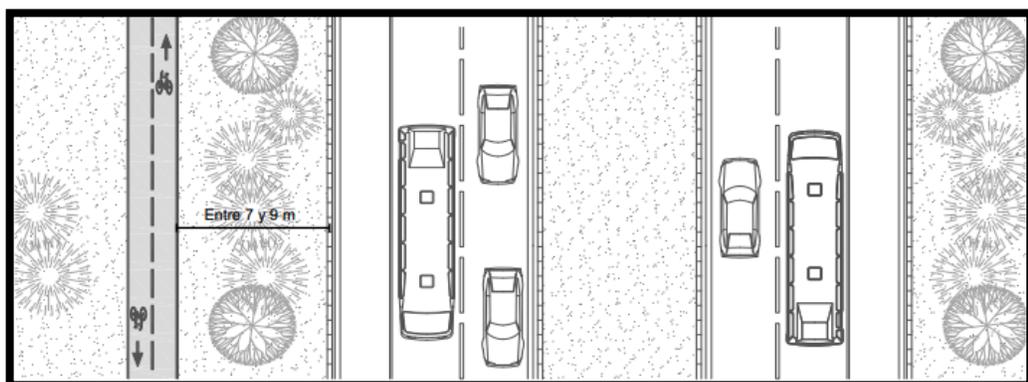


Fuente: Guía de Ciclo-infraestructura – Fondo de prevención vial

5.6.4 Ciclo rutas en carretera³¹

Estas son implementadas a lo largo de carreteras y vías nacionales en zonas rurales. Para este tipo de ciclo rutas se debe permitir que los usuarios conduzcan acompañados de 2 o 3 en ambos sentidos, para esto se recomienda un ancho de 2,5 metros y debe estar segregada de la vía principal entre 7,0 y 9,0 metros.

Figura 23. Ciclo ruta en carretera



Fuente: Guía de Ciclo-infraestructura – Fondo de prevención vial

³¹ Guía de Ciclo-infraestructura Fondo de prevención vial. Pág. 52.

5.7 INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA

5.7.1 Inicios de los ciclo-parqueaderos y alquiler de bicicletas públicas³²

➤ Holanda

En Holanda se implementó el primer sistema público de bicicletas en 1968, en donde los parques públicos y las universidades eran los lugares donde más se utilizaba este sistema, de manera gratuita las personas podían tomar una bicicleta y usarla el tiempo que fuera necesario. Al finalizar su recorrido la dejaban en un estacionamiento a la entrada ya fuera del parque o de la universidad, pero por la falta de seguridad y mantenimiento las bicicletas eran robadas o no tenían un ciclo de vida largo.

➤ Dinamarca

Tratando de evitar los errores cometidos por los holandeses, los daneses introdujeron la segunda generación de bicicletas públicas, para ser más precisos en Copenhague, Dinamarca, donde se incluyeron cerraduras especiales en los parqueaderos públicos para evitar la pérdida de las bicicletas; el esfuerzo fue en vano ya que poco tiempo después se extraviaron las bicicletas.

➤ Francia

Ellos no se quedaron atrás en la implementación de alquiler y parqueaderos de bicicletas públicas, ellos innovaron con la implementación de un sistema donde los usuarios tenían la obligación de registrarse, pagar una pequeña suma por aseguramiento y todo el desarrollo de funcionalidad necesaria para que este sistema tuviera éxito.

➤ Alemania

Pero sin duda alguna el mayor desarrollo en cuanto alquiler y parqueadero de bicicletas públicas lo hizo Alemania, donde se incorporaron dispositivos tecnológicos que cumplían la función de rastrear las bicicletas y tarjetas electrónicas donde hacían los pagos mensuales para acceder a estas.

³² Ciclo parqueos en el mundo. [<http://www.vidasostenible.org>]

➤ **Barcelona**³³

Según la revista supuestos de la Universidad de los Andes, en Barcelona se presentó un impacto positivo muy interesante en el cual “el 51% de las personas que usan “Bicing”, antes usaban el transporte público, el 10% usaban carro y el 26% caminaban. En 3 meses ya habían 75,000 usuarios y al año 150,000. En el 2010, 16.5% de los usuarios eran estudiantes y 21.2% administrativos. El SPB contaba con 3000 bicicletas y 212 estaciones, y su tarifa anual era de 30 euros que permitía el uso de las bicicletas de todas las estaciones y recorridos de máximo 30 minutos.”³⁴

➤ **Latinoamérica**

Las ciudades latinoamericanas, con fines de reducir la congestión apuntan al uso de un sistema de tercera generación; se espera que en un futuro se puedan reducir las limitaciones que tiene este sistema como por ejemplo los robos y ventas de las bicicletas, facturación de las tarifas, muertes por no seguir las normas de seguridad y vandalismo en general.

En Rio de Janeiro (Brasil) y Santiago (Chile) fueron los primeros países latinoamericanos en implementar un sistema de ciclorutas. Este fue inaugurado en Santiago de Chile en el 2008 donde contaban con 10 estaciones con 150 bicicletas para su alquiler, tuvo gran acogida y en la actualidad desplaza en promedio a 3000 ciclo-usuarios diariamente por las calles, esperando que esta cifra aumente en un futuro donde se pretenden construir 35 rutas y 100 metros lineales. Mientras que en Rio de Janeiro se inauguró “Bike Rio” en el año 2009 con 50 estaciones y 1000 bicicletas lista para el uso público y no solo contribuyen con la salud pública sino con el mantenimiento ambiental ya que las estaciones para las bicicletas se cargan por medio de paneles solares donde la ciudad ahorra mucho dinero.

A futuro con el avance tecnológico se espera que la sociedad pueda contar con bicicletas menos pesadas, conectadas a wi-fi, estaciones con energía solar y tarjetas electrónicas todo esto para que el servicio sea eficiente y con una gran aceptación por parte de los usuarios. Por el momento es un gran avance la implementación del sistema actual, el cual ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas desde diferentes puntos de vista como el social, económico, ambiental y de salud pública.

³³ Ibid.

³⁴ Alquiler de bicicletas y ciclo parqueaderos [<http://revistasupuestos.uniandes.edu.co/?p=3948>]

➤ **Medellín**³⁵

En septiembre del año 2011 el área metropolitana del Valle de Aburrá hizo una inversión de cerca de 1100 millones de pesos para implementar “En cicla” y la adquisición de 105 bicicletas urbanas y 40 rurales. Este sistema se financia por medio de las tarifas de los usuarios y con los ingresos de los parquímetros de la ciudad. Cada bicicleta tendrá el mismo sistema de tiene las bicicletas de Santiago de Chile y de Rio de Janeiro, también cuentan con GPS, el valor de cada una de estas bicicletas oscila entre los 400.000 y 600.000 pesos.

➤ **Bogotá**

Los ciclo parqueaderos públicos en Bogotá, Colombia; son uno de los principales factores para que los ciudadanos duden en tomar este medio de transporte, según el Decreto 036 del 2004 cada diez parqueaderos para automóviles debe haber uno para bicicletas donde si un parqueadero es de 120 cupos un ciclo parqueadero deberá ser de 12 cupos. En esta ciudad cada vez son más los espacios gratuitos para las bicicletas, podemos encontrar algunos en distintas universidades como la javeriana, los Andes, la Nacional y el Rosario, en el portal de las Américas, Suba y Sur. En Centros comerciales como el Santafé, Gran estación y Unicentro entre muchos otros sectores claves.

Por ahora se tiene en el plan de desarrollo de Bogotá la construcción de 6 puntos de encuentros donde se pueden estacionar las bicicletas y 23 ciclo parqueaderos, estos están ubicados en puntos estratégicos de la ciudad como estaciones de Transmilenio (mirar figura 25.), centros comerciales y diferentes puntos de encuentro.

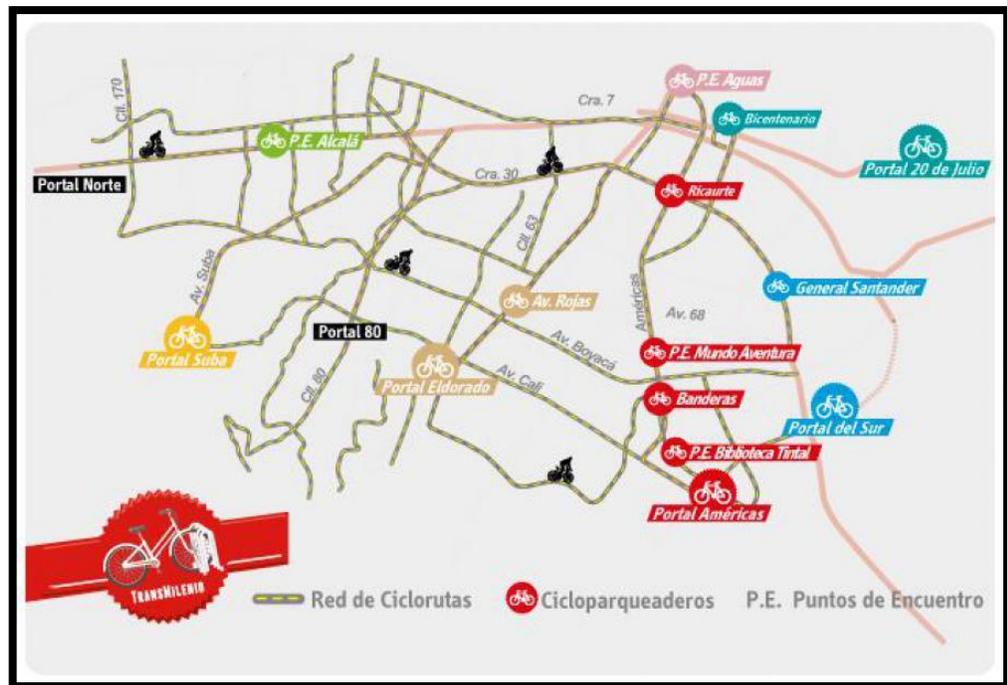
Figura 24. Ciclo parqueadero en la ciudad de Bogotá.



Fuente: Ciclo parqueadero <http://inbogota.com/galeria%20de%20fotos/index.htm>

³⁵ Ciclo parqueos en Colombia. [<http://www.bdigital.unal.edu.co/6547/1/696651.2011.pdf>]

Figura 25. Mapa de los parqueaderos que hay en algunas estaciones de Transmilenio y puntos de encuentro.



Fuente: Universidad del Rosario - <http://www.urosario.edu.co/Subsitio/-Rutas/ciclorutas/>

Figura 26. Ciclo parqueadero en estación de Transmilenio



Fuente: Ciclo parqueaderos en Bogotá - <http://inbogota.com/galeria%20de%20fotos/index.htm>

5.7.2 Tipos de ciclo parqueaderos ³⁶

Para que una ciclo ruta sea amigable y eficiente debe contar con ciclo parqueaderos que abastezcan la demanda que generan las bicicletas. Se deben proporcionar ciclo parqueaderos en lugares primordiales como centros educativos, hospitales, edificios públicos, parques, entre otros.

A continuación se presentan algunos tipos de ciclo parqueaderos.

➤ **Ciclo parqueaderos anclados al piso**

Se basa en un tubo de metal en forma de u invertida. Este soporte es ampliamente reconocido como el diseño más conveniente para el estacionamiento de bicicletas en espacio público y se recomienda para la mayoría de aplicaciones de estacionamiento. Los soportes son fáciles de instalar y proporcionan un alto nivel de seguridad cuando se combina con un bloqueo o seguro de calidad en la bicicleta.

Figura 27. Ciclo parqueadero anclado al piso



Fuente: Guía de Ciclo infraestructura – Fondo de prevención vial

³⁶ Guía de ciclo infraestructura Corporación Fondo de Prevención Vial – 4. Infraestructura complementaria.

➤ **Ciclo parqueaderos anclados a la pared**

Este tipo de ciclo parqueaderos se usa más que todo para optimizar el espacio por periodos cortos de estacionamiento. No deben sobresalir más de 50 mm de la pared y deben estar espaciados a una distancia mínima de 1.8 m, con esto se evita el problema de la superposición de bicicletas.

Figura 28. Ciclo parqueadero anclado a la pared



Fuente: Guía ciclo parqueaderos – Institute of Transportation & Development Policy ITDP

➤ **Ciclo parqueaderos de dos niveles³⁷**

Consiste en un elemento en el cual se pueden estacionar bicicletas de manera cómoda en dos niveles. Pueden ser instalados en la pared o de manera independiente, estos módulos requieren una altura aproximada de 2,7 metros y es uno de los cicloparqueaderos más costosos.

Figura 29. Ciclo parqueadero de dos niveles



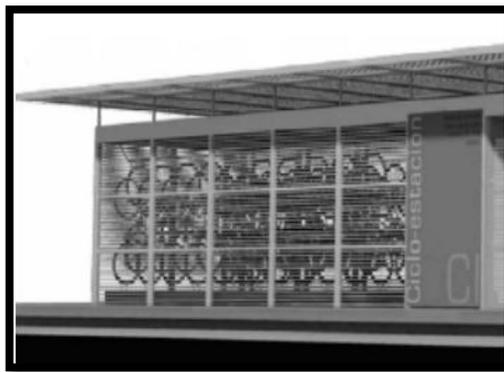
Fuente: Guía de Ciclo infraestructura – Fondo de prevención vial

³⁷ Guía de Ciclo-infraestructura Fondo de prevención vial. Pág. 96.

➤ **Ciclo parqueaderos tipo armario**³⁸

Los armarios proporcionan protección para la bicicleta y todos los elementos que el ciclista utilice al momento de desplazarse y brindan protección a la intemperie. Estos son los más convenientes para oficinas, colegios, estaciones de transporte público o lugares de trabajo. Tiene un costo alrededor de cinco veces más que los ciclo parqueaderos anclados al piso, como se aprecia en la figura 30.

Figura 30. Ciclo parqueadero tipo armario

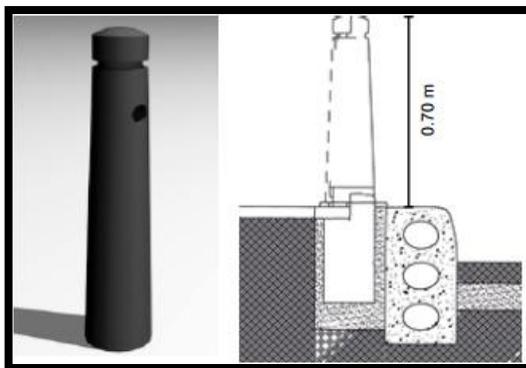


Fuente: Guía de Ciclo infraestructura – Fondo de prevención vial

5.7.3 Elementos para separar a los ciclistas del tráfico motorizado

- **Bolardo alto en acero**

Figura 31. Altura de bolardo alto en acero



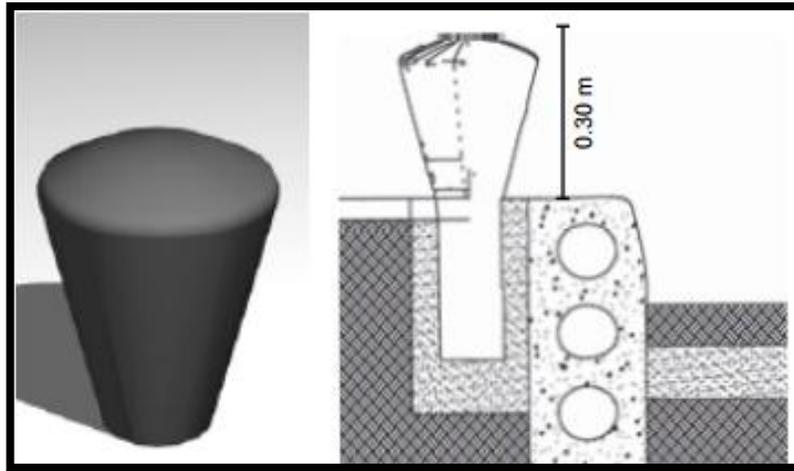
Fuente: Guía de Ciclo infraestructura – Fondo de prevención vial

³⁸ Guía de Ciclo-infraestructura Fondo de prevención vial. Pág. 96.

- **Bolardo bajo en acero**

Bolardo bajo en acero y empotrado al suelo es una opción estética y económica para hacer de separador, como se aprecia en la [figura 32](#).

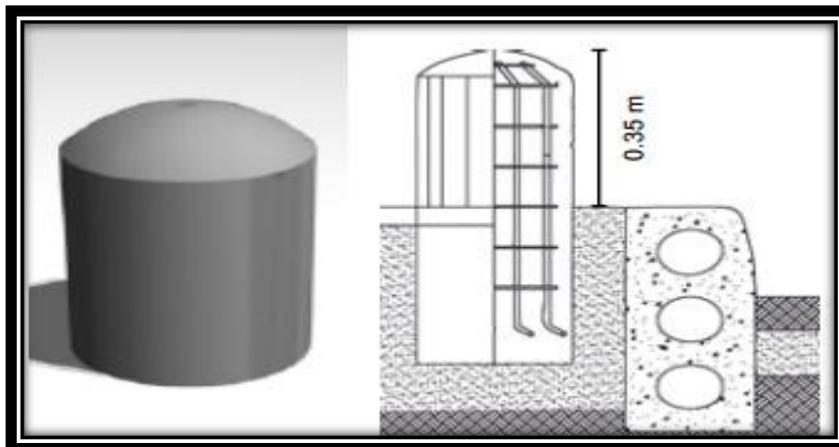
Figura 32. Altura de bolardo bajo en acero



Fuente: Guía de Ciclo infraestructura – Fondo de prevención vial

- **Bolardo bajo en concreto**

Figura 33. Altura de bolardo bajo en concreto



Fuente: Guía de Ciclo infraestructura – Fondo de prevención vial

- **BARANDAS METALICAS**

Figura 34. Barandas metálicas M80



Fuente: Diseños Urbanos Limitada -
http://www.disenosurbanosltda.com/index.php?page=shop.browse&category_id=5&option=com_virtuemart&Itemid=5

5.8 PTV VISSIM³⁹

Este es el software número uno a nivel mundial para la simulación microscópica del tráfico. Permite analizar y estudiar las interacciones de los distintos usuarios de la vía como autos, motocicletas, transporte de carga, bicicletas, peatones, entre otros.

PTV Vissim es una herramienta que permite evaluar y planificar la infraestructura vial tanto urbana como inter-urbana. Podemos trabajarlo en 2D y obtener tanto resultados numéricos como animaciones en 3D, donde se interpretaran los diversos escenarios que el usuario desee analizar. Este es un medio ideal para presentar propuestas viales para el desarrollo de la movilidad en las ciudades, de fácil entendimiento e interpretación de los resultados.

A nivel mundial alrededor de 12.000 usuarios utilizar PTV Vissim para la simulación del tráfico, con precisión máxima, permite la integración con otras

³⁹ PTV VISSIM - <http://vision-traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/ventajas/>

herramientas y la configuración de elementos como las características del conductor y el vehículo, la demanda del tráfico y la programación del transporte público, entre otros.

5.8.1 Aplicaciones

- El software se puede aplicar para simular y analizar cualquier tipo de diseño geométrico, con cualquier tipo de semaforización.
- Simula todos los modos de transporte (sistemas multimodales).
- Evalúa la calidad del tráfico en autopistas considerando diferentes factores como tiempos de viaje, longitudes de cola, entre otros.
- Simula distintas medidas de gestión de tráfico como límites de velocidad, congestión, carriles de tráfico pesado.
- Realiza cálculos detallados de emisiones de contaminantes, basado en trayectorias, velocidades y aceleraciones de los vehículos.

5.9 CICLARAMANGA

“Ciclaramanga es un proyecto ciudadano que propone a la bicicleta en un papel práctico y de uso cotidiano, para que sea respetada y reconocida en las calles como medio de transporte alternativo y solución a problemas crónicos de movilidad, salud y contaminación ambiental en Bucaramanga.

Ciclaramanga, como organización, cree que es posible aplicar un modelo de desarrollo orientado al bienestar del ciudadano, del *ser humano*, no al automóvil, las máquinas, porque está comprobado que es excluyente, insostenible, contaminante; por el contrario optamos un modelo igualitario, incluyente y sostenible que beneficie a la mayoría de la población.

Sin embargo, debe quedar claro que este no es un movimiento de oposición al uso del vehículo automotor, pues es comprensible que en situaciones especiales es necesario. Nuestro voto es más bien por un uso racional de todo sistema o medio de transporte.

Sabemos que la implementación de un modelo más amable de ciudad tiene que ver con la voluntad política de los gobernantes de turno, y también que es pertinente recalcar que sin la adecuada presión y exigencia ciudadana no se

logrará este objetivo por mas buenas que sean las intenciones de quienes orientan los destinos de nuestra ciudad.”⁴⁰

5.10 IMPACTO AMBIENTAL

5.10.1 Gasto de recursos no renovables

El automóvil sigue siendo el medio de transporte con mayor demanda a nivel mundial, gran parte de las refinerías petroleras están diseñadas para proveer de gasolina a este. Después de la aparición del automóvil, el mundo empezó a moverse cada vez más aprisa, requiriendo día a día vehículos de mayor potencia, y por lo tanto mejores gasolinas.

La contaminación por petróleo se produce por su liberación accidental o intencionada en el ambiente, provocando efectos adversos sobre el hombre o sobre el medio, directa o indirectamente.

La explotación y transporte de hidrocarburos es la principal causa de la contaminación, que gradualmente van deteriorando el ambiente. Afecta en forma directa al suelo, agua, aire, y a la fauna y la flora.

5.10.2 Contaminación del aire y sus repercusiones en el cambio climático

La contaminación del aire se produce⁴¹ como consecuencia de la emisión de sustancias tóxicas. La contaminación del aire puede causar trastornos tales como ardor en los ojos y en la nariz, irritación y picazón de la garganta y problemas respiratorios. Bajo determinadas circunstancias, algunas sustancias químicas que se hallan en el aire contaminado pueden producir cáncer, malformaciones congénitas, daños cerebrales y trastornos del sistema nervioso, así como lesiones pulmonares y de las vías respiratorias.

⁴⁰ ¿Quiénes somos? – www.ciclaramanga.org

⁴¹ <http://www.envtox.ucdavis.edu/cehs/toxins/spanish/airpollution.htm>

Algunos de los contaminantes⁴² en el aire más emitidos por el hombre son:

- **Monóxido de carbono (CO)**

“Es un gas inodoro e incoloro. Cuando se lo inhala, sus moléculas ingresan al torrente sanguíneo, donde inhiben la distribución del oxígeno. En bajas concentraciones produce mareos, jaqueca y fatiga, mientras que en concentraciones mayores puede ser fatal.”

- **Dióxido de carbono (CO₂)**

“Es el principal gas causante del efecto invernadero. Se origina a partir de la combustión de carbón, petróleo y gas natural. En estado líquido o sólido produce quemaduras, congelación de tejidos y ceguera. La inhalación es tóxica si se encuentra en altas concentraciones, pudiendo causar incremento del ritmo respiratorio, desvanecimiento e incluso la muerte”.

- **Clorofluorocarbonos (CFC)**

“Son sustancias químicas que se utilizan en gran cantidad en la industria, en sistemas de refrigeración y aire acondicionado y en la elaboración de bienes de consumo. Cuando son liberados a la atmósfera, ascienden hasta la estratosfera. Una vez allí, los CFC producen reacciones químicas que dan lugar a la reducción de la capa de ozono que protege la superficie de la Tierra de los rayos solares.”

- **Ozono (O₃)**

“Este gas es una variedad de oxígeno, que, a diferencia de éste, contiene tres átomos de oxígeno en lugar de dos. El ozono de las capas superiores de la atmósfera, donde se forma de manera espontánea, constituye la llamada “capa de ozono”, la cual protege la tierra de la acción de los rayos ultravioletas. Sin embargo, a nivel del suelo, el ozono es un contaminante de alta toxicidad que afecta la salud, el medio ambiente, los cultivos y una amplia diversidad de materiales naturales y sintéticos.”

⁴² <http://www.monografias.com/trabajos93/contaminacion-ambiental-departamento-puno/contaminacion-ambiental-departamento-puno2.shtml>

- **Óxido de nitrógeno (NOx)⁴³**

“Proviene de la combustión de la gasolina, el carbón y otros combustibles. Es una de las principales causas del smog y la lluvia ácida. El primero se produce por la reacción de los óxidos de nitrógeno con compuestos orgánicos volátiles. En altas concentraciones, el smog puede producir dificultades respiratorias en las personas asmáticas, accesos de tos en los niños y trastornos en general del sistema respiratorio. La lluvia ácida afecta la vegetación y altera la composición química del agua de los lagos y ríos, haciéndola potencialmente inhabitable para las bacterias, excepto para aquellas que tienen tolerancia a los ácidos”.

- **Partículas**

“En esta categoría se incluye todo tipo de materia sólida en suspensión en forma de humo, polvo y vapores. Además, de reducir la visibilidad y la cubierta del suelo, la inhalación de estas partículas microscópicas, que se alojan en el tejido pulmonar, es causante de diversas enfermedades respiratorias. Las partículas en suspensión también son las principales causantes de la neblina, la cual reduce la visibilidad.”

- **Dióxido de azufre (SO₂)**

“Es un gas inodoro cuando se halla en bajas concentraciones, pero en alta concentración despide un olor muy fuerte. Se produce por la combustión de carbón, especialmente en usinas térmicas. También proviene de ciertos procesos industriales, tales como la fabricación de papel y la fundición de metales. Al igual que los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre es uno de los principales causantes del smog y la lluvia ácida.”

- **Compuestos orgánicos volátiles (VOC)**

“Son sustancias químicas orgánicas. Todos los compuestos orgánicos contienen carbono y constituyen los componentes básicos de la materia viviente y de todo derivado de la misma. Muchos de los compuestos orgánicos que utilizamos no se hallan en la naturaleza, sino que se obtienen sintéticamente. Los compuestos químicos volátiles emiten vapores con gran facilidad.”

- **Diesel**

El gasóleo o diésel derivado del petróleo está compuesto aproximadamente de un 75% de hidrocarburos saturados (principalmente parafinas incluyendo isoparafinas

⁴³ <http://ingenieriaquimicacontaminantesat.blogspot.com/2013/05/monoxido-de-carbono-co-el-monoxido-de.html>

y ciclo parafinas) y un 25% de hidrocarburos (incluyendo naftalenos y alcaibencenos). La fórmula química general del gasóleo común es $C_{12}H_{23}$, incluyendo cantidades pequeñas de otros hidrocarburos cuyas fórmulas van desde $C_{10}H_{20}$ a $C_{15}H_{28}$."

- **Gasolina**

La gasolina⁴⁴ es una mezcla de hidrocarburos alifáticos obtenida del petróleo por destilación fraccionada, que se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido por chispa convencional.

Normalmente se considera nafta a la fracción del petróleo cuyo punto de ebullición se encuentra aproximadamente entre 28 y 177 °C (umbral que varía en función de las necesidades comerciales de la refinería). A su vez, este subproducto se subdivide en nafta ligera (hasta unos 100 °C) y nafta pesada (el resto).

⁴⁴ <http://www.slideshare.net/PaulaPardo10/reacciones-de-combustin-en-la-industria-automotriz>

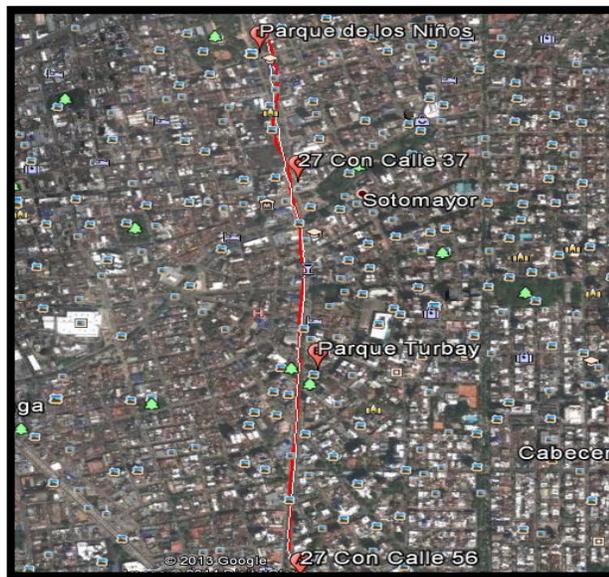
6. METODOLOGIA.

Para la metodología de este trabajo de grado, se hicieron simulaciones durante 1 mes en la carrera 27 entre calle 56 y 32, separando los tramos en 4 puntos de aforo para los conteos, el primero en la calle 56, el segundo en el parque Turbay, el tercero en la bomba ESSO de la calle 38 y por último en el parque de los niños.

Posteriormente se analizaron los datos recolectados por medio de la estadística, además de técnicas de tránsito para demostrar la factibilidad de la ciclo ruta y finalmente comprobar la sostenibilidad de la misma en cuanto a lo social, económico y ambiental.

6.1 LOCALIZACIÓN DE LA CICLO RUTA

Figura 35. Punto de inicio y final de la ciclo ruta, mapa de Bucaramanga



Fuente: Elaboración propia con base en Google Earth

En la **figura 35** se encuentran demarcados los 4 puntos de control, 27 con calle 56 (Tramo 1), Parque Turbay (Tramo 2), 27 con calle 37 (Tramo 3) y Parque de los niños (Tramo 4). Se tomaron los punto a cierta distancia equidistante para analizar los cambios que pudiesen ocurrir durante los conteos, ya que aunque la mayoría de tráfico circula por toda la 27, una cierta parte se desvía por las calles adyacentes a la 27 durante todo el recorrido de la calle 56 a la 32; esto con el fin de tener la mayor precisión a la hora de analizar los datos.

6.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la recolección de datos se tomaron volúmenes vehiculares de varios modos de transporte (Auto, moto, pesado, bicicleta y metro línea) cada 5 minutos desde las 6:00 a las 20:00 horas durante un mes (**ver anexo A**); las tablas que se verán a continuación se compilaron los datos de hora en hora para minimizar la visualización.

6.2.1 Tramo 1. Carrera 27 con calle 56, Aforo de 26 de agosto al 1 de septiembre del 2013 sentido N-S.

Tabla 1. Aforo día martes, tramo 1 sentido N-S

Martes						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00-7:00.	1306	744	8	15	8	
7:00-8:00	1099	720	16	8	9	
8:00- 9:00	901	610	11	13	6	
9:00- 10:00	959	782	40	19	9	
10:00- 11:00	1402	1181	38	12	7	
11:00- 12:00	1421	924	44	12	8	
12:00- 13:00	1620	1161	38	11	10	
13:00- 14:00	1236	892	40	13	7	
14:00- 15:00	1487	1330	34	15	11	
15:00- 16:00	1171	1005	24	12	8	
16:00- 17:00	1345	949	54	8	9	
17:00- 18:00	1752	925	44	15	8	
18:00- 19:00	1889	1996	16	6	12	
19:00- 20:00	1122	940	25	32	11	
Total	18710	14159	432	191	123	33616
Percent Veh	55,7	42	1,3	0,6	0,4	
Q5	398					
VHMD	3919					
Q15	1094					
FHMD5	0,82					
FHMD15	0,90					

Fuente. Elaboración propia

Se observa un flujo vehicular relativamente alto, donde se evidencia la prevalencia de autos y motocicletas con un promedio de **1500** autos y de **900** motocicletas durante el día, además se puede bajo flujo de vehículos pesados con el **1,3%** del total vehicular del día y un flujo de bicicletas muy bajo en relación con los otros modos vehiculares con el **0,6%** y un promedio de **13** bicicletas por hora y metro líneas con un promedio de **12** articulados por hora cada 10 minutos pasan **2** metro líneas aproximadamente que son el P6 y P3, un VHMD de **3919** y este valor es el representativo del tramo 1 por ser el mayor registrado de los 4 días de aforos de la semana y se aprecian sus gráficos en el **sub capítulo XX** y un total de vehículos día de **33616**.

Tabla 2. Aforo día jueves, tramo 1 sentido N-S

Jueves						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00-7:00.	1388	842	26	8	9	
7:00-8:00	1256	924	43	42	10	
8:00- 9:00	1185	793	29	17	10	
9:00- 10:00	1494	1017	61	17	8	
10:00- 11:00	1421	1535	58	20	10	
11:00- 12:00	1360	1099	36	8	11	
12:00- 13:00	1746	1229	21	13	11	
13:00- 14:00	1247	953	21	8	6	
14:00- 15:00	1367	1376	32	11	8	
15:00- 16:00	1236	942	31	10	12	
16:00- 17:00	1257	1010	17	12	8	
17:00- 18:00	1621	1006	43	18	7	
18:00- 19:00	1855	1379	41	7	8	
19:00- 20:00	1346	912	45	32	10	
Total	19779	15016	504	223	128	Total Día
						35650
percent Veh	55,5	42,1	1,4	0,6	0,4	
Q5	305					
VHMD	3290					
Q15	885					
FHMD5	0,90					
FHMD15	0,93					

Fuente. Elaboración propia

Se observa que el flujo vehicular es un poco más alto que el día martes de la tabla anterior con un promedio de **1525** autos y **19779** por día, **1000** motos en promedio y **15016** por día, **504** vehículos pesados en total que representan el **1,4%** del total vehicular, **223** bicicleta representando el **0,6%** del total y una tasa

de metro línea de **12** por hora que es el estándar de todos los días entre semana; el comportamiento en las horas de la mañana es alto en comparación con el martes de la tabla anterior y aunque posea un total de vehículo mayor con **35650** veh/día no es representativo para la simulación por ser su VHMD más bajo que el martes con **3290** veh/hora.

Tabla 3. Aforo día sábado, tramo 1 sentido N-S

Sábado						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00-7:00.	1274	1019	24	12	7	
7:00-8:00	1767	1166	25	16	10	
8:00- 9:00	1780	1107	28	15	10	
9:00- 10:00	1125	968	27	12	8	
10:00- 11:00	1301	863	46	19	8	
11:00- 12:00	1322	772	35	10	9	
12:00- 13:00	1494	1093	28	21	10	
13:00- 14:00	1096	599	25	4	12	
14:00- 15:00	859	556	30	14	7	
15:00- 16:00	1251	584	36	16	8	
16:00- 17:00	1200	705	32	19	7	
17:00- 18:00	911	510	38	20	10	
18:00- 19:00	1279	718	15	19	5	
19:00- 20:00	1212	828	31	31	8	
Total	17870	11488	420	228	119	Total Día
						30125
percent Veh	59,3	38,1	1,4	0,8	0,4	
Q5	293					
VHMD	3165					
Q15	842					
FHMD5	0,90					
FHMD15	0,94					

Fuente: Elaboración propia

Se observa un flujo vehicular moderado durante el día con **17870** Autos, 11488 Motos, **420** vehículos pesados representando el **1,4%** del total, un paso de bicicletas de **15** por hora en promedio y **228** en total y metro línea comportamiento normal de **12** metro líneas por hora aproximadamente, existe un **40%** más de automóviles aproximadamente en referencia con las motocicletas, un total de 30125 veh/día y un VHMD de 3165 veh/hora.

Tabla 4. Aforo día domingo, tramo 1 sentido N-S

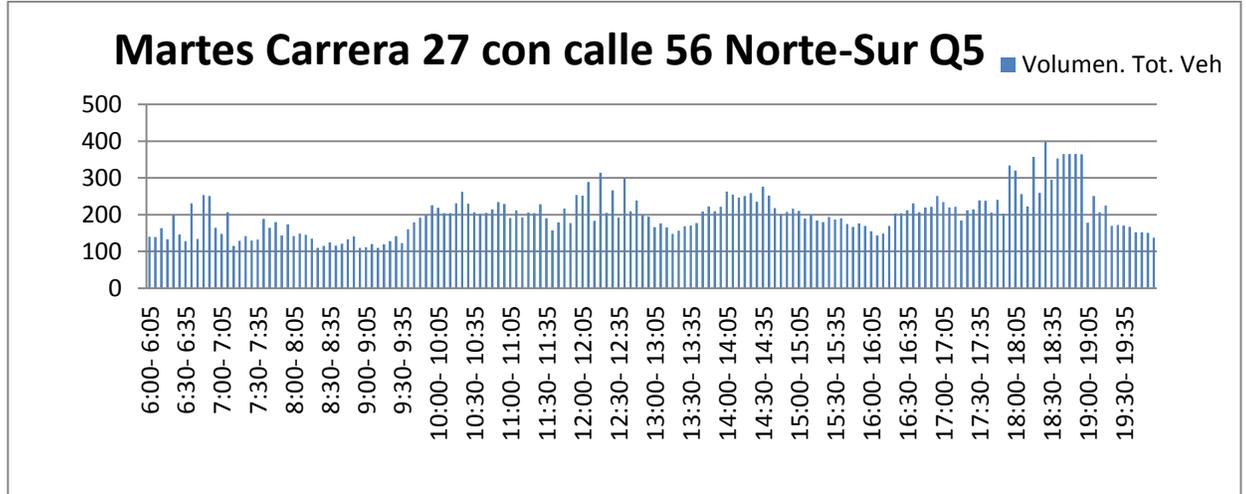
Domingo						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00-7:00.	409	504	5	14	6	
7:00-8:00	394	500	9	26	8	
8:00- 9:00	455	428	16	27	5	
9:00- 10:00	539	423	13	16	6	
10:00- 11:00	820	329	5	10	6	
11:00- 12:00	1178	468	11	19	4	
12:00- 13:00	1009	640	26	15	9	
13:00- 14:00	1147	478	21	34	6	
14:00- 15:00	1202	648	19	41	6	
15:00- 16:00	1028	662	13	32	9	
16:00- 17:00	1314	920	32	12	6	
17:00- 18:00	1680	1176	28	15	6	
18:00- 19:00	1648	1154	23	32	6	
19:00- 20:00	1041	729	22	45	6	
Total	13864	9058	243	338	89	Total Día
percent Veh	58,8	38,4	1,0	1,4	0,4	
Q5	267					
VHMD	2951					
Q15	783					
FHMD5	0,92					
FHMD15	0,94					

Fuente. Elaboración propia

Se observa un flujo relativamente bajo con los días anteriores con una aumento vehicular en las horas de la tarde, un total de **13864** automóviles, **9058** motos, **243** vehículos pesados, con la pauta que la mayoría de pesados era camiones c2p de acarreo y transportadores de alimentos la mayoría un parque de bicicletas mayor con respecto a los días anteriores de **338** en el día representando el **1,4%** y de metro líneas un poco más demorados en su ciclo con **9** metro líneas por hora aproximadamente, un total de **23592** veh/día y un VHMD de **2951** Veh/hora.

6.2.1.1 Esquemas estadísticos día martes-tramo 1; Carrera 27 con calle 56, sentido N-S

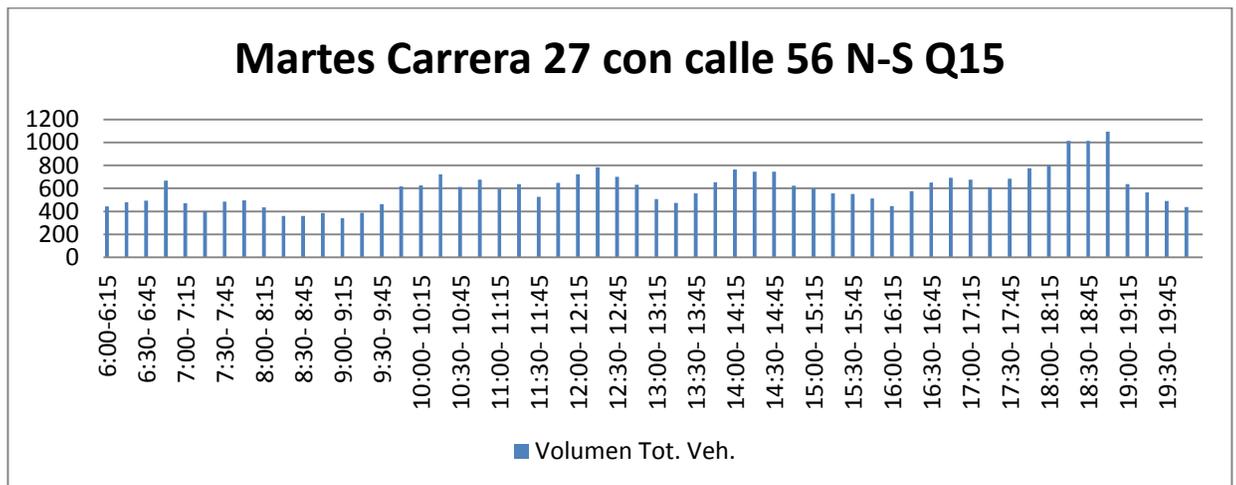
Gráfica 1. Volumen total vehicular Q5 tramo 1, día martes sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

La grafica 1 de volumen vehicular Q5, muestra un comportamiento irregular durante todo el día de aforo del martes presentándose unos picos altos al medio día entre **12:00** y **13:00** horas, pero con una demanda vehicular alta entre las **18:00** y las **19:00** horas presentándose en este intervalo el VHMD representativo de este día en la calle 56.

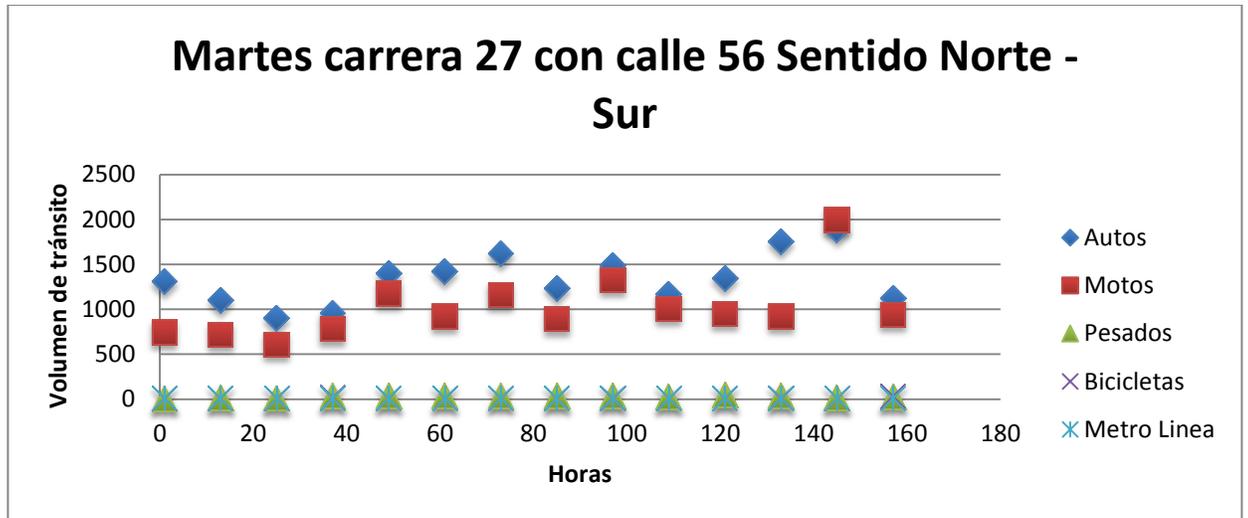
Gráfica 2. Volumen total vehicular Q15 tramo 1, día martes sentido N-S



Fuente: Elaboración propia

El esquema Q15 ya no muestra claramente el pico alto del medio día pero se evidencia el VHMD entre las **18:00** y las **19:00** horas corroborando el esquema Q5 de la gráfica anterior, además de esto, el flujo vehicular más bajo mostrado se encuentra entre las **8:30** y las **9:30** horas con **400** vehículos en promedio aproximadamente cada 15 minutos.

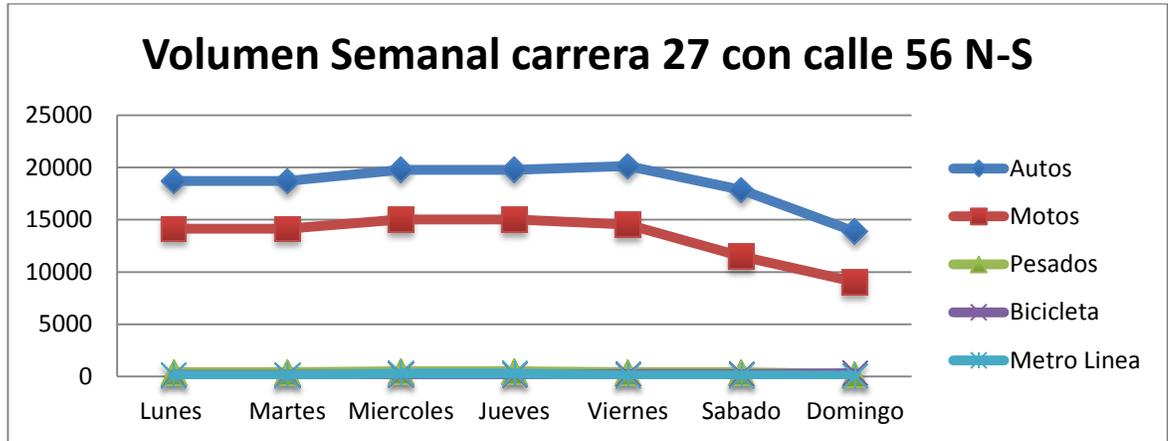
Gráfica 3. Total vehículos Vs Horas del día, tramo 1; día martes sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

En este esquema podemos ver la relación de cada sistema de transporte modal por las horas del día, en el cual se ve una prevalencia por encima de las motos de los automóviles el cual presenta un fluctuación que significa el aumento y decrecimiento de vehículos en el transcurso del día: se evidencia un punto de motos por encima de los autos a las **18:00** horas en el que las motocicletas superaron en números a los autos en ese instante y por debajo de estos se encuentran en menor proporción los vehículos pesados las bicicletas y los metro líneas.

Gráfica 4. Total vehículos Vs días de la semana, tramo 1; día martes sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

En este esquema se evidencia el comportamiento del número total de vehículos contra los días de la semana, se puede observar que el número de autos es mayor todos los días frente a los demás vehículos y que además presenta poca fluctuación con una tendencia progresiva en aumento entre semana y un decrecimiento en la cantidad vehicular el fin de semana, con un pico de **20000** autos entre el jueves y el viernes y de **15000** en motos en esos mismos días; finalmente por debajo de estos se encuentran los vehículos pesados, bicicletas y metro líneas con un promedio de vehículos diarios inferior a **1000** veh/día.

6.2.2 Tramo 2, Aforo de 2 de septiembre al 8 de septiembre del 2013; carrera 27 con parque Turbay, sentido N-S

Tabla 5. Aforo día miércoles, tramo 2 sentido N-S

Miércoles						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00-7:00.	1312	762	38	9	10	
7:00-8:00	1209	770	28	21	8	
8:00- 9:00	975	1161	49	6	10	
9:00- 10:00	1606	1143	40	16	7	
10:00- 11:00	1528	1035	28	18	9	
11:00- 12:00	1591	990	26	8	11	
12:00- 13:00	1659	1215	28	10	8	
13:00- 14:00	1273	981	39	7	10	
14:00- 15:00	1462	1417	51	19	10	
15:00- 16:00	1398	970	36	21	7	
16:00- 17:00	1312	1041	42	18	9	
17:00- 18:00	1854	1037	37	17	7	
18:00- 19:00	1860	1420	51	23	11	
19:00- 20:00	1015	702	29	6	9	
Total	20097	14644	223	199	126	Total Día
						35290
percent Veh	56,9	41,5	0,6	0,6	0,4	
Q5	315					
VHMD	3365					
Q15	914					
FHMD5	0,89					
FHMD15	0,92					

Fuente. Elaboración propia

Este tramo 2 se observa que el número promedio de vehículos aumenta considerablemente con relación al tramo 1 en donde el promedio de autos es alrededor de los **1600** veh/hora y un total de **20097** autos, un total de **14644** motocicletas en el día, **223** vehículos pesados, **199** bicicletas y **126** metro líneas con una tasa de 10 metro líneas por hora; un total de vehículos día de **35290** y un VHMD **3365** veh/hora que no es el representativo de esta semana y este tramo 2.

Tabla 6. Aforo día jueves, tramo 2 sentido N-S

Jueves						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	
6:00 - 7:00	1377	800	39	17	10	
7:00 - 8:00	1269	809	30	23	8	
8:00 - 9:00	1023	1219	41	9	10	
9:00 - 10:00	1686	1200	51	18	7	
10:00 - 11:00	1604	1087	55	17	9	
11:00 - 12:00	1705	1040	52	15	11	
12:00 - 13:00	1824	1275	63	7	8	
13:00 - 14:00	1273	1030	68	8	10	
14:00 - 15:00	1531	1488	50	17	10	
15:00 - 16:00	1206	1018	55	26	7	
16:00 - 17:00	1323	1294	35	16	12	
17:00 - 18:00	1706	1261	32	24	10	
18:00 - 19:00	1953	1658	37	25	10	
19:00 - 20:00	1015	673	26	16	7	
Total	20497	15852	634	238	129	Total Día
% veh	54,9	42,4	1,7	0,6	0,3	
Q5	350					
VHMD	3683					
Q15	1002					
FHMD5	0,88					
FHMD15	0,92					

Fuente. Elaboración propia

Se observa un flujo alto moderado con relación al día miércoles del tramo 2, con una disminución en autos, pero un aumento considerable en motocicletas que el día anterior con **20497** autos/día y **15852** motos/día respectivamente, un total de 634 vehículos pesados, **238** bicicletas y **129** metro líneas representando el **0,3%** del total vehicular y una tasa estándar de 10 metro líneas por hora; un total vehicular de **37351** Veh/día y un VHMD de **3683** Veh/hora siendo este el dato representativo de este tramo 2.

Tabla 7. Aforo día sábado, tramo 2 sentido N-S

Sábado						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1325	1060	38	5	9	
7:00 - 8:00	1837	1212	28	13	7	
8:00 - 9:00	1852	1151	11	14	8	
9:00 - 10:00	1170	1007	40	26	9	
10:00 - 11:00	1353	898	38	20	8	
11:00 - 12:00	1360	803	36	17	12	
12:00 - 13:00	1534	1137	21	26	7	
13:00 - 14:00	1140	623	25	4	10	
14:00 - 15:00	893	578	30	15	8	
15:00 - 16:00	1301	607	36	9	8	
16:00 - 17:00	1282	757	35	10	6	
17:00 - 18:00	1524	725	33	21	5	
18:00 - 19:00	1140	996	57	31	7	
19:00 - 20:00	1091	773	13	25	11	
Total	18801	12327	441	236	115	31920
% veh	58,9	38,6	1,4	0,7	0,4	
Q5	307					
VHMD	3295					
Q15	869					
FHMD5	0,89					
FHMD15	0,95					

Fuente. Elaboración propia

Se puede observar que en las horas de la mañana se presenta una concentración vehicular importante, con un paso de automóviles de **18801** Auto/día, **12327** moto/día, **441** Pesado/día, **236** bicicleta/día y **115** metro líneas en el día, lo cual hace que con relación a los anteriores días sea moderadamente bajo con **31920** Veh/día y un VHMD de **3295** Veh/hora.

Tabla 8. Aforo día domingo, tramo 2 sentido N-S

Domingo

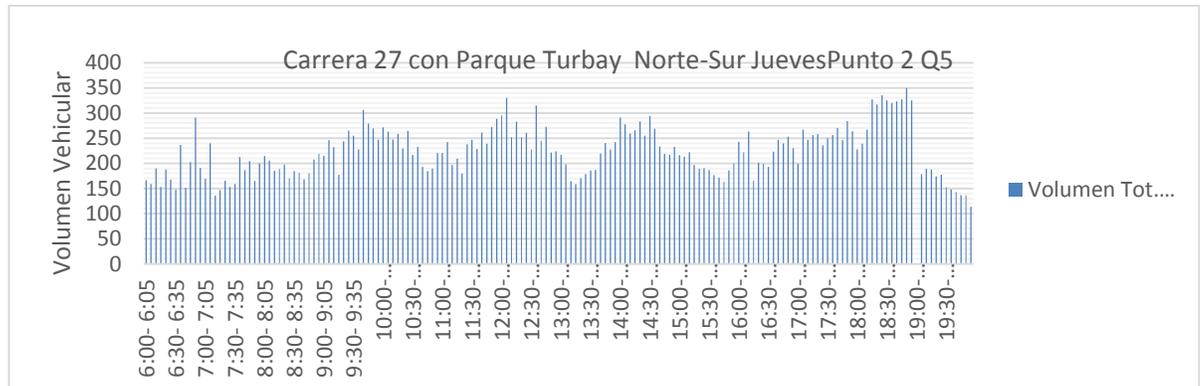
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	
6:00 - 7:00	442	454	5	14	6	
7:00 - 8:00	426	450	11	23	8	
8:00 - 9:00	491	385	28	15	5	
9:00 - 10:00	582	381	25	12	6	
10:00 - 11:00	886	296	17	7	6	
11:00 - 12:00	1272	421	23	12	4	
12:00 - 13:00	1090	576	38	42	9	
13:00 - 14:00	1239	430	33	33	6	
14:00 - 15:00	1298	583	31	26	6	
15:00 - 16:00	1110	596	25	32	9	
16:00 - 17:00	1419	828	44	12	6	
17:00 - 18:00	1814	1058	40	15	6	
18:00 - 19:00	1780	1038	35	32	6	
19:00 - 20:00	1109	653	33	40	8	Total Día
Total	14958	8149	388	315	91	23901
% veh	62,6	34,1	1,6	1,3	0,4	
Q5	269					
VHMD	2934					
Q15	790					
FHMD5	0,91					
FHMD15	0,93					

Fuente. Elaboración propia

Se observa que la cantidad de autos y de motos se redujo un **30%** aproximadamente en relación a los días entre semana y sábado del tramo 2, un número de autos de **14958**, **8149** moto/día, **288** pesados/día, un aumento considerable de bicicletas con **1,3%** del total vehicular y **315** bicicletas/día, por último **91** metro líneas sienta un promedio de **8** metro líneas por hora.

6.2.2.1 Esquemas estadísticos día jueves-tramo 2; Carrera 27 con parque Turbay, sentido N-S

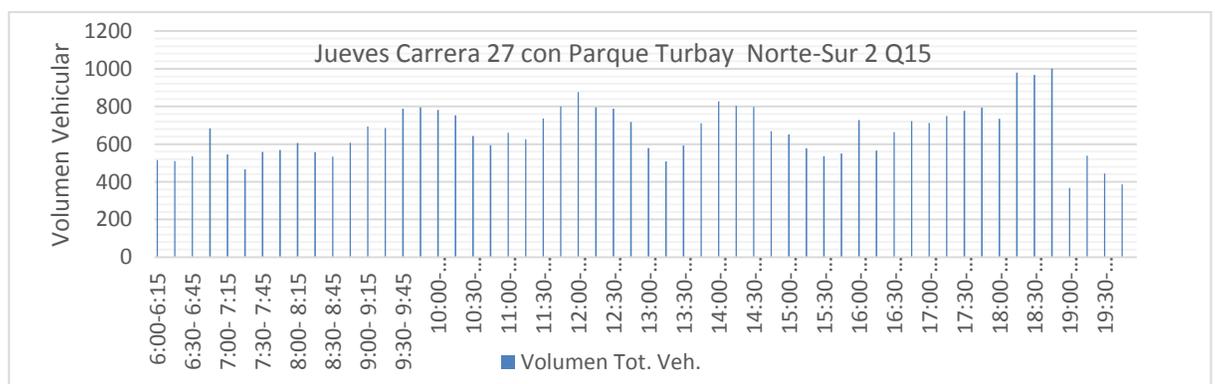
Gráfica 5. Volumen total vehicular Q5 tramo 2, día jueves sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

Se puede observar en el esquema Q5 que existe unas fluctuaciones que hacen que la gráfica no tenga una tendencia definida, pero se puede apreciar que existen picos de aglomeración de vehículos en horas claves del día como a las 6:30, a las 9:30, a las 12:00, a las 14:00, y finalmente se observa el mayor flujo vehicular del día entre las **18:00** y las **19:00** horas con aproximadamente **330** Vehículos cada 5 minutos.

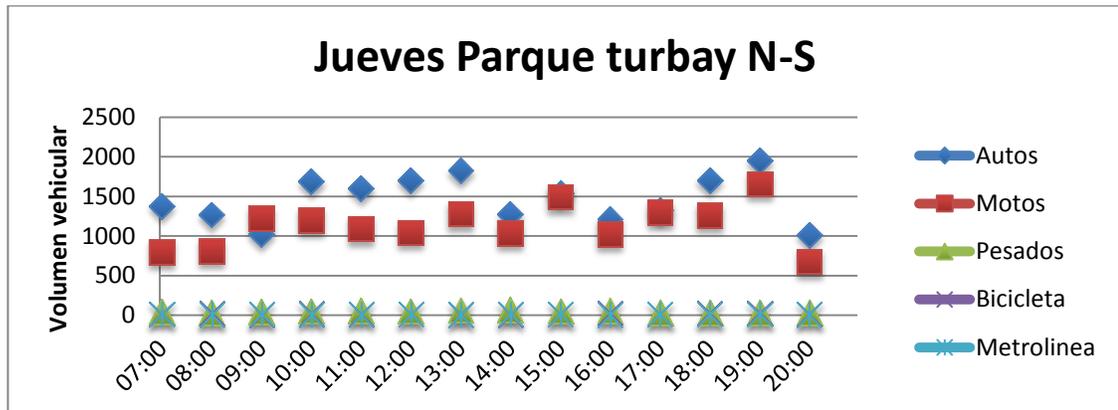
Gráfica 6. Volumen total vehicular Q15 tramo 2, día jueves sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

Se observa en el esquema Q15 casi el mismo comportamiento que el esquema anterior de Q5 registrándose el flujo el flujo más bajo alrededor de las **7:15** y el flujo más alto exactamente **17:45** a las **18:45** horas.

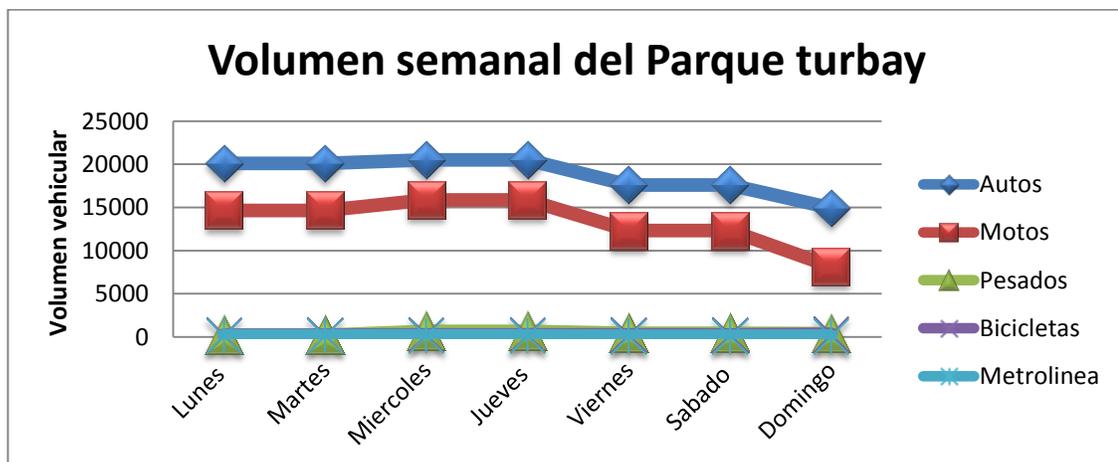
Gráfica 7. Total vehicular Vs Horas del día, tramo 2; día jueves sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

Se puede observar en el esquema de numero de autos contra horas del día, que los autos son los que más número de vehículos presenta para cada hora del día por encima de los demás modos vehicular, adicional a esto se puede notar una dispersión en los puntos de autos lo cual indica que es muy variable en cuanto a que hay más carros en ciertas horas y menos en otras lo mismo ocurre con las motocicletas pero la diferencia es que su cantidad es menor pero su dispersión es menor es decir es más continuo y preciso el número de motocicletas en el paso del tiempo, por último los pesados, bicicletas y metro líneas no superan los **100** veh/ hora por eso están muy por debajo del gráfico y del promedio

Gráfica 8. Total vehicular Vs días de la semana, tramo 2; día jueves sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

En el esquema de número total de vehículos contra los días de la semana se observa un aumento progresivo de lunes a jueves y un punto de inflexión donde

comienza a decrecer de jueves a domingo con una nivelación de viernes a sábado en el número de vehículos, por su parte los vehículos pesados presentan un leve aumento entre el miércoles y el jueves pero está a la par con el número de bicicletas y metro líneas en la semana que no superan los **500** individualmente.

6.2.3 Tramo 3, Aforo de 9 de septiembre al 15 de septiembre del 2013; carrera 27 con calle 38, sentido N-S.

Tabla 9. Aforo día jueves, tramo 3 sentido N-S

Jueves						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	
6:00 - 7:00	1541	912	35	13	10	
7:00 - 8:00	1434	922	26	13	8	
8:00 - 9:00	1157	1390	17	20	10	
9:00 - 10:00	1906	1368	23	20	7	
10:00 - 11:00	1813	1239	43	6	9	
11:00 - 12:00	1908	1185	15	9	11	
12:00 - 13:00	2011	1454	28	11	8	
13:00 - 14:00	1342	958	25	18	10	
14:00 - 15:00	1709	1529	32	17	6	
15:00 - 16:00	1327	1151	49	5	7	
16:00 - 17:00	1455	1462	44	17	12	
17:00 - 18:00	1877	1425	45	16	10	
18:00 - 19:00	2086	1874	45	14	10	
19:00 - 20:00	1075	653	31	17	8	
Total	22640	17521	458	196	126	Total Día
% veh	55,3	42,8	1,1	0,5	0,3	
Q5	371					
VHMD	4028					
Q15	1077					
FHMD5	0,90					
FHMD15	0,93					

Fuente. Elaboración propia

Se puede observar en la tabla que el número de vehículos al día supera los **40000**, con un promedio de autos de **1700** veh/hora aproximadamente, superando a los promedios del tramo 2 y 1, por su parte el número de motocicletas aumento de igual manera y posee **17521** moto/día, los pesados se mantuvieron

equivalentes en relación con los tramos anteriores en **458** pesados/día, al igual que las bicicletas con **196** Bici/día y **126** Metro/día; se puede ver que el VHMD es de **4028** Veh/hora y es el más alto registrado en los 4 tramos del sentido N-S de la carrera 27, pero no es suficiente para ser el dato relevante para ingresar al simulador VISSIM.

Tabla 10. Aforo día viernes, tramo 3 sentido N-S

Viernes						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	
6:00 - 7:00	1587	985	41	14	10	
7:00 - 8:00	1477	996	40	14	8	
8:00 - 9:00	1191	1501	37	8	10	
9:00 - 10:00	1963	1478	31	19	7	
10:00 - 11:00	1867	1338	43	10	9	
11:00 - 12:00	1965	1280	15	11	11	
12:00 - 13:00	2059	1570	28	7	8	
13:00 - 14:00	1533	1035	25	8	10	
14:00 - 15:00	1794	1651	32	17	6	
15:00 - 16:00	1393	1243	49	26	7	
16:00 - 17:00	1528	1579	44	16	12	
17:00 - 18:00	1970	1539	45	24	10	
18:00 - 19:00	1601	1341	42	20	10	
19:00 - 20:00	1272	937	27	22	10	
Total	23202	18472	499	216	128	Total Día
% veh	54,6	43,4	1,2	0,5	0,3	
Q5	368					
VHMD	3746					
Q15	993					
FHMD5	0,85					
FHMD15	0,94					

Fuente. Elaboración propia

Se observa en la tabla del día viernes que posee el mayor número de vehículos en total de todos los 4 tramos en el sentido N-S con 42517 Veh/día, con aproximadamente **1750** Autos/hora y **23202** Autos/día, un total de **18472** motos/día que es relativamente alto a comparación de los demás días, 499 pesados/día, 216 bicicletas/día y 128 metro líneas con una tasa de 11 metro líneas por hora; el VHMD de 3746 Veh/hora refleja un flujo moderadamente alto.

Tabla 11. Aforo día sábado, tramo 3 sentido N-S

Sábado

HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1325	1060	33	14	9	
7:00 - 8:00	1860	1425	32	19	9	
8:00 - 9:00	1874	1331	23	14	11	
9:00 - 10:00	1182	987	49	9	9	
10:00 - 11:00	1367	880	53	5	13	
11:00 - 12:00	1373	787	37	14	6	
12:00 - 13:00	1549	1097	44	13	9	
13:00 - 14:00	1151	598	28	18	11	
14:00 - 15:00	893	679	39	13	8	
15:00 - 16:00	1301	871	36	10	9	
16:00 - 17:00	1554	865	35	21	7	
17:00 - 18:00	1676	667	33	23	9	
18:00 - 19:00	1696	916	57	21	10	
19:00 - 20:00	1236	914	28	21	14	
Total	20038	13076	527	215	134	Total Día
						33990
% veh	59,0	38,5	1,6	0,6	0,4	
Q5	330					
VHMD	3645					
Q15	965					
FHMD5	0,92					
FHMD15	0,94					

Fuente. Elaboración propia

Se observa que este día presenta una disminución en el flujo vehicular moderadamente bajo en relación con el Jueves y el Viernes, con **20038** autos/día, **13076** motos/día, un aumento en el total de vehículos pesados de **527** pesados/día, **215** y **134** bicicletas y metro líneas por día respectivamente; un VHMD de **3645** Veh/hora.

Tabla 12. Aforo día domingo, tramo 3 sentido N-S

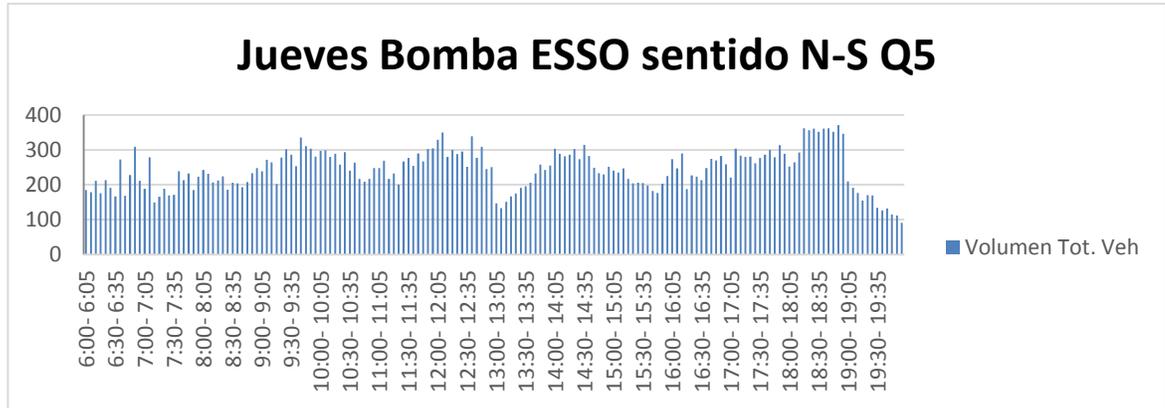
Domingo						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	
6:00 - 7:00	574	513	5	14	6	
7:00 - 8:00	553	509	10	25	8	
8:00 - 9:00	554	427	22	21	5	
9:00 - 10:00	611	419	19	14	6	
10:00 - 11:00	930	326	11	9	6	
11:00 - 12:00	1336	463	17	16	4	
12:00 - 13:00	1144	634	32	29	9	
13:00 - 14:00	1301	473	27	34	6	
14:00 - 15:00	1363	642	25	34	6	
15:00 - 16:00	1166	655	19	32	9	
16:00 - 17:00	1533	911	38	12	6	
17:00 - 18:00	1996	1164	34	15	6	
18:00 - 19:00	1958	1142	29	32	6	
19:00 - 20:00	1220	718	28	43	8	
Total	16239	8994	316	327	91	Total Día
% veh	62,5	34,6	1,2	1,3	0,4	25967
Q5	291					
VHMD	3215					
Q15	866					
FHMD5	0,92					
FHMD15	0,93					

Fuente. Elaboración propia

Se puede observar que el número de vehículo total es bajo en comparación con los otros días con **25967** veh/día, **16239** autos/día, **8994** motos/día, **316** pesados/día, un aumento moderado en el número de las bicicletas con **327** bici/día que tiene una tasa-frecuencia de **1,3%** con respecto al número de vehículos total y una tasa de metro líneas de **7** cada hora.

6.2.3.1 Esquemas estadísticos día jueves-tramo 3; Carrera 27 con calle 38 (Bomba ESSO), sentido N-S

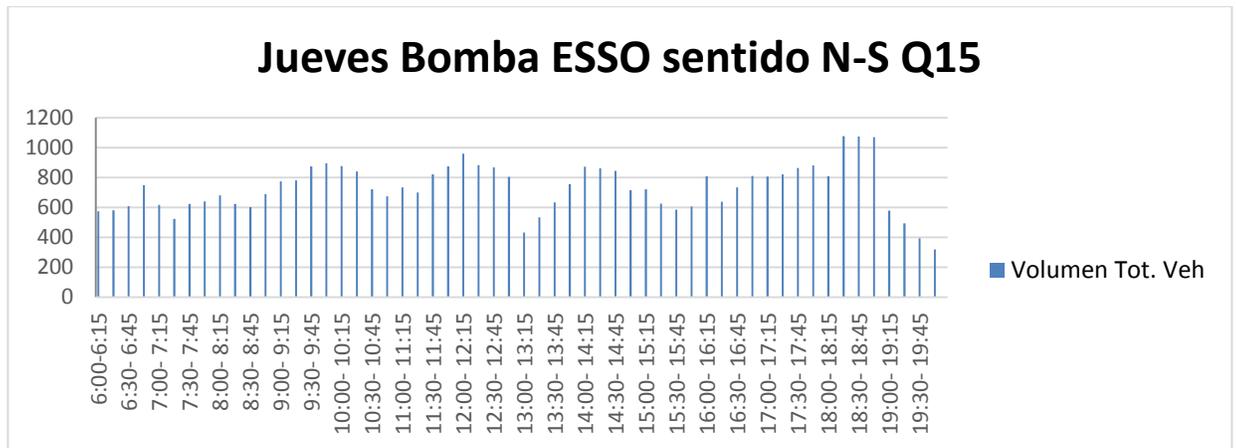
Gráfica 9. Volumen total vehicular Q5 tramo 3, día jueves sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

El esquema del tramo 3 Q5 muestra una densidad mayor a los demás gráficos ya que el flujo vehicular aumentó cada 5 minutos, los picos de las fluctuaciones están casi a las par un de otros los de las 9:00, 12:00 y 18:00 horas, pero siendo esta ultima la que más número de carro posee siendo el intervalo de 18:00 a 19:00 la hora punta de máxima demanda.

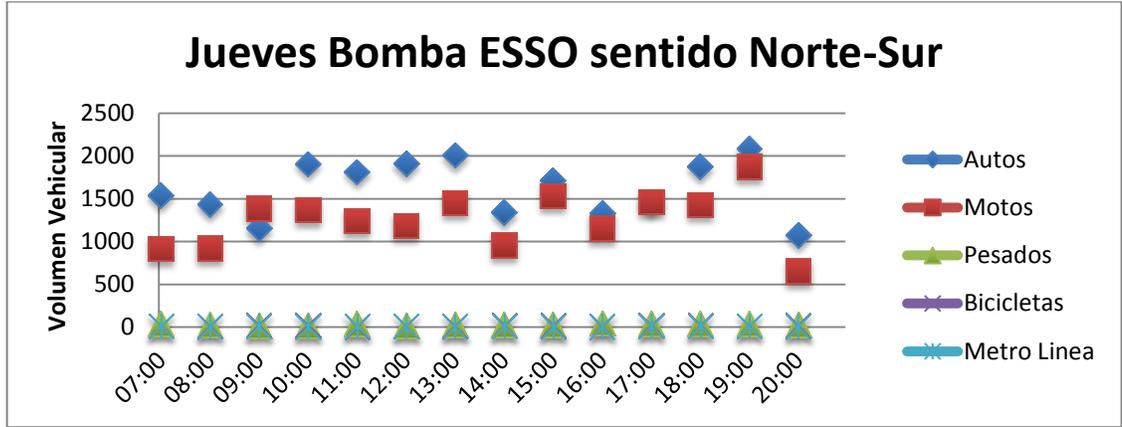
Gráfica 10. Volumen total vehicular Q15 tramo 3, día jueves sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

Se observa en el esquema Q15 el mismo comportamiento del esquema Q5 del tramo 3 pero se hace más evidente la hora punta que va desde las 18:00 hasta las 19:00 horas y el punto de flujo más bajo es desde las 13:00 y comienza a ascender hasta las 14:00 horas.

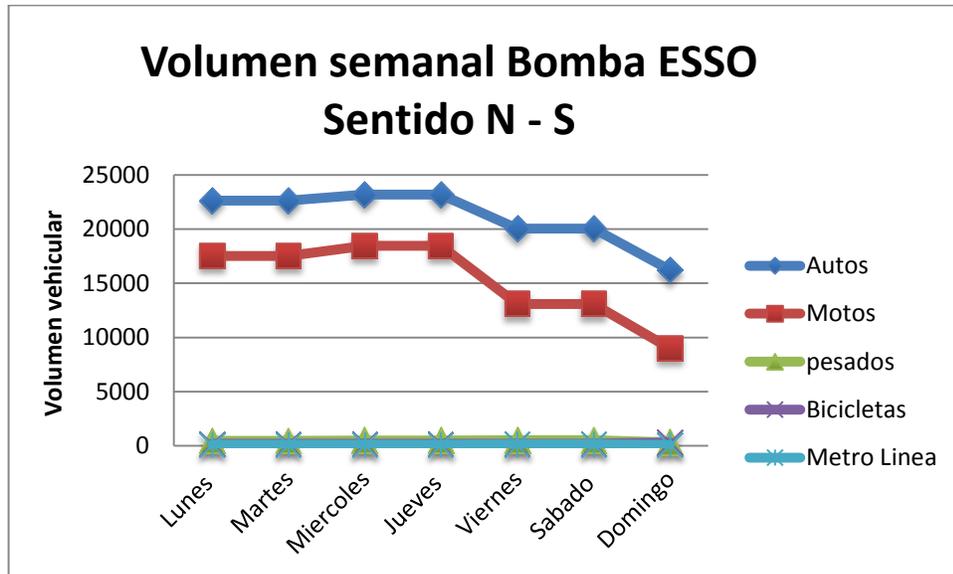
Gráfica 11. Total vehicular Vs Horas del día, tramo 3, día jueves sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

Se observa en el esquema de número de vehículos totales contra días de la semana del tramo 3 que el comportamiento es similar a los otros tramos con un ascenso desde el lunes al jueves continuo y una caída abrupta para el fin de semana bajando considerablemente la tasa de vehículos por día, con un pico de **24000** autos/día aproximadamente y un mínimo de **16000** autos/día.

Gráfica 12. Total vehicular Vs días de la semana, tramo 3, día jueves sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

En el gráfico de números de autos contra las horas del día, las dos tendencias tanto de motos como de autos poseen poca dispersión y su fluctuación es similar, es decir, cuando baja un punto baja el otro, y sube de la misma manera su flujo

vehicular; los vehículos pesados, bicicletas y metro líneas no se pueden apreciar muy bien ya que están muy por debajo de la tasa de vehículos de motos y autos con menos de 100 veh/hora

6.2.4 Tramo 4, Aforo de 16 de septiembre al 22 de septiembre del 2013; carrera 27 con parque de los niños, sentido N-S.

Tabla 13. Aforo día lunes, tramo 4 sentido N-S

Lunes						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1416	800	35	28	10	
7:00 - 8:00	1281	809	26	22	8	
8:00 - 9:00	968	842	17	13	10	
9:00 - 10:00	910	984	48	18	7	
10:00 - 11:00	1095	779	36	16	8	
11:00 - 12:00	1457	900	51	22	12	
12:00 - 13:00	1748	1142	44	23	11	
13:00 - 14:00	1487	892	44	18	10	
14:00 - 15:00	1474	1284	49	16	6	
15:00 - 16:00	1086	871	52	23	7	
16:00 - 17:00	1367	865	36	16	12	
17:00 - 18:00	1542	667	49	22	10	
18:00 - 19:00	1560	916	63	17	10	
19:00 - 20:00	1179	914	36	13	10	
Total	18571	12664	586	267	131	Total Día
% veh	57,6	39,3	1,8	0,8	0,4	32219
Q5	287					
VHMD	2986					
Q15	826					
FHMD5	0,87					
FHMD15	0,90					

Fuente. Elaboración propia

Se puede observar en un día lunes del tramo 4 parque de los niños que el flujo vehicular ya no es tan denso como en los otros tramos casi asemejándose a un domingo de otro de los tramos anteriores y con un promedio de autos y motos de **1400** Veh/hora y **900** Veh/hora aproximadamente respectivamente, con un total de vehículos por día de **32219** y un VHMD de **2986** que no es representativo del tramo 4.

Tabla 14. Aforo día miércoles, tramo 4 sentido N-S

Miércoles						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1430	808	47	40	10	
7:00 - 8:00	1294	817	38	34	8	
8:00 - 9:00	1003	876	29	25	10	
9:00 - 10:00	1001	1082	60	30	7	
10:00 - 11:00	1205	857	48	28	8	
11:00 - 12:00	1603	990	63	34	12	
12:00 - 13:00	1574	1028	56	35	11	
13:00 - 14:00	1338	803	56	30	10	
14:00 - 15:00	1276	1027	47	28	6	
15:00 - 16:00	868	697	40	35	7	
16:00 - 17:00	1366	1109	48	41	12	
17:00 - 18:00	1674	1311	64	52	14	
18:00 - 19:00	1659	1147	61	35	11	
19:00 - 20:00	1080	904	31	29	10	
Total	14857	11904	688	476	136	28061
% veh	52,9	42,4	2,5	1,7	0,5	
Q5	282					
VHMD	3154					
Q15	817					
FHMD5	0,93					
FHMD15	0,97					

Fuente. Elaboración propia

Se puede observar en la tabla que el día miércoles posee menos vehículos que el día lunes con **28061** Veh/día pero así mismo su VHMD es mayor con **3154** Veh/día siendo este dato el mayor y representativo del tramo 4, se puede notar un aumento considerable en este punto de las bicicletas con **476** bici/día siendo un **1,7%** del total vehicular, así mismo el número de vehículos pesados es alto en comparación con los otros días y tramos con **688** pesados/día el **2,5%** del total vehicular y la tasa de metro línea son de **12** por hora que es el estándar.

Tabla 15. Aforo día jueves, tramo 4 sentido N-S

Jueves						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1423	804	41	34	10	
7:00 - 8:00	1288	813	32	28	8	
8:00 - 9:00	985	859	23	19	10	
9:00 - 10:00	955	1033	54	24	7	
10:00 - 11:00	1150	818	42	22	8	
11:00 - 12:00	1530	945	57	28	12	
12:00 - 13:00	1661	1085	50	29	11	
13:00 - 14:00	1412	848	50	24	10	
14:00 - 15:00	1375	1155	48	22	6	
15:00 - 16:00	977	784	46	29	7	
16:00 - 17:00	1367	987	42	29	12	
17:00 - 18:00	1608	989	57	37	10	
18:00 - 19:00	1610	1032	62	26	10	
19:00 - 20:00	1333	1198	40	11	10	
Total	18674	13348	644	362	131	Total Día
						33158
% veh	56,3	40,3	1,9	1,1	0,4	
Q5	289					
VHMD	2824					
Q15	769					
FHMD5	0,81					

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla que el número vehicular aumento este día a **33158** veh/día, un resultado moderadamente alto para la semana; por otra parte, el porcentaje vehicular no vario con respectos a los otros días del tramo.

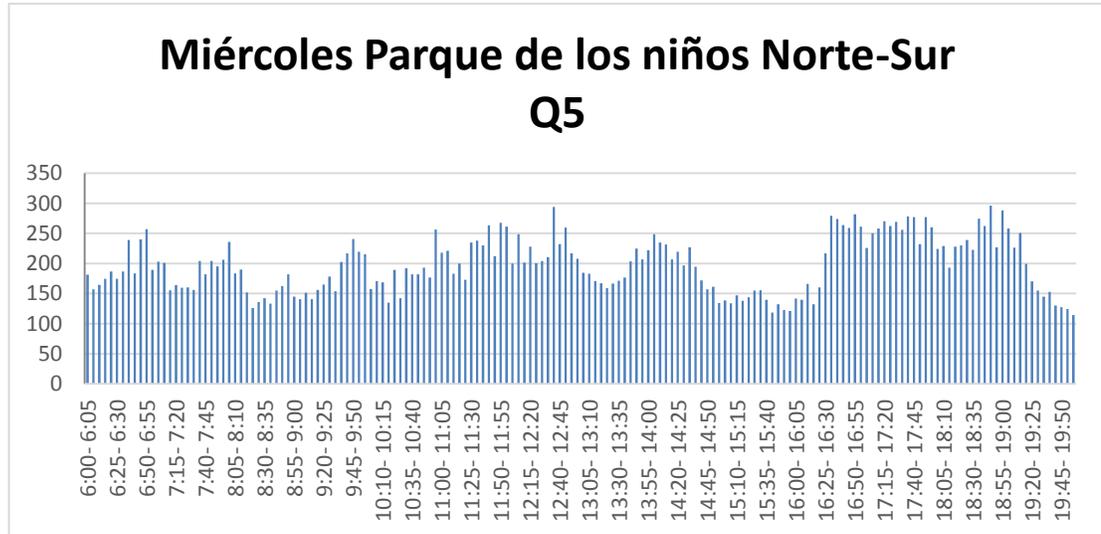
Tabla 16. Aforo día domingo, tramo 4 sentido N-S

Domingo						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	
6:00 - 7:00	804	573	41	14	6	
7:00 - 8:00	774	569	32	23	8	
8:00 - 9:00	720	487	32	15	5	
9:00 - 10:00	795	479	31	12	6	
10:00 - 11:00	1209	386	43	7	6	
11:00 - 12:00	1686	523	15	12	4	
12:00 - 13:00	1487	694	28	42	9	
13:00 - 14:00	1670	533	25	33	6	
14:00 - 15:00	1541	702	32	26	6	
15:00 - 16:00	1282	715	49	32	9	
16:00 - 17:00	1650	971	44	12	6	
17:00 - 18:00	1916	1224	45	15	6	
18:00 - 19:00	1880	1202	45	32	6	
19:00 - 20:00	1171	778	31	40	8	
Total	18585	9834	493	315	91	29318
% veh	63,4	33,5	1,7	1,1	0,3	
Q5	288					
VHMD	3165					
Q15	833					
FHMD5	0,92					
FHMD15	0,95					

Fuente: Elaboración propia

6.2.4.1 Esquemas estadísticos día Miércoles-tramo 4; Carrera 27 con parque de los niños, sentido N-S

Gráfica 13. Volumen total vehicular Q5 tramo 4, día miércoles sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

En el esquema de Q5 del tramo 4 se observa que su comportamiento es creciente con pocas fluctuaciones en la mañana llegando a un pico a las **12:30** del mediodía aproximadamente, comenzando a fluctuar de nuevo y a decrecer considerablemente de **14:30** a **15:30**, la hora punta máxima se encuentra alrededor de las **18:00** horas, pero en general es un comportamiento casi uniforme con pocas variaciones exceptuando algunos datos.

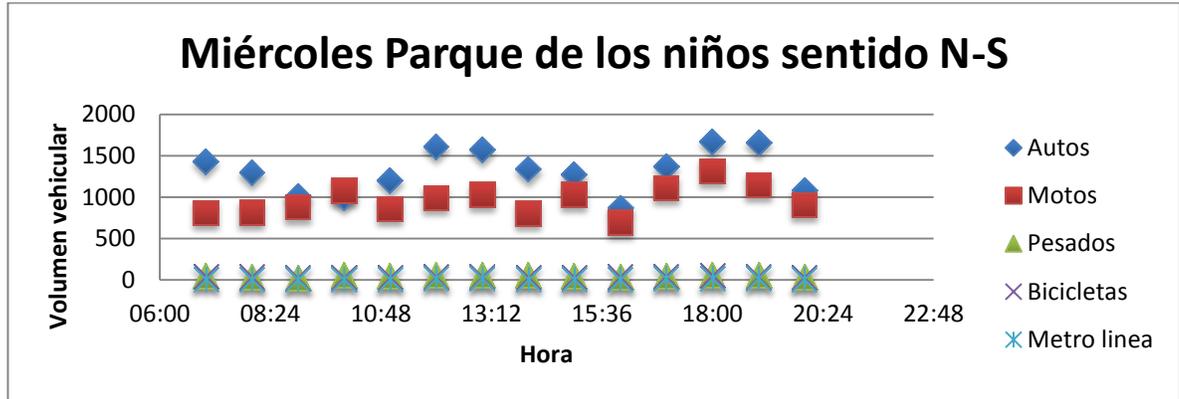
Gráfica 14. Volumen total vehicular Q15 tramo 4, día miércoles sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

Se puede observar en el esquema Q15 que la hora punta empieza a partir de las **17:00** hasta las **18:00** horas y que el intervalo de flujo más bajo es de las **15:00** hasta las **16:00** aproximadamente; el flujo máximo máximo observado esta alrededor de los **820 Veh/ 15 minutos**.

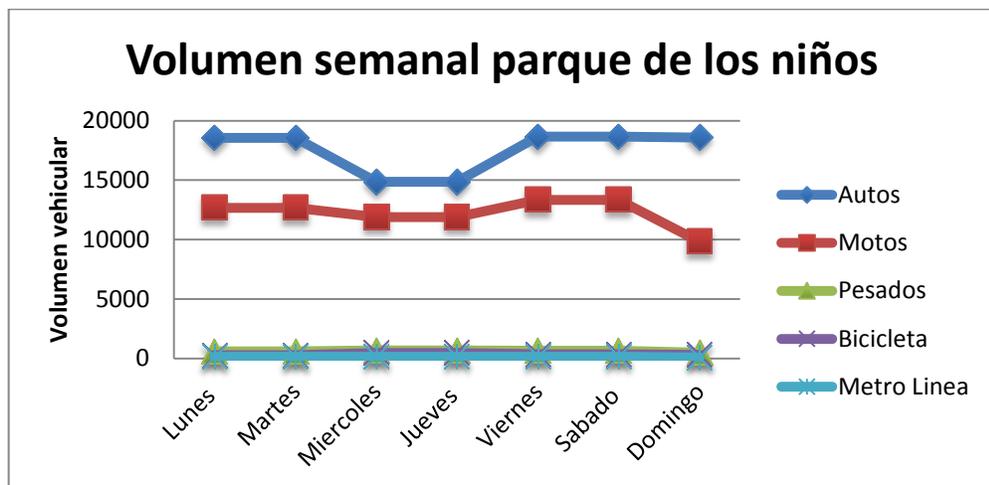
Gráfica 15.Total vehicular Vs horas del día, tramo 4, día miércoles sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

Se puede observar en el gráfico de número de vehículos por horas que existen dispersiones tanto para los autos como para las motos, se aprecia que el número de motos a las **9:00** horas supera el número de autos, el resto del día los autos superan en número a las motocicletas; por otra parte los vehículos pesados, las bicicletas y los metro líneas se encuentran muy por debajo del promedio.

Gráfica 16. Total vehicular Vs días de la semana, tramo 4, día miércoles sentido N-S



Fuente. Elaboración propia

En el gráfico de número total de vehículos contra días de la semana, se puede observar que hay un punto de inflexión bajo los días martes y miércoles más marcado en los autos que en las motocicletas, aun así comienza a ascender el número de vehículo de jueves a viernes y se estabiliza el fin de semana, los vehículos pesados se muestran un poco más claro que las bicicletas y los metro líneas alcanzando un pico de aproximadamente **1000** veh/día el jueves

6.2.5 Tramo 1. Carrera 27 con calle 56, Aforo de 26 de agosto al 1 de septiembre del 2013 sentido S-N

Tabla 17. Aforo día martes, tramo 1 sentido S-N

MARTES						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1417	986	78	30	8	
7:00 - 8:00	1456	1002	71	24	8	
8:00 - 9:00	1200	1003	85	26	7	
9:00 - 10:00	1161	1001	85	20	6	
10:00 - 11:00	1191	1025	72	14	10	
11:00 - 12:00	1915	1175	66	17	14	
12:00 - 13:00	2424	1625	66	45	9	
13:00 - 14:00	2447	1766	61	34	9	
14:00 - 15:00	2433	1871	75	32	9	
15:00 - 16:00	1574	1588	82	31	8	
16:00 - 17:00	1566	1335	74	21	16	
17:00 - 18:00	1722	1289	70	29	7	
18:00 - 19:00	1987	1407	82	47	9	
19:00 - 20:00	2062	1306	85	24	18	
Total	24555	18379	1052	394	138	Total día
% veh	55,29	41,48	2,23	0,59	0,41	44518

Q5	413
VHMD	4420
Q15	1139
FHMD5	0,89185
FHMD15	0,97015

Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se puede observar que el número total de vehículos observados durante el intervalo de horas comprendido entre las 6 am y las 8 pm

fue de **44518** veh/día distribuidos de la siguiente manera: **24555** autos/día, **18379** motos/día, **1052** pesados/día, **394** bicicletas/día, **138** metrolínea/día. En este día hubo un bajo porcentaje de bicicletas con un **0,59%** del total de los vehículos, donde los autos fueron los de mayor porcentaje con un **52,29%**.

Tabla 18. Aforo día jueves, tramo 1 sentido S-N

JUEVES						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1382	973	55	16	14	
7:00 - 8:00	1345	981	52	26	12	
8:00 - 9:00	1246	1032	56	13	17	
9:00 - 10:00	1239	1023	66	19	11	
10:00 - 11:00	1219	1031	68	22	14	
11:00 - 12:00	1293	1255	57	20	10	
12:00 - 13:00	2305	1494	76	27	11	
13:00 - 14:00	2154	1472	63	18	15	
14:00 - 15:00	2203	1537	53	22	14	
15:00 - 16:00	1570	1638	58	20	8	
16:00 - 17:00	1634	1349	46	19	14	
17:00 - 18:00	1796	1362	62	20	15	
18:00 - 19:00	1975	1439	66	18	12	
19:00 - 20:00	1885	1491	60	24	7	
Total	23246	18077	838	284	174	Total día
% veh	53,48	39,97	2,25	0,71	0,52	42619

Q5	362
VHMD	3913
Q15	1060
FHMD5	0,90078
FHMD15	0,92288

Fuente: Elaboración propia

En la tabla_ podemos observar que el número total de vehículos disminuyo a **42619** con respecto al conteo anterior, todos los vehículos disminuyeron a comparación del día martes, los únicos que aumentaron fueron los metro líneas los cuales registraron **174** metro línea/día.

Tabla 19. Aforo día sábado, tramo 1 sentido S-N

SABADO						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 – 7:00	1647	1332	70	18	10	
7:00 – 8:00	2087	1468	55	22	14	
8:00 – 9:00	2119	1457	68	21	14	
9:00 – 10:00	2124	1499	63	19	13	
10:00 – 11:00	2305	1419	64	21	8	
11:00 – 12:00	2482	1653	62	23	14	
12:00 – 13:00	2431	1621	62	9	10	
13:00 – 14:00	1833	1483	40	19	12	
14:00 – 15:00	1269	1370	63	12	16	
15:00 – 16:00	1322	1533	55	18	13	
16:00 – 17:00	2458	1471	69	18	12	
17:00 – 18:00	2507	1387	62	21	11	
18:00 – 19:00	2434	1459	86	8	10	
19:00 – 20:00	2009	1601	62	19	12	
Total	29027	20753	881	248	169	Total día
% veh	53,78	45,6	1,87	0,51	0,31	51078

Q5	455
VHMD	4356
Q15	1172
FHMD5	0,79780
FHMD15	0,92918

Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se observa un considerable incremento en los vehículos durante todo el día a comparación de los dos días anteriores. Este día, sábado, por este tramo circularon un total de **51078** veh/día, donde se sigue priorizando al automóvil como principal medio de transporte, durante las 6:00 am y las 8:00 pm circularon **29027** autos.

Tabla 20. Aforo día domingo, tramo 1 sentido S-N

DOMINGO						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	366	544	63	14	9	
7:00 - 8:00	473	516	74	24	10	
8:00 - 9:00	494	588	64	20	11	
9:00 - 10:00	514	575	67	15	10	
10:00 - 11:00	692	550	69	9	16	
11:00 - 12:00	704	558	70	9	10	
12:00 - 13:00	678	515	74	17	15	
13:00 - 14:00	766	511	75	22	11	
14:00 - 15:00	724	548	89	19	13	
15:00 - 16:00	735	496	81	18	13	
16:00 - 17:00	694	539	79	11	9	
17:00 - 18:00	930	548	77	24	12	
18:00 - 19:00	976	564	73	24	11	
19:00 - 20:00	953	514	82	13	15	
Total	9699	7566	1037	239	165	Total día
% veh	48,65	44,25	5,62	1,39	0,91	18706

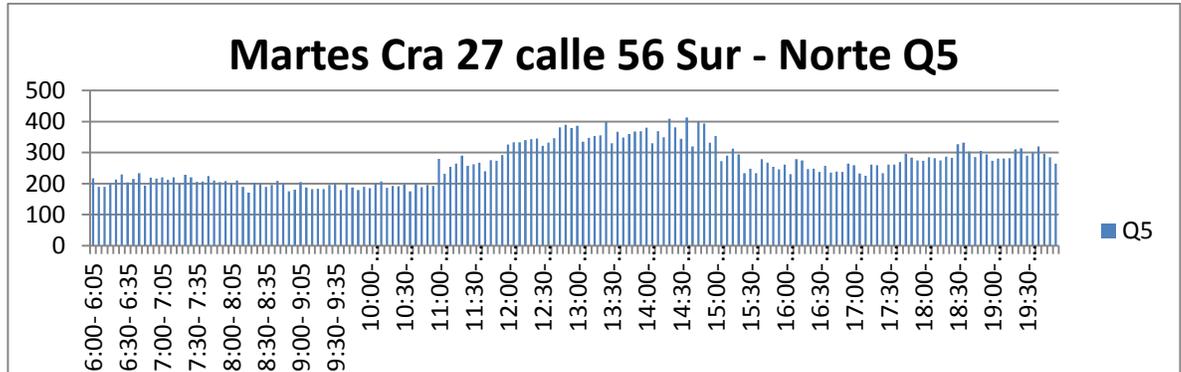
Q5	148
VHMD	1630
Q15	433
FHMD5	0,91779
FHMD15	0,94111

Fuente: Elaboración propia

En el conteo de este día se observa una severa disminución en los vehículos comparándolo con el resto de días de la semana donde tan solo circularon **9699** veh/día casi la tercera parte de los vehículos en el día de máxima demanda de esta semana que fue el martes.

6.2.5.1 Esquemas estadísticos día Martes-tramo 1; Carrera 27 con calle 56, sentido S-N.

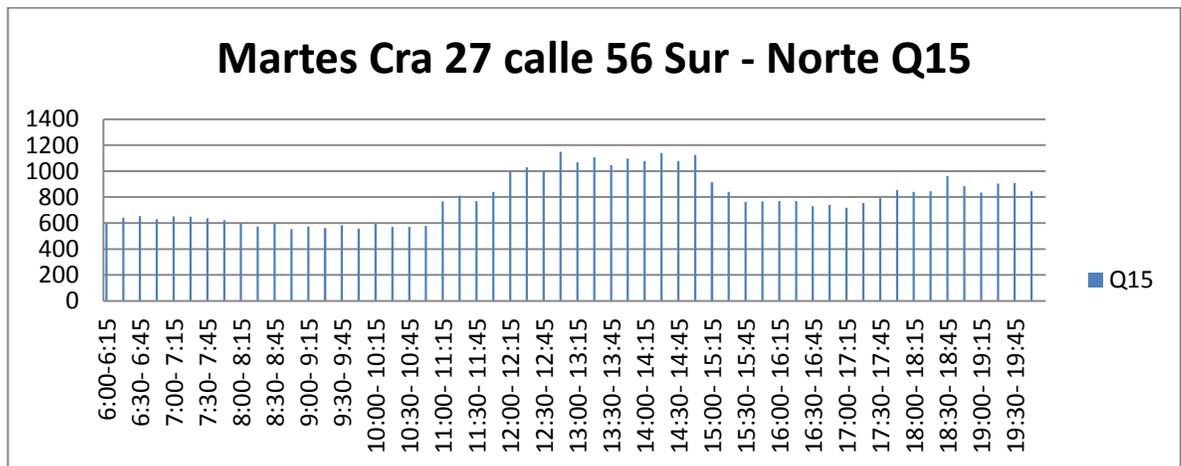
Gráfica 17. Q5 del día de máxima demanda en el tramo 1.



Fuente: Elaboración propia

Esta grafica refleja el volumen de vehículos en intervalos de cinco minutos (Q5), donde el volumen máximo se da entre las 14:15 pm y las 14:30 pm.

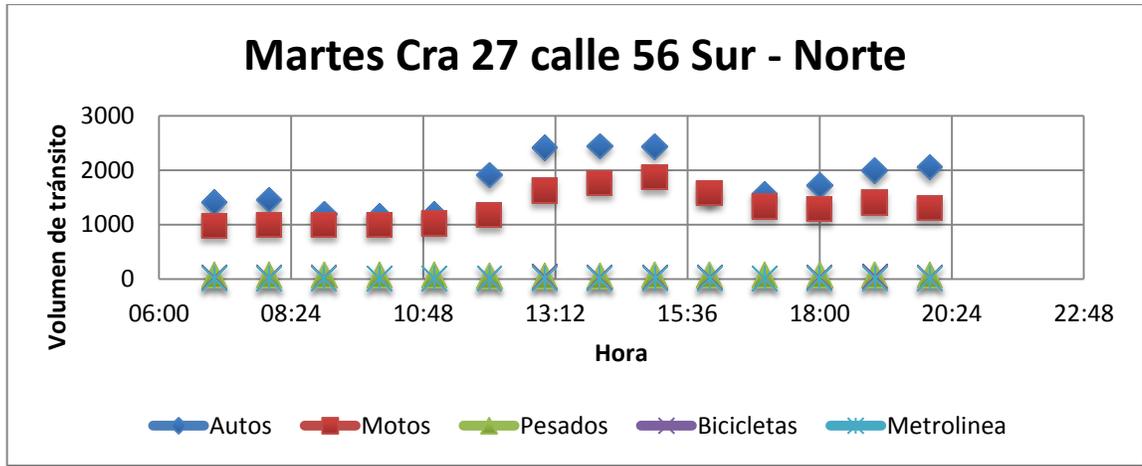
Gráfica 18. Q15 del día de máxima demanda en el tramo 1



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 18 se observa el volumen de vehículos en intervalos de 15 minutos (Q15), donde el mayor volumen de vehículos se da entre las 12:45 pm y las 14:45 pm.

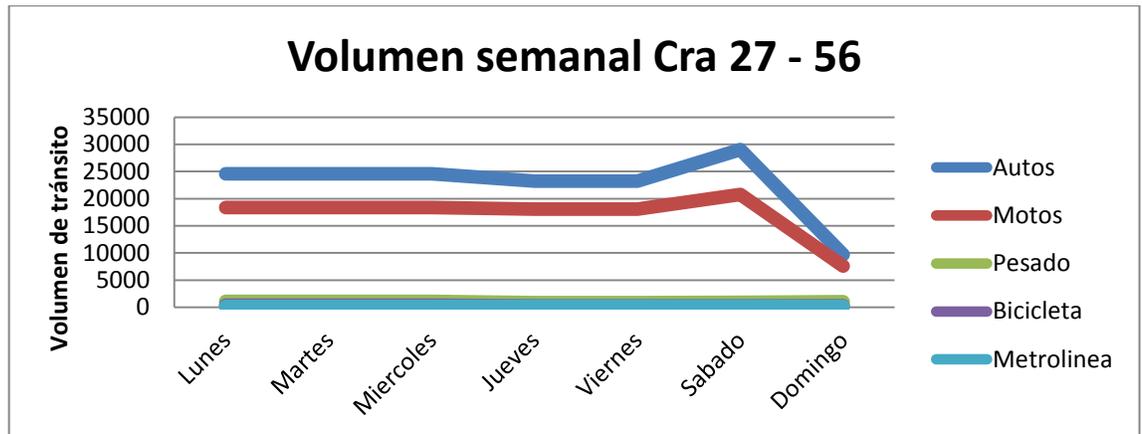
Gráfica 19. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 1.



Fuente: Elaboración propia

En la anterior grafica se observa la variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda donde los automóviles predominan en cantidad seguido por las motos y vehículos pesados y por ultimo las bicicletas y los buses de metrolínea, las horas de mayor volumen de autos y motocicletas están comprendidas entre 13:10 pm y las 15:00 pm.

Gráfica 20. Variación diaria del volumen de tránsito en el tramo 1



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica de variación diaria del volumen de transito se observa que entre el día lunes y el día martes no varía mucho la cantidad de vehículos en este tramo, mientras que en el día sábado aumenta abruptamente la cantidad de vehículos,

esto se da ya que este día no hay pico y placa y todos los vehículos pueden circular libremente por la ciudad.

6.2.6 Tramo 2, Aforo de 2 de septiembre al 8 de septiembre del 2013; carrera 27 con parque Turbay, sentido S-N

Tabla 21. Aforo día miércoles, tramo 2 sentido S-N

MIERCOLES						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1644	1087	62	26	12	
7:00 - 8:00	1842	1097	70	19	13	
8:00 - 9:00	1438	1066	70	10	10	
9:00 - 10:00	1341	1070	49	22	8	
10:00 - 11:00	1307	1078	40	21	10	
11:00 - 12:00	1387	1077	61	15	9	
12:00 - 13:00	1385	1896	61	12	12	
13:00 - 14:00	1432	2017	66	21	9	
14:00 - 15:00	1389	1879	69	13	17	
15:00 - 16:00	1351	1862	77	16	14	
16:00 - 17:00	1375	1818	70	19	15	
17:00 - 18:00	1690	1758	80	20	10	
18:00 - 19:00	2077	1903	70	15	12	
19:00 - 20:00	2122	1714	62	12	10	
Total	21780	21322	907	241	161	44411
% veh	48,95	47,69	2,04	0,54	0,56	

Q5	364
VHMD	4077
Q15	1049
FHMD5	0,93338
FHMD15	0,97164

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el número total de autos es similar al número de total de motos, donde los anteriormente mencionados son superados tan solo por **458** autos. No se observa una variación muy significativa de vehículos pesados, bicicletas o metro líneas.

Tabla 22. Aforo día jueves, tramo 2 sentido S-N

JUEVES						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1568	1026	73	12	10	
7:00 - 8:00	1476	1004	61	16	15	
8:00 - 9:00	1273	1023	66	17	11	
9:00 - 10:00	1316	983	72	23	13	
10:00 - 11:00	1300	991	63	21	7	
11:00 - 12:00	1776	1029	65	19	13	
12:00 - 13:00	2312	1442	64	22	12	
13:00 - 14:00	2239	1426	67	20	14	
14:00 - 15:00	2175	1473	71	23	11	
15:00 - 16:00	1780	1353	67	14	15	
16:00 - 17:00	1798	1336	81	21	10	
17:00 - 18:00	1672	1295	64	13	11	
18:00 - 19:00	1799	1271	60	24	8	
19:00 - 20:00	1772	1251	62	14	8	
Total	24256	16903	936	259	158	Total día
% veh	57,06	39,76	2,2	0,61	0,37	42512

Q5	343
VHMD	3971
Q15	974
FHMD5	0,94048
FHMD15	0,99358

Fuente: Elaboración propia

En este día se observa un aumento en los autos y una disminución en las motos. Los automóviles con un total de **24256** autos/día y las motos con un total de **16903** motos/día. Donde estos dos medios de transporte siguen con los mayores porcentajes de vehículos empleados en este sector.

Tabla 23. Aforo día sábado, tramo 2 sentido S-N

SABADO						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1919	1514	64	18	11	
7:00 - 8:00	1807	1603	62	13	10	
8:00 - 9:00	1820	1525	74	15	15	
9:00 - 10:00	1916	1580	80	8	14	
10:00 - 11:00	2235	1583	57	13	17	
11:00 - 12:00	2396	1518	84	13	11	
12:00 - 13:00	2392	1657	54	24	11	
13:00 - 14:00	2042	1743	62	16	13	
14:00 - 15:00	1911	1803	69	16	6	
15:00 - 16:00	1609	1769	66	21	12	
16:00 - 17:00	1660	1751	67	18	8	
17:00 - 18:00	2461	1668	54	18	7	
18:00 - 19:00	2455	1681	63	14	8	
19:00 - 20:00	2109	1713	76	22	10	Total día
Total	28732	23108	932	229	153	53154
% veh	54,05	43,47	1,75	0,43	0,29	

Q5	398
VHMD	4251
Q15	1096
FHMD5	0,89008
FHMD15	0,96966

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la anterior tabla que el VHMD fue el mayor comparado con los otros días de conteos en el tramo 2, este fue de **4251** veh/hora por lo cual es el día de máxima demanda y tomaremos los Q5 y Q15 para realizar las gráficas con respecto a este día crítico.

Tabla 24. Aforo día domingo, tramo 2 sentido S-N

DOMINGO						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	558	648	75	19	12	
7:00 - 8:00	596	682	69	16	10	
8:00 - 9:00	677	569	71	17	14	
9:00 - 10:00	677	620	72	15	18	
10:00 - 11:00	731	585	63	18	14	
11:00 - 12:00	506	608	70	18	10	
12:00 - 13:00	662	574	62	17	15	
13:00 - 14:00	544	629	70	20	17	
14:00 - 15:00	685	688	72	16	12	
15:00 - 16:00	624	647	66	15	8	
16:00 - 17:00	526	556	60	18	14	
17:00 - 18:00	752	648	67	15	12	
18:00 - 19:00	852	578	71	17	8	
19:00 - 20:00	774	640	84	18	13	
Total	9164	8672	972	239	177	19224
% veh	47,67	45,11	5,06	1,24	0,92	

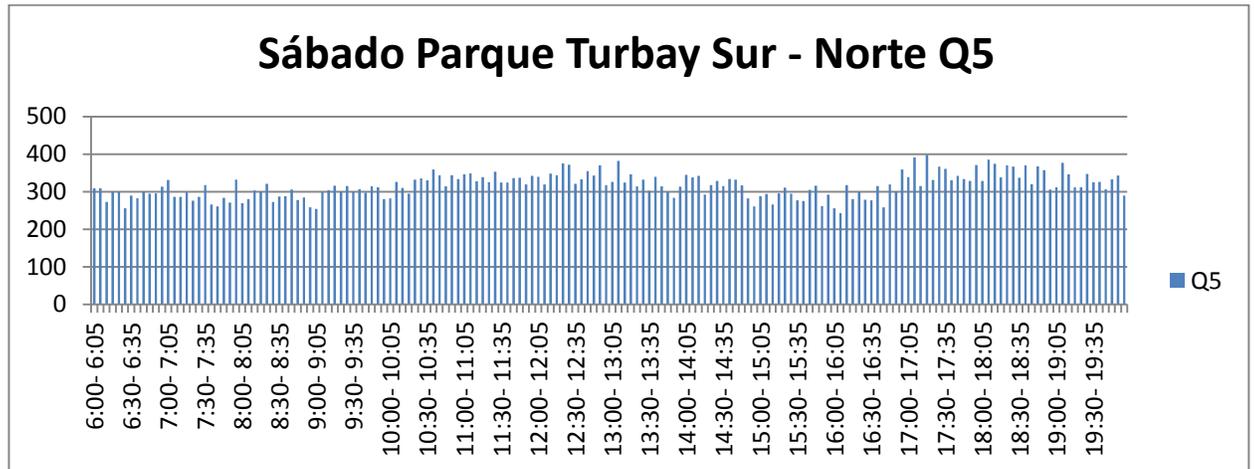
Q5	164
VHMD	1598
Q15	437
FHMD5	0,81199
FHMD15	0,91419

Fuente. Elaboración propia

En esta tabla se observa el flujo sigue disminuyendo similar al domingo del tramo anterior. En este día circularon **19224** vehículos mientras que el domingo anterior por el tramo 1 circularon **18706** vehículos, un leve aumento pero sigue siendo muy bajo comparado con los otros conteos de la semana.

6.2.6.1 Esquemas estadísticos día Sábado-tramo 2; Carrera 27 con parque Turbay, sentido S-N.

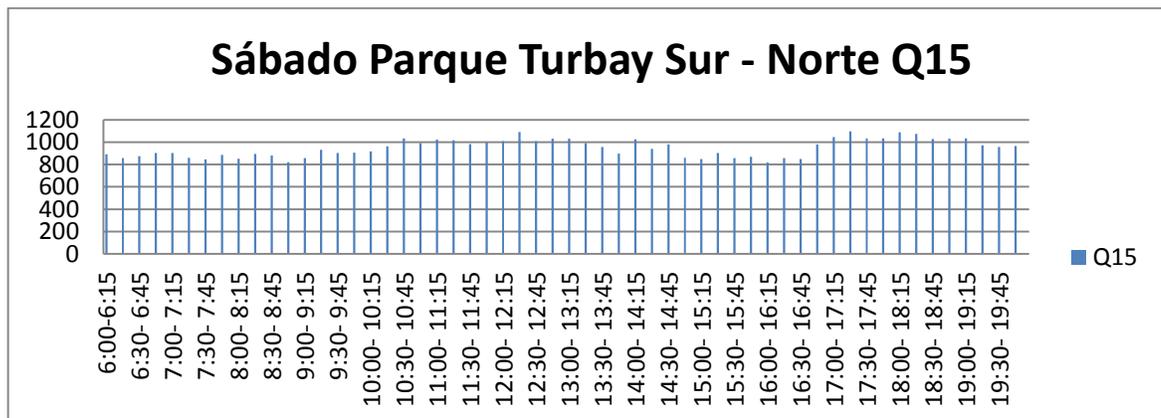
Gráfica 21. Q5 del día de máxima demanda en el tramo 2.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica anterior se observa el volumen de vehículos en intervalos de cinco minutos (Q5), donde el volumen máximo es similar en las horas pico a las 7:00 am, 13:05 horas y 17:25 horas siendo esta última la que registro mayor volumen vehicular.

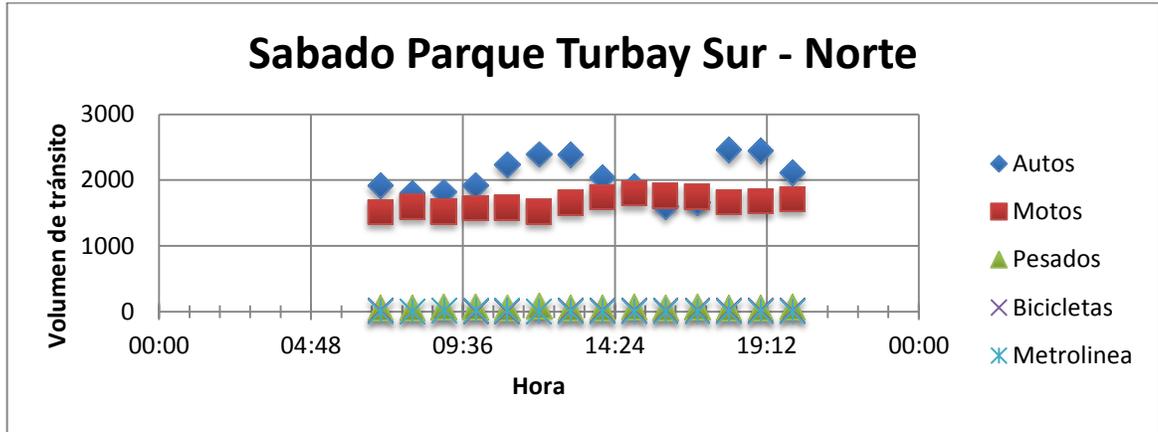
Gráfica 22. Q15 del día de máxima demanda en el tramo 2.



Fuente: Elaboración propia

La grafica 22 representa el volumen en intervalos de 15 minutos (Q15), donde el mayor volumen se dio a las 12:20 pm y a las 17:20 horas con aproximadamente **1090** vehículos.

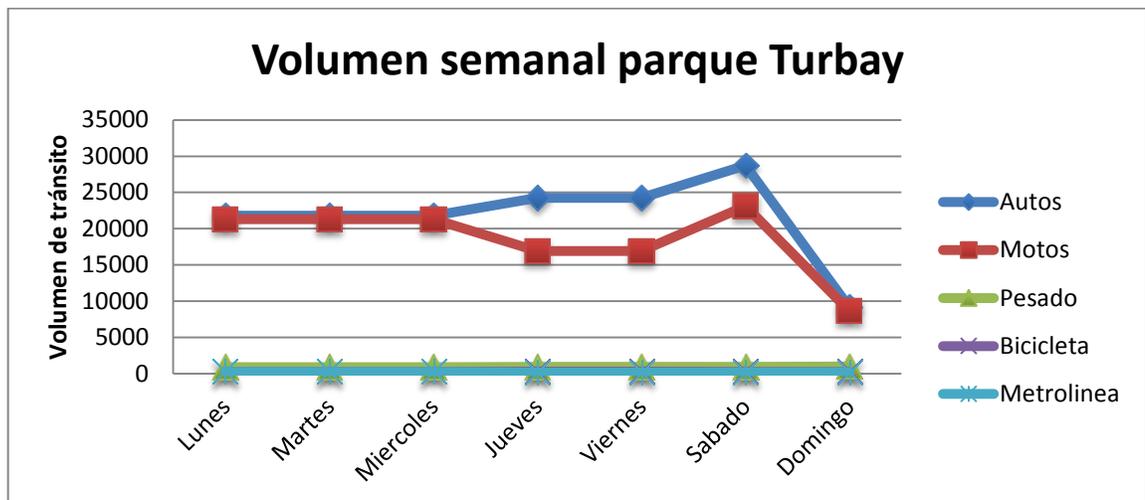
Gráfica 23. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 2



Fuente: Elaboración propia

En la anterior grafica se observa la variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda (sábado) del tramo 2 donde los automóviles llegan a un volumen de aproximadamente de **2490** autos a las 19:00 horas y las motos llegan aproximadamente a las **1800** motos a las 14:30 horas, los vehículos pesado, bicicletas y metro líneas no varían considerablemente sus volúmenes de tránsito.

Gráfica 24. Variación diaria del volumen de tránsito en el tramo 2.



Fuente: Elaboración propia

En la anterior grafica se observa la variación diaria de los volúmenes de transito del tramo 2, donde de lunes a miércoles los autos y las motos tiene volúmenes similares pero a partir del jueves los autos aumentan teniendo su pico el día sábado con aproximadamente **29000** autos y las motos disminuyen a un volumen de 18000 motos hasta el viernes y el sábado aumentan a aproximadamente **22000** motos y el día domingo tanto autos como motos decrecen hasta un volumen aproximado de **9000** auto/moto/día.

6.2.7 Tramo 3, Aforo de 9 de septiembre al 15 de septiembre del 2013; carrera 27 con calle 38, sentido N-S.

Tabla 25. Aforo día martes, tramo 3 sentido S-N

MARTES						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1398	998	987	21	14	
7:00 - 8:00	1396	993	910	20	13	
8:00 - 9:00	1253	1036	827	23	11	
9:00 - 10:00	1195	961	752	20	9	
10:00 - 11:00	1158	1024	684	24	7	
11:00 - 12:00	1744	1107	604	15	10	
12:00 - 13:00	2408	1575	531	14	8	
13:00 - 14:00	2442	1973	465	13	14	
14:00 - 15:00	2439	2016	408	17	15	
15:00 - 16:00	1610	1549	356	13	18	
16:00 - 17:00	1589	1279	286	18	15	
17:00 - 18:00	1837	1310	212	20	14	
18:00 - 19:00	1987	1217	143	23	16	
19:00 - 20:00	1972	1286	71	18	18	
Total	24428	18324	7236	259	182	Total día
% veh	55,29	41,48	2,23	0,59	0,41	50429

Q5	408
VHMD	4539
Q15	1214
FHMD5	0,92708
FHMD15	0,93472

Fuente: Elaboración propia

Se observa un patrón similar al descrito en las semanas anteriores, donde predominan los vehículos motorizados particulares, siendo el auto el medio de transporte con mayor volumen (**24428** autos), seguido por las motos (**18324** motos), después de este vienen los vehículos pesados (**7236** vehículos pesados) y por último las bicicletas y metro línea (**259** y **182** respectivamente).

Tabla 26. Aforo día jueves, tramo 3 sentido S-N

JUEVES						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1697	964	70	22	15	
7:00 - 8:00	1560	962	51	22	16	
8:00 - 9:00	1408	974	64	31	12	
9:00 - 10:00	1330	984	74	16	14	
10:00 - 11:00	1279	1050	69	14	14	
11:00 - 12:00	1321	1064	76	20	14	
12:00 - 13:00	1285	1465	73	23	16	
13:00 - 14:00	1280	1471	62	21	12	
14:00 - 15:00	1420	1411	80	13	19	
15:00 - 16:00	1420	1478	65	21	25	
16:00 - 17:00	1443	1280	69	25	18	
17:00 - 18:00	1687	1320	71	26	15	
18:00 - 19:00	2069	1312	72	31	19	
19:00 - 20:00	2096	1301	65	18	11	
Total	21295	17036	961	303	220	Total día
% veh	53,48	39,97	2,25	0,71	0,52	39815

Q5	326
VHMD	3503
Q15	923
FHMD5	0,89545
FHMD15	0,94881

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el aforo del día jueves del tramo 3 presenta características similares a los otros aforos de los tramos anteriores en los días entre semana. La hora de máxima demanda fue de entre las 19:00 y las 20:00 horas.

Tabla 27. Aforo día sábado, tramo 3 sentido S-N

SABADO						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1789	1515	56	14	5	
7:00 - 8:00	1829	1515	70	13	17	
8:00 - 9:00	1888	1577	70	27	11	
9:00 - 10:00	1792	1640	81	21	9	
10:00 - 11:00	2257	1555	67	16	7	
11:00 - 12:00	2391	1560	64	18	11	
12:00 - 13:00	2387	1649	67	15	7	
13:00 - 14:00	2056	1730	67	21	10	
14:00 - 15:00	1946	1801	62	17	8	
15:00 - 16:00	1630	1725	67	18	13	
16:00 - 17:00	1698	1751	75	20	14	
17:00 - 18:00	2490	1878	71	21	13	
18:00 - 19:00	2492	1768	60	17	17	
19:00 - 20:00	2070	1643	81	22	14	Total día
Total	28715	23307	958	260	156	53396
% veh	53,78	45,6	1,87	0,51	0,31	

Q5	398
VHMD	4572
Q15	1170
FHMD5	0,95729
FHMD15	0,97692

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa que el VHMD fue de **4572 veh/día**, este fue el mayor de todos los aforos en todos los tramos, por lo tanto es el que tomamos al momento de simular en el software de micro-simulación PTV VISSIM para obtener los resultados más críticos y así diseñar la Cicloruta con un margen más alto de seguridad.

Tabla 28. Aforo día domingo, tramo 3 sentido S-N

DOMINGO						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	538	601	72	25	16	
7:00 - 8:00	663	691	81	17	16	
8:00 - 9:00	644	652	74	22	9	
9:00 - 10:00	621	715	84	16	12	
10:00 - 11:00	658	594	75	14	8	
11:00 - 12:00	637	549	77	21	16	
12:00 - 13:00	634	566	78	20	9	
13:00 - 14:00	587	682	91	15	11	
14:00 - 15:00	564	701	75	15	13	
15:00 - 16:00	598	626	76	16	12	
16:00 - 17:00	525	646	72	19	11	
17:00 - 18:00	729	687	56	16	11	
18:00 - 19:00	895	678	57	18	18	
19:00 - 20:00	952	575	83	26	8	
Total	9245	8963	1051	260	170	Total día
% veh	48,65	44,25	5,62	1,39	0,91	19689

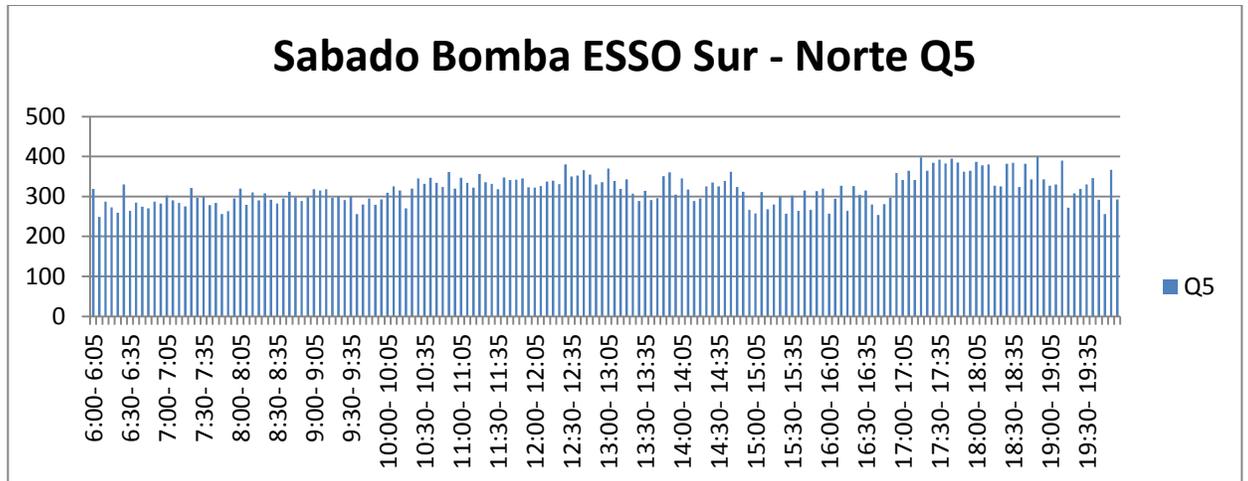
Q5	163
VHMD	1662
Q15	463
FHMD5	0,84969
FHMD15	0,89741

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se observar que este aforo del día domingo fue mayor que los dos anteriores con **19689** vehículos/día y el intervalo de la hora de mayor demanda fue desde las 19:00 hasta las 20:00 horas.

6.2.7.1 Esquemas estadísticos día Sábado-tramo 3; Carrera 27 Bomba ESSO

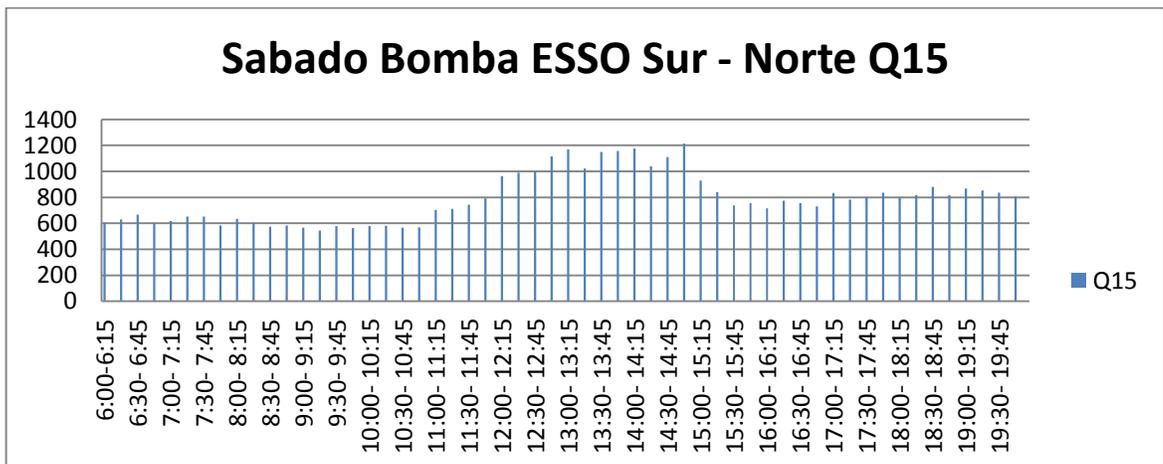
Gráfica 25. Q5 del día de máxima demanda en el tramo 3.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica anterior se observa el volumen máximo de vehículos en intervalos de cinco minutos (Q5), desde las 17:25 horas hasta las 18:55 horas.

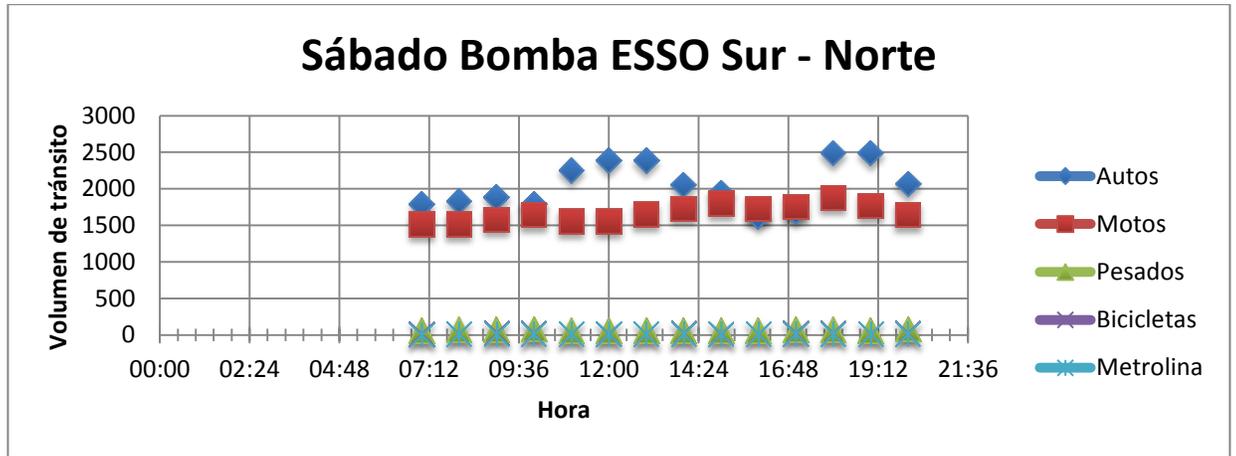
Gráfica 26. Q15 del día de máxima demanda en el tramo 3.



Fuente: Elaboración propia

En esta grafica se observa el volumen máximo de vehículos en intervalos de 15 minutos (Q5) donde se aprecia considerablemente que la máxima demanda está en el intervalo desde las 13:00 hasta las 14:50 horas.

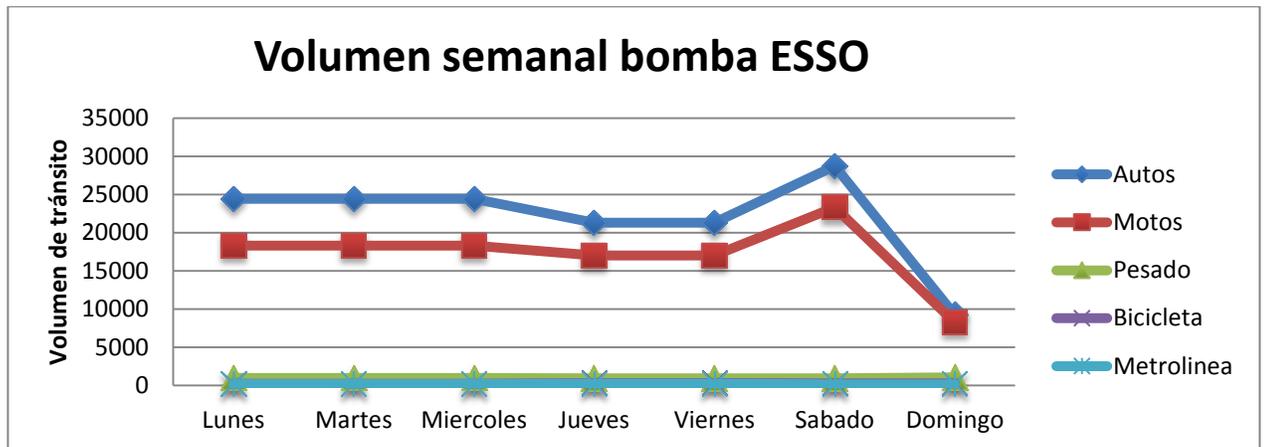
Gráfica 27. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 3.



Fuente: Elaboración propia

En la anterior grafica se observa la variación horaria del volumen de tránsito en el día sábado que fue el día de máxima demanda en el tramo 3, donde predominan los autos y las motos.

Gráfica 28. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 3.



Fuente: Elaboración propia

Se observa que los autos y las motos tienen una variación similar durante los días del aforo del tramo 3, varían aproximadamente por 500 autos más que motos y en el día sábado llegan a su pico máximo los dos medios motorizados.

6.2.8 Tramo 4, Aforo de 16 de septiembre al 22 de septiembre del 2013; carrera 27 con parque de los niños, sentido N-S.

Tabla 29. Aforo día lunes, tramo 4 sentido S-N

LUNES						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1449	986	70	21	18	
7:00 - 8:00	1394	1004	71	13	21	
8:00 - 9:00	1195	1002	79	18	15	
9:00 - 10:00	1191	993	73	18	19	
10:00 - 11:00	1148	1014	76	20	15	
11:00 - 12:00	1035	971	52	13	10	
12:00 - 13:00	1906	1620	48	17	11	
13:00 - 14:00	2448	1905	71	20	18	
14:00 - 15:00	2368	1868	70	15	12	
15:00 - 16:00	1531	1591	63	20	15	
16:00 - 17:00	1661	1273	69	15	21	
17:00 - 18:00	1696	1299	59	16	22	
18:00 - 19:00	2006	1407	60	20	19	
19:00 - 20:00	2060	1272	52	16	12	Total día
Total	23088	18205	913	242	228	42676
% veh	54,10	42,66	2,14	0,57	0,53	

Q5	422
VHMD	4549
Q15	1165
FHMD5	0,89830
FHMD15	0,97618

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el volumen de máxima demanda se da entre las 19:00 y las 20:00 horas donde se encuentran **2060** autos, **1272** motos, **52**, vehículos pesados, **16** bicicletas y **12** metro líneas durante esta hora.

Tabla 30. Aforo día jueves, tramo 4 sentido S-N

JUEVES						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1162	986	66	17	10	
7:00 - 8:00	1162	987	68	19	16	
8:00 - 9:00	1165	1002	74	21	13	
9:00 - 10:00	1226	983	63	21	10	
10:00 - 11:00	1200	1036	75	19	11	
11:00 - 12:00	1865	1133	71	18	7	
12:00 - 13:00	2382	1623	76	22	10	
13:00 - 14:00	2105	1643	56	16	15	
14:00 - 15:00	2180	1838	73	26	12	
15:00 - 16:00	1527	1564	70	25	9	
16:00 - 17:00	1653	1302	84	17	13	
17:00 - 18:00	1442	973	55	22	15	
18:00 - 19:00	1903	1419	49	24	11	
19:00 - 20:00	1635	1864	34	18	13	
Total	22607	18353	914	285	165	Total día
% veh	53,41	43,36	2,16	0,67	0,39	42324

Q5	422
VHMD	4375
Q15	1186
FHMD5	0,86394
FHMD15	0,92222

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se observa un alto flujo vehicular durante el mediodía, entre las 12:00 y las 13:00 horas. El porcentaje total de vehículos fue mayor para los autos con el **53,41%**, seguido por las motos con el **43,36%**, luego los vehículos pesados con **2,16%** y por ultimo las bicicletas y metro líneas con **0,67%** y **0,39%** respectivamente.

Tabla 31. Aforo día sábado, tramo 4 sentido S-N

SABADO						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	
6:00 - 7:00	1866	1576	68	17	23	
7:00 - 8:00	1564	1450	68	23	15	
8:00 - 9:00	1749	1501	75	26	15	
9:00 - 10:00	1878	1542	83	19	19	
10:00 - 11:00	2196	1596	70	27	17	
11:00 - 12:00	2404	1602	79	29	24	
12:00 - 13:00	2430	1725	61	26	19	
13:00 - 14:00	2107	1803	75	15	11	
14:00 - 15:00	1877	1905	75	12	26	
15:00 - 16:00	1611	1666	69	27	18	
16:00 - 17:00	1682	1820	68	22	20	
17:00 - 18:00	2399	1757	66	23	23	
18:00 - 19:00	2438	1681	66	17	16	
19:00 - 20:00	2046	1602	82	28	17	
Total	28247	23226	1005	311	263	Total día 53052
% veh	53,24	43,78	1,89	0,59	0,50	

Q5	376
VHMD	4214
Q15	1093
FHMD5	0,93395
FHMD15	0,96386

Fuente: Elaboración propia

El aforo del sábado en el tramo 4 fue el de mayor volumen esa semana, como se detalla en la tabla_, con un volumen horario de máxima demanda de **4214 veh/hora** y con un total de **52741** vehículos entre autos, motos, pesados, bicicletas y metro líneas.

Tabla 32. Aforo día domingo, tramo 4 sentido S-N

DOMINGO						
HORA	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metro línea	
6:00 - 7:00	669	603	70	23	15	
7:00 - 8:00	626	595	75	16	10	
8:00 - 9:00	586	599	65	26	12	
9:00 - 10:00	653	585	68	13	12	
10:00 - 11:00	557	635	64	16	12	
11:00 - 12:00	531	617	87	22	15	
12:00 - 13:00	595	673	66	18	15	
13:00 - 14:00	567	621	84	21	9	
14:00 - 15:00	556	617	87	13	14	
15:00 - 16:00	574	635	76	14	16	
16:00 - 17:00	677	553	78	20	13	
17:00 - 18:00	783	585	75	23	10	
18:00 - 19:00	750	521	79	13	12	
19:00 - 20:00	842	596	76	19	14	
Total	8966	8435	1050	257	179	Total día
						18887
% veh	31,43	63,36	3,68	0,9	0,63	

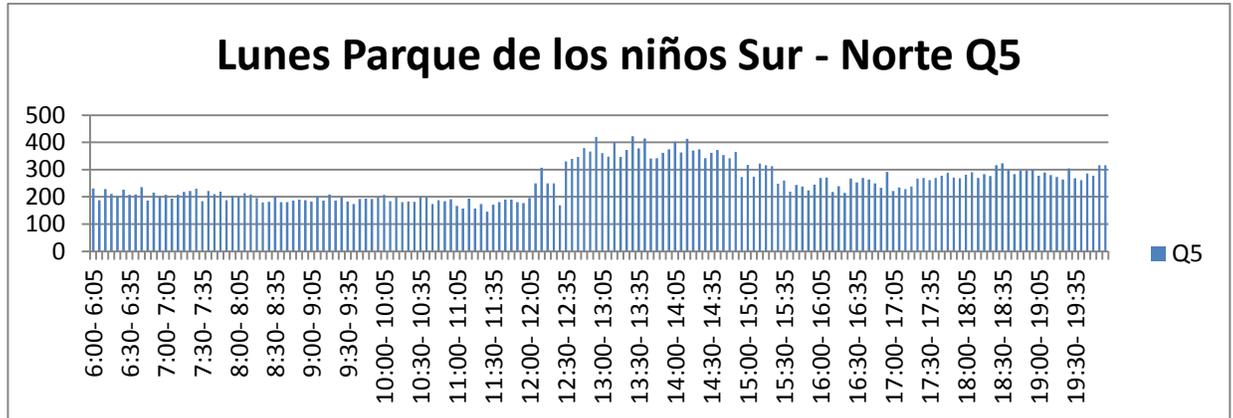
Q5	161
VHMD	1562
Q15	438
FHMD5	0,80849
FHMD15	0,89155

Fuente. Elaboración propia

En la anterior tabla se observa el ultimo aforo realizado en el tramo número 4 que corresponde al día domingo el cual tiene un volumen bastante bajo en comparación a los otros aforos realizados en este tramo, pero tiene mucha similitud con los otros aforos realizados en los anteriores tramos donde también los días domingos hay poco volumen de vehículos, esto se puede deber a que este día la mayoría de personas descansan y se quedan en sus casas o salen caminando.

6.2.8.1 Esquemas estadísticos día Lunes-tramo 4; Carrera 27 Parque de los niños

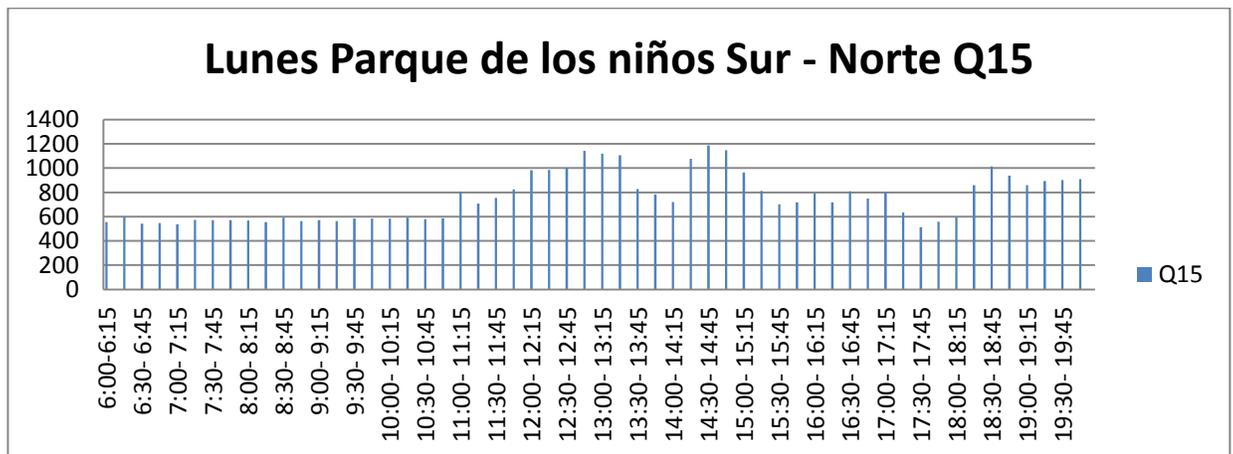
Gráfica 29. Q5 del día de máxima demanda en el tramo 4.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica anterior se observa el volumen máximo de vehículos en intervalos de cinco minutos (Q5), que se encuentra a las 12:55 con un volumen de aproximadamente **420** vehículos.

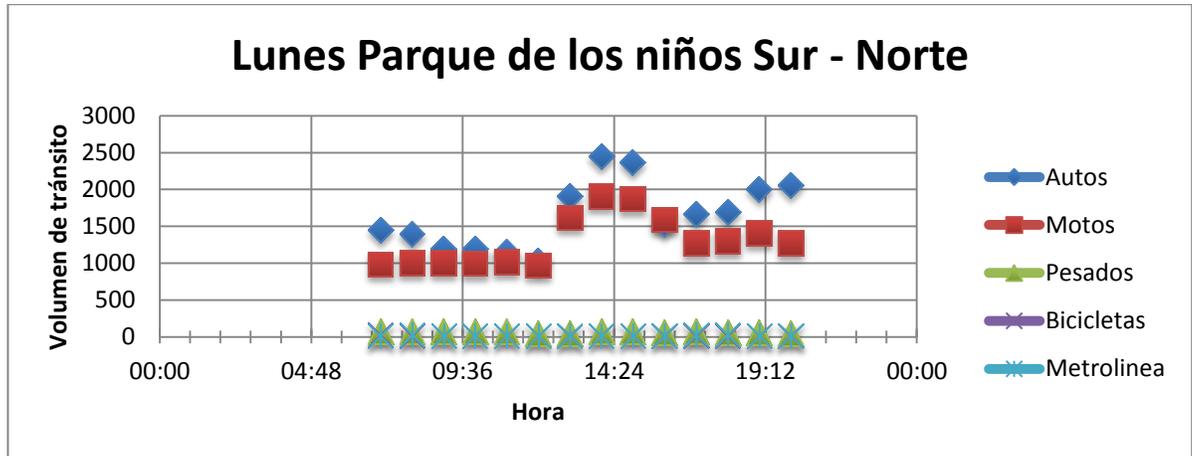
Gráfica 30. Q15 del día de máxima demanda en el tramo 4.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica anterior se observa el volumen máximo de vehículos en intervalos de quince minutos (Q15), el mayor intervalo de vehículos se da entre las 14:30 y las 14:45 con aproximadamente **1190** vehículos.

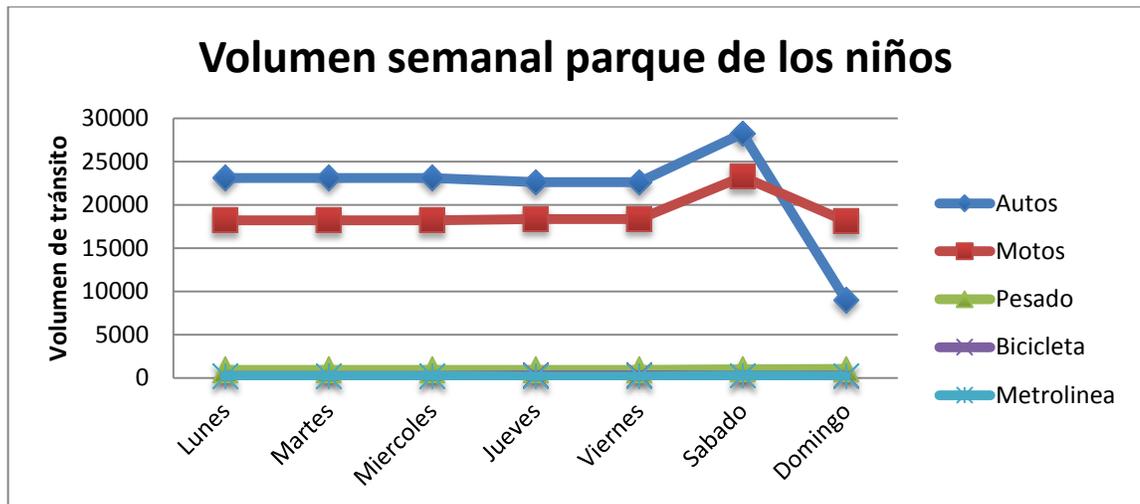
Gráfica 31. Variación horaria del volumen de tránsito en el día de máxima demanda en el tramo 4.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica anterior se presentará la variación horaria del volumen de tránsito del día lunes del tramo 4, el cual fue el tramo más crítico. Se observó que el pico máximo de los autos fue a las 14:20 aproximadamente con **2400** autos, al igual que el de las motos que fue a esa misma hora pero con un volumen alrededor de **1900** motos.

Gráfica 32. Variación diaria del volumen de tránsito en el tramo 4.



Fuente: Elaboración propia

Se observa la variación diaria del volumen de tránsito de toda la semana de aforos del tramo 4 los cuales las motos como los carros tuvieron su pico el día sábado llegando los autos a cerca de **27000** y las motos a **23000**, el día domingo decreció

el volumen llegando los autos a tener un volumen de aproximadamente **800** carros y las motos de **1800** motos.

Tabla 33. Factores de los tramos de la carrera 27 entre calles 56 y 32 sentido N-S

Sentido Norte-Sur Carrera 27 entre calles 56 y 32																
	Tramo 1				Tramo 2				Tramo 3				Tramo 4			
VAR	Martes	Jueves	Sabado	Domingo	Miercoles	Jueves	Sabado	Domingo	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Miercoles	Jueves	Domingo
Q5	398	305	293	267	315	350	307	269	371	368	330	291	287	282	182	288
Q15	1094	885	842	783	914	1002	869	790	1077	993	965	866	826	817	769	833
VHMD	3919	3290	3165	2951	3365	3683	3295	2934	4028	3746	3645	3215	2986	3154	2824	3165
FHMD5	0,82	0,90	0,90	0,92	0,89	0,88	0,89	0,91	0,90	0,85	0,92	0,92	0,87	0,93	1,29	0,92
FHMD15	0,90	0,93	0,94	0,94	0,92	0,92	0,95	0,93	0,93	0,94	0,94	0,93	0,90	0,97	0,92	0,95
# Veh.	33616	35830	30125	23592	35290	37351	31920	23901	40941	42517	33990	25967	32219	28061	33158	29318

Tabla 34. Factores de los tramos de la carrera 27 entre calles 56 y 32 sentido S-N

Sentido Sur - Norte Carrera 27 entre calles 56 y 32																
	Tramo 1				Tramo 2				Tramo 3				Tramo 4			
Var	Martes	Jueves	Sabado	Domingo	Miercoles	Jueves	Sabado	Domingo	Martes	Jueves	Sabado	Domingo	Lunes	Jueves	Sabado	Domingo
Q5	413	362	455	148	364	343	398	164	408	326	398	163	422	422	376	161
VHMD	4420	3913	4356	1630	4077	3971	4251	1598	4539	3503	4572	1662	4549	4375	4214	1562
Q15	1139	1060	1172	433	1049	974	1096	437	1214	923	1170	463	1165	1186	1093	438
FHMD5	0,89	0,90	0,80	0,92	0,93	0,94	0,89	0,81	0,93	0,90	0,96	0,85	0,90	0,86	0,93	0,81
FHMD15	0,97	0,92	0,93	0,94	0,97	0,99	0,97	0,91	0,93	0,95	0,98	0,90	0,98	0,92	0,96	0,89
# Veh	44528	42619	51078	18706	44411	42512	53154	19224	50429	39815	53396	19689	42676	42324	52741	18887

Fuente: elaboración propia

Tabla 35. TPDS Y TPS carrera 27 entre calles 56 y 32 sentido N-S

Sentido Norte-Sur TPDSs y TPSs Carrera 27 entre calles 56 y 32					
TPDS 1 =	31819	Veh/día	TPS 1 =	222733	Veh
TPDS 2 =	33289	Veh/día	TPS 2 =	233023	Veh
TPDS 3 =	37266	Veh/día	TPS 3 =	260863	Veh
TPDS 4 =	30885	Veh/día	TPS 4 =	216195	Veh

Tabla 36. TPDS Y TPS carrera 27 entre calles 56 y 32 sentido S-N

Sentido Sur - Norte TPDSs y TPSs Carrera 27 entre calles 56 y 32					
TPDS 1=	41230	Veh/día	TPS 1=	288613	Veh
TPDS 2=	41557	Veh/día	TPS 2=	290896	Veh
TPDS 3=	40653	Veh/día	TPS 3=	284569	Veh
TPDS 4=	42030	Veh/día	TPS 4=	294207	Veh

Tabla 37. Volumen vehicular al año en cada sentido de la carrera 27 entre calles 56 y 32

Sentido N - S		Sentido S - N	
11193770	veh/año	13899420	veh/año

Fuente. Elaboración propia

6.3. OBSERVACIONES DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN LA CARRERA 27 ENTRE CALLES 56 Y 32.

6.3.1 Observaciones tramo 1 carrera 27 con calle 56

En la carrera 27 con calle 56 en horas de la mañana antes de las 12 del medio día no hay ningún problema, su tránsito se incrementa moderadamente de 7:00 am a 9:00 am se puede suponer que se debe a los trabajadores que entran en este horario a sus lugares de trabajo de Bucaramanga hacia los sectores de cabecera o del san Andresito la isla o los que van hacia Floridablanca-Piedecuesta, y además de los universitarios; el paso de metro líneas es constante al mismo tiempo y decrece de 8:30 a 9:00.

En las horas de la tarde de 14:00 a 17:00 el único problema es que se parquean muchos carros en el carril derecho ya que allí hay concesionarios, restaurante y puntos de entregas de mercancías y esto es uno de los factores que generan el gran caos de trancones que se generan a partir de las 17:30 a 19:30 horas.

De 17:00 a 19:00 hay un problema grave ya que sumado a que los carros se parquean por unos momentos en el carril derecho a esta hora salen las universidades, colegios, personal del trabajo y los que retornan en dirección al sur de los particulares. Conclusión, a estas horas el congestionamiento es máximo y

se ve reflejado en el momento que cambia el semáforo de la 56 porque los que van en sentido este a oeste colapsa sus 2 carriles y la cola llega hasta la carrera 27 haciendo que los de sentido norte-sur apenas puedan pasar unos pocos automóviles y cambie muy rápido en comparación con lo que deberían pasar en un horario distinto con un flujo más normalizado, lo cual a su vez genera que la cola de la 27 con 56 llega hasta la Gonzales valencia y se convierte en una cadena de conflictos.

Problemas:

- Parqueos inadecuados en horas punta u horas de conflicto.
- Grandes extensiones de colas vehiculares que abarcan casi 10 calles aproximadamente.
- Fases semaforicas inapropiadas.
- Falta de control por parte de las autoridades.

Soluciones:

- Restringir los parqueos de vehículos de mercancías, comerciales y/o particulares en las horas punta de 17:00 a 19:00 de lunes a sábado con agentes del control público, cámaras de vigilancia que impongan foto multas o señalizaciones que indiquen los horarios en los que no se pueden parquear los vehículos.
- Para evitar que los de las calles sentido este-oeste y viceversa, interfieran con el flujo libre de la carrera 27 se puede plantear un sistema de ciclo semaforico más lento en el cambio de rojo a verde para estas calles y así dar prioridad a la 27, o agentes de control del tránsito en las intersecciones de conflicto para controlar la invasión de carril.
- La fase semaforica puede ser inteligente dado que a estas horas de máxima demanda pueda cambiar su comportamiento a simultáneos para que todos los semáforos cambien al mismo tiempo y le den paso constante a todas las calles de la carrera 27 de la 56 hasta la Gonzales valencia que es donde más presenta el conflicto con la cola vehicular.

6.3.2 Observaciones del tramo 2, carrera 27 con parque Turbay.

En este sentido N-S no se ve influenciado tanto este tramo por la Gonzales valencia que posee un volumen importante de tránsito, pero si por la integración de vehículos de las calles arriba desde la 32 hasta lo que es el parque Turbay en la calle 50.

En las horas de la mañana es ideal transitar por allí ya que no hay casi flujo vehicular hasta las 9:00 que comienza a incrementarse un poco y ya para las

12:00 del mediodía se ve un volumen moderadamente menos que la hora punta de máxima demanda que es a las 18:00 a 19:00 horas, pero que así mismo es grande y parte de la tarde el flujo es constante y ya para las 17:30 cuando las personas comienzan a retornar a sus hogares es que comienza la obstaculización anteriormente mencionada.

Los parqueos de particulares y camiones no son tan usuales como en la 56 pero si se estacionan por mucho tiempo los metro líneas que recogen y dejan pasajeros, ya que la aglomeración de personas para coger transporte público en la hora punta es mucha en este punto del parque Turbay.

Los ciclistas que se observaron en este punto entre las 15:00 y 16:00 horas y de 18:00 a 19:00 horas en gran cantidad, al parecer eran trabajadores de obras cercanas, personas de las universidades y algunas personas que solo estaban haciendo deporte, lo que comprueba que el trabajo, el estudio y el ocio van de la mano con los ciclistas cuando van y retornan de sus actividades diarias.

Problemas hora punta:

- Larga duración en parqueos del sistema de transporte masivo metro línea.
- Trancón vehicular que generan colas y demoras.
- Invasión de carril de los vehículos que van por la Av. González Valencia

Soluciones hora punta:

- Bahías para que los metro líneas puedan ingresar y evitan obstaculizar el carril derecho.
- Agentes de control de tránsito en la Av. González Valencia para que no ocupen carriles de la carrera 27 y permita su libre flujo vehicular una vez cambie el semáforo
- Como se escribió anteriormente, fases semaforicas simultaneas para controlar el paso de los vehículos en la hora punta

Más exactamente ubicados en la universidad EFORSALUD, en las horas de la mañana no se presentan problemas se ven más ciclistas en la calle 48 que en la 56, tiene mejor pinta para una ciclo ruta ya que este sector por el parque Turbay le da estética al lugar y las vías están mejor pavimentadas, los vehículos que vienen de la González Valencia a esta hora son muy pocos, casi todos siguen por la misma avenida, en las horas de la tarde de 15:00 a 16:00 se vio gran cantidad de ciclistas utilizando este tramo de la carrera 27 pero a las 16:00 y como 1 hora la cola de los carros llegaban desde la 48 a la González Valencia ya que tal vez el semáforo demore mucho en cambiar y además los vehículos que vienen de la González se incorporan en la carrera 27 con más frecuencia, y esto suma peso a la densidad vehicular pero tipo 17:20 a 19:00 extrañamente por ser hora pico ya

no se presentó la cola de antes pero si hubo un problema y es que se parqueaban muchos vehículos a esperar a los estudiantes de EFORSALUD y esto hacia que prácticamente el carril derecho quedara inservible, pero no hubo tanta congestión como se esperaba era fluido y continuo.

6.3.3 observaciones del tramo 3, carrera 27 con calle 38.

Este sector es uno de los más afectados en la hora punta desde las 17:30 hasta las 19:30 horas en sentido N-S ya que el represamiento que comienza desde la calle 56 se extiende casi en la bomba de la calle 38 lo cual es una cola de carros que generan demoras e inconformidad en los usuarios de la carrera 27; el sector presenta sectores muy estrechos debido a la proximidad de las edificaciones adyacentes que hacen que se recortan los andenes demasiado y da la apariencia de “callejones” en la carrera 27, además de tener la calle colectora de la rosita (calle 40) la cual aporta más tráfico a la 27 y más arriba la de quebrada seca la cual contribuye con las obstaculizaciones.

Una alternativa utilizada por los usuarios de la carrera 27 que se pudo observar es que algunos evaden el trancón de la 27, tomando dirección para ir a la carrera 33 o a otros sectores, además ese tramo esta poco señalado y falta pintura en el pavimento que indique bien las direcciones que se pueden tomar, el tránsito casi todo el día es moderadamente alto y denso en este tramo, a partir de las 10:00 am se puede decir que comienza a aumentar el tránsito.

6.3.4 observaciones del tramo 4, carrera 27 con parque de los niños.

Este sector del parque de los niños es la parte más ideal de todo el tramo analizado en varios aspectos, por ejemplo de la parte de infraestructura vial no presenta huecos, baches o agrietamientos, las señales están bien demarcadas y además el ancho de carriles y de andenes es angosto e ideal para caminar y transitar.

Por otro lado la ventaja de tener el parque tan grande y apto para recrear las personas, hace que los ciclistas y los peatones pasen en mayor número sobre todo en las horas de la tarde tipo 16:00 horas en adelante, ya sea para pedalear un rato en el parque o para hacer ejercicio y esto se ve reflejado en el aumento de los ciclistas del tramo 4 (**Ver tabla 16**).

Se presentan varios parqueos en la vía y el metro línea también contribuye en esto pero no se presenten obstaculizaciones, ni colas ni nada parecido a los otros tramos analizados

Problemas:

- Andes estrechos que dan la apariencia de callejones en este sector.
- Muchas calles adyacentes que aportan tráfico al flujo de la carrera 27
- Trancones y colas que se generan desde la calle 56.

Soluciones:

- Extender los andenes un poco más para darle estética y confort a este sector de la carrera 27
- Incentivar a los usuarios que vienen desde las calles como la rosita, calle 42 entre otras para que utilicen vías alternas en esas horas de máxima demanda.
- Usar las fases semafóricas simultáneas para que el flujo del tránsito sea más controlado.

6.4 FASES SEMAFÓRICAS CARRERA 27 ENTRE CALLE 56 Y 32

Otra variable importante a la hora de hacer la micro simulación con VISSIM, es la recolección de los tiempos en rojo, amarillo y verde de cada semáforo tanto de la carrera 27 como de sus calles adyacentes en cada intersección semaforizada desde la calle 56 hasta la calle 32, esto con el objetivo de que los datos ingresados y posterior mente arrojados por el programa sean los más realistas posible a la situación actual de la carrera 27.

Este sector no presenta problemáticas con base en los estudios realizados en este proyecto de grado, las recomendaciones que se tienen es que hagan una bahía para parqueos de vehículos y/o metro línea en un espacio que tiene el parque de los niños, esto con el fin de prever futuros represamientos o conflictos de tráfico.

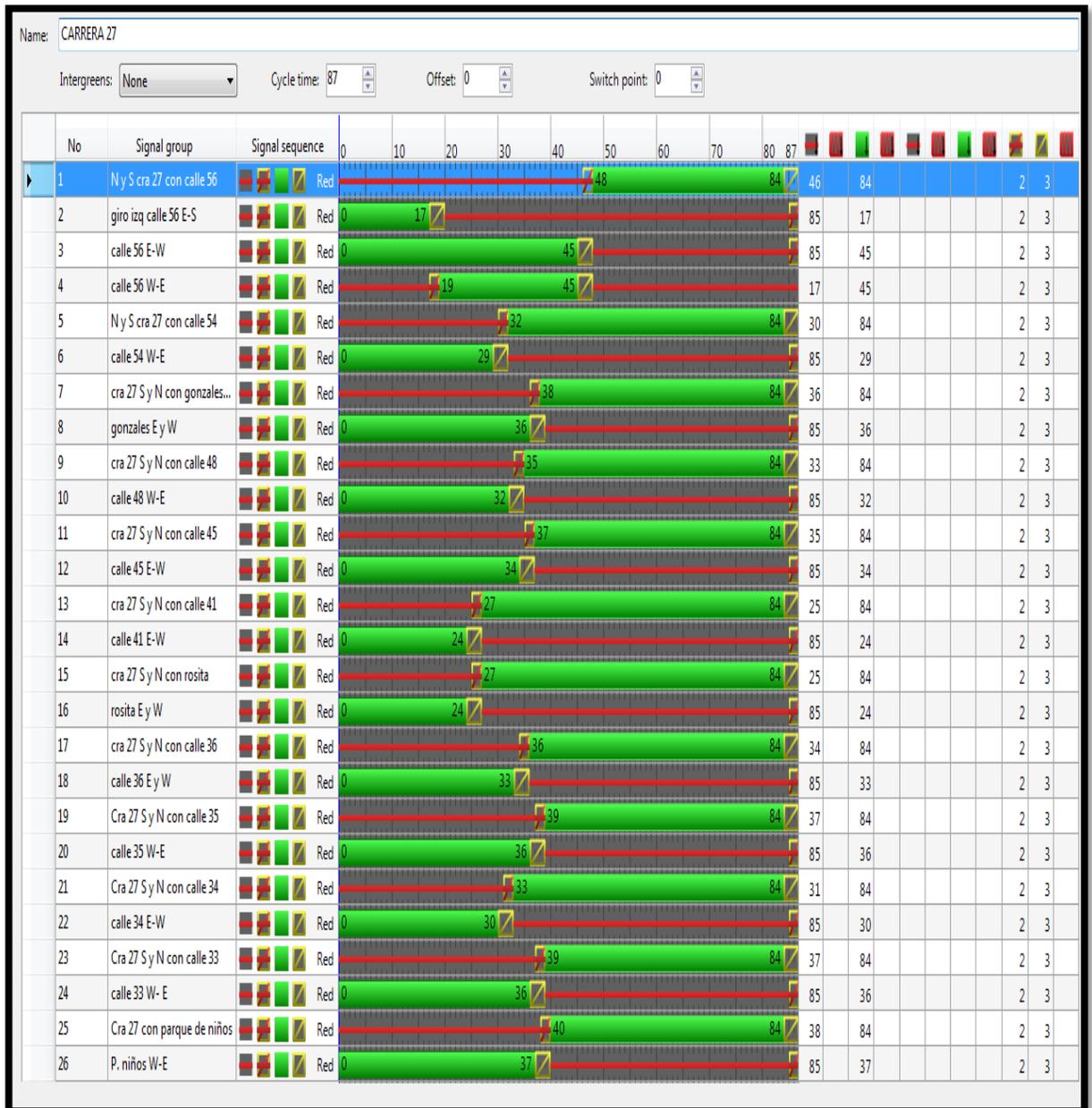
Figura 36. Nombres de la programación semafórica

No	Name
1	N y S cra 27 con calle 56
2	giro izq calle 56 E-S
3	calle 56 E-W
4	calle 56 W-E
5	N y S cra 27 con calle 54
6	calle 54 W-E
7	cra 27 S y N con gonzales valencia
8	gonzales E y W
9	cra 27 S y N con calle 48
10	calle 48 W-E
11	cra 27 S y N con calle 45
12	calle 45 E-W
13	cra 27 S y N con calle 41
14	calle 41 E-W
15	cra 27 S y N con rosita
16	rosita E y W
17	cra 27 S y N con calle 36
18	calle 36 E y W
19	Cra 27 S y N con calle 35
20	calle 35 W-E
21	Cra 27 S y N con calle 34
22	calle 34 E-W
23	Cra 27 S y N con calle 33
24	calle 33 W- E
25	Cra 27 con parque de niños
26	P. niños W-E

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Este es el pantallazo del recuadro de los nombres como se programaron los semáforos de todas las intersecciones a lo largo de la carrera 27 entre calles 56 y 32, sirve para identificarlos cuando se necesite revisar alguna programación semafórica en particular.

Figura 37. Programación semafórica, carrera 27 entre calles 56 y 32



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Pantallazo de la programación semafórica que se hizo en la carrera 27 entre calles 56 y 32, consta de un ciclo de 87 [s] para todos los semáforos, en donde el modelo que se trabajó fue de cambios simultáneos para permitir un paso de vehículos más uniforme, por otra parte la carrera 27 da prioridad en duración de tiempo en verde a toda la carrera 27 y poco tiempo en verde de las calles adyacentes, esto se debe

a que el volumen de la carrera 27 es mayor en números de vehículos y necesita más tiempo para evacuar la carrera.

El esquema que se utilizó de fases fue simple: rojo, entre rojo y amarillo, verde y entre verde y amarillo, se puso un segundo más del cambio de amarillo a rojo para favorecer a las personas en sillas de ruedas que son las más lentas relativamente, para que alcanzaran a pasar sin problemas de obstaculización con las calles adyacentes

7 MICRO SIMULACION, VISSIM

7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

El programa de la firma PTV visión- VISSIM, nos ayuda a pre visualizar cómo se comporta el tráfico actual de la carretera 27, entrándole ciertas variables como: ancho de carril, longitud de las calles, números de vehículos y porcentajes de cada modo de transporte, peatones, tiempos semafóricos, señalizaciones, etc.

El objetivo de la micro simulación para el caso de este proyecto de grado de la factibilidad de la ciclo ruta es determinar los tiempos de demora, la velocidad media, el número de vehículos que pasan por un punto total, las colas y otras variables para finalmente ver el nivel de servicio que posee la carrera 27 entre calles 56 y 32 con las condiciones actuales; posteriormente como consecuencia de la integración de la ciclo ruta por el separador central de la carrera 27 se va disminuir 1.50 [mts] del carril izquierdo de cada sentido vehicular, se correrá nuevamente el programa para determinar los nuevos datos con su nuevo nivel de servicio para ver cómo afecta este cambio al sistema de tráfico actual y tomar las decisiones y conclusiones pertinentes.

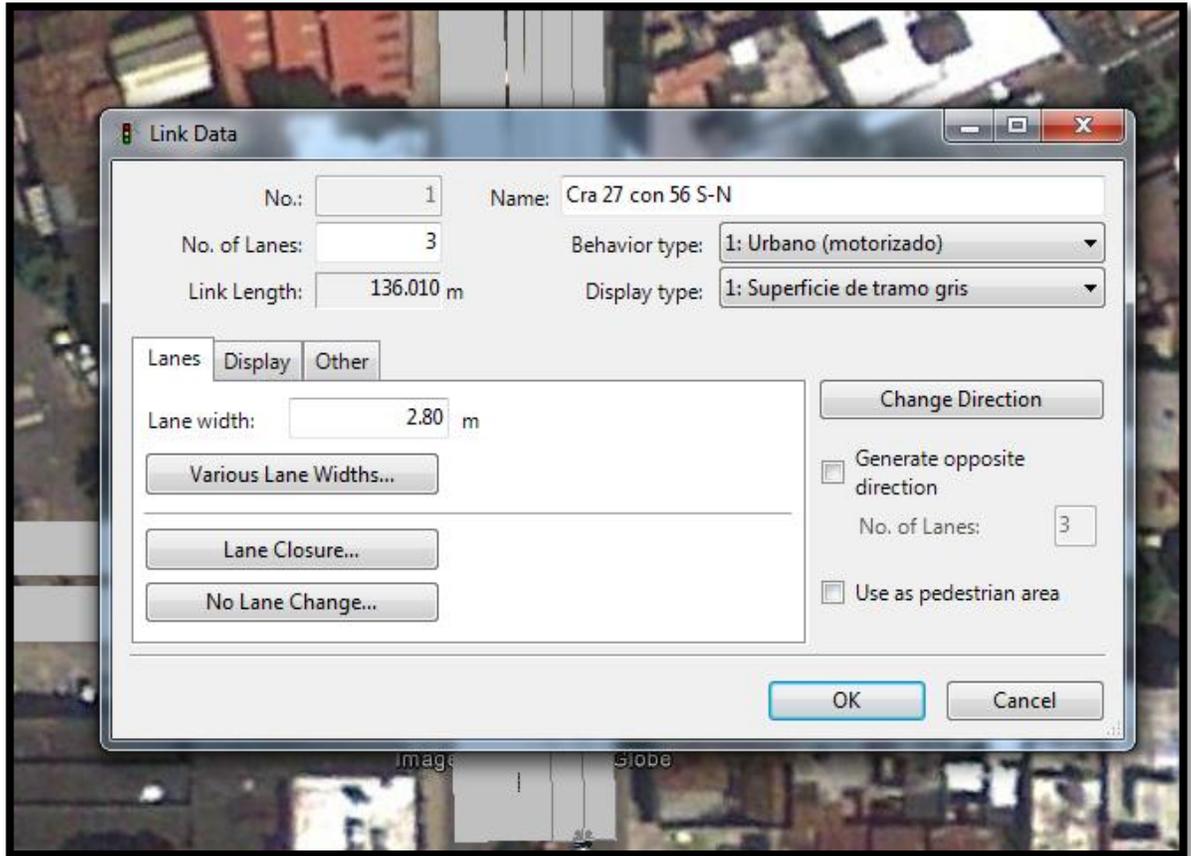
7.2 DATOS PARA INGRESAR AL SIMULADOR.

7.2.1 Anchos de carriles.

El ancho mínimo de una carretera o una calle va en función del servicio o la funcionalidad para la que se diseña cierta infraestructura vial, por ejemplo las autopistas poseen anchos de carril más grandes que las calles arteria principal o secundaria, en este orden de ideas la carrera 27 que se clasifica en Bucaramanga como una calle principal que conecta el comercio con las residencias y el sector empresarial maneja un volumen vehicular considerable todos los días.

El ancho promedio de los carriles de la carrera 27 son de 3.3 [mts] aproximadamente, ya que hay algunos tramos que la medición oscilaba entre 3,1-3,3 [mts], el error se puede deber a que hay tramos en los que la calle completa carecía de señalización en el pavimento.

Figura 38. Pantallazo de la entrada de anchos de carril en el VISSIM



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se observa en la figura que el ancho máximo de cada uno de los 3 carriles es de 2.8 [mts], este ancho es ideal ya que máximo un vehículo grande posee 2,4 [mts] de ancho por lo cual quedaría 40 [cms] de separación libre, tomando en cuenta que es muy improbable que 3 vehículos grandes se encuentren en el mismo rango de acción al mismo tiempo debido al bajo porcentaje de vehículos pesados de la carrera 27, se vuelve factible este diseño como está la carrera 27 actualmente.

Una solución de llegar a darse el caso de que el ancho 2,8 [mts] es muy poco, se puede pensar en recortar un poco de andén y no se perjudicaría el nivel de servicio de andenes ya que son angostos y con poco flujo peatonal actualmente.

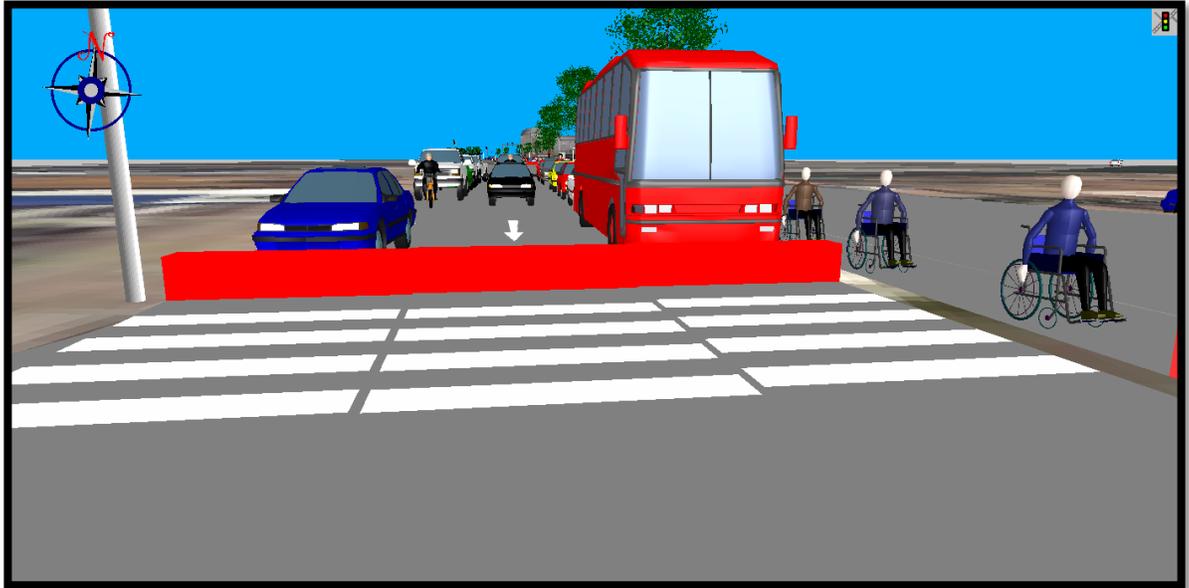
Figura 39. Demostración de la ocupación de ancho de una calzada de la carrera 27



Fuente: elaboración propia

En la fotografía se puede observar a cuatro (4) vehículos en la misma línea de acción de la calzada, un taxi del lado izquierdo a su lado un buseta de transporte tras urbano, a su lado una volqueta y por ultimo un camión liviano estacionado y los cuatro (4) caben perfectamente a lo ancho de la calzada de tres (3) carriles, claro está que van a poca velocidad y con mucho cuidado para no colisionar, pero el objetivo de la imagen es mostrar que es posible integrar la ciclo ruta en una de los carriles ya que posee un ancho inferior al taxi de la izquierda.

Figura 40. Ancho efectivo una vez construida la ciclo ruta



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar en la imagen que el ancho resultante con 2,8 [mts] es suficiente y factible para que circulen 3 vehículos en hora punta sin ningún tipo de problemas con los diferentes tipos de vehículos que por allí transitan.

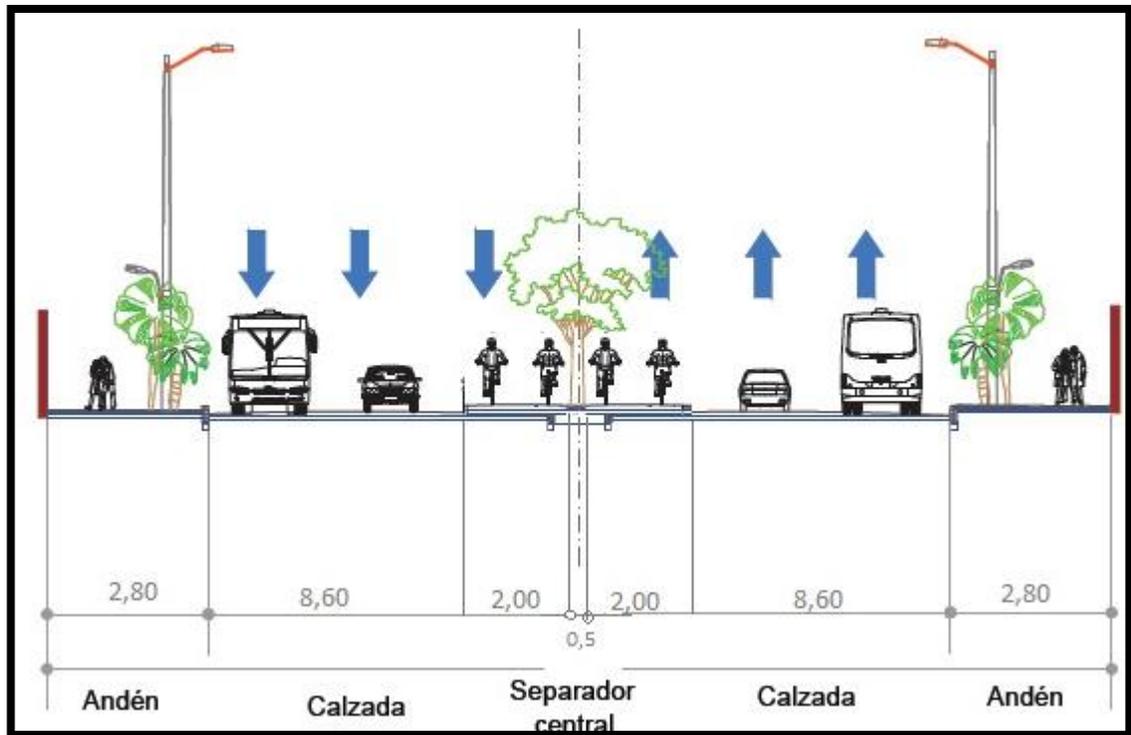
Figura 41. Mediciones de los anchos de los separadores



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una medición de todos los separadores que hay a lo largo de la carrera 27 entre calles 56 y 32, dando como resultado mediciones entre los 1,7 y 1,9 [mts] de ancho del separador, de los cuales 0,6 [mts] son aprovechables para lado y lado del separador para la ciclo ruta de los cuales se pondrían 1,5 [mts] para completar los 2,1 [mts] que se necesitan para que la ciclo ruta quede de 2 carriles por sentido de la calzada.

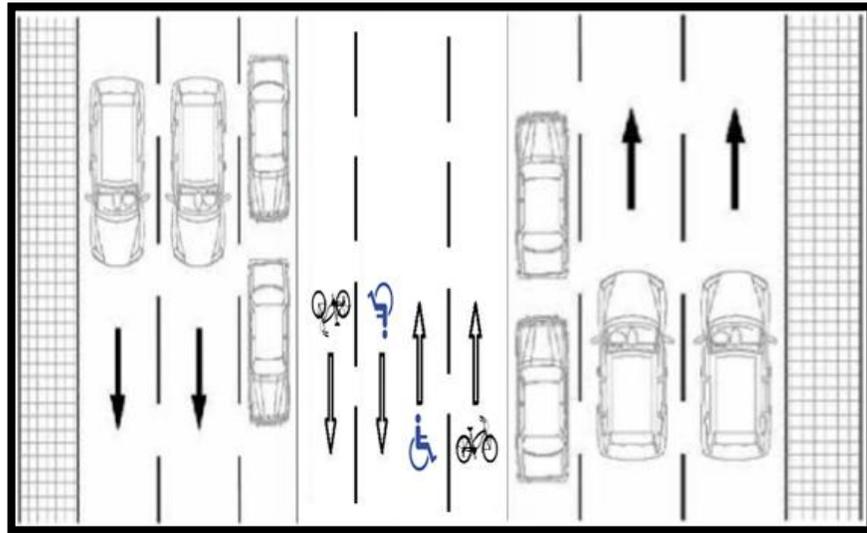
Figura 42. Perfil transversal de la carrera 27 con la ciclo ruta



Fuente: elaboración propia con base en el PMM

Se puede observar en la figura como quedan las medidas en [mts] una vez implementada la ciclo ruta además se puede apreciar un poco la altura del separador que a su vez es de la ciclo ruta frente a la calzada de los vehículos motorizados.

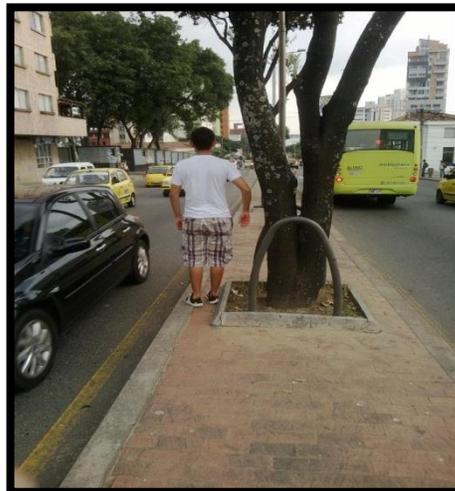
Figura 43. Vista en planta de la carrera 27 con la ciclo ruta



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la figura las señalizaciones que llevara la ciclo ruta además de ver la reducción parcial del carril izquierdo en cada sentido de la carrera 27, pero que no interfiere en ningún caso con la libre circulación de los vehículos por ambas calzadas.

Figura 44. Demostración de la factibilidad en el ancho del separador de la carrera 27



Fuente: elaboración propia

Se puede observar en la imagen que una persona con ancho promedio puede pasar perfectamente su cuerpo y su bicicleta por al menos 0,5 [mts] del pedazo de separador que se ve a los pies de la persona que está de pie en el centro de la foto, se demuestra así mismo que los arboles no interfieren en nada en el diseño de la ciclo ruta y que por el contrario proporciona estética y sombra a los ciclo usuarios.

7.2.2 Longitud de Calles.

La carrera 27 presenta tramos irregulares de longitud a lo largo de su eje longitudinal, se toma en cuenta la medida efectiva entre las intersecciones de 2 calles, la longitud varía entre los 70 [mts] y los 120 [mts]; en total la longitud de estudio según el software VISSIM posee aproximadamente 2002,4 [mts].

Figura 45. Tramos completos de la carrera 27 entre calles 56 y 32



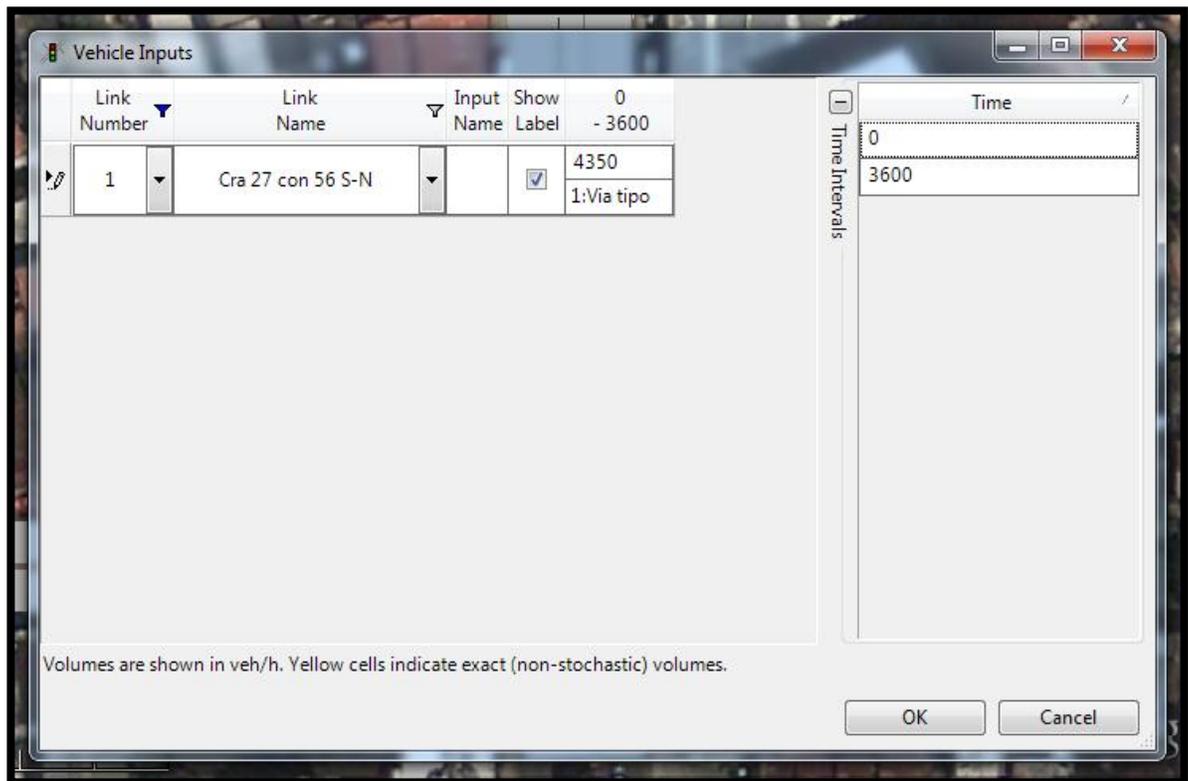
Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se observa en la figura la longitud total analizada del proyecto de grado en el simulador VISSIM, con todas sus intersecciones y sus calles adyacentes entre la calle 56 y la calle 32

7.2.3 Entrada de vehículos- Numero de vehículos.

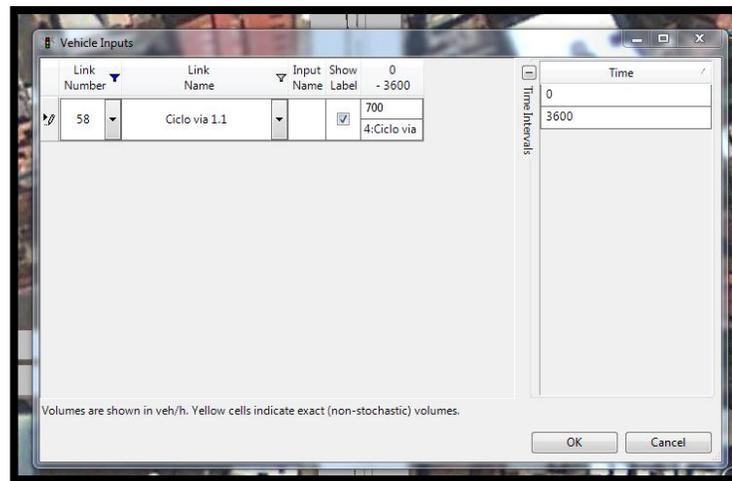
El número de vehículos como se mostró anterior mente en el sub capítulo 6.2, se determinó haciendo aforos o conteos vehiculares durante un mes exactamente de los 4 tramos que se seleccionaron, cada uno con una semana de conteos, en ambos sentidos de orientación Norte-Sur y Sur-Norte de la carrera 27. Posteriormente se hallaron los VHMD de cada día de los 4 por tramo, de los 4 tramos y de los dos sentidos; se escogió finalmente el más crítico valor en la hora pico de 4350 Veh/hora, ya que el diseño de la ciclo ruta debe prever la máxima tasa de vehículos registrados por hora en los conteos realizados para demostrar su factibilidad.

Figura 46. Entrada de vehículos en la hora pico en el simulador VISSIM



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Figura 47. Entrada de vehículos no motorizada para la ciclo ruta en el simulador VISSIM



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar en la figura que se entró un numero de bicicletas de 700 por hora que es el doble del promedio aproximadamente actual de la carrera 27, esto siendo el estimado ideal mínimo una vez construida la ciclo ruta por eso se supone este valor.

Figura 48. Vista aérea de la ciclo ruta integrada con la calzada por medio del simulador VISSIM



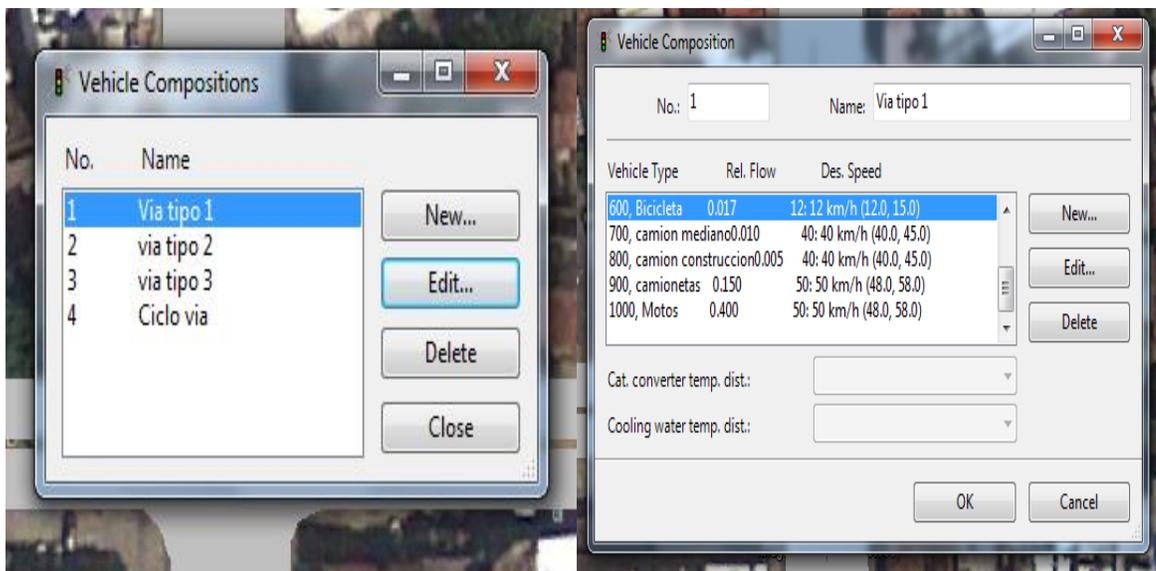
Fuente. Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

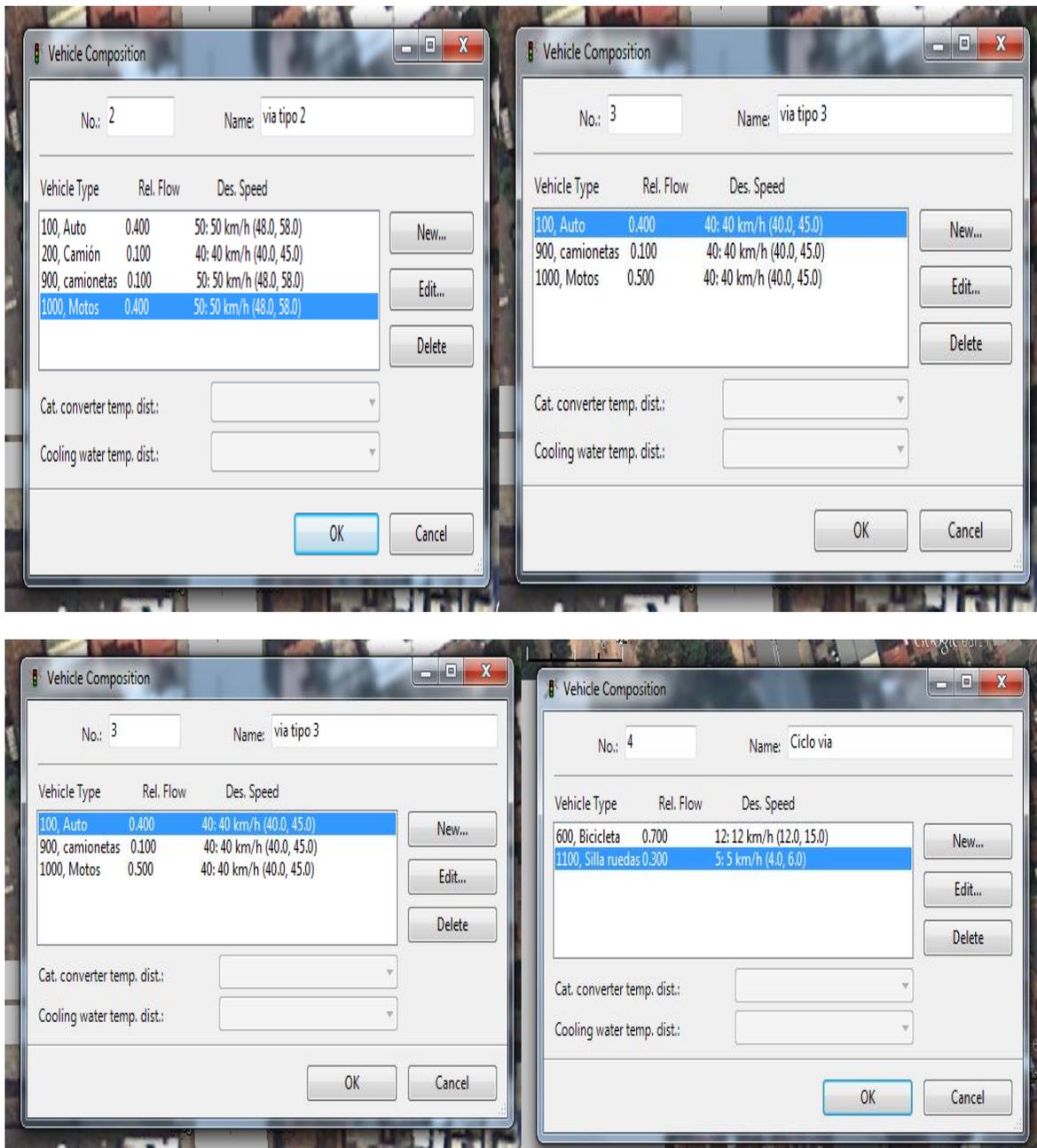
Se puede observar en la figura que los vehículos motorizados y los no motorizados pueden compartir el mismo espacio sin afectarse de cualquier manera el uno con el otro, la imagen fue capturada de la carrera 27 con parque de los niños

7.2.4 Porcentaje vehicular

Una variable importante para tener en cuenta en la micro simulación es la cantidad de vehículos representativos por modo vehicular, es decir, cuanto porcentaje de vehículos pesados, bicicletas, peatones, vehículos livianos, motos, etc, ya que el nivel de servicio varía mucho si una calle está en gran cantidad llena de vehículos pesados y buses de otra que no; la carrera 27 hoy en día posee aproximadamente entre el 0,4% y 0,9% del tránsito total de un día de conteos, lo cual lo hace una carrera segura y amplia para construir una ciclo ruta por el lugar, debido a que gran parte de la accidentalidad la ocasiona los vehículos pesados y los buses, además de ocupar mucho espacio en la vía.

Figura 49. Clasificación de la composición vehicular de la carrera 27





Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar en las figuras de composición vehicular la distribución de los distintos tipos de composiciones que se le asignaron al simulador VISSIM para crear el mayor realismo con los datos recolectados de los aforos en los conteos; se ingresó la **vía tipo 1** que es la principal de la carrera 27 con sus porcentajes vehiculares respectivos, la **vía tipo 2** que se le asignó a las calles adyacentes con un flujo vehicular moderado alto como: La rosita, La Gonzales valencia, La calle 42 entre otras; **la vía tipo 3** que se le asignó a las calles adyacentes con flujo

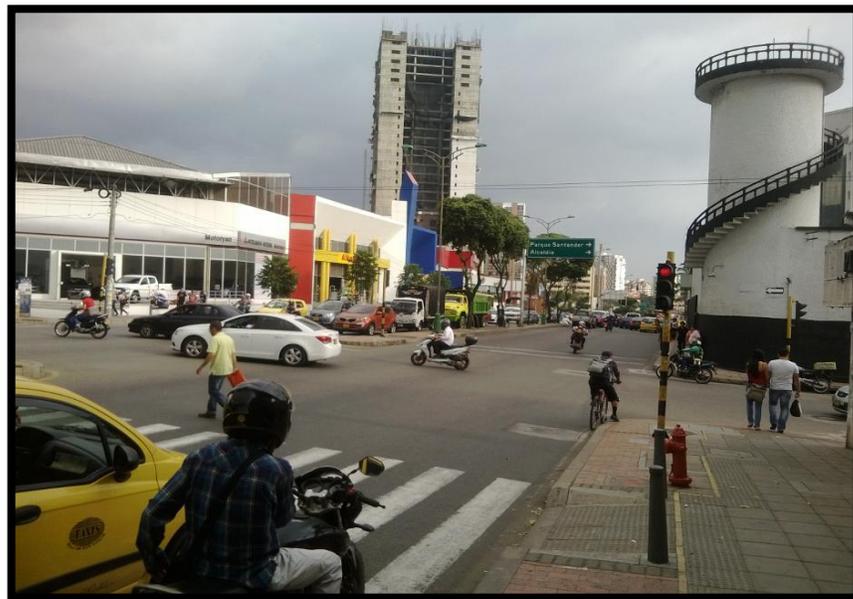
vehicular moderadamente bajo como la calle 33, la calle 34, La calle 36 etc. Y por último **la ciclo vía** que se asignaron solamente ciclistas y personas en condición de discapacidad en un porcentaje del **70%** y **30%** respectivamente para la distribución en la micro simulación

7.2.5 Tiempos semafóricos

Los tiempos semafóricos varían según la importancia de la vía urbana para la cual se introducen estos mecanismos de control, la carrera 27 goza de un buen sistema semafórico que posee una coordinación adecuada con los semáforos que hay entre la calle 56 hasta la 32, es decir, permite un flujo de vehículos adecuado, sin demoras ni obstaculización.

Para el proyecto se debe tener en cuenta que los ciclista y las personas discapacitadas que pudieren llegar a dar uso continuo de la ciclo ruta, son actores vulnerables a los tiempos de cambio de verde a rojo que actualmente existen en la carrera 27, es decir, el paso de verde al entre tiempo amarillo y luego a rojo es un periodo muy corto de pocos segundos para la aceleración de una silla de ruedas o de una bicicleta y puede llegar a ocasionar accidentes con los vehículos de las calles adyacentes que aceleran en mayor medida que los no motorizados.

Figura 50. Semáforo en la carrera 27



Fuente: elaboración propia

7.2.6 Señalizaciones

La señalización de la carrera 27 es buena, indica la velocidad optima a la cual transitar, tiene señales de pare, de prohibiciones, demarcaciones en el piso, aunque en algunos tramos la demarcación no se nota, pero en general posee una buena red de señalizaciones. En el software se introdujeron las señalizaciones que actualmente están por la carrera 27 entre calle 56 y 32.

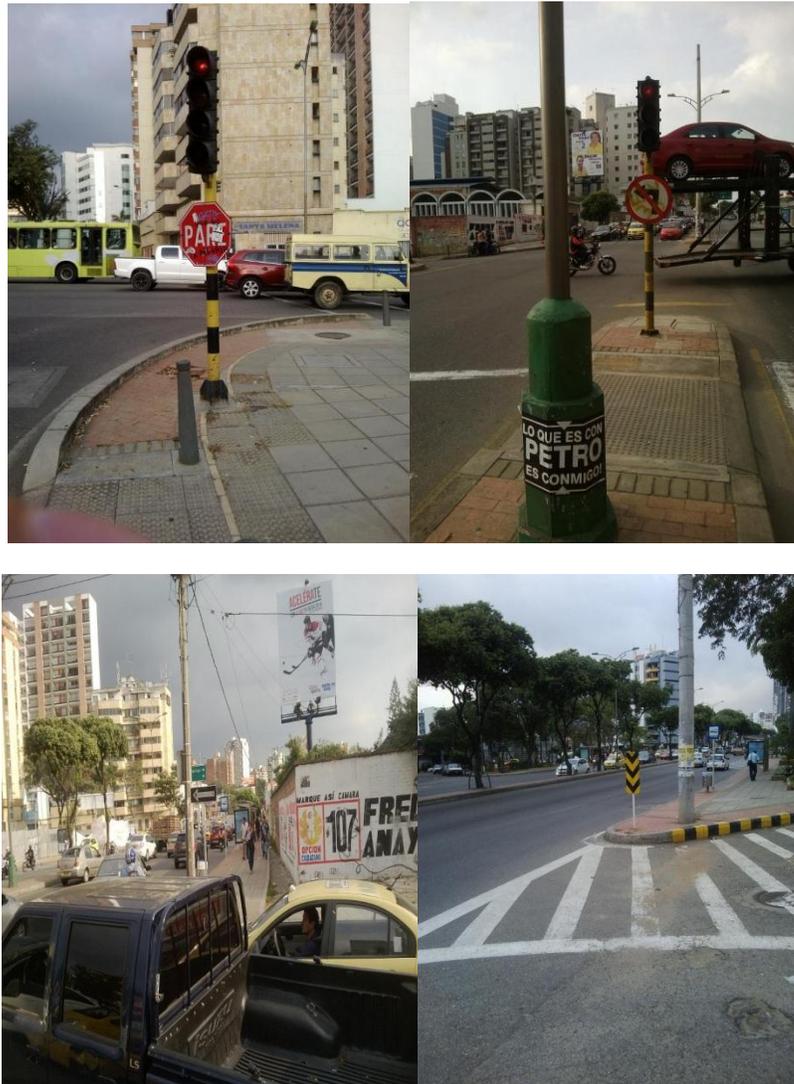
Figura 51. Señalización de la intersección carrera 27 con calle 56; vista en planta



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar en la imagen el esquema sencillo que se trabajó de la señalización en las intersecciones de toda la carrera 27 con el ejemplo de la calle 56, se muestran las líneas de dirección por las cuales puede dirigirse el tránsito, las cebras para los peatones tanto en la calzada de vehículos motorizados como en la ciclo ruta.

Figura 52. Señalización en la carrera 27



Fuente: elaboración propia

Se pudo observar en la carrera 27 que cuenta con una señalización básica que no está completa, las señales que más posee para los vehículos que transitan por la carrera 27 y que se encuentran en cada semáforo, es la foto 2 superior derecha de prohibido el giro a la izquierda y la siguiente y única que más se ve es la que da información de sentido de las calles adyacentes foto 3 izquierda inferior, faltando así señales como información de la velocidad a la cual transitar, señales de reducción de velocidad cerca a instituciones universitarias entre las intersecciones, señales preventivas de no parqueos en ciertos lugares, entre otras.

Por ultimo en las calles adyacentes solo muestran señales de pare en el semáforo o a un lado del semáforo foto 1 superior izquierda.

7.3 Micro simulación

El objetivo fundamental de la micro simulación es una vez ingresado los datos que se mencionaban en el sub-capítulo 7.2, se determinó el nivel de servicio y otros datos necesarios para ver la factibilidad de retirar los ciclistas que se ven en la Figura 53, de las calles de vehículos motorizados y reubicarlos en su propia infraestructura vial como lo sería la ciclo ruta

Figura 53. Ciclistas urbanos de la carrera 27



Fuente: elaboración propia

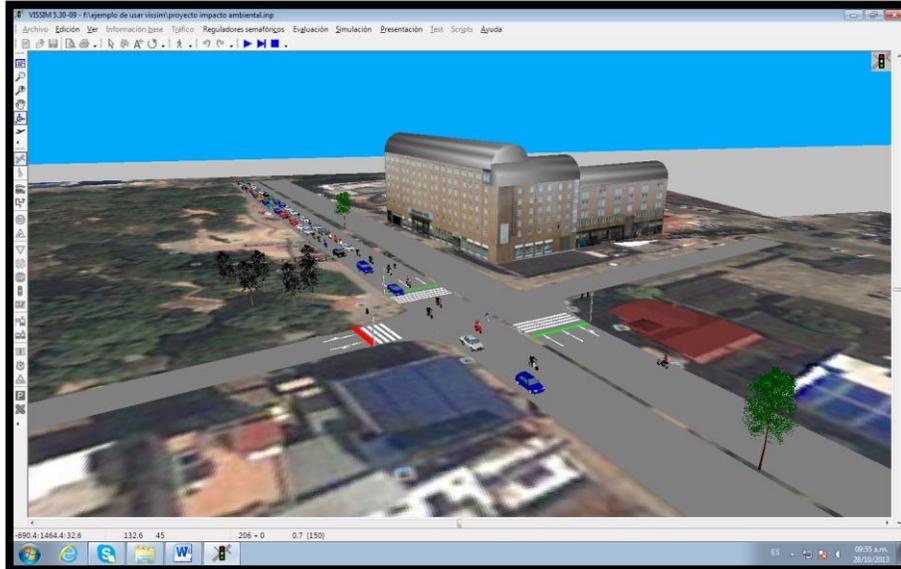
Figura 54. Vista de la avenida Gonzales Valencia con simulador VISSIM



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

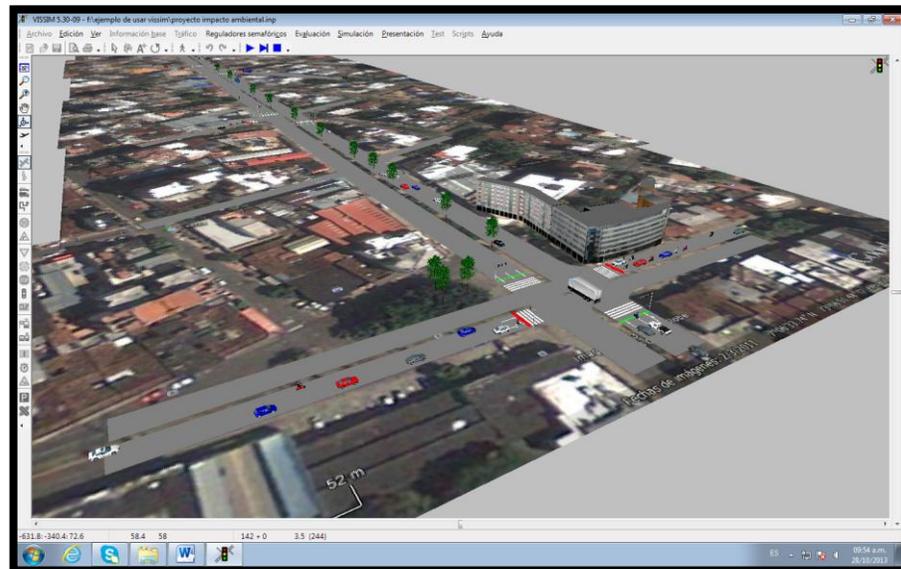
Se observa en la imagen isométrica la avenida Gonzales Valencia intersectando la carrera 27 y aportándole tráfico a su flujo, es una de las avenidas más importantes de la ciudad de Bucaramanga.

Figura 55. Vista del parque de los niños con simulador VISSIM



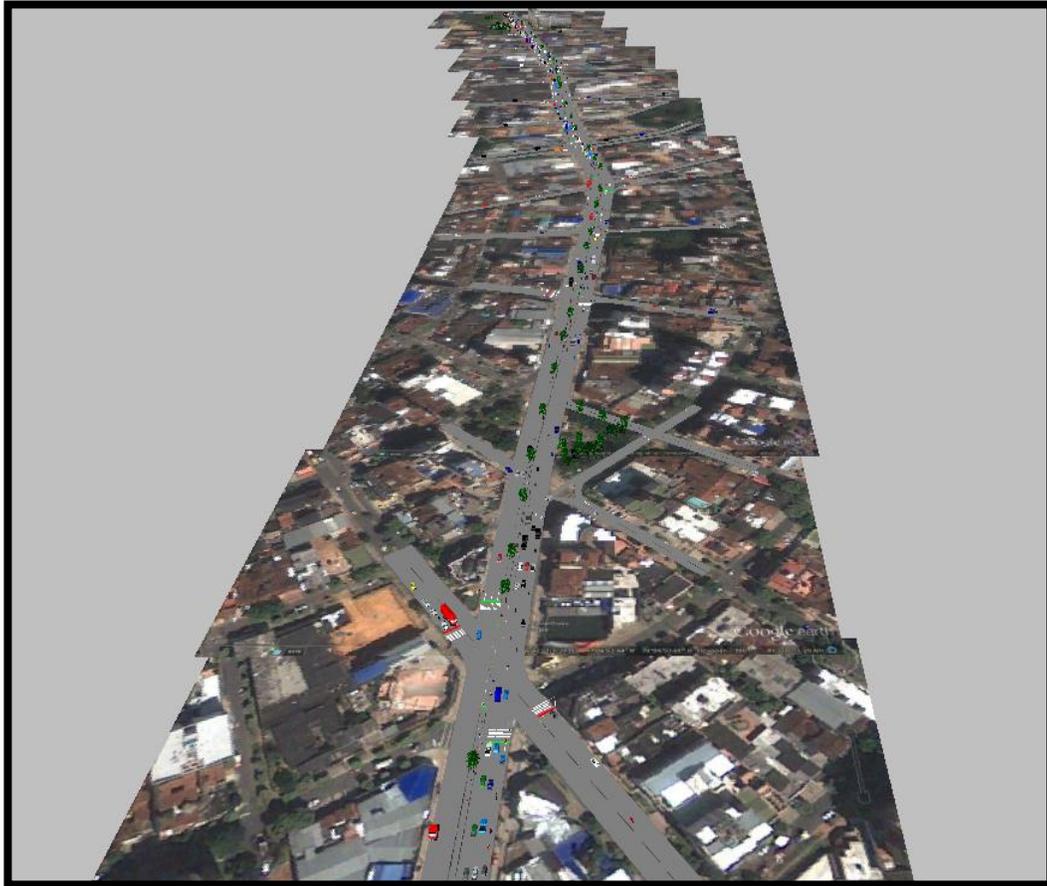
Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Figura 56. Vista de la carrera 27 con calle 56 con el simulador VISSIM



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Figura 57. Vista de toda la carrera 27 entre calles 56 y 32 con el VISSIM



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Figura 58. El ciclista y discapacitados comparten un mismo entorno



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar la convivencia de los ciclistas y las personas en condición de discapacidad utilizando la misma infraestructura para movilizarse dentro de la ciudad, cosa que sería un gran avance en busca de la sostenibilidad social ya que en muchos aspectos, en Bucaramanga no se le da prioridad a los discapacitados de cualquier índole.

Figura 59. Circulación por ambos sentidos de la carrera 27, N-S y S-N



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar la ventaja que posee la ciclo ruta al ser de doble sentido y con calzadas separadas por el pequeño separador que presenta con arborización, dándole la estética y confort necesarios para ser utilizada.

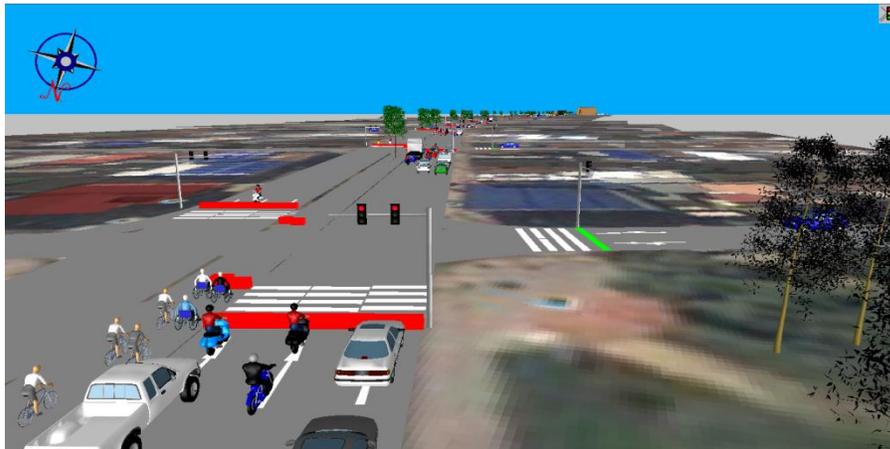
Figura 60. Circulación del sistema integrado vehículos motorizados y no motorizados de la carrera 27 entre calles 56 y 32



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se observa en la imagen la sincronía y la perfecta circulación e integración de los vehículos motorizados y la ciclo ruta, sin interferir un sistema con otro y permitiendo el libre flujo durante todo su recorrido por los tramos de la 27.

Figura 61. Intersección común de los sistemas motorizados y la ciclo ruta



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar en la imagen que los dos sistemas tanto el motorizado como el que no, comparten el mismo ciclo semafórico aunque con la diferencia es que el cambio de amarillo a rojo es un poco más lento para permitir el paso total de una persona en condición de discapacidad que se encuentre a mitad del cruce de la intersección.

Figura 62. Intersección de la carrera 27 con calle 56, integración de ciclo ruta con calzada de vehículos motorizados



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

7.4 PROCESO DE MICRO SIMULACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

7.4.1 Nodos y secciones de tiempos de viaje

Previo a la simulación se deben definir los límites para la recolección de los datos y darle las especificaciones y variables que se requieren ser visualizadas, los nodos son una herramienta útil para recoger los datos como cantidad de vehículos, cantidad de giros a la izquierda o a la derecha y otras variables, simplemente con delimitar el nodo sobre la intersección que se desee estudiar.

Figura 63. Nodo ubicado en la carrera 27 con parque de los niños



Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Los parámetros de tiempo, ayuda a ver los tiempos de recorrido de un vehículo, las demoras, la velocidad media y otras variables que nos ayudaran a determinar finalmente el nivel de servicio de nuestra simulación en la carrera 27 entre calles 56 y 32.

8 CÁLCULOS, RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA MICRO SIMULACIÓN.

Los resultados que arrojó el software PTV VISSIM de las simulaciones antes y después de implementar la ciclo ruta en la carrera 27, se ven contemplados en este capítulo, además los datos como números de vehículos, demoras, tiempos de viaje, velocidades medias y otros análisis que se realizan en el capítulo 8 se utilizan en los siguientes capítulos de impacto ambiental (capitulo 10), social (capitulo 11) y económico (capitulo 12) para establecer la factibilidad y sostenibilidad de cada uno de ellos

8.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA MICRO SIMULACIÓN ANTES DE LA INTEGRACIÓN DE LA CICLO RUTA.

Los resultados y análisis que se verán a continuación son los obtenidos con la entrada de datos recolectados durante un mes de conteos en la carrera 27, con las condiciones actuales de la carrera 27 sin la ciclo ruta, el objetivo es determinar el nivel de servicio previo a la integración con la ciclo ruta para ver como varía en función de la servicialidad y funcionalidad.

Tabla 38. Desempeño de la red en la carrera 27 sin la ciclo ruta

Desempeño de la red								
Clase de vehículo	Número de vehículos	Total			Velocidad media(km/h)	Por vehículo		
		Tiempo de viaje(h)	Distancia(km)	Demora(h)		Demora media (s)	Número de paradas medio	Demora en det. media (s)
Correr 1(1)								
Auto (10)	6433	219,96	4516,3	131,22	20,53	73,43	2	38,5
Camión (20)	654	19,09	357,42	10,9	18,73	59,97	2	33,98
Bus (30)	23	1,13	19,94	0,65	17,69	102,28	3	47,62
Motos (40)	5125	167,92	3558,89	97,31	21,19	68,35	2	35,95
Peatón (50)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicicleta (60)	94	9,28	93,65	2,17	10,09	83,12	4	63,03
Total	12329	417,38	8546,21	242,25	20,48	70,74	2	37,4

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar el desempeño de la red medido desde el inicio de la 56 hasta el final de la calle 32, dando como resultados el número de vehículos totales que paso de **12329** veh/h en ambos sentidos, con una velocidad media de **20,48** km/h

de los vehículos, esto se puede deber a que como son intersecciones semaforizadas muy cortas y en hora pico no alcanzan a acelerar a gran velocidad ni mucho menos con las colas vehiculares que se forman.

Tabla 39. Nivel de servicio resultante sin incluir la ciclo ruta por la carrera 27

Demora										
Intersección	Acceso	Movimiento	Correr		NS	Promedio(s)	Desviación estándar(s)	Mín(s)	Máx(s)	
			1							
			Demora(s)	Volumen						
Nodo calle 32 con cra 27	NB	Directo	5,6	618		5,6	12,3	0	43,6	
		Derecha 2	5,5	265		5,5	12,7	0	55,5	
		Total	5,6	883		5,5	12,4	0	55,5	
	NEB	Izquierda 1	7,3	128		7,3	11,2	0	49	
		Total	7,3	128		7,3	11,2	0	49	
	EB	Directo	16,6	143		16,6	17	0	55	
		Derecha 2	14	138		14	13,6	0	55	
		Total	15,3	281		15,3	15,5	0	55	
	SB	Directo	44,2	2546		44,2	24,3	0	128,1	
		Total	44,2	2546		44,2	24,3	0	128,1	
	Total			32	3838	C	32	27,4	0	128,1
	RED TOTAL			32	3838		32	27,4	0	128,1

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar en la figura el nivel resultante registrada por los datos del nodo 1 puesto en el simulador en la carrera 27 con parque de los niños, fue un nivel de servicio "C", con una demoras de **32** [s] por avance vehicular y un volumen en la red registrado por el nodo 1 de **3838** Veh/h y con una desviación estándar entre datos de **27,2** [s] que es algo moderadamente alta para la muestra nos da ese nivel de servicio resultante.

Tabla 40. Tiempos de viaje de la carrera 27 sin incluir la ciclo ruta

Tiempos de viaje											
Nombre	Sección de tiempo de viaje	Distancia(m)	Correr		Tiempo de viaje					Velocidad media(km/h)	Percentil 85(km/h)
			1		Promedio(s)	Estimación de campo(s)	Desviación estándar(s)	Mín(s)	Máx(s)		
			Tiempo de viaje(s)	Volumen							
tiempo 1	1	2002,8	267,5	147	267,5		62,8	200,8	652,8	27	35,9

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar en la figura que el tiempo de viaje de una muestra de 147 vehículos es de 267,5 [s] en promedio en una distancia medida por el simulador de 2002,8 [m] equivalentes a 2 km aproximadamente.

Tabla 41. Longitudes de colas en la carrera 27 antes de la integración de la ciclo ruta

Longitudes de cola								
Intersección	Acceso	Movimiento	95% de colas por simulación					Desviación estándar
			1 42	Máx	95%	Media	Promedio	
Nodo calle 32 con cra 27	NB	Directo	12,4	61,2	12,4	0	2,9	6,4
		Derecha 2	0	61,5	0	0	0,7	5,2
	NEB	Izquierda 1	17,5	37,8	17,5	0	3	6,3
		EB	Directo	17,4	37,7	17,4	0	3,3
			Derecha 2	17,4	37,7	17,4	0	3,4
	SB	Directo	166,6	174,6	166,6	152,6	117,7	56,1

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

8.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA MICRO SIMULACIÓN DESPUÉS DE LA INTEGRACIÓN DE LA CICLO RUTA

Los resultados y análisis que se dan a continuación son una vez implementada la ciclo ruta; se determinó su comportamiento con la infraestructura y su impacto en el tráfico de toda la carrera 27, al reducir los carriles actuales de 3,3 [mts] a 2,8 [mts].

Tabla 42. Desempeño de la red con la implementación de la ciclo ruta en la carrera 27

Network Performance								
Vehicle Class	Number of Vehicles	Total			Avg Speed(km/h)	Per Vehicle		
		Travel Time(h)	Distance(km)	Delay(h)		Avg Delay (s)	Avg Number of Stops	Avg Stop Delay (s)
Run 1(1)								
Auto (10)	6370	215,08	4468,94	127,1	20,78	71,83	2	38,61
Camión (20)	647	18,48	345,62	10,62	18,7	59,08	2	34,13
Bus (30)	23	1,27	23,53	0,7	18,59	109,85	3	54,49
Motos (40)	5056	162,44	3498,33	93,1	21,54	66,29	2	35,48
Peatón (50)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicicleta (60)	93	8,96	90,82	2,03	10,14	78,62	3	60,98
Total	12189	406,23	8427,24	233,55	20,74	68,98	2	37,27

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Tabla 43. Demoras de la simulación después de incluir la ciclo ruta

Delay											
Intersection	Approach	Movement	Run		LOS	Average(s)	Standard Deviation(s)	Min(s)	Max(s)		
			1								
			Delay(s)	Volume							
Nodo calle 32 con cra 27	NB	Through	6,2	582		6,2	12,8	0	41,8		
		Right 2	4,3	266		4,3	10,2	0	38,6		
		Total	5,6	848		5,6	12,1	0	41,8		
	NEB	Left 1	9,1	128		9,1	13,4	0	55,4		
		Total	9,1	128		9,1	13,4	0	55,4		
	EB	Through	17,8	143		17,8	17,3	0	53,9		
		Right 2	15,3	138		15,3	13	0	50,2		
		Total	16,6	281		16,6	15,4	0	53,9		
	SB	Through	44,9	2533		44,9	24,5	0	142,3		
		Total	44,9	2533		44,9	24,5	0	142,3		
	Total			32,8	3790	D	32,8	27,6	0	142,3	
	NETWORK TOTAL			32,8	3790		32,8	27,6	0	142,3	

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se observa en la tabla que con la implementación de la ciclo ruta y el mismo número de vehículos, el VISSIM arroja unas demoras y unas velocidades que hacen que el nivel de servicio aumente al nivel “D”, el número de volumen vehicular es cercano al volumen anterior con **3790** Veh/h, lo cual no es factible para el sistema ya que se está provocando inconformidades a los usuarios de la carrera 27 y ese no es el objetivo de este trabajo de grado. La solución es disminuir y restringir el paso de un número de vehículos, que para el caso hasta lograr el nivel de servicio “C” Los resultados se muestran a partir del numeral 5.3

Tabla 44. Tiempos de viaje de la simulación después de incluir la ciclo ruta

Travel Times											
Name	TravelTime Section	Distance(m)	Run		Travel Time					Average Speed(km/h)	85th Percentile(km/h)
			1		Field Estimate(s)	Standard Deviation(s)	Min(s)	Max(s)			
			Travel Time(s)	Volume							
tiempo 1	1	2002,8	260,7	145	260,7		59,9	195,4	721,8	27,7	36,9
pp	2	1993,9	0	0	0		0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

8.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA MICRO SIMULACIÓN DESPUÉS DE LA CORRECCIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LA INTEGRACIÓN DE LA CICLO RUTA.

Los resultados y análisis que se dan a continuación son la corrección vehicular de 300 veh/h menos que se le hizo a la hora punta de máxima demanda para recobrar el nivel de servicio “C” que poseía previo a la integración de la ciclo ruta.

Tabla 45. Desempeño de la red con la corrección en la carrera 27 con la ciclo ruta

Network Performance								
Vehicle Class	Number of Vehicles	Total			Avg Speed(km/h)	Per Vehicle		
		Travel Time(h)	Distance(km)	Delay(h)		Avg Delay (s)	Avg Number of Stops	Avg Stop Delay (s)
Run 1(1)								
Auto (10)	6333	214,32	4498,65	125,96	20,99	70,88	2	38,13
Camión (20)	6044	18,04	338,58	10,34	18,77	57,46	2	33,44
Bus (30)	23	1,32	23,54	0,75	17,87	118	3	56,7
Motos (40)	4975	163,43	3571,81	92,47	21,86	65,51	2	34,97
Peatón (50)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicicleta (60)	94	8,63	86,79	2,09	10,06	80,73	4	61,07
Total	12029	405,73	8519,37	231,61	21	68,1	2	36,78

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se puede observar que el volumen de vehículos que pasan ahora con la ciclo ruta es de **12029** veh es decir que hubo una disminución de vehículos en comparación de la tabla 38 donde no había ciclo ruta, la velocidad promedio vehicular se mantuvo casi igual con **21** Km/h de los vehículos lo que significa que no afecta los tiempos de viaje.

Tabla 46. Demoras del sistema con la corrección en la simulación integrando la ciclo ruta

Delay										
Intersection	Approach	Movement	Run 1		LOS	Average(s)	Standard Deviation(s)	Min(s)	Max(s)	
			Delay(s)	Volume						
Nodo calle 32 con cra 27	NB	Through	6	582		6	12,8	0	41,8	
		Right 2	4,2	266		4,2	10,2	0	38,6	
		Total	5,6	848		5,6	11,3	0	49,7	
	NEB	Left 1	6	128		6	11,3	0	49,7	
		Total	6	128		6	13,4	0	55,4	
	EB	Through	17,8	144		17,8	17,3	0	53,9	
		Right 2	16,7	138		16,7	13	0	50,2	
		Total	16,6	281		16,6	15,4	0	53,9	
	SB	Through	35	1992		35	21,9	0	108,8	
		Total	35	1993		35	21,9	0	108,8	
	Total			26,6	2931	C	26,6	21,9	0	108,8
	NETWORK TOTAL			26,6	3463		26,6	27,6	0	108,8

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Esta grafica es la más importante de todo el sistema ya que nos muestra que la demora de los vehículos aumento a **46** [s] en el flujo de vehículos, además los vehículos solo decrecieron un poco a **3789** veh/h es decir pasan casi exactamente la misma cantidad de vehículos que con el sistema sin ciclo ruta, pero la demora de los vehículos se incrementa haciendo que el nivel de servicio sea “D”, para efectos de la factibilidad se redujo el número de vehículos en **300** aproximadamente para que el nivel de servicio volviera a ser “C”, es decir, la disminución vehicular representa el ahorro económico, social y ambiental que se explicara a partir del **capítulo 9** y de ahí se demostrara por medio de datos cuantitativos y cualitativos la factibilidad de la ciclo ruta y las ventajas de reducir esta cifra vehicular por hora en la carrera 27.

Tabla 47. Tiempos de viaje del sistema con la corrección una vez implementada la ciclo ruta en la carrera 27.

Travel Times												
Name	TravelTime Section	Distance(m)	Run		Travel Time					Average Speed(km/h)	85th Percentile(km/h)	
			1									
			Travel Time(s)	Volume	Average(s)	Field Estimate(s)	Standard Deviation(s)	Min(s)	Max(s)			
tiempo 1	1	2002,8	256,9	149	256,9			53,4	190	663,5	28,1	37,9
pp	2	1993,9	0	0	0			0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Los tiempos de viajes como se pueden observar aumento a **278,5** [s] comparados con la **tabla 40**, por lo que se deben hacer la reducción vehicular para restablecer los valores.

Tabla 48. Longitudes de cola una vez corregidos los valores e implementada la ciclo ruta en la carrera 27

Queue Lengths								
Intersection	Approach	Movement	95% Queues per Run					
			1	Max	95%	Median	Average	Standard Deviation
			42					
Nodo calle 32 con cra 27	NB	Through	11,7	41,2	11,7	0	2,4	4,4
		Right 2	0	31,5	0	0	0,2	1,8
	NEB	Left 1	19,1	30,4	19,1	0	4,4	6,8
		Through	19	30,4	19	0	4,6	6,7
	EB	Right 2	18,9	30,3	18,9	0	4,7	6,7
		SB	Through	166,3	175,4	166,3	151,6	116,1

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

8.4 FLUJO HALLADO POR FORMULA TEÓRICA

Para determinar el valor de Flujo teórico (S) del sistema de la carrera 27, es necesario resolver la siguiente formula:

$$S = S_o * N * F_w * F_{hv} * F_g * F_p * F_{bb} * F_a * F_{LU} * F_{rt} * F_{lt}$$

Donde:

S= Tasa de saturación del flujo sujeto al grupo de carriles, expresado como el total de número de carriles por el grupo de carril

S_o= tasa de saturación de flujo ideal por carril, usualmente es 1900 pcphgpl.

N= número de carriles en el grupo de carril

F_w= Factor de ajuste para el ancho de carril

F_{HV}= factor de ajuste para el porcentaje de vehículos pesados

F_g= Factor de ajuste de pendiente

F_p= Factor de ajuste de parqueo de vehículos particulares

F_{bb}= Factor de ajuste para efectos de bloqueo de buses urbanos.

F_a= Factor de ajuste por tipo de área

F_{LU}= Factor de ajuste por la utilización del carril.

F_{RT}= Factor de ajuste para giros a la derecha en el grupo de carril.

F_{LT}= Factor de ajuste para giros a la izquierda en el grupo de carril.

Tabla 49. Factor de ajuste de ancho de carril (Fw)

Factor de ajuste ancho de carril (fw)	
Ancho promedio de carril (ft)	Factor ancho de carril
8	0,867
9	0,900
10	0,933
11	0,967
12	1,000
13	1,033
14	1,067
15	1,100
16	1,133

Fuente. HCM 2010, tabla 9.5 Urban streets

Para los datos de la ciclo vía el ancho promedio que se trabajo fue de **3,3** [mts] equivalente a **10** Ft aproximadamente; el valor de ajuste correspondiente es de **0,933**.

Tabla 50. Factor de ajuste para porcentaje de vehículos pesado (FHV)

Factor de ajuste para vehiculos pesados (Fhv)	
Porcent. vehiculo pesado %HV	Factor vehiculos pesados
0	1,000
2	0,980
4	0,962
6	0,943
8	0,926
10	0,909
15	0,870
20	0,833
25	0,800
30	0,769
35	0,741
40	0,714
45	0,690
50	0,667
75	0,571
100	0,500

Fuente. HCM 2010, tabla 9.6 Urban steets

El porcentaje de vehículos pesados que se añadió al resultado, fue el mayor registrado en el mes de conteos en la carrera 27 entre calles 56 y 32 con **1,9 %Hv** que para efectos prácticos se redondeó a **2%Hv**, con su respectivo factor de ajuste de **0,980**.

Tabla 51. Factor de ajuste para pendientes (Fg)

Factor ajuste de pendientes Fg		
Tipo	Porcentaje	Factor pendiente
Colina abajo	-6	1,030
	-4	1,020
	-2	1,010
	0	1,000
Colina arriba	2	0,990
	4	0,980
	6	0,970
	8	0,960
	10 o mas	0,950

Fuente. HCM 2010, tabla 9.7 Urban steets

La pendiente que se trabajó en este caso para el proyecto de grado fue la que mayor se registró en los diferentes tramos de la carrera 27 entre calles 56 y 32 de **15%** tanto colina arriba como colina abajo, con su factor de ajuste de **0,950** y **1,030** respectivamente.

Tabla 52. Factor de ajuste para vehículos particulares estacionados (Fp)

# carriles		numero de vehiculos estacionados por hora				
N	# parqueo	0	10	20	30	40
1	1	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
2	1	0,95	0,925	0,9	0,875	0,85
3	1	0,967	0,95	0,933	0,917	0,9

Fuente. HCM 2010, tabla 9.8 Urban steets

Para el número de parqueos de vehículos particulares se entró el mayor valor registrado de los 4 tramos estudiados en la carrera 27 entre calles 56 y 32, se

obtuvo **30** vehículos parqueados en una hora en la clínica los comuneros en el tramo **4** del proyecto de grado.

Tabla 53. Factor de ajuste para buses urbanos estacionados (Fbb)

# carriles	numero de buses estacionados por hora				
N	0	10	20	30	40
1	1	0,96	0,92	0,88	0,84
2	1	0,98	0,96	0,94	0,92
3	1	0,987	0,973	0,96	0,947

Fuente. HCM 2010, tabla 9.9 Urban steets

El número de buses estacionados máximo registrado en la carrera 27 en el mes de aforos fue el mismo prácticamente para todos los casos, debido a que los mismos llevan un control periódico de tránsito, para el caso **12** metro líneas estacionados para recoger pasajeros por hora, interpolando para el factor de ajuste da como resultado **0,983**.

Tabla 54. Factor de ajuste por tipo de área (Fa)

TYPE OF AREA	AREA TYPE FACTOR
CBD or similar	0.90
All other areas	1.00

Fuente: HCM 2010, tabla 9.10 Urban steets

El tipo de área para todos los tramos de la carrera 27 entre calles 56 y 32 es **otro tipo de área** con su factor de **1,00**.

Cases 1-6: Exclusive/Shared Lanes and Protected/Permitted Phasing	
$F_{RT} = 1.0 - P_{RT} [0.15 + (PEDS/2100)(1 - P_{RTA})]$	Proportion of RT in lane group = 1.00 for excl. RT lane (Cases 1-3); < 1.00 for shared lane (Cases 4-6).
$0.0 \leq P_{RT} \leq 1.0$	
$0.0 \leq P_{RTA} \leq 1.0$	Proportion of RT using protected phase = 1.00 for complete protection - no peds; < 1.00 for permitted with conflicting peds.
$0 \leq PEDS \leq 1700$	
$F_{RT} \geq 0.05$	Volume (Peds/hr) of peds conflicting with RT (if PEDS > 1700, use 1700).
Case 7: Single - Lane Approach (all traffic on approach in a single lane, as defined in Figure 9-5)	
$FRT = 0.90 - PRT [0.135 + (PEDS/2100)]$	Proportion of RT in lane group.
$0 \leq PRT \leq 1.0$	
$0 \leq PEDS \leq 1700$	
$FRT = 1.00$ if $PRT = 0.0$	Volume (Peds/hr) of peds conflicting with RT (use 0 if RT is completely protected).
$FRT \geq 0.05$	

Tabla 55. Factor de ajuste por giros a la derecha (FRT)

CASE	P_{RT}	P_{RTA}	PEDS	SIMPLIFIED FORMULA
1 Excl. RT lane; prot. RT phase	1.0	1.0	0	0.85
2 Excl. RT lane; perm. RT phase	1.0	0	0 - 1700	$0.85 - (PEDS/2100)$
3 Excl. RT lane; prot. + perm. RT phase	1.0	0 - 1.0	0 - 1700	$0.85 - (PEDS/2100)(1 - P_{RTA})$
4 Shared RT lane; prot. RT phase	0 - 1.0	1.0	0	$1.0 - PRT [0.15]$
5 Shared RT lane; perm. RT phase	0 - 1.0	0.0	0 - 1700	$1.0 - PRT [0.15 + (PEDS/2100)]$
6 Shared RT lane; prot. + perm. RT phase	0 - 1.0	0 - 1.0	0 - 1700	$1.0 - PRT [0.15 + (PEDS/2100)(1 - P_{RTA})]$
7 Single-lane approach	0 - 1.0	-	0 - 1700	$0.9 - PRT [0.135 + (PEDS/2100)]$

Fuente. HCM 2010, tabla 9.11 Urban streets

Para todos los casos de la carrera 27 en cuestión semafórica se ubica el factor de ajuste entre los casos 1-6 más exactamente Exclusivo carril de giro a la derecha con fase de giro a la derecha protegido, es decir, que los peatones pasan

libremente mientras los vehículos se encuentran detenidos por la fase roja semafórica, es por esto que el factor no depende del número de peatones lo cual da como resultado el factor de 0,85

Para el los demás factores:

N= 3,00, ya que es el número de carriles en el grupo de carril

FLU= 1,00 debido a que la utilización de cada carril es expresamente para circulación de vehículos motorizados comprendidos entre pesados, livianos y motocicletas.

FLT= 1,00, ya que no existen giros a la izquierda en ninguna intersección comprendida en la carrera 27 entre calles 56 y 32

Tabla 56. Flujo determinado en forma teórica

Variable	Tramo S-N		Tramo N-S	
Fw (Ft)=	10	0,933	10	0,933
F Hv (%)=	1,9	0,98	1,9	0,98
Fg (%)=	>10	0,95	<-6	1,03
Fp (Veh)=	30	0,917	30	0,917
F Bb (Veh)=	12	0,983	12	0,983
Fa =	other areas	1	other areas	1
F Lu =	N/A	1	N/A	1
FRt =	Excl. Prot	0,85	0,85	0,85
F Lt =	N/A	1	1	1
S (Veh)=	3794		4113	

Fuente. Elaboración propia con base en el HCM 2010.

Análisis de resultados: el flujo total teórico hallado con las formulas anterior mente mencionadas fue para el tramo S-N de 3794 Veh/h casi idéntico al dato de flujo hallado por el software VISSIM que fue de 3838 veh/h, cual comprueba que la tasa de error es muy baja en comparación teórico-práctica; y por otra parte en el sentido N-S cuando la pendiente esta en descenso el flujo teórico resultante fue de 4113 Veh/h, lo cual no significa un incremento representativo para la evaluación de la factibilidad de la ciclo ruta pero que es más cercano al valor tomado en campo de los aforos de 4048 veh/h, en este sentido en el tramo 3 del día martes, por lo que se puede trabajar con el valor de 3794 veh/h que se asemeja más al valor del simulador

8.5 FOTO-MONTAJES DE LA CICLO RUTA EN LA CARRERA 27

Figura 64. Foto-montaje de la carrera 27 con calle 32 de la intersección



Fuente: elaboración propia

Se puede observar en la imagen que los ciclistas y las personas discapacitadas poseen su espacio de fácil accesibilidad y paso por las intersecciones de la carrera 27, la anterior imagen es una intersección tipo del diseño definitivo de las demás intersección que existen de la carrera 27 entre calles 56 y 32.

El color verde del enmarcado y señalización en el pavimento demarcan prioridad para los vehículos no motorizados además de señalar y delimitar su espacio en la calle por donde transitar, es un circuito básico en donde el flujo para cruzar las calles es en sentido horario.

Figura 65. Foto-montaje Ciclo infraestructura tipo de la carrera 27 con calle 32

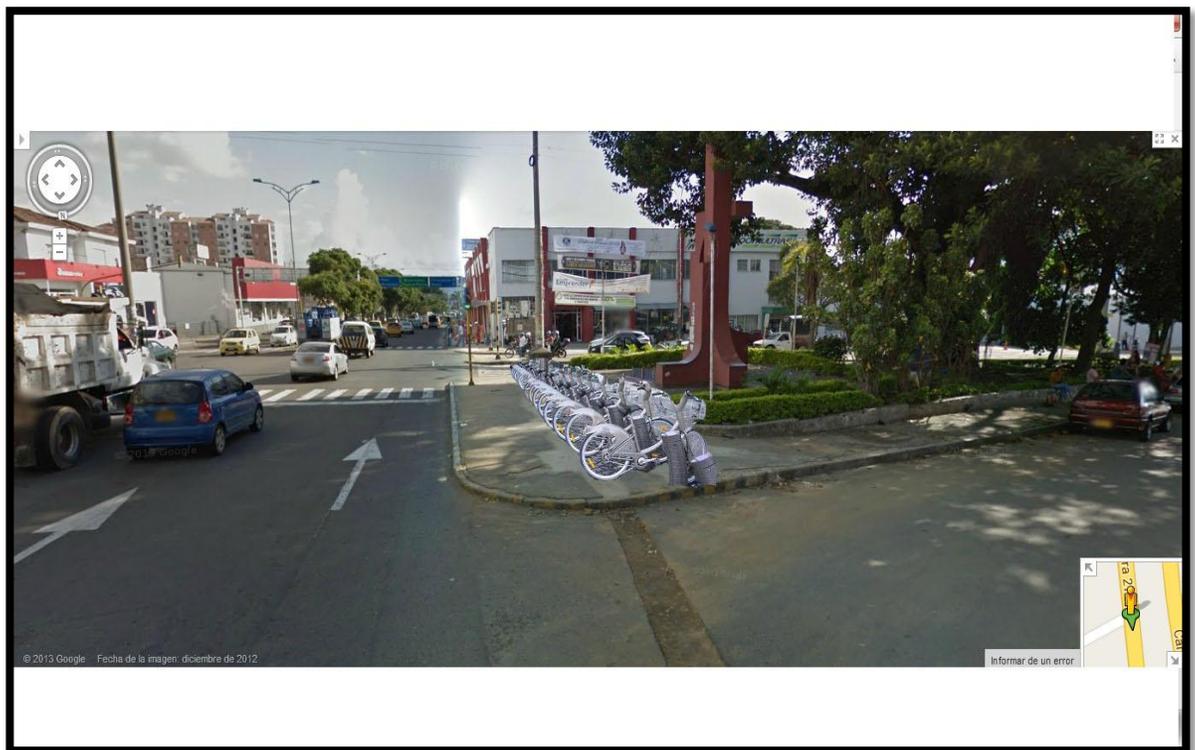


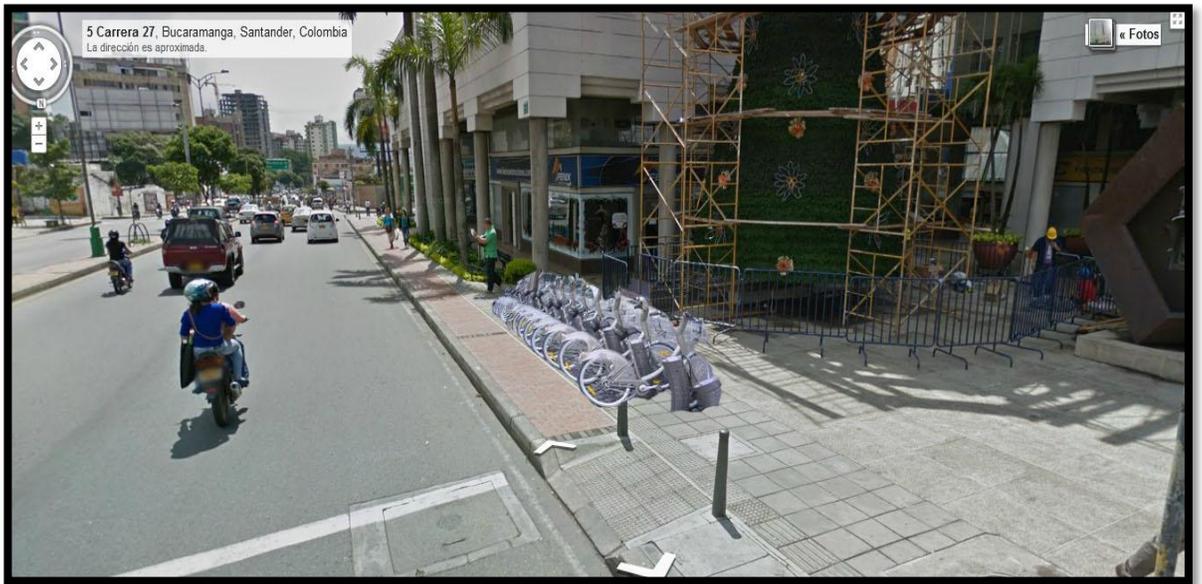
Fuente: elaboración propia

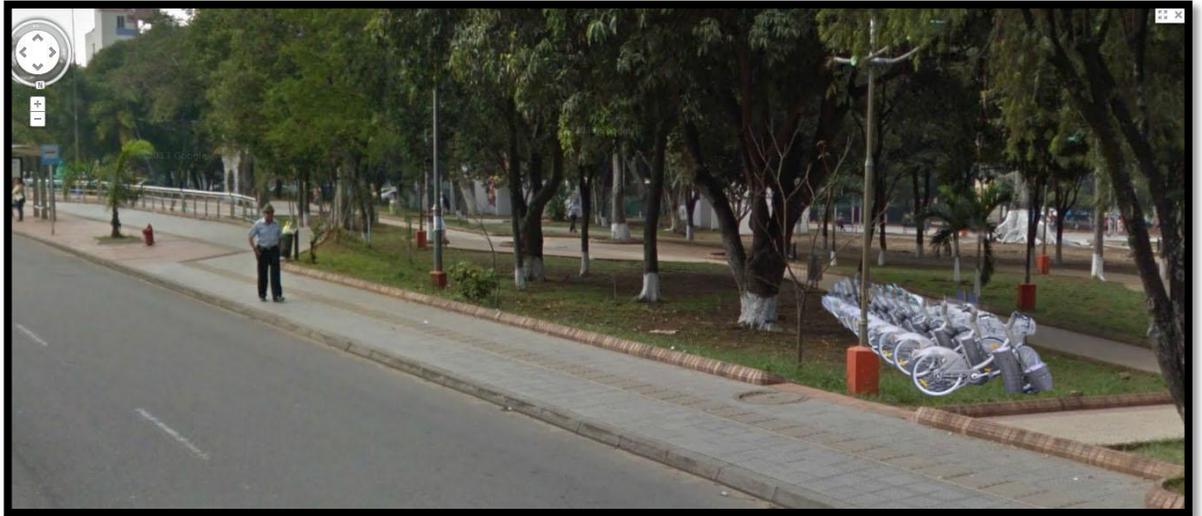
Se puede observar en la figura la infraestructura tipo que es definitiva en todos los tramos de la carrera 27 que va desde la 32 hasta la calle 56, se puede ver la altura sobre el nivel del separador de la ciclo ruta que separa a los vehículos motorizados de los no motorizados, siendo este diseño clave para denotar la superioridad y prioridad de los ciclistas y personas en condición de discapacidad, además de las normas de seguridad mínimas como barandales para evitar accidentes por caídas o atropellamiento, y señalizaciones para mantener el orden y la información a los ciclo-usuarios, integrado a este conjunto se suman los pasos peatonales a nivel de la calzada vehicular y por último la rampa de bajada o subida que se ve al llegar a la intersección está diseñada para el paso de peatones y para cruzar la intersección a nivel, además debe ser con la pendiente suave para que las personas en condición de discapacidad puedan acceder fácilmente al sistema.

8.2 ciclo-parqueaderos

Figura 66. Ciclo parqueaderos en los 4 puntos de la carrera 27 entre calles 56 y 32







Fuente: Elaboración propia

Se observan 4 figuras que en orden descendiente su ubicación es: carrara 27 con calle 56, parque Turbay, calle 38 y parque de los niños; los ciclo parqueos son necesarios en el sistema de ciclo rutas para las personas que deseen hacer vueltas personales, para las que trabajan u otro tipo de oficios y deberes que posean, están para prestar el servicio de estacionamiento a estos vehículos no motorizados.

Existen dos formas de hacer estos ciclo parqueadero, el primero es parqueo sin costo que simplemente se tiene la infraestructura para el parqueo de la bicicleta y el usuario llega, pone su candado y cadena, deja la bicicleta asegurada y procede hacer lo que requiere y el otro método y que se utiliza en algunos países sobre todo en latino américa es dejar la bicicleta parqueadas en sectores donde existe personal del gobierno que le cuidan la bicicleta y ellos mismo alquilan bicicletas públicas, es decir, los ciclo usuarios pueden obtener una tarjeta en donde paguen una mensualidad muy cómoda digamos 3000 pesos mensuales y en cambio tiene acceso a las bicicletas públicas y a el derecho de parquear su bicicleta con vigilancia en dichos ciclo parqueos; el dinero colectado por el gobierno de las mensualidades servirían para financiar el mantenimiento de las bicicletas públicas, la adquisición de nuevas bicicletas y/o el sueldo de las personas que vigilan las bicicletas y prestan las mismas.

9 SOSTENIBILIDAD PARA LOGRAR LA FACTIBILIDAD

9.1 ECONOMÍA, SOCIEDAD, AMBIENTE, LA TRILOGÍA EQUIVALENTE A SOSTENIBILIDAD.

La finalidad de este proyecto de grado es demostrar la factibilidad de la ciclo ruta que con la simulación demostró ser factible desde el punto de vista técnico-vial con todos los estudios de tránsito que se realizaron; la otra mitad para demostrar su factibilidad es la sostenibilidad del mismo sistema tanto para la infraestructura de los vehículos motorizados como para las de los no motorizados.

Bucaramanga actualmente se une a las ciudades que buscan la auto sostenibilidad de su ciudad, la cual por supuesto de lograrse con armonía clasificaría a la ciudad como competente y líder a nivel mundial, este proyecto de grado analiza las ventajas que una ciclo ruta contribuye a lograr esa sostenibilidad por medio de 3 factores o aspectos fundamentales:

- Aspecto ambiental
- Aspecto económico
- Aspecto social

En los siguientes capítulos se demostrara las ventajas y la sostenibilidad que aportaría la ciclo ruta a la carrera 27 desarrollando los sub ítems de la tabla 57, además de demostrar que la disminución vehicular concluida en simulación de **300** vehículos/hora incide positivamente en los 3 factores fundamentales nombrados anteriormente

Tabla 57. Muestra la distribución sostenible que debe suplir el transporte en una ciudad

ECONOMICO	SOCIAL	AMBIENTAL
Congestión	Inequidad/injusticia	Contaminación del aire
Costo de infraestructura	Limitaciones a poblaciones vulnerables	Cambio climático
Costos de usuarios	Impactos sobre la salud	Contaminación hídrica y auditiva
Limitaciones de movilidad	Cohesión de la comunidad	Impacto hidrológico
Acidentalidad	Habitabilidad	Agotamiento de recursos no renovables
	Entorno	

Fuente: Elaboración propia

10 ASPECTO AMBIENTAL.

10.1 IMPACTO AMBIENTAL: INTRODUCCION DEL CAMBIO AMBIENTAL

La población humana con el pasar de los años ha crecido en gran proporción especialmente en las últimas décadas, gracias a los grandes adelantos tecnológicos.

Debido a esto se ha creado una necesidad energética de proporciones gigantescas, que ayudan o contribuyen con el modo de vida del hombre común hoy en día.

El Petróleo, carbón, gas, entre otros han sido las opciones más comunes que la humanidad ha optado para la obtención de dicha energía, ha funcionado pero con unos costos ambientales que cada vez son más notorios e irreversibles. Por esto la importancia de buscar nuevas metodologías que ayuden a minimizar este impacto.

Como una de estas metodologías se encuentran los medios de transporte a tracción humana, los cuales en su uso no segregan sustancias tóxicas al medio ambiente. El uso de la bicicleta como medio de transporte ayudaría no solo en la disminución de estas sustancias tóxicas segregadas por el parque automotriz (una de las mayores productoras de CO₂ en el mundo) sino también el modo de vida fuera del sedentarismo al que cada día con las comodidades que nos brinda la tecnología nos estamos acercando.

La Carrera 27 en Bucaramanga, Santander, Colombia es una de las arterias principales de la ciudad que más aglomera vehículos en las horas punta de tráfico en el día; por esto la importancia de un enfoque amigable con el medio ambiente en esta, con la implementación de corredores viales exclusivos para bicicletas.

Como es uno de los corredores principales también dará un importante impacto social, promoviendo modos de transporte y estilos de vida diferentes a los habitantes de Bucaramanga.

10.2 ANALISIS DE DATOS

CONSUMO DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA

Según el INVIAS y el ministerio de transporte en Colombia se transporta por carretera tanto mercancías como pasajeros y estos a su vez representan una fuente fundamental de ingresos y movimientos financieros para nuestro país, más o menos el 71,4 %⁴⁵ lo cual hace necesario también unos gastos de costos operacionales, y de emisiones de contaminantes a causa del consume de hidrocarburos.

Es por esto que en este proyecto de grado se tomara un camión tipo que generalice el consumo de hidrocarburos y es el más desfavorable a nivel Colombia el **C3S3**.

Tabla 58. Valores en costos operacionales del viaje de un camión tipo

Concepto	Participación (%)
Salarios, prestaciones y comisiones	10.54
Combustibles	33.60
Llantas y neumáticos	13.80
Filtros y lubricantes	2.93
Mantenimiento y reparación	12.22
Peajes	11.52
Impuesto al vehículo	0.20
Seguros	7.74
Retefuente	1.43
Garajes y lavado	2.14
Otros	3.87
Total	100.00

Fuente. Titulo doctoral; JOHN JAIRO POSADA HENAO con base en Colfecar, 2012, <http://www.bdigital.unal.edu.co/8440/1/71687832.2012.pdf> pag 24.

En Colombia existen 2 tipos de sectores para la comercialización y transporte de personas y mercancías: El sector público y el sector privado. Así mismo depende el tipo de abastecimiento de hidrocarburos por parte de los conductores de camiones y es que los públicos prefieren utilizar el A.C.P.M ya que es más barato pero así mismo al hacer combustión es el que más emite Co2 al ambiente además que puede provocar daños en los motores, por otro lado, el sector privado prefiere abastecer sus vehículos con gasolina ya que aunque no es más barata que el A.C.P.M si cuida más el motor y además rinde más tiempo y es mejor carburante.

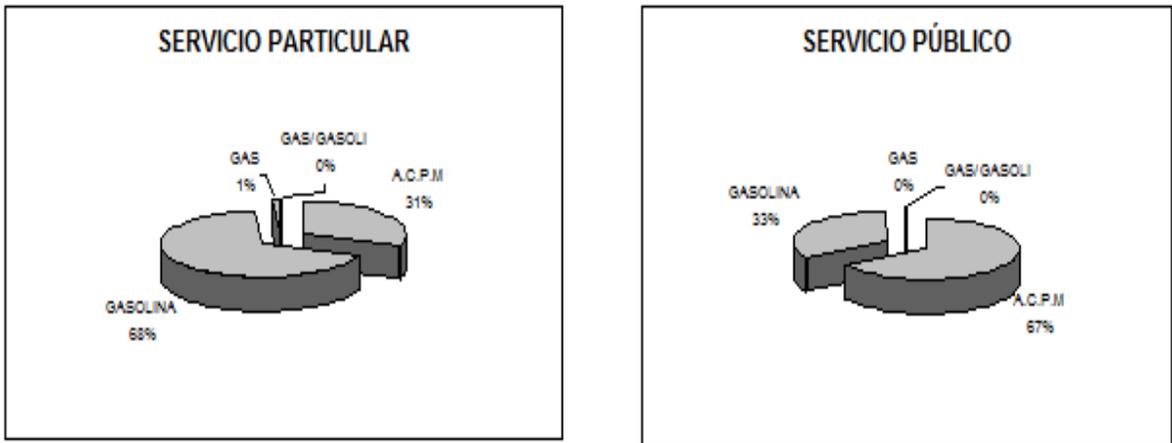
⁴⁵ <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=4305> pag 12

Tabla 59. Distribución de vehículos por consumo de combustible

Configuración	C2	C3	C4	C2S	C3S	Total	%
Combustible							
A.C.P.M	56.196	9.151	190	795	19.580	85.912	51,11
GASOLINA	80.426	138	3	153	99	80.819	48,08
GAS	1.316	8	0	2	15	1.341	0,80
GAS/GASOLINA	5	0	0	0	0	5	0,00
Total parque automotor	137.943	9.297	193	950	19.694	168.077	100

Fuente: Ministerio de transporte pag. 10
<https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=4315>

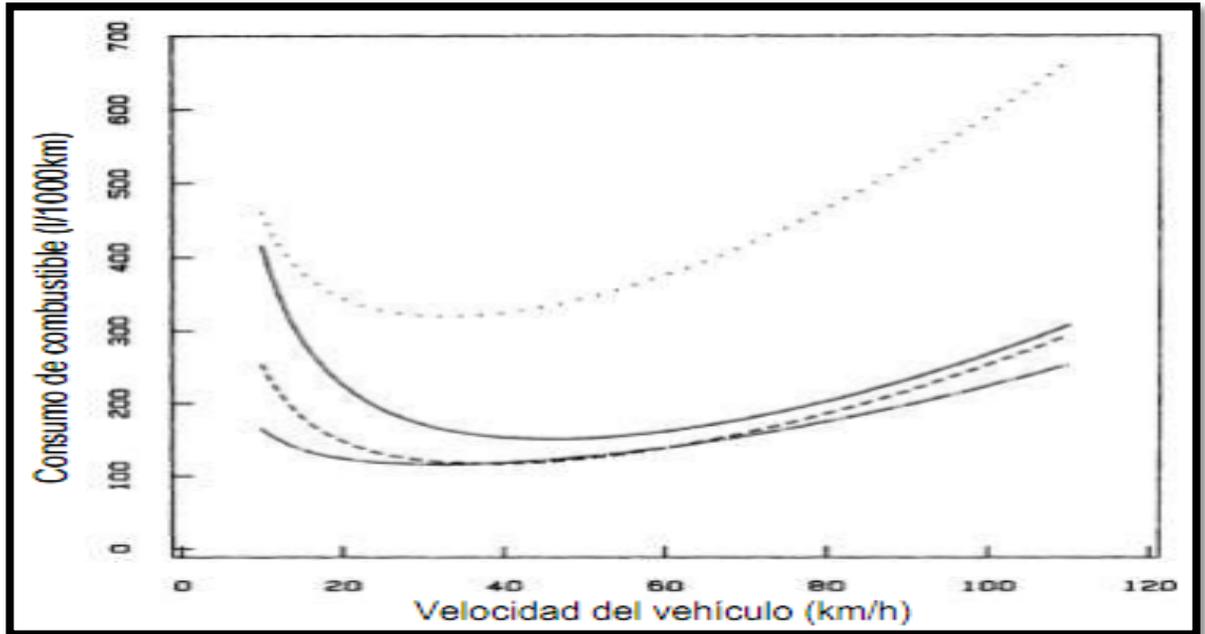
Figura 67. Consumo de combustible por tipo de servicio



FUENTE: Ministerio de transporte <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=4315>

Para camiones existe un modelo estándar de varios conteos del consumo de combustible Vs la velocidad, se sabe que la velocidad influye mucho a la hora de consumir combustible, ya que cada vez que aceleramos consumimos más gasolina, así mismo cuando vamos a mucha velocidad se consume igualmente pero el gasto más considerable es en velocidades por debajo de 30 Km/h, la velocidad constante ayuda a ahorrar combustible, pero a su vez en una ciudad donde hay trancones y semáforos se consume más gasolina que en una carretera inter-municipal.

Gráfica 33. Consumo combustible vs. Velocidad camión en varios estudios



Fuente: Titulo doctoral; JOHN JAIRO POSADA HENAO con base en Chesher y Harrison, 1987 pag 26

Se debe aclarar también que el consumo de combustible, que está directamente relacionado con las emisiones de CO_2 y NO_x en el ambiente se debe a unas variables que ocasionan su disminución y/o aumento del consumo:

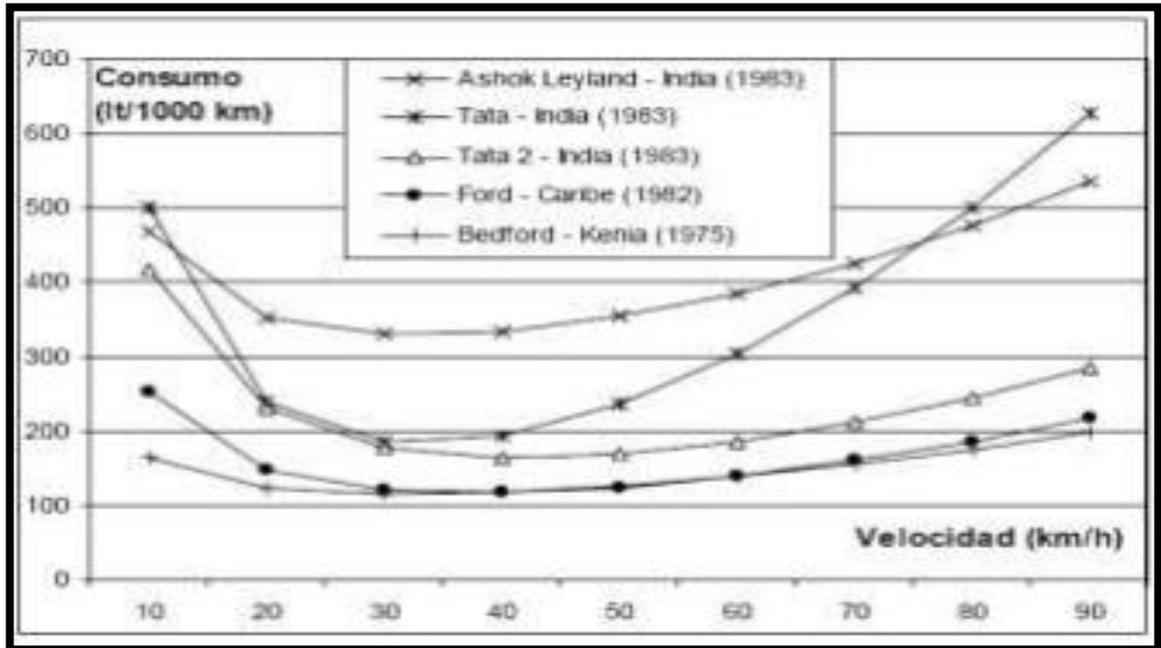
- El tipo de motor
- El tipo de vehículo y el uso que se le de
- El peso del vehículo
- La pendiente de la carretera.
- Las paradas y colas de tiempos de espera.
- La velocidad del vehículo

Figura 68. Clasificación de los vehículos en Colombia

TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA	TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA						
AUTOS			C3 Y C4	CAMION C3							
BUSES		<table border="1"> <tr> <td>BUSETA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BUS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BUS METROPOLITANO</td> <td></td> </tr> </table>		BUSETA		BUS		BUS METROPOLITANO		CAMION C4	
BUSETA											
BUS											
BUS METROPOLITANO											
C2-P	CAMION DE DOS EJES PEQUENO		TRACTO-CAMION C2-S1								
C2-G	CAMION DE DOS EJES GRANDE		TRACTO-CAMION C2-S2								
			C5	TRACTO-CAMION C3-S1							
			> C5	TRACTO-CAMION C3-S2							
				TRACTO-CAMION C3-S3							

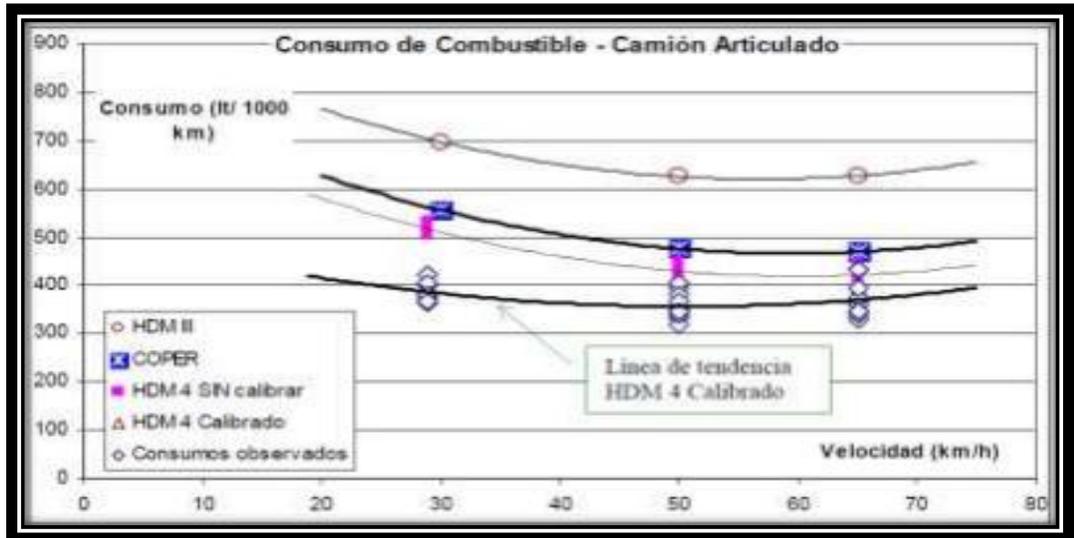
Fuente: clasificación vehicular colombiana con base en invias.

Gráfica 34. Velocidad vehículo vs. Consumo de combustible (L/100km)



Fuente: Titulo doctoral; JOHN JAIRÓ POSADA HENAO con base en Altamira, 2003 pag 31

Gráfica 35. Relación del consumo de combustible y velocidad de varios tipos de camiones articulados.



Fuente: Titulo doctoral; JOHN JAIRO POSADA HENAO con base en Altamira, 2003 pag 32

Con relación a las gráficas anteriores, se estudiaron los camiones de C2 hasta C3S3 seleccionando aleatoriamente las muestras en un tramo de Medellín, se montaron en el software llamado Minitab es referenciado en la literatura como adecuado para análisis estadísticos de diversos tipos incluidos los diseños de experimentos tipo factorial (*ver en anexo B*). Su resultado fueron una serie de modelos lineales los cual arrojaron datos que sintetizados y estudiados, arrojaron las siguientes fórmulas para el cálculo del consumo de combustible en función de los pesos, las pendientes y la velocidad de los camiones (**ver tabla 60**).

Figura 69. Fotografías de los tramos para mediciones.



Fuente: Titulo doctoral; JOHN JAIRO POSADA HENAO pág. 56

Tabla 60. Modelos de consumo de combustible encontrados

Vehículo	Modelo matemático
C3S3	$C = -49.3166P + 30.2423V$ $+ 20.6906P \cdot p + 0.355453P^2$ $- 24.9639p^2 - 0.514948V^2$ $- 0.021823P^2 \cdot p^2$
C3S3	$C = 11.6719P - 1.79316V$ $+ 2.9518 P \cdot p + 0.0931592P \cdot V$ $- 0.136448P^2$
C3	$C = -8.00992P + 105.635p$ $- 3.64516V + 15.2035P \cdot p$ $- 20.5096p^2 - 0.0270028P^2 \cdot p^2$
C3	$C = 14.595P + 8.8019p$ $+ 2.47673V - 0.207869P \cdot V$ $- 1.24498p \cdot V + 0.135391P \cdot p \cdot V$

Fuente: Titulo doctoral; JOHN JAIRO POSADA HENAO pág. 87

El modelo matemático de la **tabla 60** contempla el consumo de combustible en función del peso del vehículo, la pendiente y la velocidad del mismo.

Posteriormente se desarrollo una tabla de excel con los datos recolectados del trabajo de campo, en medellin y se determino el consumo de combustible para cada caso (ver **tabla 61**).

Tabla 61. Consumo de combustible en función de las variables peso, pendiente, velocidad

Orden	Peso (t)	Pendiente (%)	Velocidad (km/h)	Consumo (ml/km)	Orden	Peso (t)	Pendiente (%)	Velocidad (km/h)	Consumo (ml/km)
1	51.95	7.0	35	2243.08	42	26.28	5.2	30	1149.79
2	51.95	5.2	25	2224.67	43	26.28	5.2	30	1149.79
3	51.95	2.0	30	691.63	44	26.28	5.2	35	1202.51
4	51.95	7.0	30	2289.23	45	26.28	2.0	25	338.02
5	51.95	5.2	35	2133.33	46	26.28	7.0	25	1158.26
6	51.95	5.2	35	2088.53	47	26.28	5.2	25	1152.00
7	51.95	7.0	25	2215.38	48	26.28	5.2	25	1148.50
8	51.95	2.0	35	601.92	49	26.28	7.0	35	1142.14
9	51.95	7.0	25	2186.06	50	26.28	7.0	25	1174.97
10	51.95	2.0	30	683.72	51	26.28	5.2	35	1180.14
11	51.95	7.0	35	2210.49	52	26.28	5.2	25	1127.75
12	51.95	7.0	30	2271.60	53	26.28	2.0	25	365.24
13	51.95	7.0	35	2250.55	54	26.28	7.0	30	1165.26
14	51.95	5.2	30	2161.16	55	19.09	7.0	25	779.31
15	51.95	2.0	30	649.18	56	19.09	2.0	25	249.60
16	51.95	2.0	35	652.33	57	19.09	2.0	30	260.68
17	51.95	7.0	25	2248.72	58	19.09	5.2	35	749.19
18	51.95	2.0	35	610.89	59	19.09	5.2	30	772.99
19	51.95	2.0	25	588.10	60	19.09	2.0	25	250.79
20	51.95	5.2	35	2120.33	61	19.09	5.2	25	758.73
21	51.95	5.2	30	2164.61	62	19.09	2.0	30	261.92
22	51.95	2.0	25	600.66	63	19.09	2.0	35	250.85
23	51.95	5.2	30	2169.60	64	19.09	7.0	30	809.30
24	51.95	5.2	25	2232.00	65	19.09	5.2	35	787.76
25	51.95	2.0	25	640.85	66	19.09	2.0	25	246.92
26	51.95	7.0	30	2328.78	67	19.09	7.0	35	842.59
27	51.95	5.2	25	2178.72	68	19.09	5.2	30	740.79
28	26.28	2.0	30	367.54	69	19.09	2.0	35	233.65
29	26.28	7.0	35	1150.05	70	19.09	5.2	30	769.30
30	26.28	7.0	30	1169.01	71	19.09	2.0	35	233.88
31	26.28	5.2	35	1154.03	72	19.09	5.2	35	792.26
32	26.28	2.0	35	305.35	73	19.09	5.2	25	789.94
33	26.28	2.0	25	318.00	74	19.09	7.0	25	785.33
34	26.28	5.2	30	1153.16	75	19.09	2.0	30	220.62
35	26.28	2.0	35	316.82	76	19.09	7.0	35	868.11
36	26.28	7.0	35	1152.60	77	19.09	7.0	30	830.86
37	26.28	2.0	30	399.26	78	19.09	7.0	25	819.36
38	26.28	7.0	30	1200.00	79	19.09	7.0	35	828.00
39	26.28	2.0	30	399.26	80	19.09	5.2	25	795.71
40	26.28	2.0	35	321.16	81	19.09	7.0	30	843.43

Fuente: Titulo doctoral; JOHN JAIRO POSADA HENAO pag 59

Se escoje el caso mas desfavorable de consumo de vehiculo en donde la pendiente es del **7%**, el peso del C3S3 es el indicado para no sobrecargar el vehiculo de **51.95 [T]** , y una velocidad muy baja de **35 Km/h**, todo lo anterior con el objeto de utilizarlo como vehiculo tipo para extrapolar la cantidad de vehiculo livianos a estos vehiculos tipo y determinar el consumo a nivel de Colombia, Bucaramanga y La carrera 27 que es el estudio de este trabajo de grado.

10.2.1 Consumo de combustible equivalente por toneladas de petróleo por año

Para determinar apropiadamente la contaminación se puede empezar por calcular las emisiones desde su creación, es decir, en el proceso de refinado del petróleo para poder crear los diferentes tipos de combustible, es en este proceso donde también se emiten cantidades considerables de Co2 al ambiente y un ejemplo claro son las refinerías de ECOPETROL.

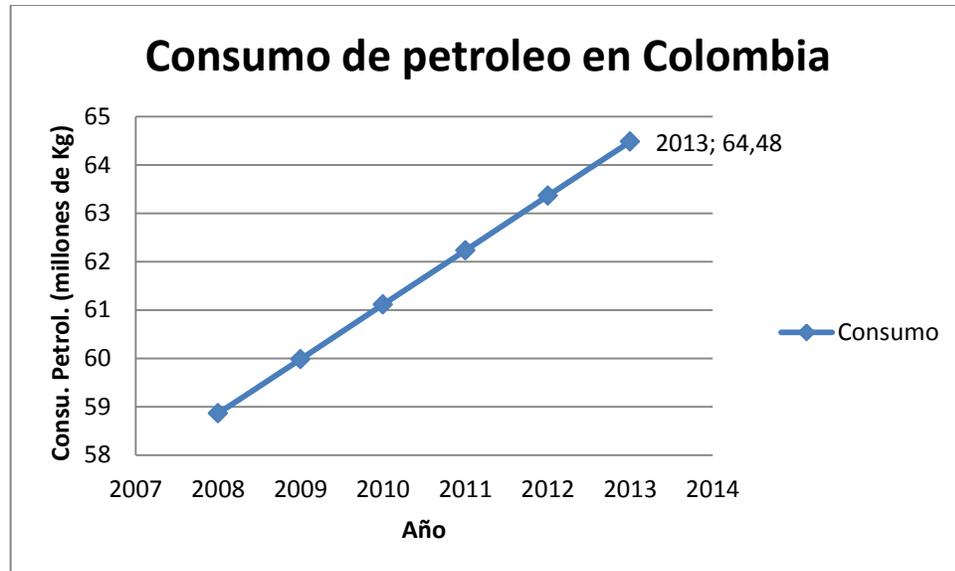
Tabla 62. Consumo de petróleo en millones de kilogramos al año en Colombia y el mundo.

Country	Country Cod	Indicator Name	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ARG	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	83,5985786	72,7658422	65,3403515	65,8595775	70,2238215	80,1766184	92,674148	102,051405	105,587595	113,33964				
AUS	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	670,839128	695,217644	693,57741	703,916055	711,946182	666,009595	663,68797	643,506481	611,328448	591,834238				
BOL	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	46,3717775	45,4578864	56,6720718	60,5162823	45,0040723	44,5500055	52,1885285	61,4189527	66,744011	72,6621042				
BRA	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	71,7077963	66,6020907	65,3909603	71,0449426	70,2258045	73,7983392	72,3011507	72,8962984	72,9233178	86,2762498				
CHL	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	139,200702	136,793008	131,410662	130,626455	128,903927	125,965417	133,422186	136,472871	146,718442	160,517668				
COL	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	93,9380425	92,7545566	88,8898421	92,8808083	80,701137	74,2449426	64,0023156	70,6486255	58,8613375	59,9851893	61,111	62,23	63,36	64,483
DEU	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	336,660902	326,954686	310,477444	300,159023	278,23646	265,452077	250,44255	242,808141	236,122775	223,27813				
DNK	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	355,304553	355,659327	355,620756	350,447209	338,965412	330,680532	325,738386	309,813873	292,951687	265,155742				
ESP	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	208,273556	195,914346	187,741691	176,47463	167,288264	157,03896	148,59975	134,845867	125,575617	115,278664				
FRA	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	212,971161	203,905204	189,597219	178,606398	165,774332	153,82445	141,440966	128,442735	122,946536	113,007234				
JPN	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	345,515891	345,19989	348,502169	353,730794	347,655608	344,226494	339,897825	330,999708	332,013782	335,659835				
PER	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	31,6998579	31,3506492	29,0691941	28,6821065	27,8105611	26,8277397	26,3692879	29,3792681	40,1253834	42,9555173				
PER	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	31,6998579	31,3506492	29,0691941	28,6821065	27,8105611	26,8277397	26,3692879	29,3792681	40,1253834	42,9555173				
SSA	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	30,8121243	32,761175	32,2216599	32,8057463	31,8603148	31,0903251	31,0593587	32,8697557	32,6496253	28,3179135				
USA	Consumo de	IS.ROD.SGAS.PC	1251,93286	1269,79837	1260,5343	1267,0365	1253,2697	1237,72072	1218,72167	1160,03617	1125,89653	1107,95973				

Fuente: <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/elpetroleoysumundo/petroleoencolombia2.htm>

La tendencia de Colombia fue al alza desde 1970 de consumo de petróleo destinado a la fabricación de combustible, llegando a un pico en 1996 de **145** Kg (en millones) por año, el cual comenzó a bajar dramáticamente llegando al 2009 con **59** Kg/millón por ese año y comenzó a subir de nuevo gradualmente hasta una proyección de casi **65** kg (en millones) para el año 2013 según la tendencia de la **Grafica 36**.

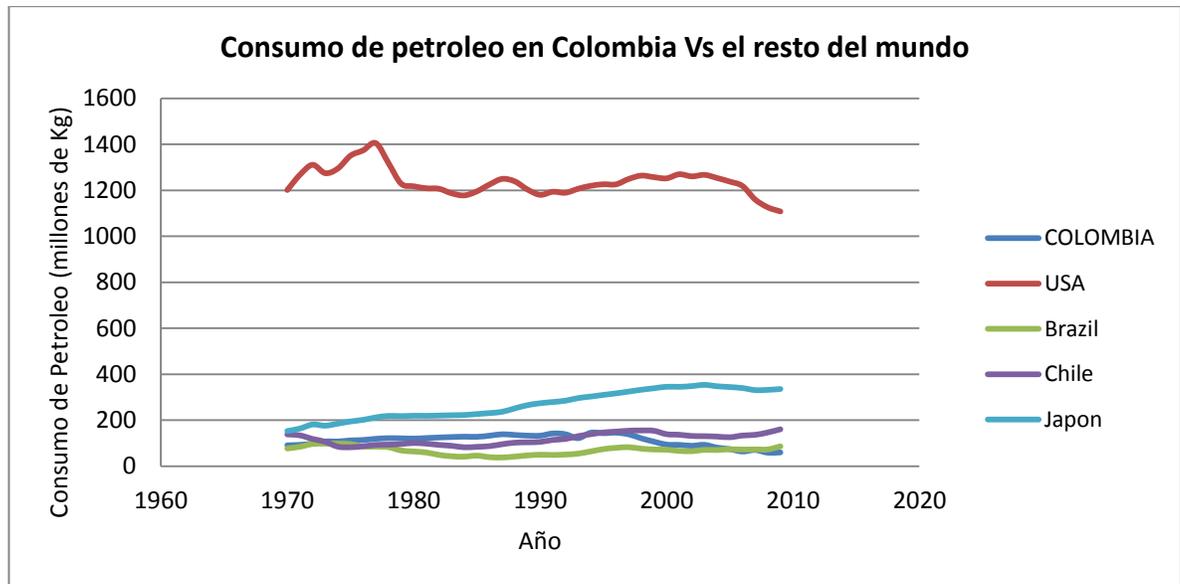
Gráfica 36. Tendencia de Colombia entre los años 2010-2013



Fuente: elaboración propia con base en la tabla 62

Su tendencia fue tomada a partir de los dos últimos años del 2008, 2009 ya que marca de nuevo la tendencia al alza y proyectando mediante la ecuación de la línea de tendencia recta con un factor de relación de $R=1$ ya que son dos puntos, hasta el 2013, el valor de consumo de petróleo para el 2013 fue de **65** kg/millón aproximadamente.

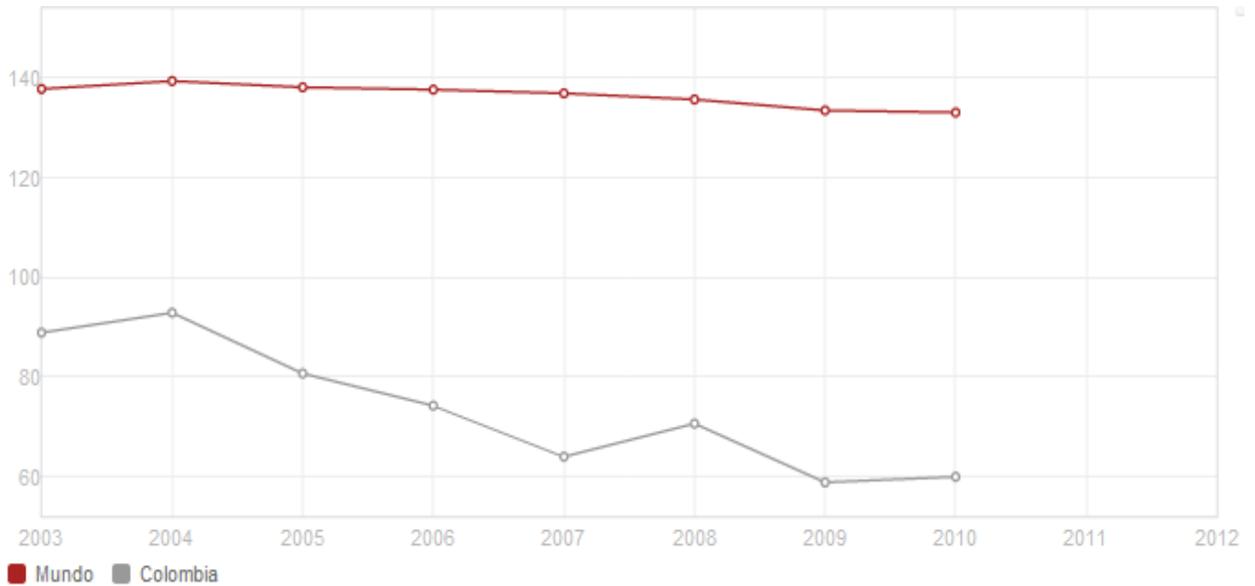
Gráfica 37. Consumo de petróleo en millones de Kg entre diferentes países de sur américa y el mundo



Fuente: Elaboración propia con base en la tabla 62

Se puede apreciar que los países sur americanos están por el mismo orden en pequeñas variaciones del consumo de petróleo para la elaboración de combustible, pero si miramos países desarrollados como Alemania, Australia (no está en **la gráfica 37**), USA, etc. Este último siendo el mayor consumidor mundial, podemos ver la gran brecha que nos separa y se puede especular que el desarrollo va de la mano con el consumo del petróleo. Por otra parte está la teoría anterior al mismo tiempo se contradice porque Japón, un país muy desarrollado no consume tanto petróleo como USA y esto se debe a que Japón posee una red de transporte inteligente masivo que integra, ciclo usuarios y peatones en el mismo sistema, conectando uno con otros y haciendo que el vehículo partícula sea prescindibles al dominar el motorizado masivo y el particular no motorizado.

Gráfica 38. Comparación de Colombia con el promedio mundial en consumo de petróleo (millones de Kg)



Fuente: Tesis de doctorado; JOHN JAIRO POSADA HENAO

Podemos apreciar que Colombia todavía se encuentra muy por debajo del promedio del promedio mundial, lo cual es muy bueno ya que consientes de esto podemos hacer proyectos o metodologías auto sostenibles amigables con el ambiente para dar más ejemplo al resto del mundo.

10.2.2. Equivalencia de toneladas a barriles de petróleos y litros de combustible

La unidad de medida para la comercialización tanto interna como en el exterior del país, es por barriles de petróleo, esto para ser estandarizado en el resto del mundo ya que su comercialización es mundial y global, sus equivalencias son las siguientes:

1 barril de petróleo = 42 galones

1 galón = 3.785 litros

1 barril = 158.97 litros

1 litro = 1 kg

Por lo tanto, 1 barril = 158.97 kg

Con los datos anteriores Colombia consumiría en el sector vial per cápita 405630 barriles americanos de petróleo.

Tabla 63. Cantidad de barriles per cápita consumidos en Colombia

Barriles de petróleo consumidos en Colombia		
Petroleo Colombia	64483000	Kg
Una Ton =	1000	Kg
Un Barril =	158,97	Kg
Barriles Col=	405630	Unidades

Fuente: Elaboración propia

Los valores anteriores son en bruto, el valor real tomando en cuenta otros factores como destilación y preparación de combustibles es 100 veces más llegando a los 40 millones de barriles más o menos de combustible, actualmente en el 2013 Colombia genera diarios el millón⁴⁶ de barriles, haciendo así que se cubra el abastecimiento en un mes y medio.

Por esta razón Colombia es muy rica exportando petróleo a otros países que no cuentan con el suficiente suministro propio de petróleo y genera ingresos a la economía del país.

Tabla 64. Emisiones generales

EMISIONES	COMBUSTIBLE GASEOSO	COMBUSTIBLE LÍQUIDO
SO _x (mg/Nm ³)	5-100	350 (0,2%S); 1.700 (1%S); 5.000 (3%S)
NO _x (mg/Nm ³)	70-150	280-450(0,3%N); 330-600 (0,8%N)
Partículas (mg/Nm ³)	<5	20-250
CO ₂ (Kg/Kg combustible)	2,6-3	3,2-3,3
CO (mg/Nm ³)	5-80	20-100
Metales (mg/Nm ³)	0	5-10

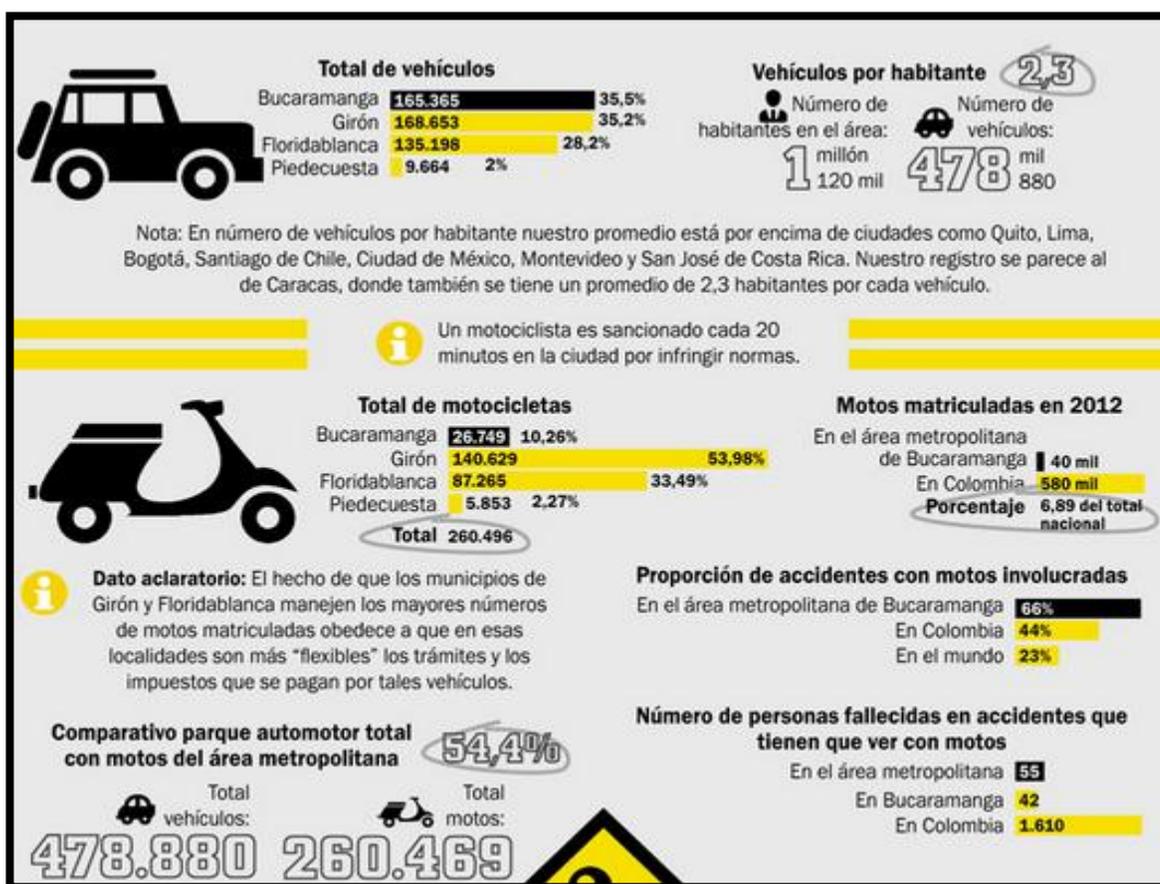
Fuente: <http://www.grupoag.es/refineriabalboa/medioambiente/pdf/emisiones.pdf> pág. 76

⁴⁶ <http://m.semana.com/economia/articulo/petroleo-colombia-produce-mas-millon-barriles-diarios/326925>

10.3 PARQUE AUTOMOTOR EN BUCARAMANGA.

Bucaramanga presenta aumento en su parque automotor cada año, se puede evidenciar en la figura 70 el comportamiento y tendencia de la ciudad y de su área metropolitana

Figura 70. Parque de vehículos en Bucaramanga



Fuente: <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/infografia-228398-conozca-los-numeros-del-parque-automotor-de-bucaramanga>.

Bucaramanga hoy por hoy es una ciudad en potencial desarrollo, el cual genera su propio capital con su agricultura, producción textil, zapatería, y productos alimenticios entre otros, así mismo su infraestructura vial aunque no la más perfecta ya que presenta problemas de vez en cuando en las horas picos, si goza de un nivel de servicio apto para su tránsito en masa.

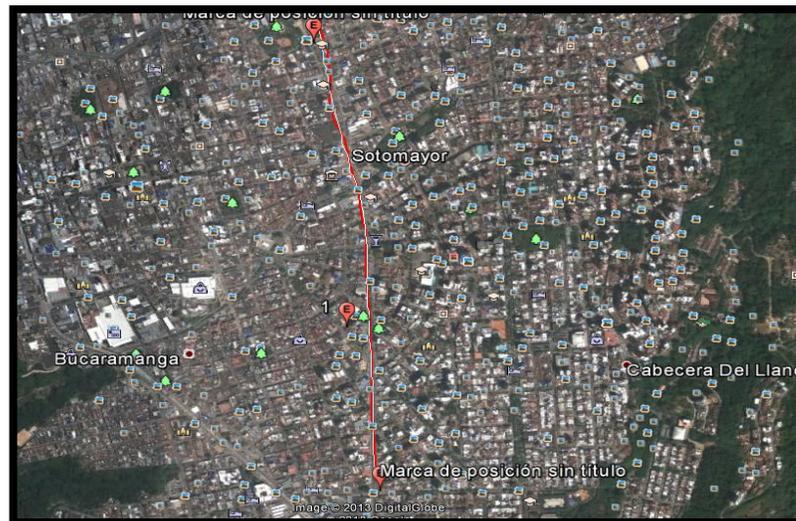
Es por consiguiente que el parque automotor de Bucaramanga está aumentando poco a poco y se pueden evidenciar problemas de circulación en ciertos sectores en los que en años anteriores no se presentaban, las principales arterias de la ciudad la cual reúne la mayor parte del transporte tanto particular como público es sin duda, la carrera 33, la carrera 15 y la carrera 27, siendo esta última sujeta a analizar en este trabajo.

10.3.1 Parque automotor de Colombia

Estudios hechos por el banco BBVA⁴⁷ donde se registraron la venta de vehículos de concesionarios y teniendo en cuenta anteriores años de mediciones por medio de la transito en las jornadas de vacaciones como la semana santa, se hace un estimado de vehículos del orden de 7,4 vehículos por cada 100 habitantes lo cual nos da una cantidad de 3 millones 400 mil vehículos en el 2007, actualmente se estima que esta en el orden de los 6 millones de vehículos.

10.4 ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN EN BUCARAMANGA, CARRERA 27 ENTRE CALLES 56 Y 32

Figura 71. Análisis de contaminación, carrera 27 entre calles 56 y 32



Fuente: elaboración propia

⁴⁷ http://www.bbvaresearch.com/KETD/fbin/mult/1301_SitAutomotriz_Colombia_Ene13_tcm346-364303.pdf?ts=1532013

El objetivo de la simulación es determinar mediante los tiempos semafóricos, los flujos ingresados y las demás variables mencionadas en el sub-capítulo 6.2, la cantidad de vehículos en una hora, la capacidad en la hora de máxima demanda, etc. Para esto se realizaron conteos en 4 puntos claves de la Carrera 27 durante un mes; y las restricciones pertinentes para hacer de la simulación un ambiente más real para la recolección de datos.

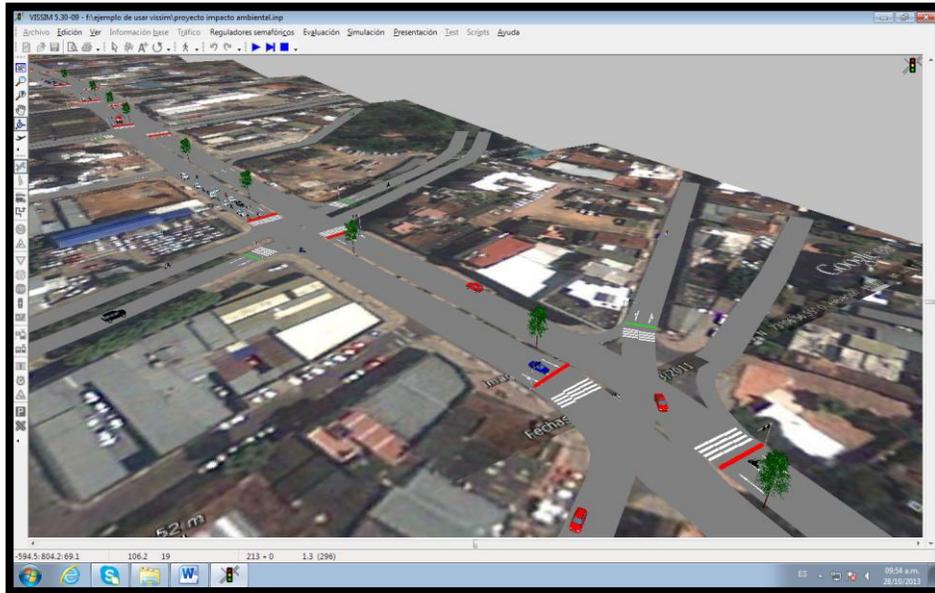
Punto 1 carrera 27 con calle 56



Punto 2 Carrera 27 con parque Turbay



Punto 3 Carrera 27 con calle 38



Punto 4 Carrera 27 con parque de los niños



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65. Factor VHMD del tramo 3 de la carrera 27 entre calles 56 y 32

Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolínea	Q5	Q15
149	99	3	0	1	252	808
155	104	4	0	1	264	
167	121	1	2	1	292	
184	170	3	3	2	361	1077
189	160	5	1	0	356	
187	167	3	2	1	360	
180	164	4	3	1	352	1074
174	180	6	1	0	360	
178	180	4	0	0	362	
183	164	3	0	2	352	1069
175	191	5	0	0	371	
165	174	4	2	1	346	

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el Factor VHMD el cual determino la mayor cantidad de vehículos cada 15 minutos con 4 datos para completar la hora y así hallar el factor de hora máxima demanda el cual fueron **4048** vehículos/hora en sentido S-N y **4572** vehículos/hora en sentido N-S, se introdujo el dato de **4572** veh/hora, ya que es el más crítico en el software y posteriormente se corrió la simulación para determinar los datos necesarios para evaluar el impacto ambiental.

- DATOS DE LA SIMULACION**

Tabla 66. Demora y nivel de servicio de la carrera 27 entre calles 56 y 32 para análisis ambientales

Demora										
Intersección	Acceso	Movimiento	Correr		NS	Promedio(s)	Desviación estándar(s)	Mín(s)	Máx(s)	
			1							
			Demora(s)	Volumen						
Nodo calle 32 con cra 27	NB	Directo	5,6	618		5,6	12,3	0	43,6	
		Derecha 2	5,5	265		5,5	12,7	0	55,5	
		Total	5,6	883		5,5	12,4	0	55,5	
	NEB	Izquierda 1	7,3	128		7,3	11,2	0	49	
		Total	7,3	128		7,3	11,2	0	49	
		EB	Directo	16,6	143		16,6	17	0	55
	Derecha 2		14	138		14	13,6	0	55	
	Total		15,3	281		15,3	15,5	0	55	
	SB	Directo	44,2	2546		44,2	24,3	0	128,1	
		Total	44,2	2546		44,2	24,3	0	128,1	
		Total	32	3838	C	32	27,4	0	128,1	
	RED TOTAL			32	3838		32	27,4	0	128,1

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Tabla 67. Tiempos de viaje y velocidad media de la carrera 27 entre calles 56 y 32

Distancia(m)	Correr		Tiempo de viaje					Velocidad media(km/h)	Percentil 85(km/h)
	1		Promedio(s)	Estimación de campo(s)	Desviación estándar(s)	Mín(s)	Máx(s)		
	Tiempo de viaje(s)	Volumen							
2002,8	267,5	147	267,5		62,8	200,8	652,8	27	35,9

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Se tiene de los tiempos de viaje una velocidad media de 27 Km/h la cual es necesaria para calcular las emisiones de CO₂, NO_x y VOC

- FORMULAS PARA CALCULAR EMISIONES DE CONTAMINANTES**

$$CO (g) = (0,0002 \cdot V^2 - 0,0342 \cdot V + 3,007) \cdot D$$

$$NO_x (g) = (0,00004 \cdot V^2 - 0,0067 \cdot V + 0,5886) \cdot D$$

$$VOC (g) = (0,00004 \cdot V^2 - 0,0081 \cdot V + 0,701) \cdot D$$

Estos datos son extraídos de la tesis *Propuestas de soluciones a la movilidad en el sector cañaveral* que pertenece a los autores Manrique Bautista, Jhair Andres y Jaimes Tarazona Walther dirigida por el PhD. Miller Salas.

- CALCULOS Y RESULTADOS**

Tabla 68. Emisión de la carrera 27 entre calles 56 y 32 en ambos sentidos de dirección

EMISIONES SIN LA CICLO RUTA					
Distance=	2,0028	Km	Vehiculos por año		
Vel. Media=	27	Km/h	Veh. Simul=	3838	
Co=	4,46504232	g	#Veh.año=	25093190	Veh/año
Nox=	0,874943208		Tot. Co=	112042	Kg
Voc=	1,024352088		Tot. Nox=	21955	Kg
			Tot. Voc=	25704	Kg

Fuente: Elaboración propia

Se sumó el flujo vehicular registrado por todo el año de *la tabla 37* para el total Vehículo anual de **25'093.190**. La distancia de **2,0028** [km] determinados por el simulador y una velocidad Media de **27** [Km/h] se introducen en las fórmulas para hallar la emisión de cada uno de los 3 contaminantes (Voc, NOx y Co) y no arroja un resultado por vehículo de **1,0243** VoC/veh, **0,8749** Nox/veh, **4,4650** Co/veh y al final multiplicamos cada factor por el número total de vehículos al año dando el resultado de emisiones en [kg]

Tabla 69. Consumo de combustible y emisión de Co2 en la carrera 27

Consumo y emisiones de combustible Cra 27		
Carga	51,95	Ton
Consumo	2,24308	L/km
Un auto	2	Ton
Equiv. Veh	50186380	Veh*Ton/año
Total Veh.	966052	Veh/año
Consu. Total	2163956	Veh*L/año
Equiv. Kg	2163956	Kg/año
Rela. Kg/Kgcomb	3,3	
Emision	655744	KgCo2/año

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento: Para el equivalente en consumo de combustible, se utilizaron las formulas la **tabla 60**, para lo cual se determinó el peso promedio de un vehículo particular en **2** toneladas con el fin de hacer la equivalencia a camiones C3S3 de 51.29 toneladas como se vio en la *tesis doctoral de consumo de combustible (ver tabla 61)*. Una vez hecha la equivalencia vehicular a camiones C3S3, se pasa el equivalente vehicular a consumo total y posteriormente a equivalencia en kilogramos como se muestra en el **numeral 10.2.2**. Finalmente se divide por la relación de la **tabla 64** escogiendo la relación de **3,3** y dividiéndola en el equivalente en kilogramos del consumo de combustible y finalmente determinar la cantidad de **655744** KgCo2/año

Tabla 70. Emisiones y consumo de combustible del área metropolitana de Bucaramanga

EMISIONES AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA					
Vehiculos por año			Vehiculos por dia		
# Veh. Año=	215889908	Veh/año		Motos=	260469
Tot. Co=	963958	Kg/año		Vehiculos=	478880 Veh/dia
Tot. Nox=	188891	Kg/año		Tot. Veh=	739349 Veh/dia
Tot. Voc=	221147	Kg/año	20% por pico y placa =	591479	Veh/dia

Fuente: elaboración propia

Para el caso de las emisiones en Bucaramanga se tomó como datos de entrada vehicular el reporte del parque automotor de la **figura 70**, se supuso que el parque automotor se incorporaba todo en un solo día y se le resto el número de vehículos que están restringidos por el pico y placa que se supuso también de un 20% ya que son 2 números de la placa por día de 5 posibles, para un total de **591.479** veh/día; posterior mente se multiplico ese resultado por 365 días del año para dar un valor de **215'889.908** Veh/año y por último se determinó la contaminación de Co, Nox y Voc, con las formulas anteriores.

Tabla 71. Consumo de combustible y emisiones Co2 en la ciudad de Bucaramanga

Consumo y emision de combustible Bucaramanga		
Carga	51,95	Ton
Consumo	2,24308	L/Km
1 Auto	2	Ton
Equiv.Veh	431779816	Veh*Ton/año
Total Veh	8311450	Veh/año
Consu. Total	18643247	Veh*L/año
Equiv. Kg	18643247	Kg/año
Rel. Kg/kgComb	3,3	
Emision	5649469	KgCo2/año

Fuente: Elaboración propia

Para los cálculos se realizó el mismo procedimiento de la **tabla 69**

Tabla 72. Emisiones de la república de Colombia

EMISIONES DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA		
Barriles	40000000	Barril/año
Equiv. Kg	6358800000	Kg/año
Rela. Kg/Kgco	3,3	
Emision	1926909091	KgCo2/año

Fuente: elaboración propia

Para los cálculos se realizó el mismo procedimiento de la **tabla 69**

- ANALISIS CON LA CICLO RUTA YA OPERANDO**

En el software se restringió el uso del carril izquierdo de cada sentido de la carrera 27, esto debido a que se proyectó como si ya hubiese sido aceptada y utilizada durante mucho tiempo, inicialmente no se va a poner con ese ancho de carril.

Seguido a esto se simulo nuevamente y los datos arrojaron un nivel de servicio D con un tiempo 19 Km/h como velocidad media, lo cual era muy malo para implementar en la vida real, así que se decidió bajar el volumen de vehículos en función de la hora punta aproximadamente a 300 y el nivel de servicio mejoro a C como estaba antes y con una velocidad media de 24,5 Km/h.

- DATOS**

Tabla 73. Demora y nivel de servicio de la carrera 27 entre calles 56 y 32 con la ciclo ruta operando

Delay											
Intersection	Approach	Movement	Run		LOS	Average(s)	Standard Deviation(s)	Min(s)	Max(s)		
			Delay(s)	Volume							
Nodo calle 32 con cra 27	NB	Through	6	582		6	12,8	0	41,8		
		Right 2	4,2	266		4,2	10,2	0	38,6		
		Total	5,6	848		5,6	11,3	0	49,7		
	NEB	Left 1	6	128		6	11,3	0	49,7		
		Total	6	128		6	13,4	0	55,4		
		Total	17,8	144		17,8	17,3	0	53,9		
	EB	Right 2	16,7	138		16,7	13	0	50,2		
		Total	16,6	281		16,6	15,4	0	53,9		
		Total	35	1992		35	21,9	0	108,8		
	SB	Through	35	1992		35	21,9	0	108,8		
		Total	35	1993		35	21,9	0	108,8		
		Total	26,6	2931	C	26,6	21,9	0	108,8		
	NETWORK TOTAL			26,6	3463		26,6	27,6	0	108,8	

Travel Times												
Name	TravelTime Section	Distance(m)	Run		Travel Time					Average Speed(km/h)	85th Percentile(km/h)	
			1									
			Travel Time(s)	Volume	Average(s)	Field Estimate(s)	Standard Deviation(s)	Min(s)	Max(s)			
tiempo 1	1	2002,8	256,9	149	256,9			53,4	190	663,5	28,1	37,9
pp	2	1993,9	0	0	0			0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en el software de micro simulación VISSIM 5.3

Tabla 74. Emisiones de la carrera 27 entre calles 56 y 32 con la ciclo ruta ya operando

EMISIONES CON LA CICLO RUTA					
Distance=	2,0028	Km	Vehiculos por año		
Vel. Media=	28,1	Km/h	Veh. Simul=	3463	
Co=	4,413974926	g	#Veh.año=	22027190	Veh/año
Nox=	0,86503816		Tot. Co=	97227	Kg
Voc=	1,011362728		Tot. Nox=	19054	Kg
			Tot. Voc=	22277	Kg

Fuente: Elaboración propia

Para los cálculos se realizó los mismos procedimientos que la **tabla 68**, cambiando como datos de entrada la velocidad de **28,1** [km/h] y multiplicando por el nuevo número de vehículos anuales de **22'027.190**

Tabla 75. Resultado del ahorro de emisiones en la carrera 27 entre calles 56 y 32

AHORRO DE LA CARRERA 27		
Dismin. Veh	12,22	%
Ahorro de CO	13,22	%
Ahorro de Nox	13,21	%
Ahorro de Vocx	13,33	%

Fuente: elaboración propia

La ciclo ruta bajo los indicen de contaminación en un 13% para cada tipo de contaminante aproximadamente, lo cual es un buen indicador que se logra el objetivo de la misma.

11 ASPECTO SOCIAL

En este capítulo de aspectos sociales busca la factibilidad social desde la investigación y estadística de accidentalidad en Colombia y Bucaramanga en el año 2010, con el objetivo de determinar los actores vulnerables en las vías, ejecutar planes de seguridad a partir de los datos, etc. Además busca integrar a las personas en condición de discapacidad al sistema de ciclo rutas, así mismo el bienestar de los peatones y de los ciclistas.

El capítulo se basa en su mayoría en el anuario de accidentalidad en Colombia 2010, realizado en colaboración con la Universidad de los Andes.

11.3 SEGURIDAD

Tabla 76. Matriz de Haddon

Cuadro 1: Matriz de Haddon

Fases		Factores		
		Ser humano	Vehículo y equipamiento	Vías y entorno
Antes del Accidente	Prevención de Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> - Información - Capacitación - Normativa - Fiscalización y control - Control de salud preventivo permanente 	<ul style="list-style-type: none"> - Estado técnico (mantención permanente) - Luces - Frenos - Maniobrabilidad - Control de velocidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y trazado de la vía pública - Limitación de la velocidad - Vías peatonales
En el Accidente	Prevención de traumatismo durante el accidente	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de dispositivos de retención - Discapacidad - Primeros auxilios 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo de retención de los ocupantes - Otros dispositivos de seguridad - Diseño protector contra accidentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Objetos protectores contra choques y colisiones
Después del Accidente	Conservación de la vida	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a atención médica 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de acceso - Riesgo de incendio 	<ul style="list-style-type: none"> - Servicios de socorro - Congestión - Diseño Vial

Fuente: plan nacional de seguridad vial Pág. 6

La matriz de Haddon⁴⁸ nos permite ver un enfoque esquemático de las fases de un accidente, los cuales tienen como objetivo reducir el impacto de siniestros (muertes) en la comunidad y posee 4 posibles estrategias para esto:

- La reducción en la exposición a los riesgos viales.
- La prevención de los accidentes de tránsito,
- La disminución de la gravedad de las lesiones en caso de accidente y
- La mitigación de las consecuencias de los traumatismos mediante una mejor atención del accidentado.

Para la investigación del proyecto de ciclo rutas, es necesario enfocarse en el aparte de *antes del accidente- prevención de accidentes*, ya que los ciclistas son actores muy vulnerables al igual que los peatones, y son propensos a sufrir siniestros con cualquier tipo de accidente que se presenten contra ellos.

De igual forma los factores antes del accidente son necesariamente útiles conocerlos detalladamente, para así mismo educar el pensamiento de las personas ya que en últimas el comportamiento vial influye de manera constante en cada accidente que ocurre a nivel nacional e internacional, los factores son según la matriz de Haddon:

Factores del ser humano:

- Información
- Capacitación
- Normativa
- Fiscalización y control
- Control de salud preventivo permanente

Factores de vehículo y equipamiento (bicicleta)

- Estado técnico (mantención permanente)
- Luces
- Frenos
- Maniobrabilidad
- Control de velocidad

Factores de vías y entornos

- Diseño y trazado de la vía pública
- Limitación de la velocidad

⁴⁸ Factores de Haddon. [<http://www.cnae.com/Pagina.aspx?sec=5&det=401&fecha=0>]

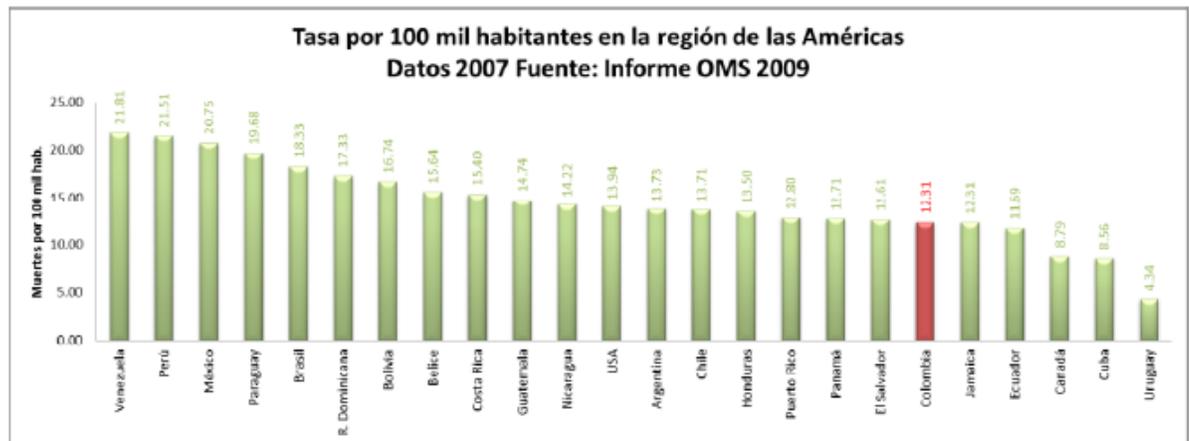
- Vías peatonales

11.1.1 Aspectos generales de la situación actual en las vías colombianas⁴⁹

Los peatones, los ciclistas y los motociclistas, representan un 75% de los involucrados en accidentes de tránsito en Colombia entre los 3, adicionalmente, los motociclistas presentan un aumento desmesurado en su parque automotor, seguido de los peatones y los ciclistas en último lugar. Los primeros han ido en aumento debido a la creciente demanda de la piratería o moto-taxismo, que se pueden apreciar en ciudades capitales como Barranquilla, Cartagena, Bucaramanga y otras que apenas empiezan, debido a la falta de empleos dignos y que los moto-taxistas ven como ingresos económicos para su sustento, ha esto el ministerio de transporte ha concluido que ellos aportan gran tasa de accidentalidad actualmente por lo que se están tomando normas para regular estas prácticas informales; para los peatones como segundos en orden de crecimientos es más lineal a la tasa de crecimiento poblacional.

11.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA SEGURIDAD VIAL EN COLOMBIA

Gráfica 39. Mortalidad por cada 100 mil habitantes en el mundo



Fuente: Anuario estadístico de accidentalidad en Colombia, 2010

Síntesis propia:

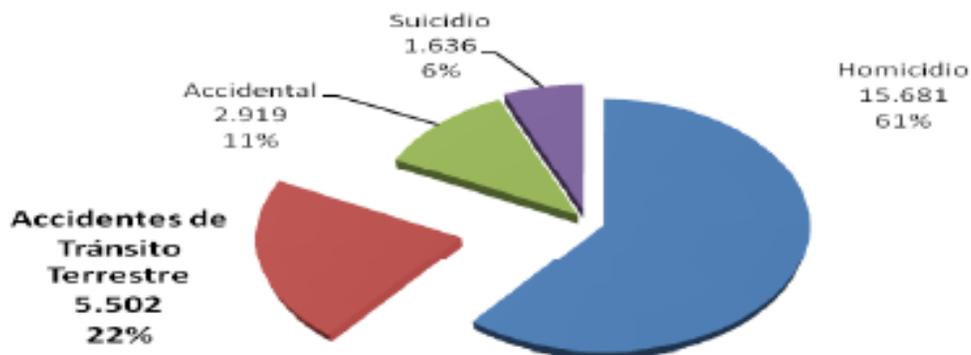
⁴⁹ plan nacional de seguridad vial Pág. 9

La grafica 40 nos muestra la tasa de mortalidad por cada 100 mil habitantes del continente americano, el cual Colombia se encuentra en el sexto lugar de países con menos muertes de todos los países de américa con 11,31. Adicionalmente se puede notar que países como Venezuela y Perú que son países sub desarrollados con una cantidad de habitantes casi igual a la colombiana posean el más alto índice de muertes, esto se podría explicar por muchas razones, ya sea porque el país tiene infraestructura no adecuada para la circulación, o tal vez sus recursos económicos no les alcanza para un buen proyecto o un buen estudio. Lo cierto es que estos países cuentan con buena infraestructura y economía para crear buenas vías, el problema radica en la cultura ciudadana y en la inteligencia vial que los ciudadanos posean, además que el gobierno no los culturiza con la seguridad en todos los ámbitos del mismo.

Por otro lado estados unidos que es el país que más autos y parque automotor posee de todos los demás países, se encuentra ubicado en la mitad del registro con 13.94 comprobando 2 cosas: no necesariamente la cantidad de accidentes es directamente proporcional al número de vehículos que el país cuente y que la tecnología y ciencia aplicada en el transporte y el trafico hacen que funcionen las infraestructuras de manera rápida, seguras y eficiencias.

En conclusión una buena planeación, diseño e inteligencia vial hacen la diferencia a la hora de reducir la accidentalidad de un país y mejorar la calidad de vida de las personas, además de evitar costos y daños colaterales que se generan con cada siniestro.

Gráfica 40. Muertes violentas en Colombia 2010



Fuente: Medicina legal y ciencia forense

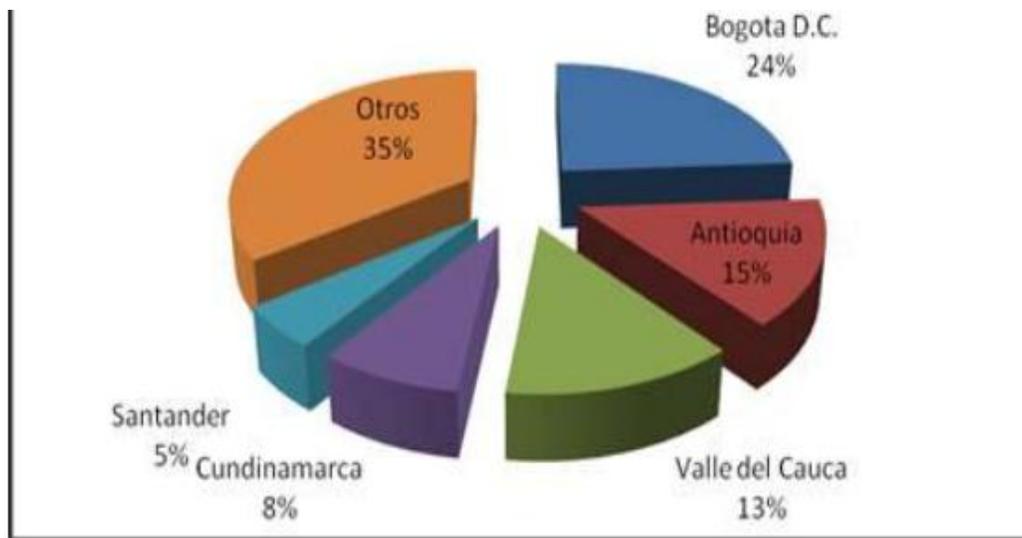
Colombia es reconocida a nivel nacional y mundial como un país violento gracias a la formación de grupos armados organizados, por eso es normal que el mayor porcentaje de muertes violentas sean debido a esas causas; lo que realmente es

preocupante es que el segundo hecho de muertes violentas sea por accidentes de tránsito.

Es bien sabido que la mayoría de ciudades de Colombia, no se han planificado desde el principio para su crecimiento geográfico y demográfico, por tal motivo, existe hoy en un día un gran problema de organización, eficiencia y responsabilidad a nivel vial en Colombia; la deficiencia en la infraestructura, la conciencia ciudadana y el incremento del parque automotor donde las muertes por accidentes de tránsito ocurren todos los días y en grandes cantidades a nivel nacional.

Para contrarrestar los impactos de esta causa violenta de muertes, es necesario que el gobierno tome como prioridad nacional es su plan de gobierno y de las gobernaciones, unas medidas de seguridad vial y de control para disminuir la tasa de muertes cada año en Colombia.

Gráfica 41. Accidentalidad por departamentos



Fuente: Anuario estadístico de accidentalidad en Colombia, 2010

Bucaramanga aporta el 5% de accidentes en Colombia, es un dato que se puede ir mejorando con el paso de los años, hasta reducir los niveles inferiores a 1% que sería lo ideal.

Figura 72. Accidentalidad en los Departamentos de Santander y Bolívar, año 2010-2011

Santander 2010			Santander 2011		
	Muertos	Heridos		Muertos	Heridos
Bicicleta	11	106	Bicicleta	12	105
Motocicleta	136	1795	Motocicleta	160	2003
Peatón	71	687	Otro o sin información	30	111
Transporte de Carga	9	14	Peatón	77	737
Transporte Particular	25	213	Transporte de Carga	11	30
Transporte Público	10	237	Transporte Particular	26	202
Otro o sin información	19	201	Transporte Público	9	285
TOTAL	281	3253	TOTAL	325	3473

Bolívar 2010			Bolívar 2011		
	Muertos	Heridos		Muertos	Heridos
Bicicleta	2	39	Bicicleta	5	26
Motocicleta	45	426	Motocicleta	71	480
Peatón	42	275	Otro o sin información	4	18
Transporte de Carga	2	27	Peatón	42	236
Transporte Particular	10	48	Transporte de carga	6	13
Transporte Público	8	84	Transporte particular	11	65
Otro o sin información	9	18	Transporte público	3	134
TOTAL	118	917	TOTAL	142	972

Fuente: Fondo de prevención vial, 2010; <http://www.fpv.org.co/investigacion/estadisticas>

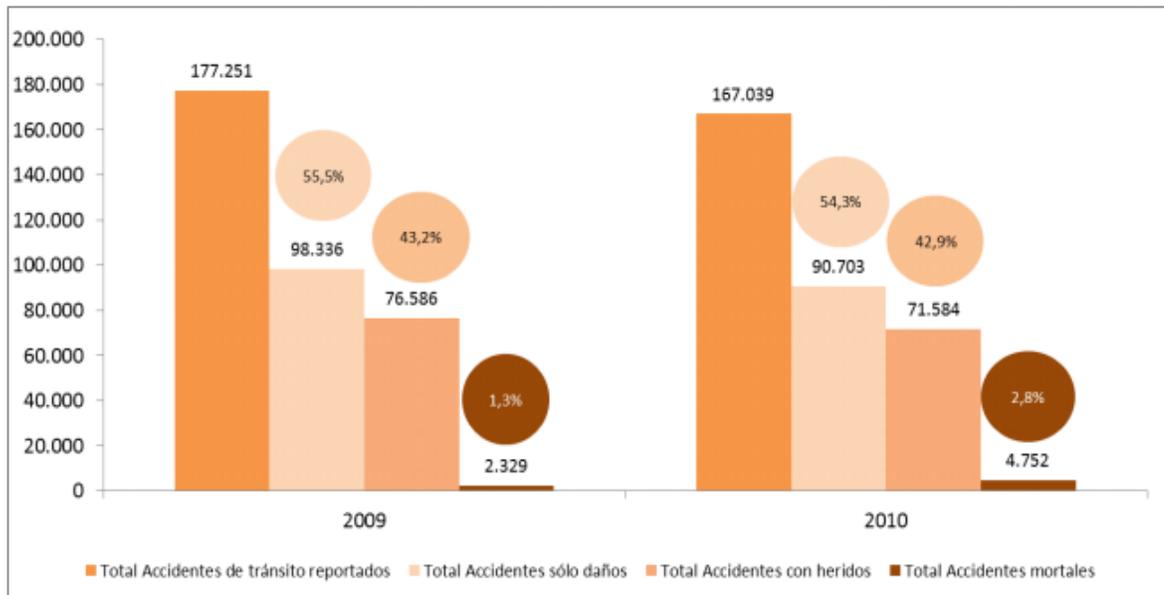
Causas de la accidentalidad en la ciudad de Bucaramanga⁵⁰

Desobedecer las señales de tránsito	226
Falta de pericia al conducir	74
No mantener la distancia de seguridad	45
Cambio de carril sin indicación	33
Transitar entre vehículos	27
Adelantar invadiendo vía	25
Salir por delante de un vehículo	20
Frenar bruscamente	19
Exceso de velocidad	9
Reversa imprudente	8
Adelantar en curva	5
Sin establecer	131

⁵⁰ <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/198729-48-de-los-accidentes-de-transito-son-por-violar-las-normas-y-por-imperi>

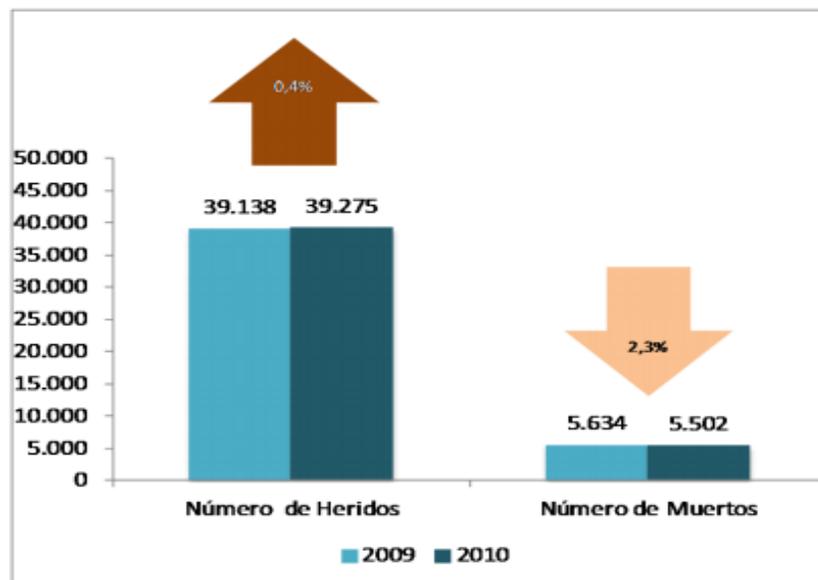
Las anteriores causas de accidentes muestran el aporte que tiene cada una al 5% de muertes violentas en la ciudad de Bucaramanga.

Gráfica 42. Número de accidentes y de víctimas en Colombia en los años 2009 y 2010



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia, 2010; pág. 19

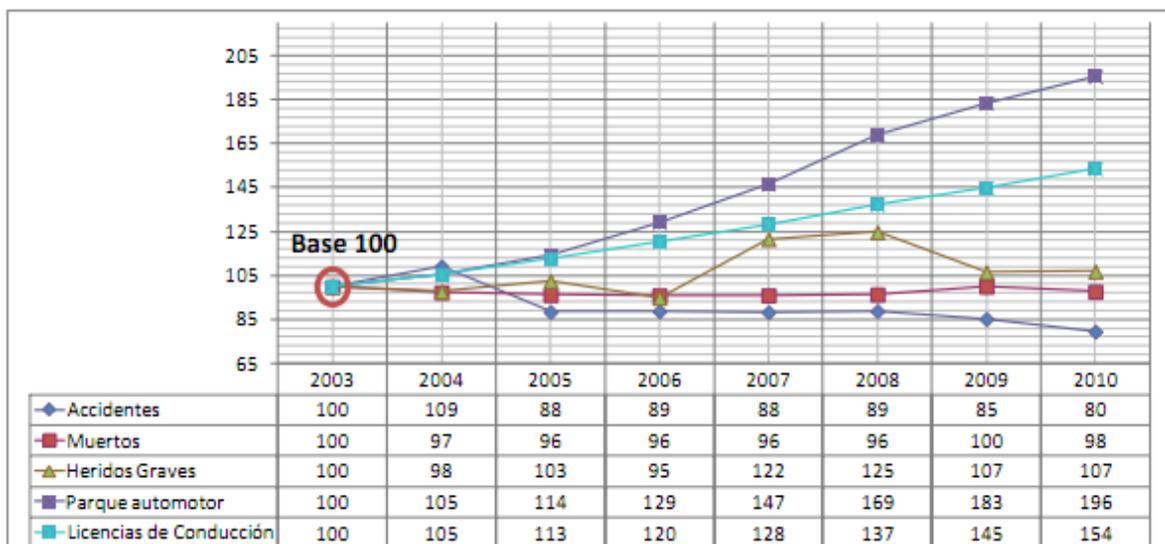
Gráfica 43. Numero de víctimas heridas y muertes para Colombia entre los años 2009 y 2010



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia, 2010; pág. 19

En la graficas 42 y 43 podemos apreciar el número de accidentes reportados en Colombia, unificando los heridos, solo daño y mortales, los cuales por fortuna más de la mitad de los eventos que se presentan generan solo daños para la propiedad privada y/o pública además de un porcentaje demasiado bajo en comparación con los demás de resultados fatales o mortales, en un periodo comprendido de un año; los cuales dejan un aumento del 0,4% en los heridos y un porcentaje del 2,3% en la disminución de muertos resultantes tras un accidente. Bucaramanga por su parte aporta en la disminución estadística, ya que bajo un 11%⁵¹ en los accidentes de tránsito en el 2013 y se consolido ese año con un buen balance para el gobierno en la tasa de accidentalidad que venía en aumento desde el 2010.

Gráfica 44. Datos históricos de accidentes, muertos, heridos y parque automotor en Colombia tomando como base 100 el año 2003



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia, 2010; pág. 20

Se puede hacer una relación con el aumento del parque automotor y el número expedido de licencias de conducción con el número de accidentes (heridos y muertos) en Colombia, desde el 2003 al 2010.

Podemos observar que la tendencias es directamente proporcional la obtención de licencias de conducción a las del aumento del parque automotor, así mismo las muertes y los accidentes van en descenso, aunque en el 2009 aumentan un poco la cifra de muertos tras accidentes ocurridos ese año; por último los accidentes con heridos graves presentan fluctuaciones a lo largo de los años pero al final permanece constante a lo largo del 2009-2010 tendiendo al descenso.

⁵¹ <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/infografia-205133-accidentalidad-ha-disminuido-un-11-en-bucaramanga>

Bucaramanga por su parte presenta también un aumento en su parque automotor en un 12,5%⁵² en el 2012 llegando alrededor de los 180 mil vehículos matriculados en la ciudad.

En conclusión el hecho que el parque de vehículos aumenten en las ciudades no necesariamente implica el aumento también de los accidentes de tránsito, al principio como se mostraba en la *Grafica 44* tienden a aumentar, pero son las medidas que el gobierno toma en materia de seguridad vial, adecuación de infraestructura (ciclo rutas) y la implementación de sistemas de transportes masivos inteligentes que logran disminuir la tasa de accidentalidad; esto no quiere decir que la prioridad sea el aumento del parque automotor ya que llegara el momento en que el sistema colapsara de nuevo, por esta razón se tienen que buscar soluciones sostenibles para contribuir al decrecimiento de los vehículos particulares, como lo son la construcción de ciclo rutas y sistemas de transportes masivos (STM) que suplan las necesidades de la población.

Gráfica 45. Estadística de muertes de peatones y ocupantes por tipo de vehículo 2005-2010



Fuente: Datos de medicina legal procesados por la CFPV

Vehículos más involucrados en accidentes

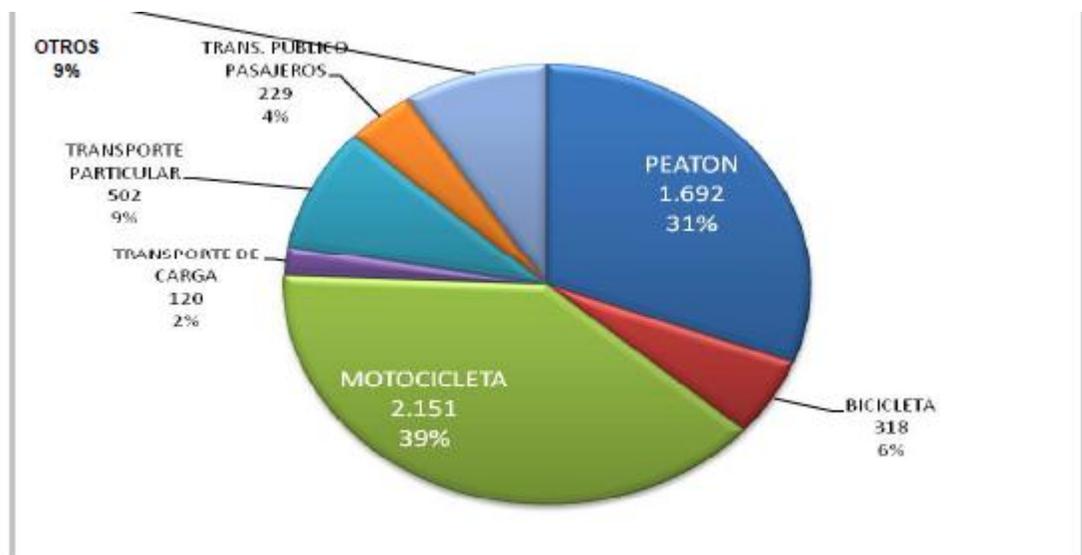
Automóvil	45%
Moto	25,2%
Camioneta	9,6%
Camión-furgón	4,8%
Campero	4,8%

⁵² <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/142167-parque-automotor-del-area-crecio-un-125>

Bus	2,8%
Buseta	2,5%
Volqueta	2,4%

Colombia posee hoy en día un índice de accidentalidad con muertos demasiado grande por parte de los motociclistas y el mayor debate de las conferencias a nivel nacional en materia de seguridad vial que busca dar auditorias en la prevención de accidente para los actores más vulnerables de nuestras vías nacionales, como lo son: los peatones, los ciclistas y las motocicletas; planteando soluciones sostenibles, infraestructuras para cada uno de ellos, y un sin fin de alternativas que busquen disminuir el impacto de muertes y heridos que como se puede apreciar en la **gráfica 45**; los motociclistas, los peatones y los ciclistas en este de orden de mayor a menor en cuanto a números de accidentes registrados en un año, siendo los ciclistas el objeto de estudio de este trabajo de grado

Gráfica 46 Distribución de muertes por accidente de tránsito por actor, 2010



Fuente: Datos medicina legal; Plan nacional de seguridad en Colombia. Pág. 16

Los motociclistas como se mencionaba anteriormente son los que más sufren accidentes violentos en Colombia, seguido por los peatones; los ciclistas aunque están en 4 puesto en la distribución estadística, puede disminuir si se le acondicionan la infraestructura para ellos (ciclo rutas) y además se prioriza por encima del transporte público como se aprecia en la **figura 73**.

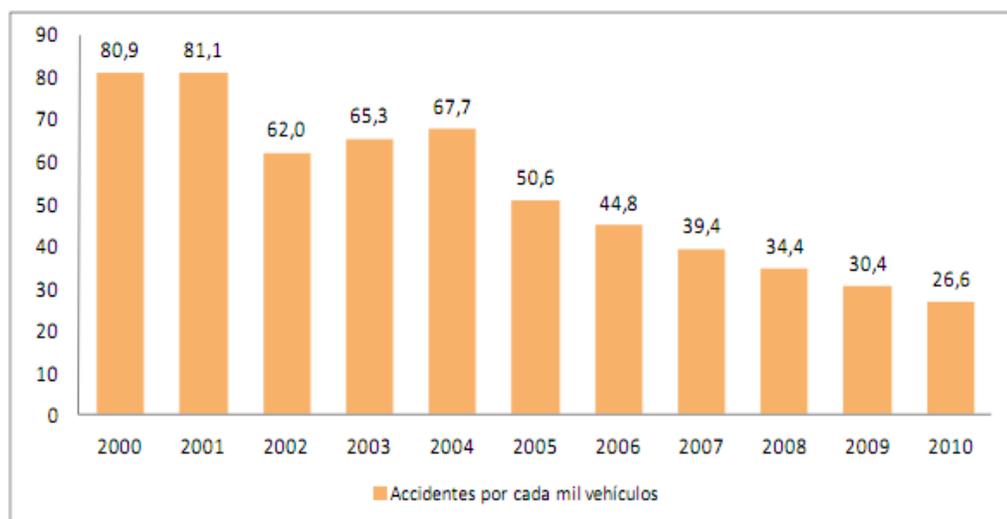
En Bucaramanga las ciclo rutas se encuentra contempladas en el PMM⁵³ 2011-2030 y son un plan de gobierno que tiene como misión, integrar un corredor vial para ciclas en donde se integren de manera accesible, directa, rápida y segura con el transporte de Bucaramanga, con el fin de generar desarrollo a la región económico, ambiental y social.

Figura 73. Ciclo-puentes una visión hecha realidad



Fuente: <http://www.latiendadelmanana.com/blog/wp-content/uploads/2014/01/LondonSkyCycle.gif>

Gráfica 47. Evolución tasa de accidentalidad cada 1000 vehículos en Colombia



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia, 2010, con base en el ministerio de transporte; pág. 22

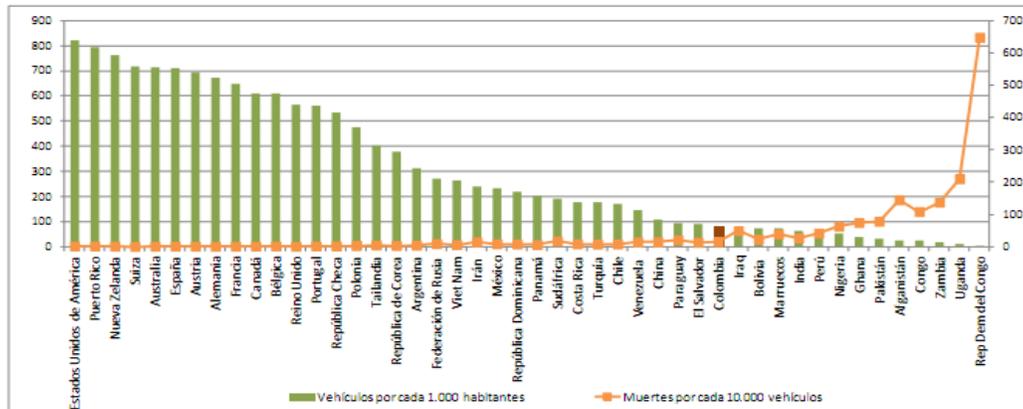
⁵³ Mapa de ciclo rutas del PMM 2011-2030. Pág. 131

Gráfica 48. Accidentes por cada 10.000 licencias de conducción expedidas en Colombia



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia, 2010, con base en el ministerio de transporte; pág. 23.

Gráfica 49. Vehículos por cada 1.000 habitantes vs muertos por cada 10.000 vehículos. Año 2007

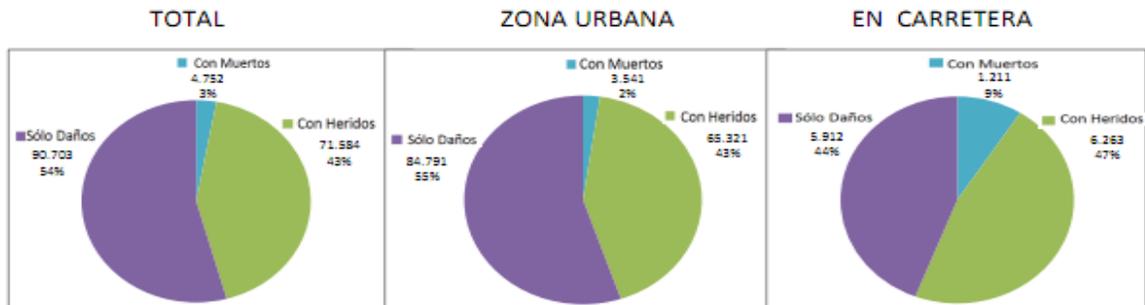


Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con información base del DANE, 2010. Pág. 28.

Las 3 tablas anteriores corroboran el buen trabajo en materia de seguridad en el tránsito y vial que ha logrado Colombia con el paso de los años, bajando poco a poco la tasa de accidentalidad del país y demostrando así que puede llegar a ser líder en materia de seguridad en las carreteras urbanas y rurales, compitiendo con países europeos que tiene como política planes estrictos de seguridad vial, y que a su vez se ven encabezando la gráfica 49.

El ideal de Colombia sería apuntar a un objetivo parecido al que posee Suecia, uno de los países líderes en materia de seguridad vial con su plan “visión cero”. “La visión cero⁵⁴ es la idea de un futuro en que nadie muera ni sufra lesiones para toda la vida en las carreteras, también sirve como base para el trabajo de seguridad vial que se lleva a cabo en Suecia, lo cual fue establecido en una resolución parlamentaria”.

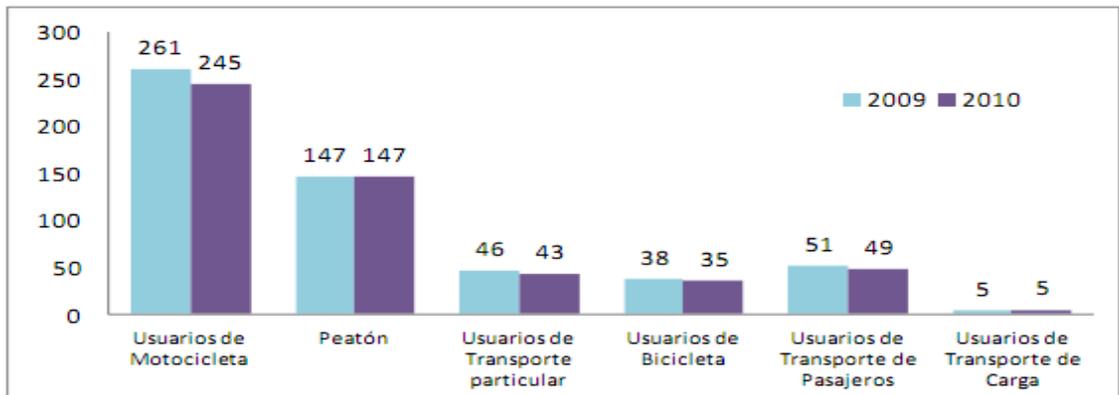
Gráfica 50. Nivel de gravedad total, accidentes en carretera y urbanos.



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con información base del ministerio de transporte, 2010. Pág. 34.

Gráfica 51. Víctimas por cada 1.000 accidentes graves en Colombia, años 2009 y 2010

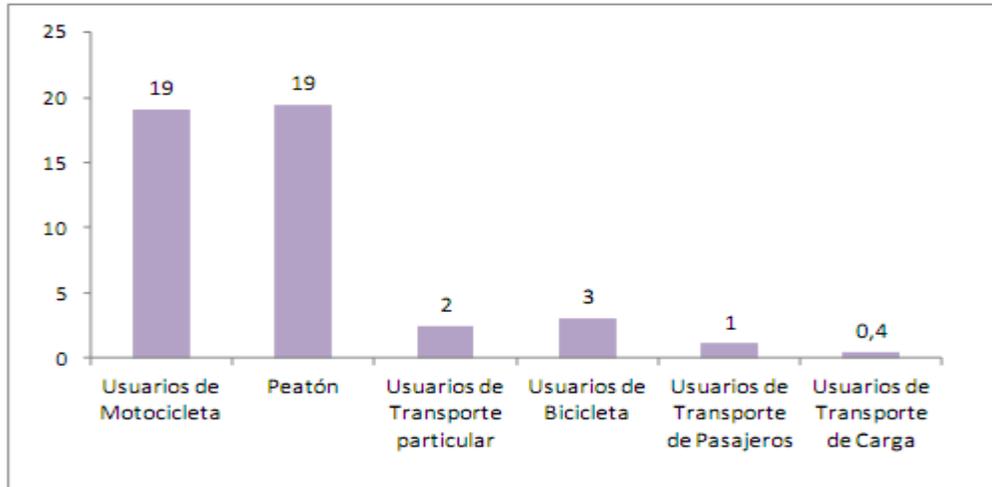
	Total Accidentes Graves	Accidentes Graves en zona Urbana	Accidentes Graves en Carretera
2009	78.715	71.206	7.509
2010	76.336	68.862	7.474



54 Seguridad vial, la visión cero en camino; http://publikationswebbutik.vv.se/upload/6634/100509_seguridad_vial_la_vision_cero_en_camino.pdf

Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con información del INMLCF, 2010. Pág. 36.

Gráfica 52. Muertos por cada 1.000 accidentes graves en zona urbana. Colombia, 2011



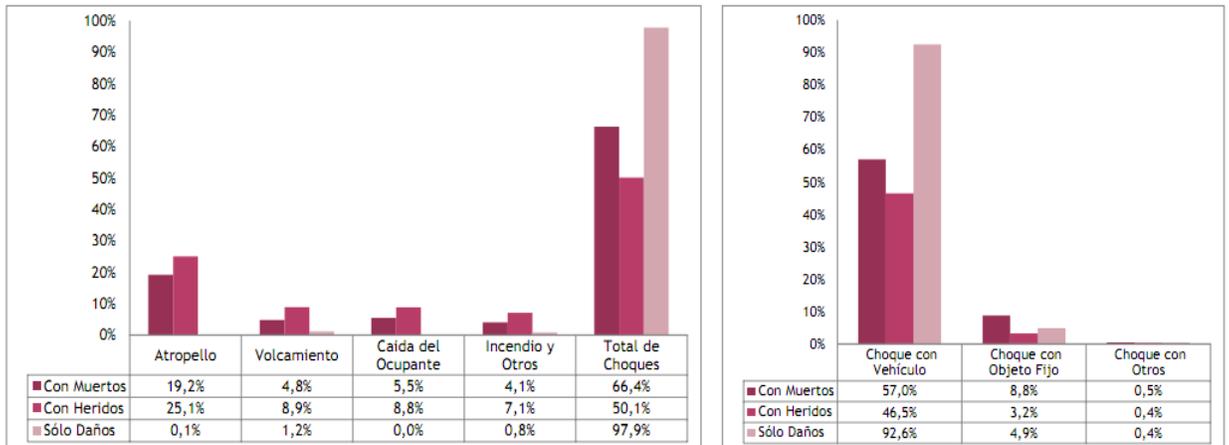
Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con información del INMLCF, 2010. Pág. 37.

La seguridad vial esta influenciada por 3 factores importantes: el factor humano, el factor vehículo y la infraestructura; el fondo de prevención vial estipula que el error siempre va estar presente en la humanidad, así que esperar que un ciudadano nunca fuera a cometer un error que ocasione un accidente es casi imposible, es por eso que la misión de incrementar la seguridad recae en los vehículos y en la infraestructura.

En el futuro cercano se deben diseñar autos que cuiden la vida de los conductores, que se use la tecnología para crear vehículos inteligentes que no arranquen cuando detecten alcohol en el aliento del conductor o de uno de sus ocupantes, vehículos que no excedan los límites de la velocidad máxima permitida en ciertas vías con ayuda de sistemas GPS y SIG; por su parte las infraestructuras deben ser construidas con todas las especificaciones técnicas de seguridad que requiera determinado proyecto de manera eficaz, y lograr prevenir una de las siguientes clases de accidentes por gravedad:

- Atropello.
- Volcamiento.
- Caída del ocupante.
- Incendio y otros.
- Choques.

Gráfica 53. Clase de accidentes por gravedad



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con información del ministerio de transporte, 2010. Pág. 38.

La ciclo ruta contemplada es este proyecto de grado debe minimizar todos y cada uno de los 5 factores de accidentalidad a cero, así mismo garantizarle a los ciclo usuarios, confort, seguridad, accesibilidad y otras características que ayuden a generar cada vez más ciclo usuarios en el futuro.

- Para reducir los choques se debe aislar prácticamente la ciclo vía de la vía de los vehículos motorizados, para evitar colisiones unos con otros, por eso la estrategia es hacer la ciclo ruta elevada a la altura actual que se encuentra el separador de la carrera 27.
- Para reducir los volcamientos se instalar barreras como barandales que recorran longitudinalmente toda la ciclo vía y que eviten que los ciclistas pudiesen caer a la vía de vehículos motorizados y ocasionar accidentes.
- Para evitar los incendios u otros conflictos se instalan señalizaciones para informar a los - ciclo usuarios de semáforos, intersecciones y cambios de sentido
- Para evitar la caída del ocupante se pretende hacer 2 calzadas con 2 carriles por sentido de 1 metro de ancho cada uno para que posean buen espacio para maniobrar y para la deriva natural de los ciclistas en bajas velocidades
- Para evitar los atropellos la ciclo ruta va ser exclusiva para bicicletas y personas en silla de ruedas que desee hacer uso de la misma, los peatones no se integraran a las ciclo rutas ya que no están hechas para ellos.

Tabla 77. Distancias de parada en la carrera 27 entre calles 56 y 32

Variables	Cra 27 con 56	Cra 27 con 56	Cra27 con 53	Cra27 con 53	Cra 27 con 52	Cra 27 con 52	Cra 27 P. turb	Cra 27 P. turb
pendiente (Gds)	8,3	8,3	11,7	11,7	16,7	16,7	8,3	8,3
Vel. Prome (Km/h)	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
DP (mts)	11,2	11,5	11,3	11,5	11,3	11,4	11,2	11,5

Variables	Cra 27 con 48	Cra 27 con 48	Cra 27 con 45	Cra 27 con 45	Cra 27 con 41	Cra 27 con 41	Cra 27 con 40	Cra 27 con 40
pendiente	10,0	10,0	10,0	10,0	13,3	13,3	10,0	10,0
Vel. Prome	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
DP	11,3	11,5	11,3	11,5	11,3	11,5	11,3	11,5

Variables	Cra 27 con 37	Cra 27 con 37	Cra 27 con 36	Cra 27 con 36	Cra 27 con 35	Cra 27 con 35	Cra 27 con 34	Cra 27 con 34
pendiente	6,7	6,7	6,7	6,7	5,0	5,0	15,0	15,0
Vel. Prome	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
DP	11,2	11,5	11,2	11,5	11,2	11,6	11,3	11,5

Variables	Cra 27 con 33	Cra 27 con 33	Cra 27 con 32	Cra 27 con 32	Cra 27 con P.	Cra 27 P. niños
pendiente	11,7	11,7	5,0	5,0	6,7	6,7
Vel. Prome	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
DP	11,3	11,5	11,2	11,6	11,2	11,5

Fuente: Elaboración propia

ANALISIS DE RESULTADOS: como se puede observar en las tablas anteriores, las pendientes no son tan fuertes a excepción de unos tramos con pendiente de hasta **15%**, al mismo tiempo son tramos muy cortos de menos de **100** [mts], la velocidad máxima de una bicicleta en el sector urbano es de **16,4** Km/h, es por esto que ese valor es constante a la hora de hallar la distancia de parada (DP), la distancia de parada que más se repite se encuentra entre los **11** [mt] es decir que para mayor seguridad se trabajara la Dp a **12** [mts] de la intersección, para la posición de la señalización que informe a los ciclo-usuarios de los obstáculos que se aproximan y pueden tener un acercamiento a la intersección seguro.

$$DP = 0,694 * V + ((V^2) / (254 * (0,425 + p\%)))$$

Figura 74. Técnicas en la toma de pendientes en la carrera 27



Fuente: Elaboracion propia

Desarrollo y calculos:

La tecnica que se utilizo para medir la pendiente de la carrera 27 fue la de una botella llena de agua hasta la mitad, se procede a medir el diametro de la botella, colocarla en el pavimento y medir la altura de la inclinacion que se dibuja tomando como referencia una base de la botella comun, donde se tomo el diametro de la misma y aplicando la formula de $[(\text{ALTURA}/\text{BASE}) \cdot 100]$ determinamos la pendiente de cada sector (ver anexo C).

Figura 75. Señalización tipo de la carrera 27 con calle 56

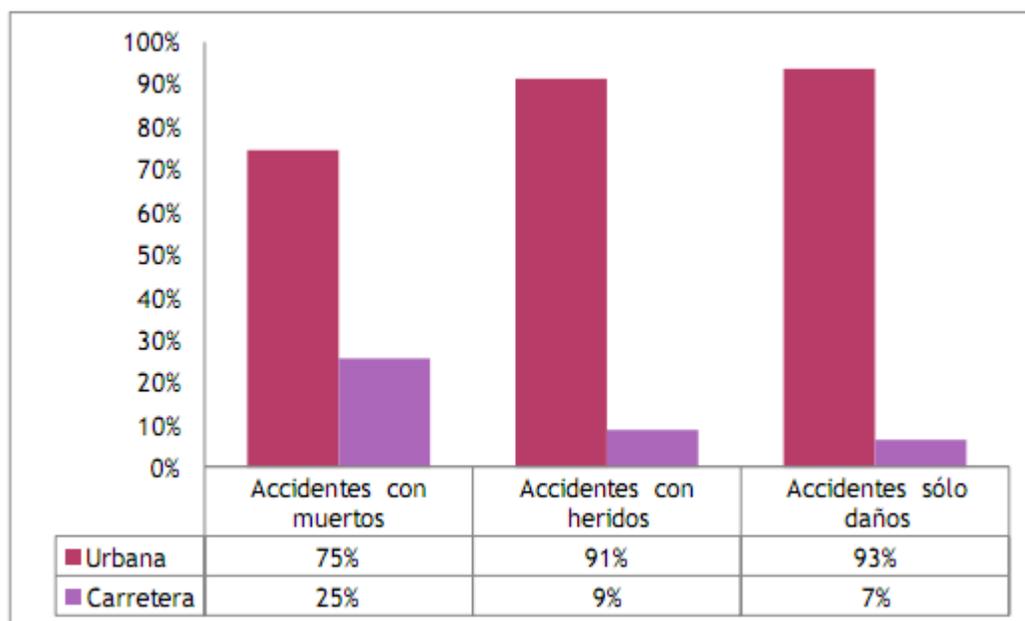


Fuente: Elaboración propia

Al llegar a la intersección se encuentra la señal de PARE para que los ciclistas se detengan por prevención, a un costado se encuentra la señal de ciclo parqueo para el estacionamiento de bicicletas; para incorporarse a la ciclo ruta existen dos señales una la del dibujo de la bicicleta que indica que es de uso para

ciclas y personas en condición de discapacidad y una señal restrictiva de ancho máximo para indicar que no puede movilizarse en la ciclo ruta un vehículo que mida más de 1 [mt] de ancho; por otro lado en la mitad del tramo de cada intersección de las ciclo rutas se encuentra la señal de no exceder 15 Km/h. Por ultimo a una distancia de 12 [mts] (distancia de parada), se encuentran las señales de alerta de proximidad a una intersección semaforizada y el cruce de peatones.

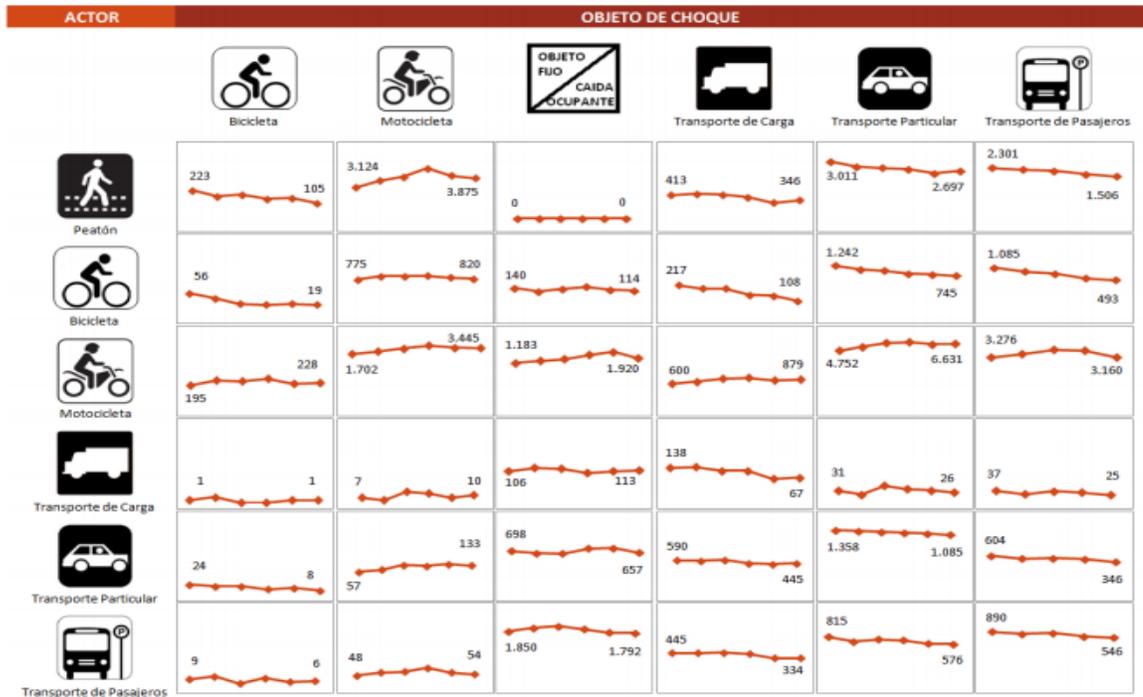
Gráfica 54. Distribución de accidentes por gravedad en área urbana y en carretera. Colombia, 2010



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con información del ministerio de transporte, 2010. Pag 38.

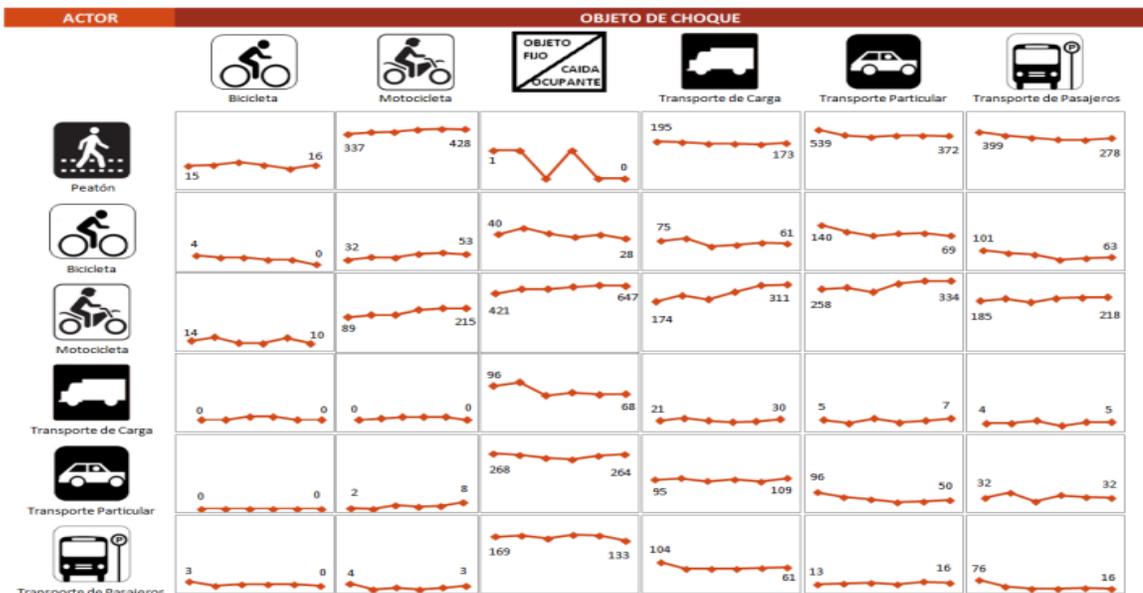
Con la tabla se comprueba que en la parte urbana se genera la mayor cantidad de accidentes de tránsito, razón por la cual se debe poner todos los esfuerzos, la tecnología y los dineros en mejorar nuestras ciudades y Bucaramanga no es una excepción a esta tendencias ya que hay más accidentes en el área metropolitana que en todas las salidas que posee la misma a los demás municipios de Santander

Figura 76. Evolución del número de víctimas heridas en accidentes de tránsito por objeto de choque. Colombia, 2005-2010



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con base en la información del INMLCF, 2010; pág. 44.

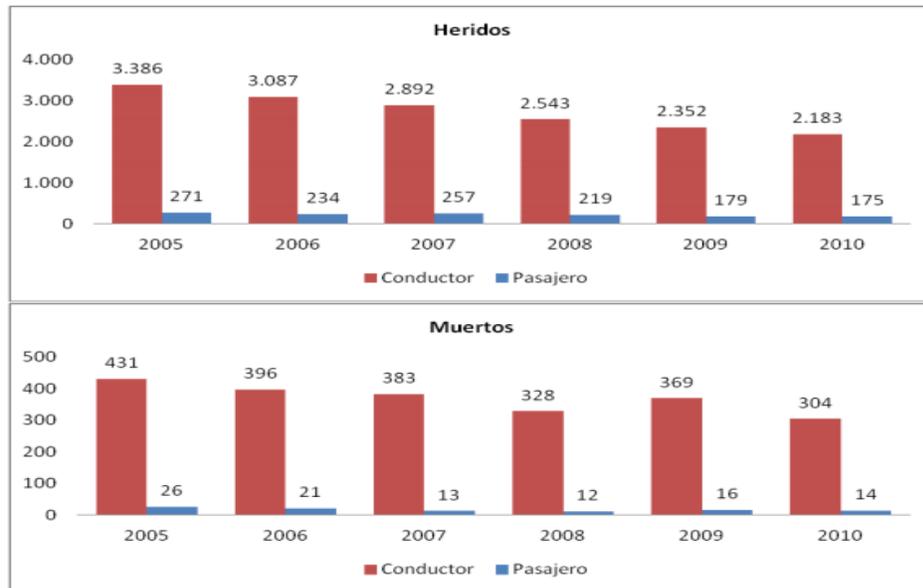
Figura 77. Evolución del número de víctimas fatales en accidentes de tránsito por objeto de choque. Colombia, 2005-2010



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con base en la información del INMLCF, 2010; pág. 45.

Cuando una ciclo ruta es auto suficiente y eficiente, se puede utilizar masivamente y así mismo se garantiza la reducción de accidentalidad contra los vehículos particulares, las motocicletas, el transporte público, el choque contra otras bicicletas y los accidentes por caídas, con la ciclo ruta se pretende reducir casi que a cero las muertes de ciclista y esperar que solo hallan daños materiales cuando ocurran accidentes si es que los llegase a haber.

Gráfica 55. Accidentalidad en usuarios de bicicleta



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con base en la información del INMLCF, 2010; pág. 58.

Figura 78. Caracterización de la víctima por tipo de usuario, edad y género

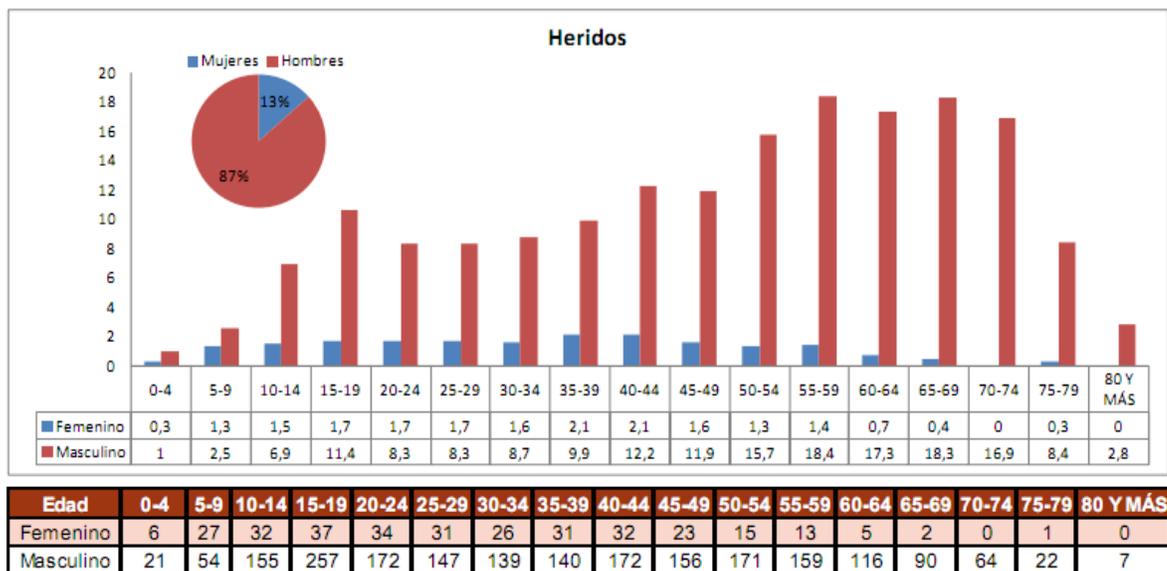
RANGO DE EDAD	CONDICIÓN DE USUARIOS		
	1RO	2DO	3RO
NIÑOS 14 y menor	 Peatón	 Motocicleta	 Bicicleta
JOVENES 15-24 años	 Motocicleta	 Peatón	 Transporte Particular
ADULTOS 25-59 años	 Motocicleta	 Peatón	 Transporte Particular
ADULTO MAYOR 60 y mayor	 Peatón	 Motocicleta	 Bicicleta

Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con base en la información del INMLCF, 2010; pág. 58.

Es muy importante saber el uso que se le dan a los vehiculos en las diferentes etapas de la vida de una persona, ya que se puede ver el comportamientos natural del ser humano, mientras los niños menores de 14 años no saben manejar ningun vehiculo motorizado, son en su mayoria ciclista y peatones; los jovenes por tener una vida acelerada, con compromisos y por el simple hecho de experimentar, son motociclistas en su mayoria; los adultos jovenes son los que mas aprtan al sistema de transporte de vehiculos particulares, ya que tienen mas facilidades economicas y ademas el tiempo es un factor dinero, los adultos mayores estan distribuidos entre ciclistas, peatones y automoviles; una minoria utiliza la motocicleta.

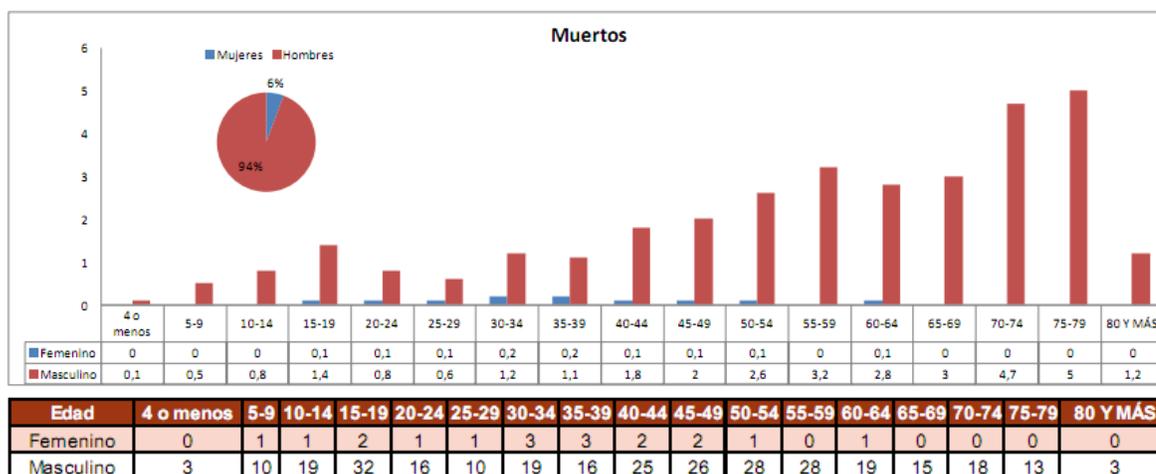
En conclusion la ciclo ruta pretende fomentar el uso de la bicicleta en las personas de entre 14- 25 años y de los adultos de 25- 59 años para que bajen los indicen de accidentalidad de forma drastica; asi mismo reforzar el servicio para los niños y adultos mayores.

Gráfica 56. Tasa de usuarios de bicicleta heridos según su edad y género, normalizada por cada 100 mil habitantes



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con base en la información del INMLCF, 2010; pág. 70.

Gráfica 57. Tasa de usuarios de bicicleta muertos según su edad y género, normalizados por cada 100 mil habitantes



Fuente: anuario estadístico de accidentalidad en Colombia con base en la información del INMLCF, 2010; pág. 71.

Tabla 78. Conductores según sexo

Conductores según sexo	
Hombre	49,3%
Mujer	50,60%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79. Edad y sexo de las víctimas

Edad y sexo de las víctimas		
	Hombres	Mujeres
< 5 años	0	0
5 a 14 años	0	0
15 a 24 años	1	1
25 a 34 años	2	0
35 a 44 años	1	0
45 a 59 años	0	0
>59	1	3
Desconocido	1	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80. Ciclistas heridos en accidentes

Heridos		
	Hombres	Mujeres
< 5 años	3	2
5 a 14 años	4	10
15 a 24 años	58	37
25 a 34 años	84	16
35 a 44 años	33	15
45 a 59 años	25	14
>59	15	8
Desconocido	12	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81. Condición de los actores viales

Condición de los heridos	
Peatón	50
Motociclista	175
Conductor	19
Pasajero	96
Ciclista	6

Fuente: Elaboración propia

11.3 CALIDAD DE VIDA DE SOCIEDAD

- **Variables que influyen en la movilidad**

En una ciudad bien establecida donde sus actividades económicas se mueven todo el día todos los días, en donde los sectores industriales de cualquier tipo están trabajando para producir sus productos y donde existe la dinámica normal de un país capitalista y consumista, se tiene que pensar en la movilidad como un mediador entre la casa y el lugar de trabajo o la universidad etc. En este orden de ideas se puede decir que una ciudad prospera es aquella que integra de manera satisfactoria su sistema de transporte con todas y cada una de las actividades que exigen los usuarios o los ciudadanos de cualquier ciudad en el mundo.

- **La edad y el género es una variable considerable que influye la movilidad⁵⁵**

Es común que un hombre generalmente se moviliza más que una mujer, así mismo un adulto de mediana edad trabajador, se moviliza más que un joven ya sea universitario o no, los cuales se pueden movilizar a pie, en bicicleta o en transporte público, las personas de tercera edad por lo general no se movilizan demasiado y si lo hacen la mayoría utilizaría transporte público y otra parte vehículo privado, y los niños escolares se pueden movilizar en transporte público-privado o en bicicleta.

Tabla 82. Movilidad y edad

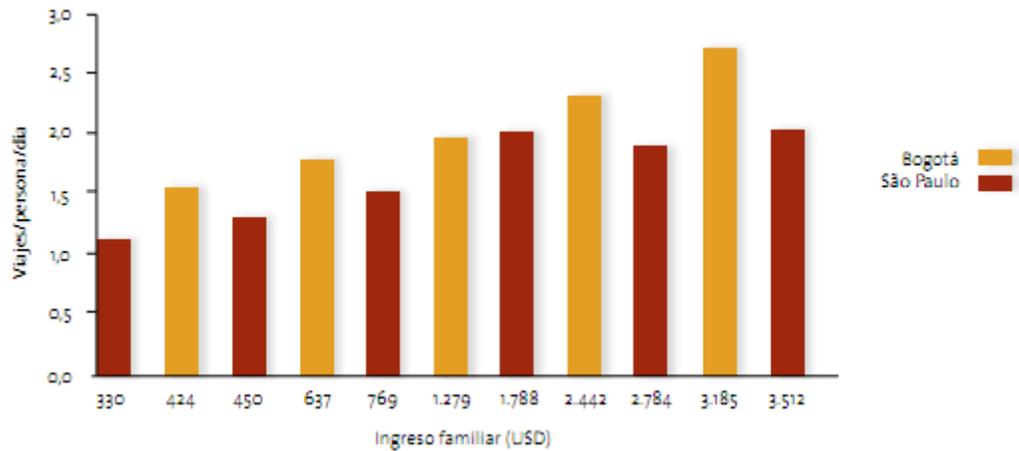
Rango de edad (años)	Viajes/día
0-4	0,71
4-7	1,80
7-11	2,20
11-15	2,23
15-18	2,49
18-23	2,19
23-30	2,29
30-40	2,39
40-50	2,09
50-60	1,73
>60	1,09

Fuente: CMSP, 2009

Por otra parte el tamaño del núcleo familiar es directamente proporcional a la demanda de la forma de desplazamiento, ya que están sujetos a cualquiera de las anteriores variables del párrafo anterior en cuanto a edad y a género, así pues las familias que posean 4 o más integrantes deben planificar su forma de transportarte a en el presente y a futuro. Esta relación de familia-viajes está relacionada también con los ingresos económicos que ellos adquieran, es decir, una familia de escasos recursos que posea un núcleo familiar de 4 o más integrantes, necesariamente se transportaran en bus colectivo, a pie o en bicicleta, y por otro lado una familia pudiente con buenos ingresos se transportara en vehículo particular o en el transporte público.

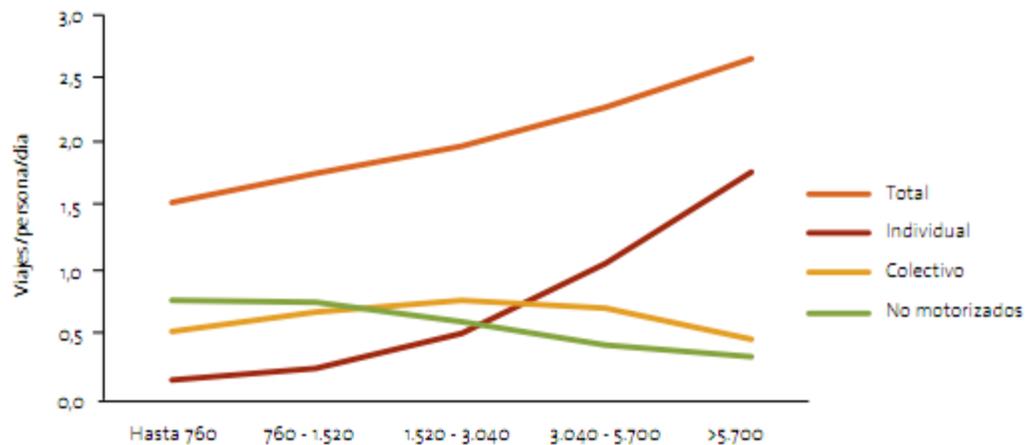
⁵⁵ http://www.caf.com/media/3155/Análisis_movilidad_urbana.pdf; pág. 32

Gráfica 58. Movilidad e ingresos familiares



Fuente: CMSP 2009 y Bogotá 2008

Gráfica 59. Modos de transportarse según el ingreso familiar



Fuente: CMSP 2009

De la gráfica 59 notamos que el uso de transporte no motorizado predomina cuando los ingresos son relativamente bajos y va perdiendo interés este modo de transporte en cuanto se gane cada vez más dinero, por su parte el uso de colectivo o bus público no discrimina estrato social ya que tanto las personas de escasos recursos y los de mayor ingresos se encuentran en la misma línea de

uso, al mismo tiempo que la población de ingresos medios lo utilizan en su mayor parte; y por último el uso de vehículo particular o privado se ve marcado casi que explícitamente ya que se encuentra en ascenso exponencial con referencia a los ingresos de los usuarios siendo el de mayor ingreso el que más lo utiliza.

Del anterior párrafo podemos concluir que la demanda de vehículo privado es como se ve en las “calles” y que esta forma de transportarse no necesariamente se ve influenciada por los ingresos, ya que el gobierno de un país o ciudad que no tenga un buen sistema integrado de transporte y que no lo tenga como prioridad, necesariamente busca la población una forma más cómoda, fácil, rápida y accesible por la cual transportarse y que valla de la mano con el dinero; es por esto último que la solución a la disminución del vehículo y el aumento de la calidad de vida es la creación de ciclo rutas para el incentivo al uso de transporte no motorizado, y su integración con sistemas de transportes masivos que sean rápidos y eficientes, y así con el tiempo mejoraremos la calidad de vida de cada individuo en la sociedad y evitaremos los siguientes causales del rechazo del transporte público masivo⁵⁶:

- “Sometimiento a la oferta deficiente de transporte público, con impactos directos en los tiempos de caminata y espera.
 - Molestias causadas por el uso de vehículos de transporte públicos
 - atiborrados de pasajeros en los horarios punta, considerando el uso
 - intensivo de esos modos.
 - Mayor exposición a las congestiones, lo que impacta directamente el
 - tiempo de viaje y provoca cansancio y reducción de la productividad.
 - Mayor exposición a la contaminación atmosférica en áreas de tráfico intenso, con impactos directos en la salud.
 - Mayor exposición a la inseguridad en el tráfico, reflejada en más
 - casos de víctimas en relación con las mujeres”.
-
- **Mejor Infraestructura y orden social a la hora de buscar calidad de vida**

A la hora de construir un proyecto vial de cualquier especie (autopista, carretera, calles, etc.) se debe tener en cuenta la planeación previa y la organización para evitar problemas de congestiones e inseguridades en las vías, para ello es necesario establecer diálogos con las personas de la comunidad y que participen activamente en la conformación del plan de acción, a continuación se presenta un

⁵⁶ Análisis de la movilidad, pág. 46
http://www.caf.com/media/3155/An%C3%A1lisis_movilidad_urbana.pdf

cuadro que muestra las causas que deben ser prevista para evitar los diversos factores de conflicto.

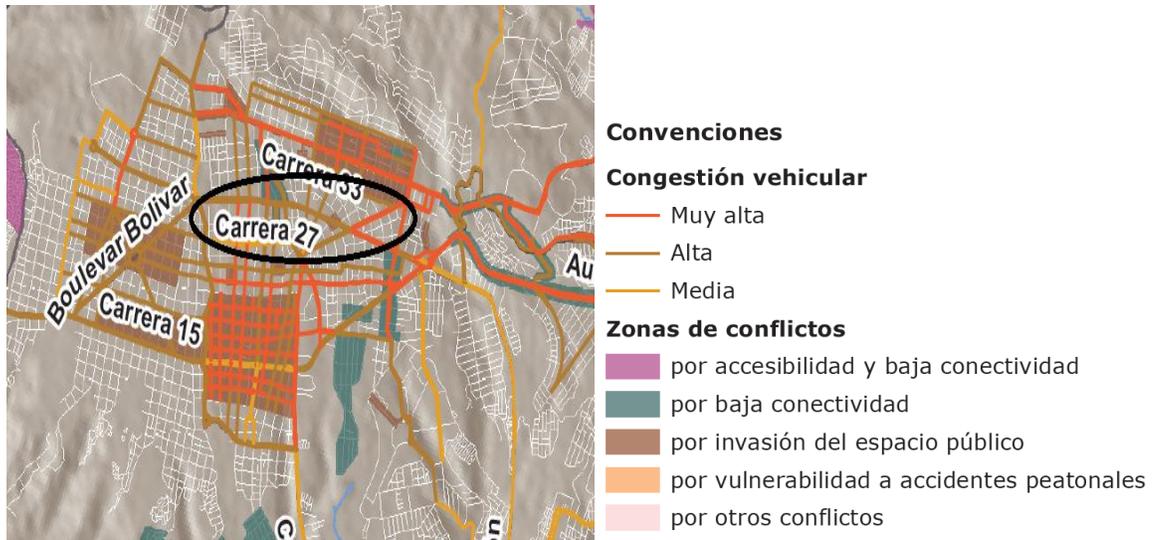
Tabla 83. Causas y factores sociales

Causas	Factores
Deficiencias en el control y la vigilancia	Operación desordenada del transporte público
	Parqueo en vía
	Invasión de espacio público
	Ocupación del suelo que genera conflictos
Marco normativo inadecuado	Operación desordenada transporte público
	Operación ineficiente del tránsito
Demanda superior a la oferta	Operación desordenada transporte público
	Invasión de espacio público
Reglas del juego ineficientes	Operación desordenada del transporte público
Debilidad técnica	Señalización deficiente
	Operación ineficiente del tránsito
	Limitaciones por diseño geométrico deficiente
Débil coordinación interinstitucional	Operación desordenada del transporte público
Falta de conciencia ciudadana	Operación desordenada del transporte privado
	Operación desordenada del transporte público
	Invasión de espacio público
	Parqueo en vía
Recursos ilimitados	Operación ineficiente del tránsito
	Limitaciones por diseño geométrico deficiente
	Condiciones deficientes de la malla vial
	Limitaciones propias del trazado vial
Condiciones geográficas y topográficas	Ocupación del suelo que genera conflictos

Fuente: CMSP 2009

Del cuadro anterior podemos concluir que existen 2 rasgos importante y destacados a la hora de los conflictos en la congestión los cuales son: la falta de conciencia ciudadana y la demanda superior a la oferta, ya que generan operaciones desordenadas de transporte público, privado, invasión de espacios públicos y parqueos en zonas no adecuadas para el embarque y desembarque de personas, pasajeros o mercancías; y un rasgo importante a la hora de las inseguridades viales como lo son los recursos limitados, ya que limita los diseños de la infraestructura vial que a su vez generan limitaciones propias del trazado vial y que al final se presenta con condiciones deficientes en la malla vial ya sea por su geometría o por el uso inadecuado de materiales para la construcción y accidentes que generan costos para la ciudad y para el usuario u entes involucrados.

Figura 79. Congestión vehicular y zonas de conflicto en Bucaramanga



Fuente. PMM 2011-2030

Figura 80. Parqueos inapropiados que generan conflicto en la carrera 27





Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las imágenes, los parqueos inadecuados generan malestar y congestión a la vía, y más si es en hora punta donde el flujo es más denso, debido a que ocupan los vehículos uno de los tres carriles disponibles obligando a

maniobrar a los vehículos que vienen por el carril derecho o a esperar que hace generar colas en el mismo carril, es por esto, que se debe restringir el parqueo de vehículos en hora crítica por medio de señales o policías de control de tránsito para evitar las congestiones.

Si lo que se pretende es mejorar la calidad de vida e las personas en el presente y más importante en el futuro, se debe planificar desde ahora con los conflictos actuales, Bucaramanga presente hoy una congestión vehicular alta en la carrera 27, y cierto sectores con baja conectividad según lo muestra la figura 77, adicional a esto, “Se calcula⁵⁷ que el parque automotor del área metropolitana se incrementa anualmente en 6250 vehículos. De mantenerse las actuales condiciones, para el año 2025, el número de viajes motorizados respecto de 2009 se triplicará, de acuerdo con las tasas del DANE”; es debido a esto que Bucaramanga debe pensar en implementar soluciones no motorizadas e integrarlas con sistemas de transporte masivo para prever las futuras congestiones y evitar la ya mencionada demanda inducida de crear más vías para usuarios de vehículos particulares que representan el 20% de la población.

En conclusión, si queremos que haya más calidad de vida debemos reducir el caos urbano (congestionamientos, accesibilidad, etc.), así mismo suplir la creciente demanda de la población con ofertas sostenibles, es decir, modos de transporte inteligentes donde se transportes grandes cantidades de personas en buses masivos con integración de bicicletas, que a su vez conecten con estaciones donde se preste el servicio de ciclo ruta.

Figura 81. sistema integrado de transporte inteligente, cicloruta-sistema masivo de transporte



Fuente: Elaboración propia

⁵⁷ PMM 2010, Página 26

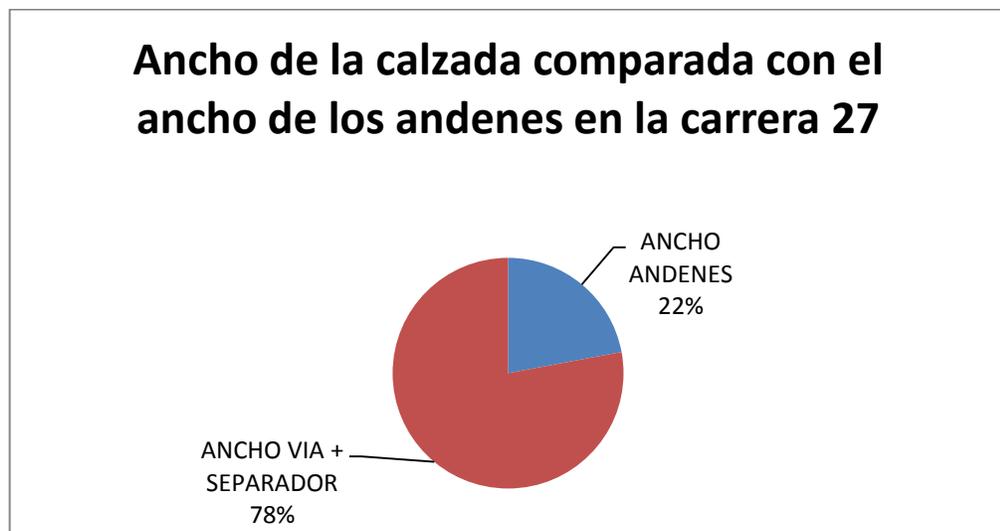
Si el gobierno le apuesta a esta manera de transportaron y se implementa de manera eficaz en un futuro las personas dejarían poco a poco sus vehículos particulares y utilizarían los sistemas integrados de transporte masivo y las ciclorutas.

Figura 82. Ciudad sostenible e ideal



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos83/transporte-marco-teorico->

Gráfica 60. Ancho de la calzada comparada con el ancho de los andenes.



Fuente: Elaboración propia

Figura 83. Anchos de andenes pocos efectivos en la carrera 27



Fuente. Elaboracion propia

La figura muestra los andenes de la carrera 27 con calle 40 muy estrechos, lo cual genera poca calidad de vida para la sociedad que tiene que transitar por allí, es uno de los pocos andenes que tiene la 27 en estas condiciones porque la gran mayoría tiene sus anchos adecuados como lo muestra la [figura 82](#).

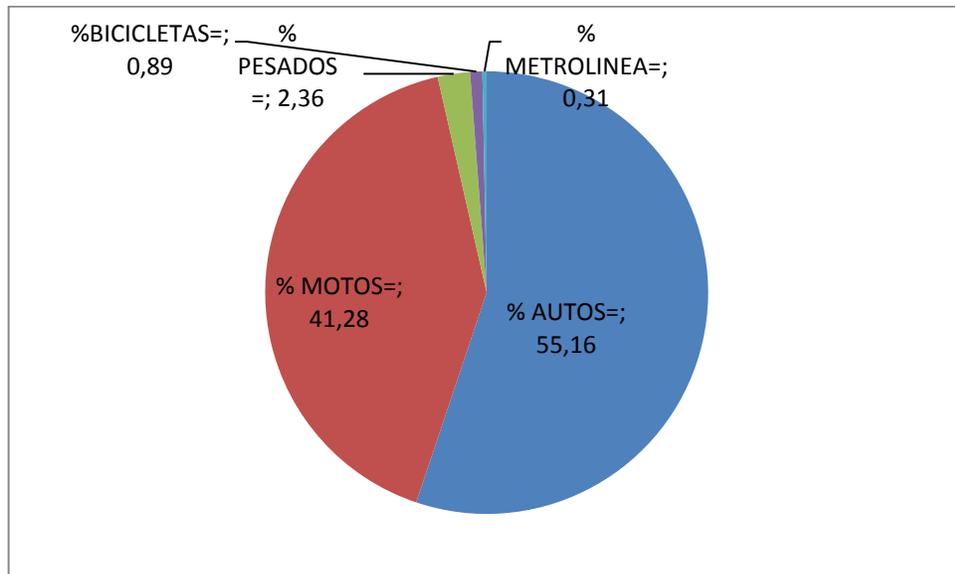
Figura 84. Anchos de andenes ideales en la carrera 27



Fuente: Elaboración propia

Aunque el ancho del andén en el parque Turbay es adecuado para un tránsito peatonal fluido, se puede notar que los vehículos motorizados se les da prioridad al ser más anchas sus calzadas que los andenes, esto es típico en una ciudad pensada para vehículos.

Gráfica 61. Porcentajes de los diferentes vehículos motorizados y no motorizados por la carrera 27.



Fuente: Elaboración propia

Esta grafica nos muestra la priorización que tienen los vehículos motorizados en la carrera 27 de Bucaramanga.

11.4 EFECTO BARRERA

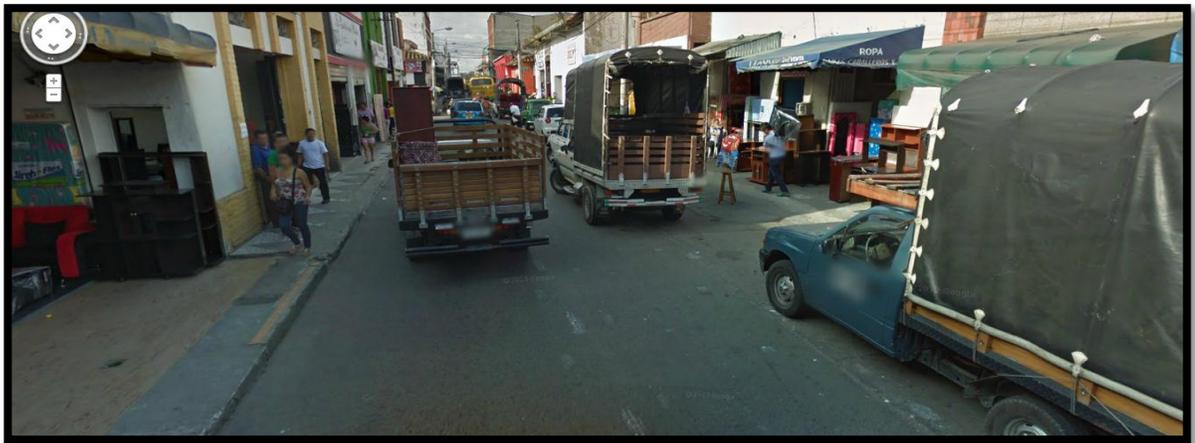
El modelo ideal de ciudad en el mundo busca una armonía conjunta entre lo que compone una sociedad, es decir, una buena distribución de los bienes público, los espacios verdes, el transporte, las estructuras, las vías etc. Una relación conjunta que lleva a satisfacer las necesidades de las personas y no les genera ningún tipo de incomodidad u estrés, y por ende mantenga un equilibrio de equidad social.

El efecto barrera se crea cuando se rompe ese equilibrio social y los vehículos motorizados (autos, buses, etc.) desplazan y/o excluyen literalmente a los no motorizados (peatones, ciclistas), comienzan a verse vulnerados entonces su integridad física y mental, debido a que la seguridad de ellos comienza a caer en riesgo y es donde ocurren los accidentes, y las muertes, ya que los no

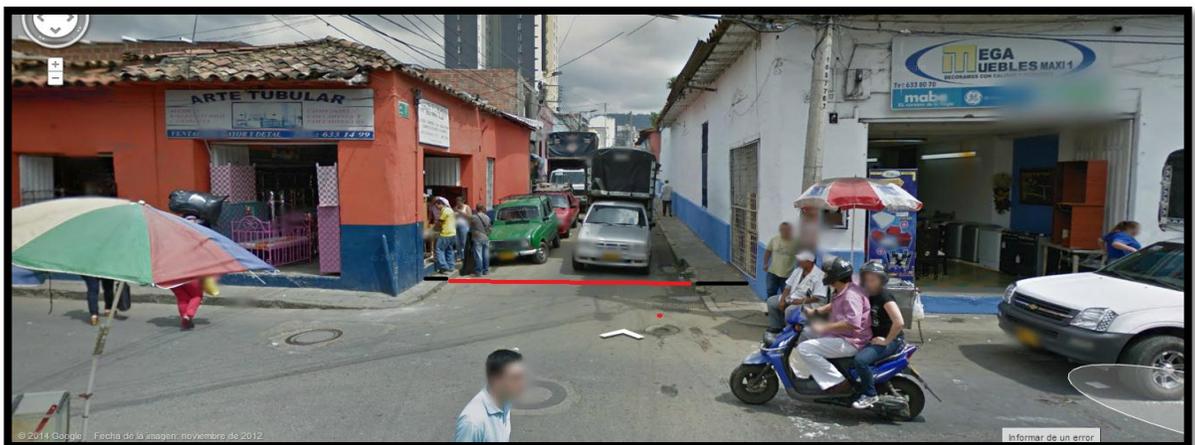
motorizados se ven obligados a adaptarse al nuevo entorno que los rodea, es de ahí que el desgaste mental de las personas que deben atravesar corriendo las calles para cruzarlas, o donde un niño en un parque no puede jugar a la pelota tranquilamente ya que al frente suyo hay una autopista o una calle peligrosa se va deteriorando y la incomodidad y los problemas se ven reflejados en constantes quejas para el gobierno o para ellos mismos. Es por esta invasión que las ciudades que se piensan en pro de los vehículos motorizados entran en caos constantemente, para luego terminar en el mismo círculo vicioso de la demanda inducida.

Figura 85. Efecto barrera en las calles de Bucaramanga

Carrera 17 con calle 32



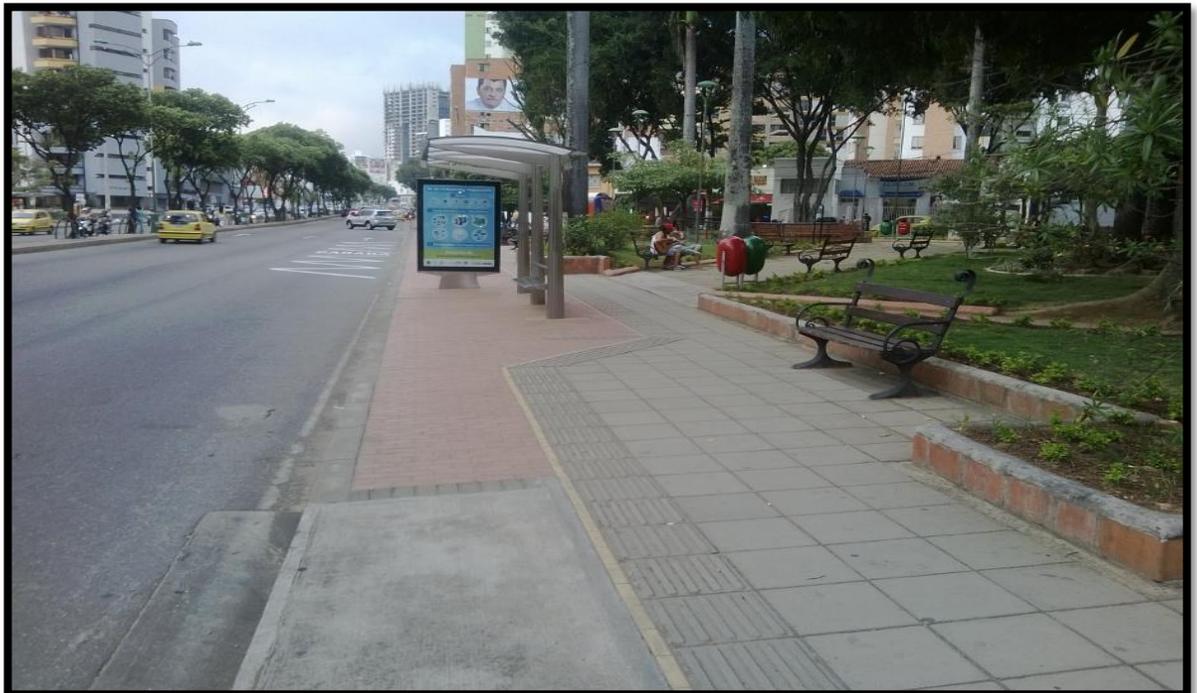
Carrera 17 con calle 31



Fuente: Elaboración Propia

Se puede notar en las dos imágenes que se le da prioridad al vehículo en calles que prácticamente no tienen andenes para el tránsito peatonal, desplazando e incomodando a los peatones y a la sociedad en general.

Figura 86. Calles sin efecto barrera en Bucaramanga.



Fuente: Elaboración propia

Este es un ejemplo de que si se le da prioridad al peatón la ciudad estéticamente y socialmente respirara mejor y se sentirá más a gusto, pero el lado negativo es el

pensamiento de los conductores de vehículos motorizados es que se ven incomodos en las horas punta, debido a la saturación de la carrera 33, pero lo que podemos pensar es ¿es mejor que los que se inconformen y se incomoden sean los vehículos y no los peatones? pues la respuesta es SI

En la medida que los espacios se creen para las personas que tienen acceso a los automóviles, esta tendencia marca una polarización en la sociedad y excluye poco a poco a las personas que no pueden poseer un vehículo, aislándolas fuera del casco urbano casi siempre en las periferias de la ciudad. Con el tiempo creando así las inequidades, las inseguridades, los problemas de accesibilidad para las poblaciones de alta densidad y cualquier tipo de problema de tránsito que actualmente posee una ciudad mal planificada. “El⁵⁸ efecto barrera está asociado a un fenómeno específico de percepción de medio ambiente para las personas, con consecuencias negativas. Este fenómeno se traduce por la percepción de que todo está “normal”, sin una identificación clara de cómo el ambiente de circulación fue creado y quién está siendo perjudicado o beneficiado”. Es por esto último que las personas pueden caminar fácilmente por un sitio que no hay peatones y le parece “normal” ya que se acostumbraron, y no se dan cuenta que los vehículos poco a poco los están desplazando de su entorno que por derecho les pertenece.

En resumen⁵⁹ se puede clasificar los efectos barrera en 3 niveles de veracidad según Dron y Lara (1995):

- “Primario: reducción de los desplazamientos cortos debido a las dificultades para desplazarse, al aumento de los recorridos y al peligro de accidentes.
- Secundario: cambio en la distribución de espacio local debido a la reducción de los desplazamientos, de la interacción social y de la separación de las comunidades.
- Terciario: modificación del funcionamiento del espacio local a causa de cambios en su utilización”.

⁵⁸ Página 105 impactos del transporte urbano http://www.caf.com/media/3155/An%C3%A1lisis_movilidad_urbana.pdf

⁵⁹ Pág. 106 Clasificación del efecto barrera, Dron y Lara(1995) http://www.caf.com/media/3155/An%C3%A1lisis_movilidad_urbana.pdf

Tabla 84. Densidad⁶⁰ de la relacion de trafico y el indice de relaciones

Nivel de tráfico	Vehículos/día	Índice de relaciones'
Local	2.000	9,3
Medio	8.000	5,4
Alto	16.000	4,0

Fuente: Appleyard (1981).

En conclusión, si queremos que una ciudad pertenezca más a las personas que las habitan y no simplemente a los vehículos motorizados, y crear con el tiempo poco a poco una famosa película futurista donde las ciudades están dominadas por las maquinas, necesitamos pensar de manera responsable y sostenible, crear más senderos peatonales, calles completas que eran destinadas a vehículos cerrarlas parcial o completamente para edificar cultura y parque de recreación, más importante aún crear ciclo rutas para que las personas se transporten de forma segura, rápida y accesible, donde el propósito final sea dar las pautas de como convivir en el ambiente actual conservando los vehículos no motorizados y los motorizados y que lleven una buena relación para no seguir aumentado el efecto barrera.

Figura 87. Calles contempladas para peatones



Fuentes: http://porticoonline.mx/wp-content/uploads/calle_peatonal_jerez.jpg



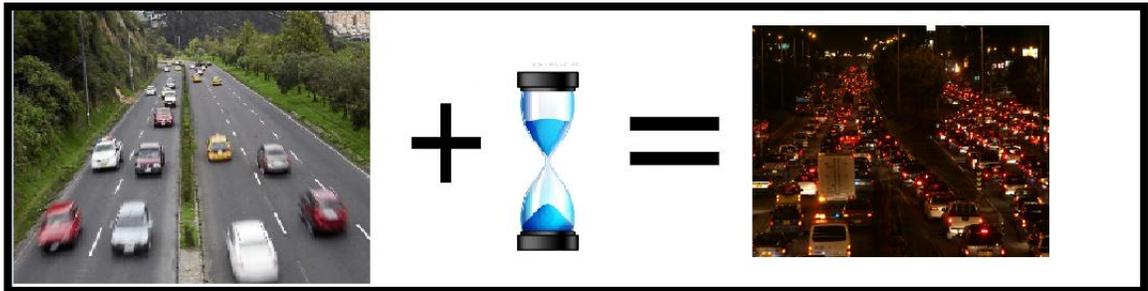
Fuente: http://438424cd093f86f0c7e0-2cd4f1b3b970cf6c05d6a60490c230b4.r88.cf2.rackcdn.com/centro_g_0.jpg

Una ciudad sostenible es aquella que tiene en cuenta el impacto social que se genera por la forma de transportarse y que estos mismos inciden en aspectos negativos que deben reducir para aumentar la calidad de vida en la comunidad, los impactos sobre la salud, los efectos sobre la estética en la infraestructura vial, los impactos inequitativos a la sociedad en general y evitar los efectos barrera (hace referencia a retrasos, malestares y falta de acceso que el vehículo impone al tráfico en modos no motorizados).

11.5 EFECTOS DE LA ESTÉTICA SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

En la mayoría de las ciudades colombianas se tiene el concepto de que al hacer más vías se mejora la calidad en el transporte, pero esta no es una solución a largo plazo ya que se genera la llamada demanda inducida la cual atrae más vehículos a la nueva infraestructura y terminara perdiendo el nivel de servicio para el cual fue diseñada.

Figura 88. Explicación grafica de la demanda inducida.



Fuente: Elaboración propia

Para evitar esto tenemos que implementar sistemas no motorizados como un sistema de ciclorutas que estén integradas con los sistemas de transporte masivo y que además cumplan ciertos criterios para que sea segura, adecuada y amigable tanto para actores vulnerables como bici-usuarios y peatones como para los vehículos motorizados.

- **Coherencia**

Se debe planear una infraestructura vial completa, clara y continua que tenga coherencia en todos sus puntos origen – destino. Debe estar conectada con los puntos estratégicos de la ciudad como áreas residenciales y administrativas, centros educativos, recreativos y deportivos. Algunas recomendaciones a la hora de circular por las ciclorutas es que se debe prestar atención a la calidad de la infraestructura, a los encuentros en intersecciones con los vehículos motorizados, a la iluminación y a la superficie por donde se circulará.

- **Rutas directas**

Ayudan al ciclousuario a tener menores tiempos de viaje y a hacer un menor uso de su energía al momento de desplazarse. Donde los factores como la velocidad con fundamentales ya que esta debe permitir un viaje eficiente al ciclousuario y debe ir de la mano con la seguridad del usuario donde el ancho de la cicloruta sea el adecuado para que transiten sin problema alguno.

- **Atractividad**

Una cicloruta no solo debe ser coherente y directa, también debe ser atractiva para el usuario, este debe apreciar una seguridad referente a la visibilidad donde el ciclousuario perciba toda la superficie y evite posibles conflictos con los vehículos motorizados, donde no se perturbe su visibilidad por ningún objeto.

- **Comodidad**

El objetivo principal de la implementación de una cicloruta es brindar un viaje origen – destino adecuado y confortable para los usuarios, debemos tener en cuenta diferentes factores como la pendiente transversal donde esta no puede superar el 2%, la pendiente longitudinal o su inclinación debe ser la adecuada para que los usuarios la puedan usar adecuadamente, también debe poseer una adecuada vegetación, superficies no resbalosas y tener una infraestructura optima con ciclo parqueaderos y puntos de control.

Impactos inequitativos a la sociedad

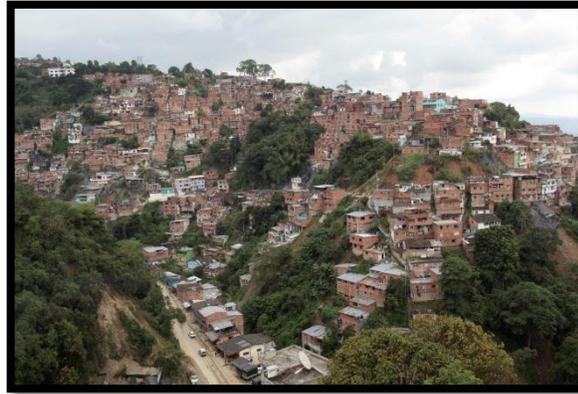
Al garantizar mayor equidad⁶¹ para las personas vulnerables o de escasos recursos, prioritariamente, es decir generar mejoras en la movilidad y accesibilidad, aumentaría considerablemente la economía de la ciudad ya que en su mayoría estas personas no poseen vehículo propio y representan aproximadamente el 80% de la población de una ciudad.

A continuación se muestra un asentamiento urbano en el barrio de Morrorrico localizado en la comuna 14 de la ciudad de Bucaramanga, el cual es ejemplo de

⁶¹ Tabla 1 – Objetivos de transporte sostenible para el área metropolitana de Bucaramanga. [PMM 2011 – 2030] Página 15

una densidad poblacional grande pero carece de una buena estructura vial y accesibilidad.

Figura 89. Urbanización de Morrорico, comuna 14 de Bucaramanga



Fuente: CDMB - <http://boletindenoticias.com.co/la-cdmb-invertira-5-mil-millones-en-control-de-la-erosion-en-bucaramanga/>

Otro criterio social muy importante que se tiene que tener en cuenta es complementar la infraestructura de la operación de los sistemas de transporte que en su mayoría no están planificadas, lo que significa que no responden a los criterios de accesibilidad⁶² universal (Personas discapacitadas).

Las personas con discapacidad o limitaciones físicas no solo tienen que acarrear con esto, sino que al mismo tiempo se ven excluidos en los diferentes ámbitos de la sociedad al no tener un auxilio adecuado el cual les preste un servicio eficiente en la movilidad. Lo ideal es hacer una cicloruta donde prevalezca la inclusión, donde cada persona sin importar su condición de discapacidad tenga un acceso preferencial que sea seguro, confortable y amigable. En la siguiente figura se muestra una persona discapacitada haciendo uso de la cicloruta.

⁶² PMM página 17 – Evaluaciones preliminares del desempeño del transporte en el área metropolitana de Bucaramanga.

Figura 90. Inclusión de persona en silla de ruedas a la cicloruta.



Fuente: Silla de ruedas en la cicloruta - <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/silla-de-ruedas-en-la-ciclorruta-313926.html>

En las siguientes figuras se presenta la accesibilidad para los invidentes en la carrera 27.

Figura 91. Accesibilidad para invidentes, carrera 27 con calle 36.



Fuente: Elaboración propia

En esta figura se observa un camino para invidentes, donde las tabletas están colocadas de manera adecuada ya que poseen continuidad y no cortan abruptamente ni tienen obstáculos que impidan su tránsito peatonal sobre ella. El único problema que hay en este lugar es que el ancho del andén es muy reducido (1,40m) y esto afecta a los peatones ya que algunas veces cuando hay un alto volumen de peatones algunos de estos optan por bajarse del andén y caminar por la vía arriesgando su integridad.

Figura 92. Acceso deficiente para invidentes en la carrera 27



Fuente: Elaboración propia

En este sector podemos observar una deficiente accesibilidad para invidentes, ya que corta abruptamente con el sardinel y conecta a un parqueadero, un sitio inseguro para un peatón con limitaciones visuales.

Figura 93. No priorización del peatón.



Fuente: Elaboración propia

En esta figura se observa la priorización que tiene el pozo de inspección de alcantarillado, lo cual obliga al peatón con discapacidad visual a hacer más movimientos e impidiéndole una ruta directa aumentando sus tiempos de viaje.

Figura 94. Accesibilidad para discapacitados e invidentes en la carrera 27 con calle 52.



Fuente: Elaboración propia

En este sector de la carrera 27 se observa un buen acceso con rampas para los discapacitados y un adecuado camino para invidentes, separados por bolardos altos en acero para su protección.

Figura 95. Acceso para discapacitados e invidentes en la carrera 27 con calle 32 (Parque de los niños).



Fuente: Elaboración propia

En esta figura se observa la correcta implementación de la rampa para discapacitados que tiene una pendiente no muy pronunciada la cual es adecuada para ellos, y las baldosas para invidentes tienen coherencia y continuidad.

Figura 96. Bloqueo de baldosa para invidentes.



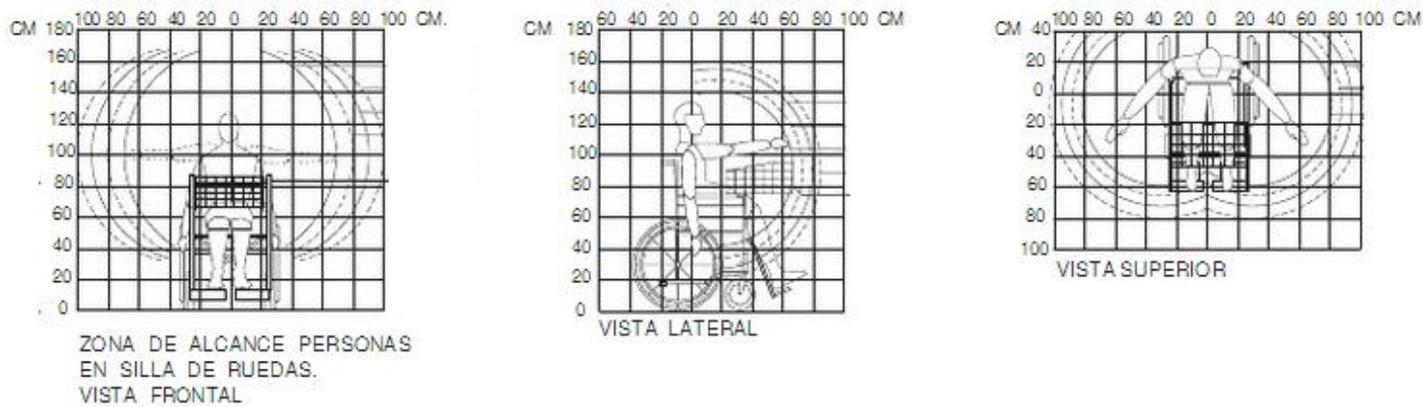
Fuente: Elaboración propia

En esta figura se observa una correcta implementación de las baldosas para invidentes pero al fondo de la imagen se puede observar como una vendedora ambulante obstaculiza el paso ya que está situada sobre esta.

11.6 DISTRIBUCION ESPACIAL PARA PERSONAS EN SILLAS DE RUEDAS

- **Alcance de personas en silla de ruedas**

Figura 97. Alcance de personas en silla de ruedas vista frontal, lateral y superior respectivamente



Fuente: Instituto Mexicano de Seguro Social – IMSS

- **Espacio para maniobrar una silla de ruedas**

Las personas en sillas de ruedas necesitan un radio de giro de 1,5 metros para maniobrar con comodidad su silla, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 98. Radio de curvatura mínimo para manejar con comodidad una silla de ruedas.



Fuente: Instituto Mexicano de Seguro Social - IMSS

11.7 IMPACTOS SOBRE LA SALUD⁶³

La obesidad y el sedentarismo son los factores de riesgo más representativos asociados a enfermedades crónicas como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la diabetes. La Organización Panamericana de la Salud llevó a cabo un estudio poblacional en América Latina y el Caribe durante el año 2002 que entre el 50 y 60 % de los adultos en esta región sufren de sobrepeso. En Estados Unidos esta cifra llega al 65% mientras que en Canadá está por el 45%.

Muchas ciudades latinoamericanas son vulnerables a caer en el sedentarismo y obesidad entre otras enfermedades ya que la sociedad adopta estilos de vida poco activos o tiene pocas oportunidades de hacer actividades físicas.

Estudios han demostrado que existe una relación inversamente proporcional entre la actividad física y las enfermedades crónicas en la población. Una posible solución son las ciclo vías que son programas que ya implementan muchas ciudades de Latinoamérica.

“La Ciclo vía es un programa fácilmente adaptable en el cual se hace un uso eficiente de los recursos y se proporciona a toda la población, sin distinciones, la oportunidad de realizar actividad física. Esto se logra mediante el cierre temporal de calles al tráfico motorizado generando espacios amplios y seguros para los peatones, corredores, ciclistas y otros medios no motorizados de recreación.”⁶⁴

Además de los beneficios a la salud es importante resaltar que la implementación de ciclo vías ofrece oportunidades de empleo y reduce la contaminación del aire que se genera por el tráfico.

A continuación se presentan las ciudades de América que se benefician con las ciclo vías.

63 Ciclovias recreativas de las americas – Pagina 1
http://cicloviarecreativa.uniandes.edu.co/english/advocacy/anexos/ESPANOL_final_vertical.pdf

64 Ciclovias recreativas de las americas – Pagina 2
http://cicloviarecreativa.uniandes.edu.co/english/advocacy/anexos/ESPANOL_final_vertical.pdf

Figura 99. Ubicación geográfica de las ciudades de América que implementan las ciclo vías.



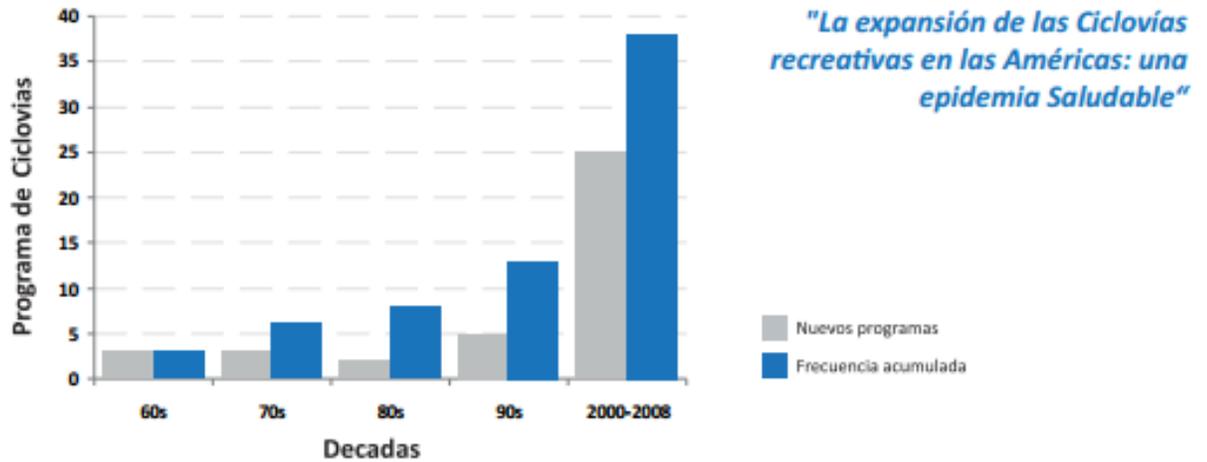
Fuente: Ciclo vías recreativas de las américas - http://cicloviarecreativa.uniandes.edu.co/english/advocacy/anexos/ESPANOL_final_vertical.pdf

Durante las últimas décadas se ha venido aumentando exponencialmente la implementación de programas de ciclo vías en el continente americano. Donde si una persona hace como mínimo 150 minutos semanales cumpliría con las horas mínimas de actividad física recomendada según el Departamento de Salud y Servicios Humanos (HSS) de Estados Unidos. Algunas de las enfermedades que se pueden prevenir haciendo lo anteriormente recomendado son: enfermedad

coronaria, enfermedad cerebro-vascular, diferentes tipos de cáncer, diabetes tipo 2, osteoporosis y depresión.

A continuación se presenta un gráfico de la expansión de las ciclovías en el continente Americano.

Gráfica 62. Expansión de las ciclovías en América.



Fuente: Ciclovías recreativas de las américas - http://cicloviarecreativa.uniandes.edu.co/english/advocacy/anexos/ESPANOL_final_vertical.pdf

11.8 ENCUESTA CICLO RUTA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA EN LA CARRERA 27 ENTRE CALLES 56 Y 32

El objetivo de esta encuesta es conocer la factibilidad y la aceptación que tendría una ciclo ruta en la ciudad de Bucaramanga y la probabilidad de que tenga éxito en el tramo comprendido entre la carrera 27 con calle 56 hasta la carrera 27 con calle 32 en el parque de los niños.

Análisis estadístico de la encuesta:

Esta encuesta se realizó a un total de 200 personas ubicadas en la UIS, SENA, UDI y personas del común.

1)

Gráfica 63. Distribución de porcentajes de la pregunta 1

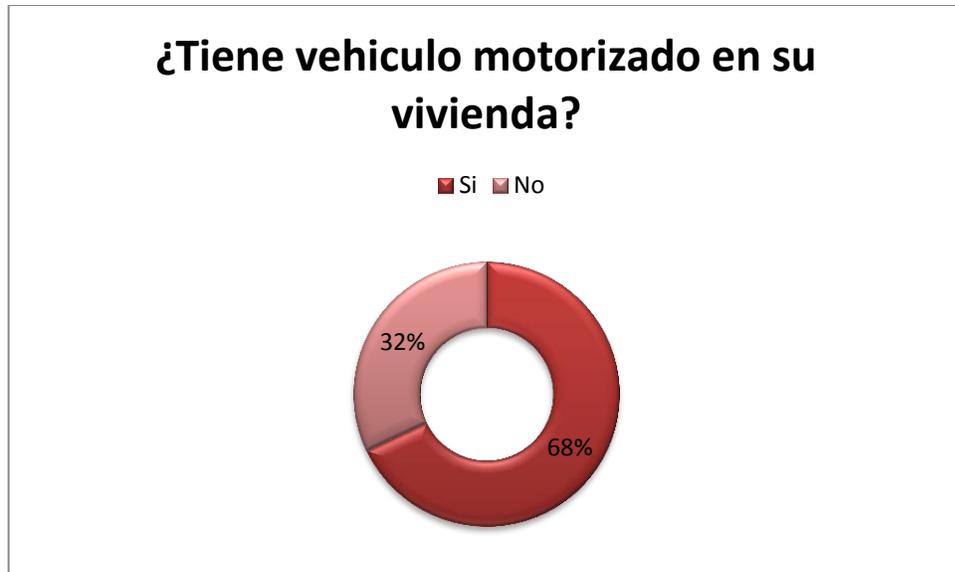


Fuente: Elaboración propia

Esta distribución de los porcentajes se da así ya que la encuesta se realizó en un sector universitario.

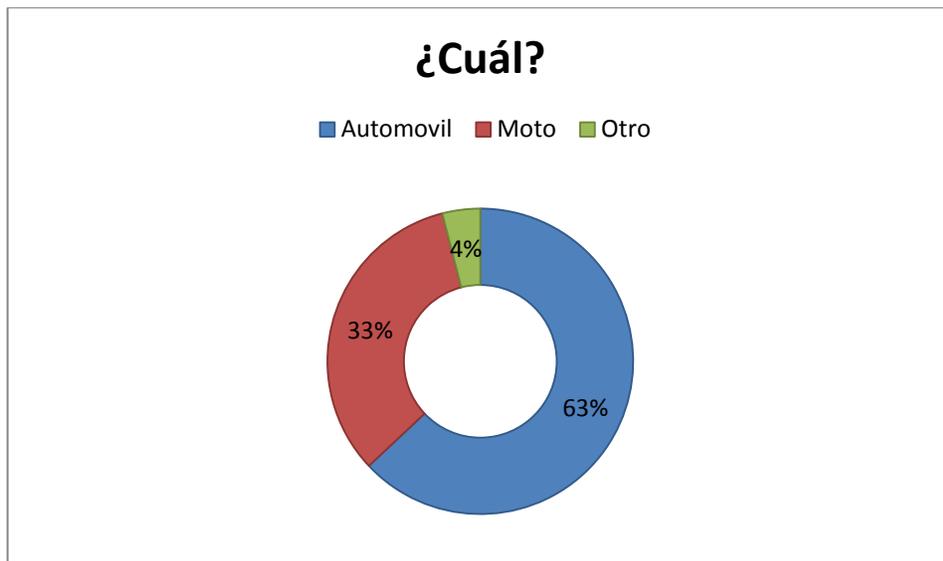
2)

Gráfica 64. Distribución de porcentajes pregunta 2a.



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 65. Distribución de porcentajes pregunta 2b.



Fuente: Elaboración propia

Estos porcentajes concuerdan con los conteos que se realizaron y con el parque automotor de la ciudad de Bucaramanga donde hay un alto dominio del automóvil.

3)

Gráfica 66. Distribución de porcentajes pregunta 3

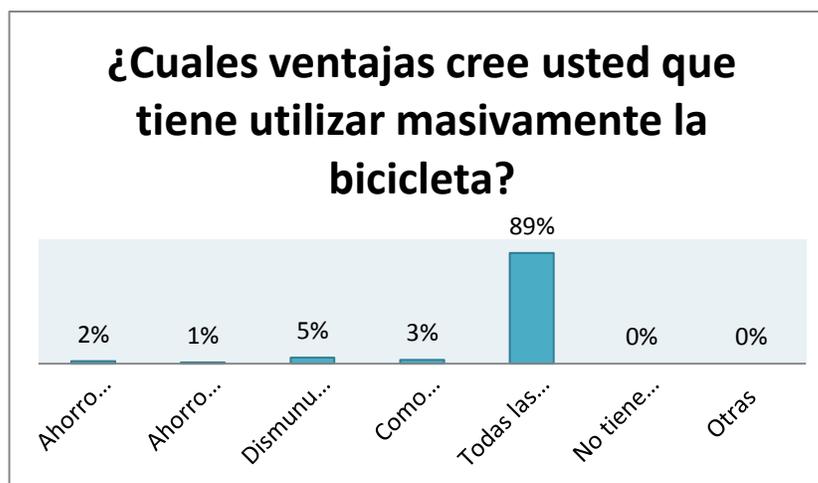


Fuente: Elaboración propia

En la zona encuestada hay alta demanda del transporte público ya que allí se encuentran los estudiantes de la UIS, UDI y SENA los cuales en su mayoría se movilizan por estos medios de transporte.

4)

Gráfica 67. Distribución de porcentajes pregunta 4.

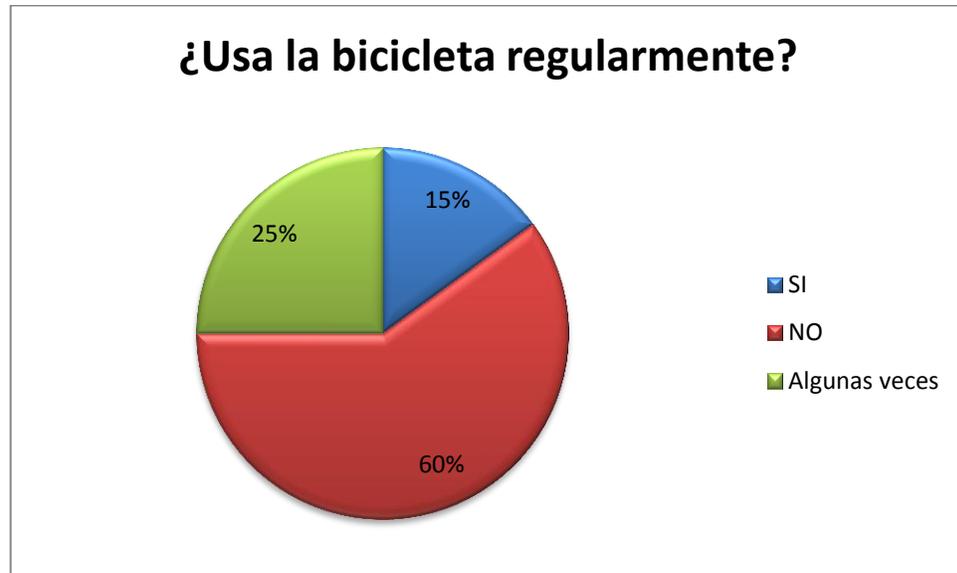


Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los encuestados concordaron que el uso constante de la bicicleta trae consigo múltiples beneficios para la economía y la salud.

5)

Gráfica 68. Distribución de porcentajes pregunta 5

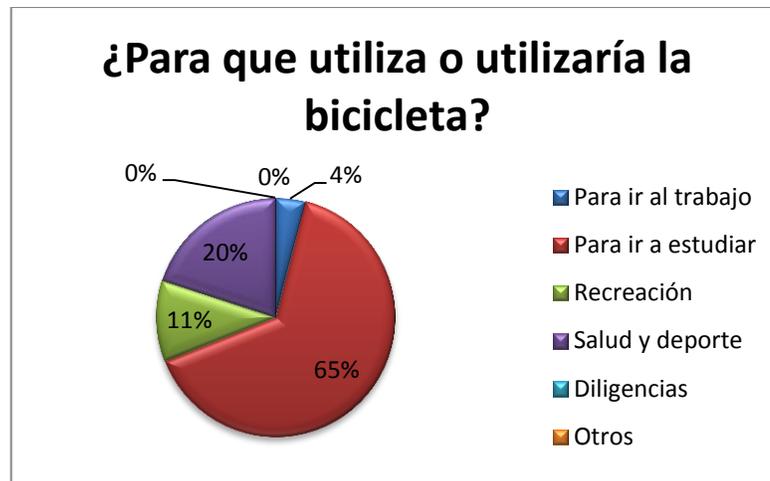


Fuente: Elaboración propia

El 60% de los encuestados se abstiene de usar la bicicleta, mientras que el 40% restante la usa regularmente o algunas veces. Esto se debe a que muchos de los estudiantes vienen de afuera de la ciudad y consiguen vivienda temporal cerca a sus sitios de prioridad y pueden desplazarse caminando y las personas que están establecidas en Bucaramanga viven alejados de sus lugares de trabajo o estudio por lo cual usan el transporte público para movilizarse.

6) Independientemente de su respuesta en la pregunta 5, responda:

Gráfica 69. Distribución de porcentajes pregunta 6.

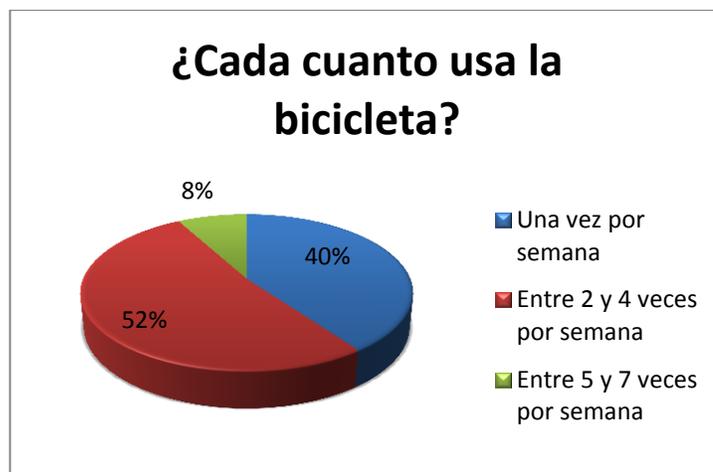


Fuente: Elaboración propia

Las personas encuestadas en su mayoría estudiantes concordaron en que usarían la bicicleta para ir a sus universidades pero también para beneficiar su salud por medio del ejercicio.

7)

Gráfica 70. Distribución de porcentajes pregunta 7.



Fuente: Elaboración propia

8) Si su respuesta a la pregunta 5 es no, responda:

Gráfica 71. Distribución de porcentajes pregunta 8.

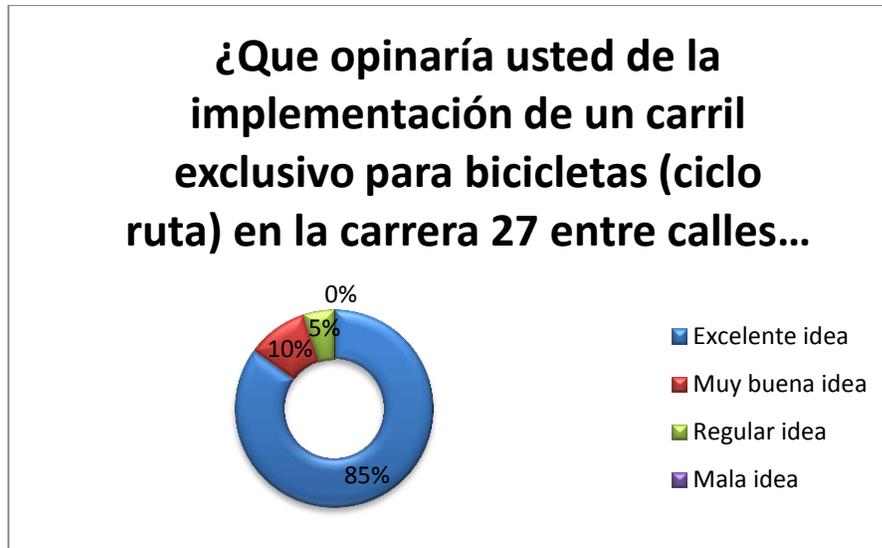


Fuente: Elaboración propia

La gran inconformidad que tienen los encuestados para no usar la bicicleta es porque no hay rutas especiales para estas sumando que hay un gran número de vehículos en este sector donde se podrían ocasionar conflictos entre los ciclistas y los vehículos motorizados.

9)

Gráfica 72. Distribución de porcentajes pregunta 9.

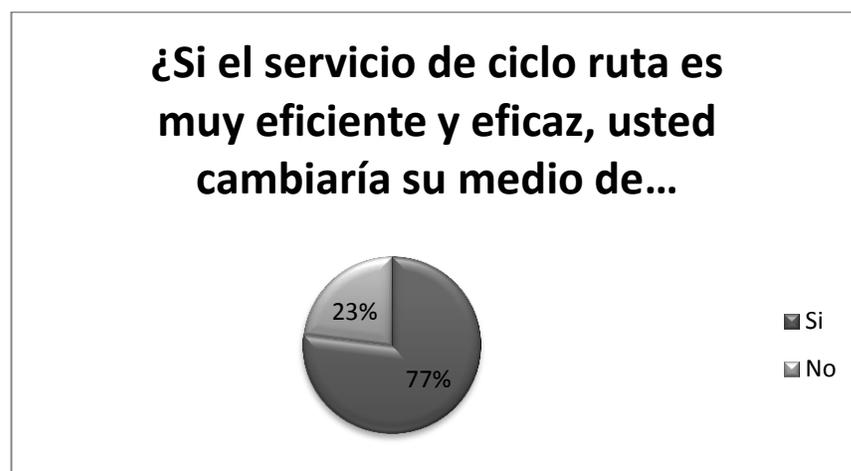


Fuente: Elaboración propia

Estos porcentajes reflejan la gran aceptación que tendría la implementación de una cicloruta en la carrera 27 entre calles 56 y 32.

10)

Gráfica 73. Distribución de porcentajes pregunta 10.



Fuente: Elaboración propia

11)

Gráfica 74. Distribución de porcentajes pregunta 11.



Fuente: Elaboración propia

Para las personas encuestadas lo más importante que debe tener una cicloruta es que sean amplias, donde no haya congestión de bici-usuario y que no interfieran con las personas discapacitadas, donde cada uno tenga espacio de maniobrar y adelantar libremente.

Si usted usa bus urbano o metrolínea responda:

12)

Gráfica 75. Distribución de porcentajes pregunta 12.



Fuente: Elaboración propia

13)

Gráfica 76. Distribución de porcentajes pregunta 13.

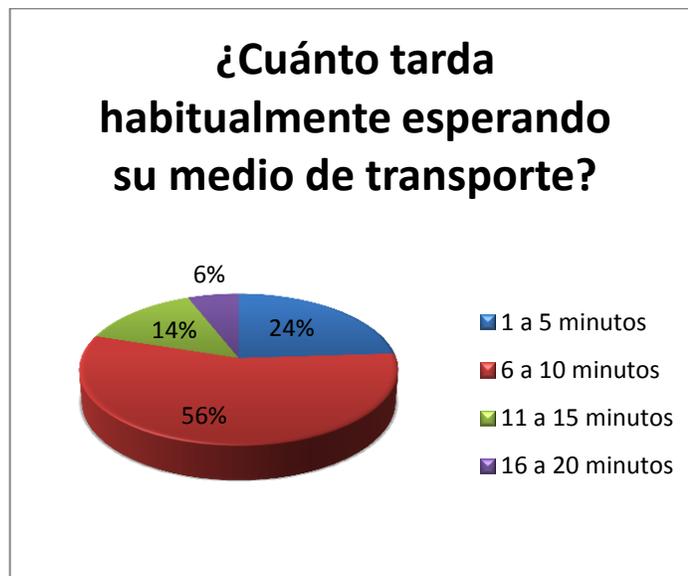


Fuente: Elaboración propia

El 82% de los encuestados camina de 1 a 5 cuadras lo cual quiere decir que gran parte de los encuestados vive cerca de una estación de metro línea o a un paradero de bus urbano.

14)

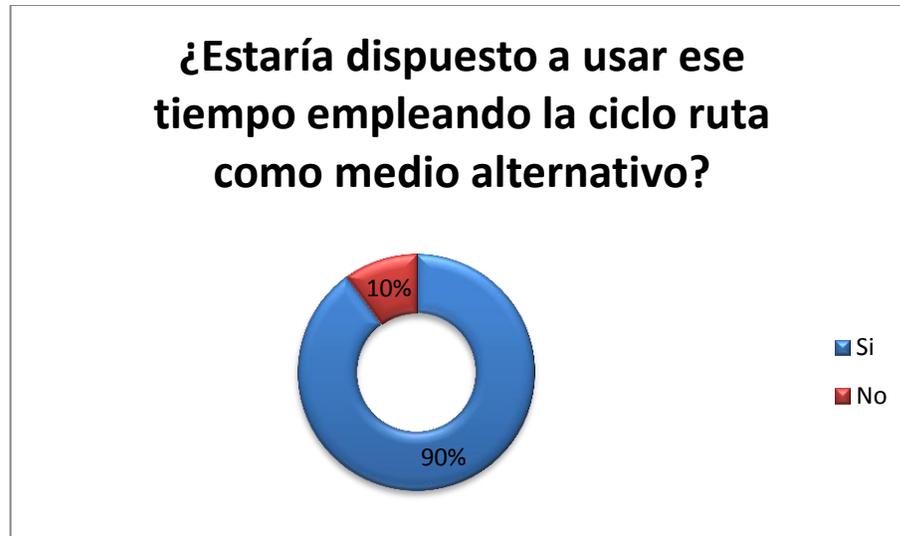
Gráfica 77. Distribución de porcentajes pregunta 14.



Fuente: Elaboración propia

15)

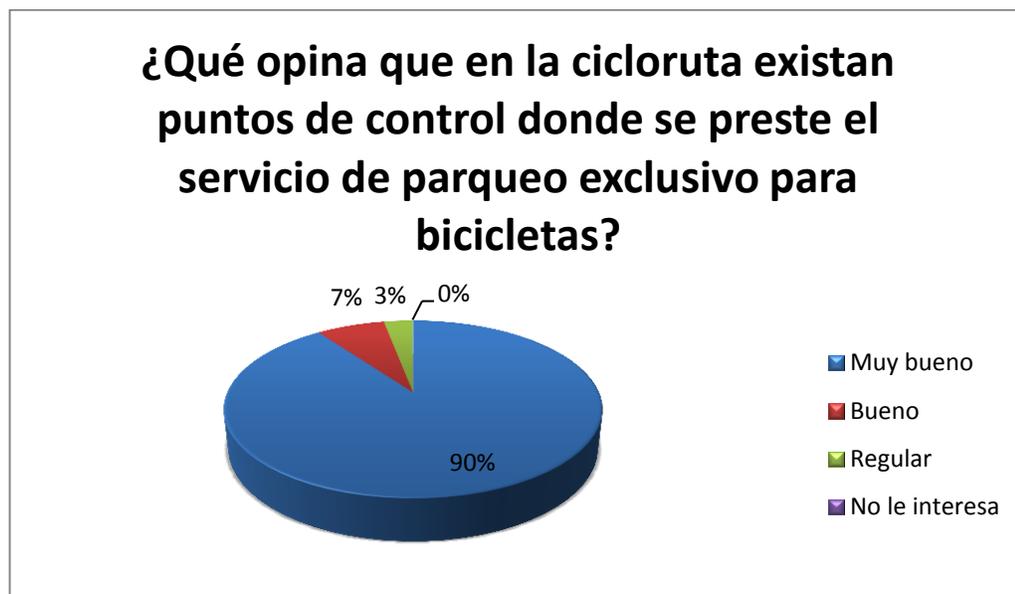
Gráfica 78. Distribución de porcentajes pregunta 15.



Fuente: Elaboración propia

16)

Gráfica 79. Distribución de porcentajes pregunta 16

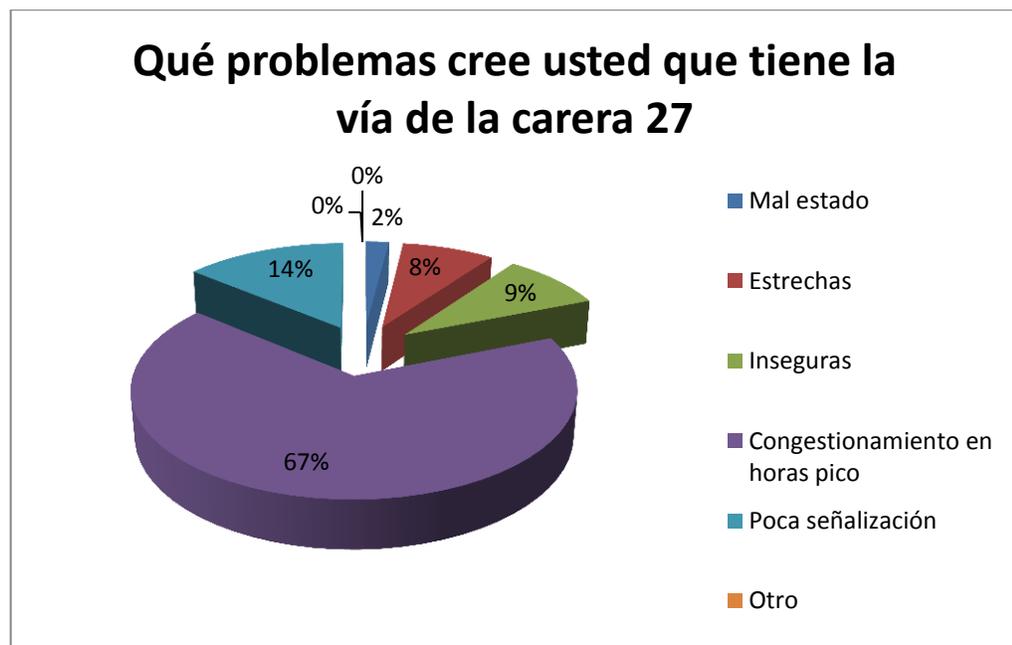


Fuente: Elaboración propia

Gran parte de los encuestados apoya la implementación de estructuras complementarias como lo son los ciclo-parqueaderos ya que en los pocos lugares que hay en la ciudad no tienen la suficiente seguridad para brindar un buen servicio.

17)

Gráfica 80. Distribución de porcentajes pregunta 17.



Fuente: Elaboración propia

El congestionamiento en horas pico es sin lugar a duda el factor más decisivo para la implementación de una ciclo ruta, ya que dependiendo del nivel de servicio que tenga la vía se harán los ajustes necesarios para que la ciclo ruta tenga un buen desempeño.

12 IMPACTO ECONOMICO

En Colombia cada vez es más sencillo adquirir un medio motorizado para transportarse, ya sea por financiamiento de estos o porque sacan al mercado vehículos más económicos. Pero muchas veces los compradores de los vehículos no tienen en cuenta los gastos adicionales que estos generan.

En este capítulo abordaremos los costos generados por la adquisición de vehículos motorizados, costos operacionales de cada usuario de vehículos motorizados comparados con los costos de los vehículos no motorizados, gastos e ingresos, costos por congestión, costos de infraestructura de una ciclo ruta y los costos de oportunidad.

12.1 COSTOS POR CONGESTION

Por congestión se entiende a la interacción de los usuarios de un sistema de transporte ya sea privado, publico, motorizado o no motorizado donde se produce una baja en el nivel de servicio

Estos costos hacen referencia al cobro de tarifas en las horas pico en ciertos lugares donde hay congestionamiento de vehículos, esto tiene como objetivo reducir el uso del automóvil.

España es uno de los países que sufre de congestión y anualmente los conductores y pasajeros pierden entre todos 420 millones de horas anuales que cuestan alrededor de 100 y 200 euros per cápita al año.

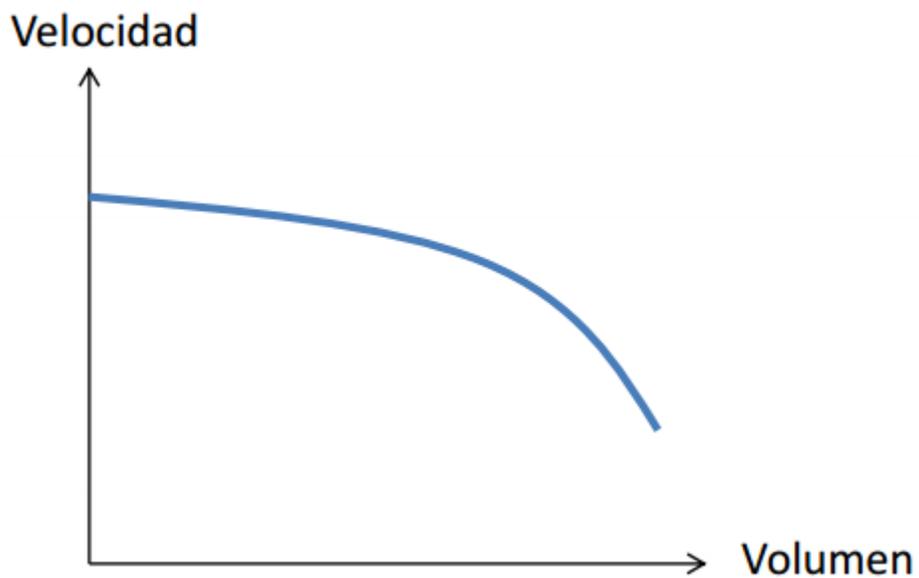
Las ciudades Colombianas no son tan diferentes donde el crecimiento poblacional, la densidad urbana y el crecimiento de los ingresos generan un aumento en la demanda de los viajes.

Según el diario El Tiempo, En Bogotá los usuarios de vehículos motorizados pierden alrededor de 420 horas anuales en atascos que cuestan en promedio 1.4 billones de pesos, cerca del 10% del presupuesto de la ciudad y son pocos los usuarios que buscan una alternativa diferente al automóvil o la motocicleta ya que el 15% de las personas sigue prefiriendo estos medios de transporte frente a un 13% de usuarios que optan por caminar o por la bicicleta.

A continuación se presenta las grafica de velocidad vs volumen donde se demuestra que a medida que aumentan los vehículos la velocidad disminuye.

Gráfica 81. Velocidad VS Volumen.

Son inversamente proporcionales, a mayor volumen menor velocidad.

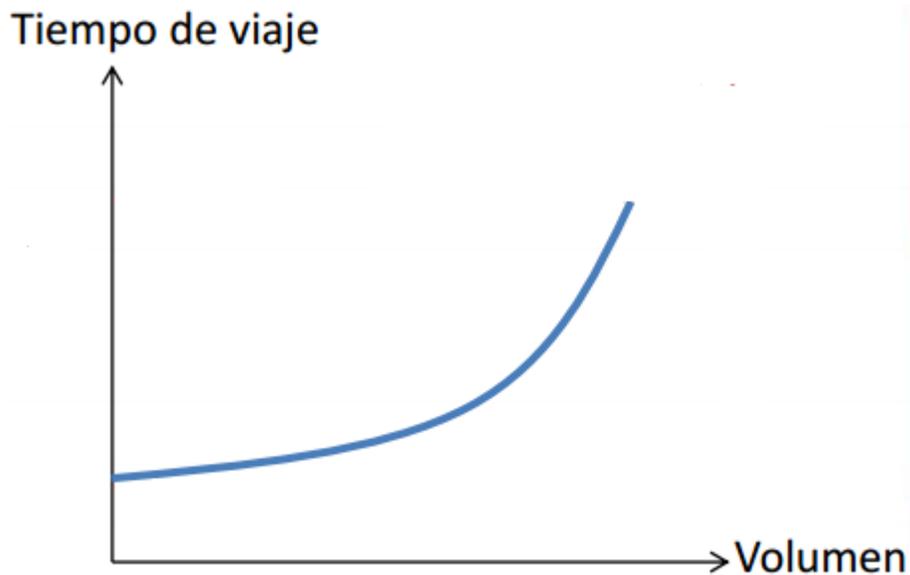


Fuente: CIE – UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

A continuación se presenta las grafica de velocidad vs volumen donde se aprecia que al aumentar los tiempos de viaje puede disminuir el nivel de servicio de la vía.

Gráfica 82. Tiempo de viaje VS Volumen

Son directamente proporcionales, a mayor volumen mayor tiempo de viaje.



Fuente: CIE – UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Una idea interesante la propuso el licenciado en ciencias biológicas y psicología de la Universidad de Barcelona, Salvador Rueda, el propone hacer súper cuadras de 400x400 metros, donde el 70% del espacio interior se destine a uso peatonal y de bicicleta, relegando los vehículos motorizados al exterior donde tienen menos espacio para su circulación, por otro lado también propone la implementación de peajes en ciertos puntos estratégicos de la ciudad y el aumento de las tarifas de los parqueaderos para desincentivar el uso del automóvil, de ser así se verían afectados cerca de 166 mil vehículos que hay en la ciudad de Bucaramanga.⁶⁵

Po esta razón es una gran opción la implementación de una cicloruta donde no solo se ahorraría dinero sino también los tiempos de viaje disminuirían en horas pico donde la movilidad es muy reducida.

65

Soluciones para la movilidad
http://debatesobrepobrezas.uniandes.edu.co/Historial_Expertos/168_expertos_trancon_03072012.asp?id=168

12.2 COSTOS POR ACCIDENTES DE TRANSITO

Son muchos los factores que inciden cuando ocurre un accidente automovilístico, algunos de estos son la imprudencia de los conductores, manejar a altas velocidades, en estado de embriaguez, fallas mecánicas, no mantener la distancia, distracciones, sueño, fatiga, adelantamientos prohibidos, la mala condición de la vía, etc. Todos estos factores la mayoría de las veces causan lesiones o en los peores casos un desenlace fatal.

El conductor el 85% de los casos tiene la responsabilidad directa o indirectamente por eso siempre recae la responsabilidad en él de conducir de forma precavida y lo contradictorio del tema es que solo el 5% de los conductores sufren lesiones o mueren en estos siniestros, por lo tanto los demás actores viales como los pasajeros, motociclistas, ciclistas y peatones son los que llevan la peor parte.

Una cifra alarmante es que al país le cuesta 2.5 millones de pesos un accidente de tránsito, esta cifra es la misma que le cuesta al país el estudio de un niño en dos años.

- **Una conducta costosa⁶⁶**

*“Un cuarto de las personas en accidentes sufre alguna lesión leve y la atención de cada uno de estos pacientes le cuesta al estado 500.000 pesos en promedio. **Este costo se incrementa en un 70 por ciento cuando hay consumo de alcohol involucrado**, es decir, que cada paciente puede llegar a costar más de 800.000 pesos.*

Como consecuencia, cada accidente cuesta, en promedio, 2,5 millones de pesos y sube a 3,9 millones cuando hay alcohol de por medio. Así, la accidentalidad vial, según un estudio de la Universidad de los Andes, cuesta un punto del Producto Interno Bruto (PIB), anualmente.

*El riesgo no es menor, si se toma en cuenta que solo en Bogotá, **1 de 250 personas conduce en estado de embriaguez**, pero esto empeora en Chía y Cali donde 1 de cada 167 y 1 de cada 111 hace lo mismo, respectivamente.”*

⁶⁶ Una conducta costosa, El tiempo - http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-13204678.html

Cerca de 100 mil accidentes de tránsito⁶⁷ se presentaron en Colombia durante el 2013, suponiendo que el alcohol no estuvo involucrado al país le costó cerca de \$250.000'000.000

$$\text{Costo accidentes de transito 2013} = (100.000) * (2'500.00)$$

$$\text{Costo accidentes de transito 2013} = 250.000'000.000$$

Con la implementación de una cicloruta segura, confiable y confortable se pueden disminuir los índices que accidentabilidad ya que algunos conductores optarían por la bicicleta como medio de transporte y disminuirían los vehículos en la vía dando así menos probabilidades de que ocurra un accidente reduciendo el costos que le cuestan estos al país.

12.3 COSTOS POR USUARIOS

La relación entre gastos en el transporte e ingresos individuales o familiares es un factor muy importante a analizar donde el automóvil es uno de los medios de transporte más costosos en las ciudades de América Latina.

A continuación se presenta una tabla con el estrato social y su porcentaje de ingresos mensuales gastados en transportarse.

Tabla 85. Relación entre los gastos de transporte y el ingreso familiar

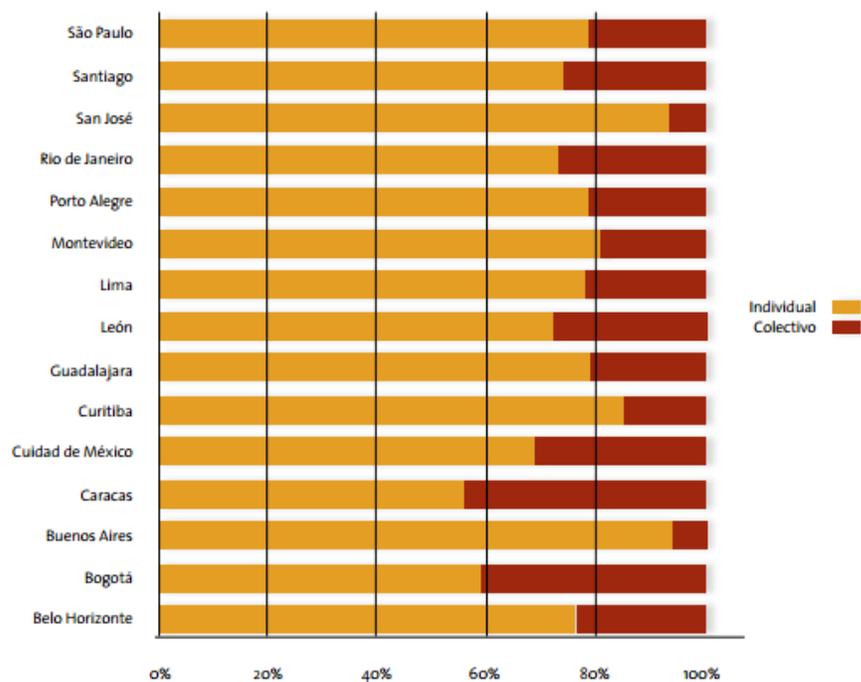
Estrato	% del ingreso
1	16
2	13
3	11
4	8
5	6
6	5

Fuente: Observatorio Bogotá, 2008.

⁶⁷ SENADO - <http://www.senado.gov.co/sala-de-prensa/noticias/item/18348-94582-accidentes-de-transito-se-han-registrado-en-colombia-en-lo-corrido-del-2013>

En la siguiente grafica se muestra los costos por habitante que se movilizan de modo individual o colectivo, donde se observa que las personas que se movilizan colectivamente ahorran 3 veces más que las que lo hacen individualmente en las principales ciudades latinoamericanas.

Gráfica 83. Gastos en transporte colectivo e individual en las principales ciudades de américa latina.



Fuente: CAF, OMU (2010)

Según estos datos, si las familias latinoamericanas decidieran implementar el uso de bicicleta sobretodo en viajes cortos, ellos se verían beneficiados en el aspecto económico ya que ahorrarían una importante parte de su salario para invertirlo en cosas más urgentes.

12.4 GASTOS AL ADQUIRIR UN VEHICULO

Cuando pensamos en adquirir un vehículo no solo debemos pensar en pagarlo y conducirlo, también debemos tener en cuenta algunos gastos que se generan automáticamente al obtenerlo.

- **Consumo de combustible**

Este es uno de los factores más importantes a la hora de adquirir un vehículo ya que este se tiene que abastecer constantemente de combustible, lo cual no es muy económico ya que Colombia está entre los 4 países con la gasolina más cara del mundo después de Noruega, Holanda y Reino Unido.

En Bucaramanga actualmente el galón de gasolina está en \$8.317,03 pesos y el galón de ACPM en 8.223,43 pesos como lo podemos observar en la siguiente tabla.

Tabla 86. Precio de los combustibles en las principales ciudades Colombianas.

CIUDAD	\$/g GASOLINA	\$/g ACPM
Bogotá	8.480,30	8.358,75
Cartagena	8.285,61	8.153,52
Barranquilla	8.323,88	8.179,40
Santa Marta	8.423,88	8.279,40
Montería	8.535,61	8.403,52
Sincelejo	8.485,61	8.353,52
Villavicencio	8.580,30	8.458,75
Pasto	5.757,09	5.954,19
Tunja	8.614,30	8.492,75
Bucaramanga	8.317,03	8.223,43
Medellín	8.436,86	8.401,30
Cali	8.472,33	8.483,12
Pereira	8.451,63	8.442,66
Manizales	8.452,90	8.435,17
Armenia	8.511,63	8.542,66
Ibagué	8.417,27	8.392,09
Neiva	8.505,33	8.455,40

Fuente: El espectador (31 de dic. 2013)

Por lo tanto si una persona promedio adquiere un vehículo de cilindraje de 1600 cm³ en Bucaramanga el cual consume 45⁶⁸ Km por galón y recorre semanalmente 140 Km quiere decir entonces que gastará mensualmente alrededor de \$ 103.500.

$$\$combustible\ mensual = \left(\frac{140Km}{45Km} \right) * \$8317.03 * 4\ semanas$$

$$\$combustible\ mensual = \$ 103.500,82$$

Esto es alrededor del 16% de un salario mínimo el cual se podría utilizar en gastos más primordiales como alimentación o vivienda.

- **Seguro automotriz**

Otro costo que se debe calcular es el valor del seguro contra todo riesgo. En promedio el valor de la prima equivale al 1 por ciento del valor comercial del carro que se compre.

El seguro obligatorio contra accidentes de tránsito o S.O.A.T cubre los riesgos y daños a causa de un incidente automovilístico.

Este seguro varía por el tipo de vehículo, cilindraje y año de este. Para un automóvil familiar de cilindraje 1600 c.c del año 2010 el S.O.A.T tiene un valor de \$282.200.

Tabla 87. Valor del S.O.A.T para vehículos familiares

Cilindraje Tons. y pas.	Modelo	Tarifa única			Valor Total
		Valor Prima	Valor Contribución	Valor RUNT *	
Menos de 1500 c.c. Menos de 5 pasajeros	De 2005 en adelante	153,533.00	76,767.00	1,400.00	231,700.00

⁶⁸ Nota: 45 Km es la distancia promedio que recorre un vehículo de cilindraje 1600 cm³. Tomado de <http://www.todoautos.com.pe/portal/auto/gnv-glp/6150-consumo-combustible-auto>

Menos de 1500 c.c. Menos de 5 pasajeros	De 2004 o anteriores	203,867.00	101,933.00	1,400.00	307,200.00
De 1500 a 2500 c.c. Menos de 5 pasajeros	De 2005 en adelante	187,200.00	93,600.00	1,400.00	282,200.00
De 1500 a 2500 c.c. Menos de 5 pasajeros	De 2004 o anteriores	233,000.00	116,500.00	1,400.00	350,900.00
Más de 2500 c.c. Menos de 5 pasajeros	De 2005 en adelante	218,867.00	109,433.00	1,400.00	329,700.00
Más de 2500 c.c. Menos de 5 pasajeros	De 2004 o anteriores	259,733.00	129,867.00	1,400.00	391,000.00

Fuente: Tarifas SOAT 2014 - <http://www.qbesoat.com/ES/mdscart/vertarifas>

- **Costo de mantenimiento**

“Ya desde el punto de vista técnico, según la marca es recomendable revisión y cambio de aceite y otros fluidos entre los 5 mil kilómetros o seis meses. Ese cambio en sitios especializados puede costar cerca de 90 mil pesos. Las revisiones de kilometraje tienen que ser incluidas. Cada 5 mil o cada 10 mil kilómetros, según la marca. Necesarias para conservar la garantía.

Las llantas deben cambiarse cada dos años en promedio, y para un automóvil su costo puede estar alrededor de los 500 mil pesos el tendido completo o un millón en camionetas. También deben presupuestarse las revisiones de frenos y sustitución de algunas piezas cada 20 mil kilómetros: unos 250 mil pesos.

Y no olvide temas como parqueaderos o peajes, si debe transitar de manera frecuente fuera de la ciudad.”⁶⁹

- **La depreciación**

Este es el valor que el auto va adquiriendo en base a su uso y de acuerdo al año de fabricación del auto, incluso se puede observar esto al momento de adquirirlo ya que solo por el hecho de que haya tenido un único dueño ya disminuye el valor del vehículo.

- **Matricula del auto e impuestos**

Los impuestos del primer año y todo lo necesario para la matrícula cuestan entre \$1,3 y \$1,5 millones dependiendo de la marca del vehículo.

12.5 COSTOS DE INFRAESTRUCTURA

En este punto abordaremos la totalidad de los costos de infraestructura que se necesita para la construcción de una cicloruta en la ciudad de Bucaramanga en la carrera 27 entre calles 56 y 32.

Aspectos a tener en cuenta:

Longitud de la cicloruta= 1715 metros.

Ancho de la cicloruta= 4.5 metros

Altura del separador= 0.25 metros

Ancho del separador= 2.0 metros Nota: dejando 0.5 metros donde están los postes de luz y los árboles como se muestra en la siguiente figura.

69 El colombiano -
[http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/M/mantenimiento_del_carro_ronda_\\$500_mil_al_mes/mantenimiento_del_carro_ronda_\\$500_mil_al_mes.asp](http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/M/mantenimiento_del_carro_ronda_$500_mil_al_mes/mantenimiento_del_carro_ronda_$500_mil_al_mes.asp)

Figura 100. Dimensiones del separador en la carrera 27



Fuente: Elaboración propia

- **Barandas metálicas**

Se utilizarán barandas metálicas M80 continuas por toda la cicloruta para separar el flujo motorizado de las bicicletas y sillas de ruedas.

Figura 101. Baranda metálica M80 a utilizar en la cicloruta



Fuente: Manual de especificaciones técnicas de diseño y construcción de parques y escenarios públicos en Bogotá D.C - IDR

- **Geo-textil**

Se utilizará Geo-textil T2100 el cual ayuda a la separación entre capas de materiales y proporcionar una capa drenante. Se ubicará entre la base granular y la carpeta asfáltica.

Figura 102. Geo-textil para pavimentación



Fuente: PAVCO - http://pavco.com.co/files/data/2011112373258_s_4.pdf

12.5.1 Presupuesto de la infraestructura de una cicloruta en la carrera 27 entre calles 56 y 32 en la ciudad de Bucaramanga

Tabla 88. Presupuesto de la infraestructura de una cicloruta en la carrera 27 entre calles 56 y 32 en la ciudad de Bucaramanga.

PROYECTO: CONSTRUCCION DE UNA CICLORUTA EN LA CARRERA 27 ENTRE CALLES 56 Y 32 EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA						
ITEM	DESCRIPCION	FORMULA	UM	CANT	VLR UNIT	VLR PARCL
1	PRELIMINARES					
1,1	Demolición de separador	1715m	ML	1715	\$ 2.989,22	\$ 5.126.512,30
1,2	Localiación y replanteo	1715m X4,5m	M2	7717,5	\$ 2.150,30	\$ 16.594.940,25
2	RELLENOS					
2,1	Subbase granular SBG_A	1715mX4mX0,14m	M3	960,4	\$ 61.600,00	\$ 59.160.640,00
2,2	Base granular BG-1 INVIAS	1715mX4mX0,08m	M3	548,8	\$ 73.080,00	\$ 40.106.304,00
2,3	Geotextil T2100	1715X4	M2	6860	\$ 4.854,60	\$ 33.302.556,00
3	PAVIMENTO					
3,1	Mezcla asfáltica MDC-3 e= 3 cm	0,03mX1715mX4,0m	M3	205,8	\$ 378.717,00	\$ 77.939.958,60
3,2	Emulsión asfáltica CRL-0	1715mX4m	M2	6860	\$ 1.390,84	\$ 9.541.162,40
4	OBRAS DE URBANISMO					
4,1	Sardinel H=25 cm, e=15cm Concreto 3000 PSI (fundido in-situ, premezclado, fonrmaleta y construcción		ML	3430	\$ 19.572,91	\$ 67.135.081,30
4,2	Baranda metálica M80 (instalado y pintado)		ML	3430	\$ 150.800,00	\$ 517.244.000,00
4,3	Cicloparqueaderos M101		UN	24	\$ 440.800,00	\$ 10.579.200,00
5	SEÑALIZACION					
5,1	Señalización vertical					
5,1,1	Señal doble cara para cicloruta paral 3m cada 100 m		UN	18	\$ 313.200,00	\$ 5.637.600,00
5,1,2	Señales de transito para ciclouuarios y discapacitados		UN	44	\$ 50.000,00	\$ 2.200.000,00
5,2	Señalización horizontal					
5,2,1	Demarcacion con pintura termoplastica para cicloruta (incluye suministro, aplicación) A= 10cm		ML	1715	\$ 5.568,00	\$ 9.549.120,00
					Total costos directos	\$ 854.117.074,85
					A.I.U (25%)=	\$ 213.529.268,71
					Costo total=	\$ 1.067.646.343,56

Fuente: Elaboración propia

El costo final de la infraestructura de la cicloruta le costará a la ciudad \$1.067'646.343, es un costo que vale la pena pagar por el beneficio de la movilidad en Bucaramanga. La implementación de esta traerá múltiples beneficios ya mencionados anteriormente. El mayor beneficio es un aumento en la calidad de la movilidad en este sector de la ciudad reduciendo los niveles de contaminación y así mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

13. CONCLUSIONES

- Se determinó con los datos recolectados en los aforos de conteos vehiculares, mediciones de pendiente y de anchos tanto de carriles como de separadores; que la carrera 27 actualmente cuenta con una infraestructura vial apta para el grueso tránsito que por allí circula durante todo el día; también, se dedujo que en sus horas de máxima demanda las cuales son normalmente entre 17:00 y 19:00 horas, la doble calzada soporta el flujo vehicular y la congestión en este horario solventándose de manera adecuada sin represamientos excesivos, sin demoras prolongadas; por lo que la construcción del carril de ciclo ruta es una solución parcial para alivianar cada vez más la congestión vehicular al reducir el flujo de vehículos motorizados y mejorar los tiempos para minimizar las demoras.
- Después de haber analizado el factor económico desde diferentes puntos de vista (costos por congestión, costos por accidentes de tránsito, costos por usuario, gastos al adquirir un vehículo y costos de infraestructura) se establece que la implementación de una cicloruta en la carrera 27 entre calles 56 y 32 es factible ya que representaría para la ciudad un ahorro significativo de recursos, los cuales se podrían implementar en otras necesidades básicas como alimentación, vivienda, estudio, entre otras. El costo de la construcción de la cicloruta representa una inversión a mediano plazo ya que se espera que se vean los resultados en unos cuantos meses mientras la sociedad se acopla a su uso cotidiano, mejorando la movilidad y el diario vivir de los ciudadanos.
- El impacto social que se genera a partir de las limitaciones en la movilidad dentro de una infraestructura vial de cualquier índole, es negativo con las condiciones actuales, como se comprobó en el capítulo 11. La ciclo ruta contemplada en este trabajo de grado presenta un esquema factible en donde la integración de ciclistas y personas en condición de discapacidad se vea reflejada diariamente, ayudando a estos últimos a encontrar un espacio de recreo, movilidad y esparcimiento óptimo en la ciudad; garantizando así, una mejor calidad de vida para la sociedad.
- Se evidencia que la implementación de la ciclo ruta ayuda a reducir los agentes contaminantes (Co, Nox, Voc) en el aire en un 13%, lo cual es factible ambientalmente para Bucaramanga, lo cual le ayuda a sumarse a las capitales del

mundo que apoyan la movilidad verde para mejorar el impacto positivo en el medio ambiente de sus infraestructuras vehiculares.

- La micro simulación con el software PTV visión VISSIM 5.3, ayudo a determinar que la ciclo ruta puede operar conjuntamente con los vehículos motorizados manteniendo las condiciones actuales de flujo, demoras y velocidades en la carrera 27; la disminución de vehículos esperada al implementar la ciclo-ruta, reducirá los flujos vehiculares y los tiempos de viaje; ayudando a alcanzar la meta de una ciudad sostenible.
- Los tres pilares de la sostenibilidad; el social, económico y ambiental, serian factibles con la implementación de una ciclo ruta, ya que esta mejoraría la cara de la ciudad en cada uno de los 3 aspectos, ayudando al desarrollo de la ciudad y generando liderazgo a nivel nacional e internacional.

14. RECOMENDACIONES

- Para la disminución vehicular en la hora de máxima demanda en la carrera 27 entre calles 56 y 32, se pueden tomar medidas restrictivas por medio de avisos que informen a los habitantes del área metropolitana que de 12:00 a 13:00 horas y de 17:00 a 19:00 horas se prohíbe el paso de vehículos pesados (C2G en adelante) y de vehículos particulares con un solo ocupante por vehículo, para evitar problemas de congestión durante este horario.
- Se podría conectar la ciclo ruta por la carrera 27 entre calles 56 y 32, con el plan de ciclo rutas que contempla el PMM 2011-2030 (**Anexo D**), con el fin de aumentar la cohesión social y conectividad en los recorridos en las calles y carreras importantes de toda Bucaramanga.
- Con el tiempo el gobierno de Bucaramanga puede modificar los buses articulados para que transporten ya sea, por dentro o por fuera de sí mismo, las bicicletas de los ciclo-usuarios, integrando así, el sistema de transporte masivo con el de las ciclo rutas.
- Las personas en condición de discapacidad deben ser prioridad a la hora de construir cualquier infraestructura civil, es por ello que se debe mejorar los senderos peatonales con las tabletas para invidentes y las rampas para personas en sillas de ruedas, ya que hay tramos de la carrera 27 que no cumple con la norma básica para atención a los discapacitados de cualquier índole.
- En un futuro se recomendaría retomar este trabajo de grado y realizar la proyección del tránsito futuro de Bucaramanga, para determinar si el flujo futuro afecta la implementación de la ciclo ruta; estos datos también servirían para realizar planes de contingencia con el fin de evitar congestionamientos.
- Se podría pensar a futuro en recortar unos centímetros de andenes en la carrera 27, ya que poseen bajo flujo de peatones y no afectaría el confort de estos, a comparación de la carrera 33 donde hay gran cantidad de peatones; lo anterior con el fin de aumentar los anchos del carril y mejorar la movilidad, evitando congestionamiento en horas punta.

- La alcaldía de Bucaramanga debería tener en cuenta programas en donde se incentive el uso de la bicicleta cotidianamente; fomentando la recreación sin ánimo de lucro.
- Es necesaria en la carrera 27, la implementación de semaforización con guía sonora para las personas en condición de discapacidad visual, ya que ningún semáforo de la carrera 27 en los tramos comprendidos de la calle 56 hasta la 32 lo posee.

15. BIBLIOGRAFIA

- James Cárdenas, Cal y Mayor, Ingeniería de tránsito: Fundamentos y aplicaciones, Edición 8°, Año 2007, Editorial Alfaomega, Ciudad de México.
- Miller Salas Rondón, Juan Guillermo Valdivieso: ecuaciones de contaminación vehicular, Año 2013, ciudad Bucaramanga.
- Escuela de ingeniería, Geomatica, gestión y optimización de sistemas. Plan de movilidad Área metropolitana 2011-2030. En: UIS portal virtual [en línea]. Disponible en: <http://albatros.uis.edu.co/eisi/images/Cartelera/Pdf/PMM%20Giron%202011%202030%20_web_cap0.pdf> [citado el 26 de febrero de 2014]
- Alcántara, Eduardo Vasconcellos, Análisis de la movilidad urbana, espacio, medio ambiente y equidad (Bogotá, Colombia, septiembre del 2010); En: dirección de infraestructura CAF [en línea]. Disponible en: <http://www.caf.com/media/3155/An%C3%A1lisis_movilidad_urbana.pdf> [citado el 27 de febrero de 2014].
- Posada Henao, John Jairo. Título: Efecto de la cantidad de carga en el consumo de combustible en camiones. Medellín (2012), 145 h. Tesis doctoral (Economista). Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/8440/1/71687832.2012.pdf>>. Universidad nacional, sede Medellín. Facultad de minas. Escuela de sistemas.
- CICLARAMANGA. Proyecto ciclo rutas de Bucaramanga: Programa 13: Sistema de transporte público, pág. 112. En: Archivos y documentos Ciclaramanga;< www.ciclaramanga.org>. Bucaramanga, 2012.
- Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate General for Passenger Transport. (1999) *The Dutch Bicycle Master Plan*. (pp. 38-46).
- Alvis Perez, Ingrid. Parque automotor del área creció un 12,5%. En: Semana.com [en línea]. Publicado 5 de febrero de 2012. Disponible en: <<http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/142167-parque-automotor-del-area-crecio-un-125>>. [citado el 20 de noviembre de 2013]

- Ministerio de transporte, Fondo de prevención vial. Guía de ciclo infraestructura (2013).
- Fondo de prevención vial, Anuario de accidentalidad en Colombia 2010. En: anales de la Universidad de los andes [en línea]. Disponible en: < <http://fpv.org.co/images/repositorioftp/ANUARIO-2010-V14.pdf> >. [citado el 12 de febrero del 2014].
- Swedish transport administration, Visión Cero. En: TRAFIKVERKET (2010); Disponible en: < www.trafikverket.se. >. [citado el 28 de febrero del 2014]
- Arboleda, German Vélez. El tránsito, el transporte y la cultura urbana. En: ICESI (2008) [en línea]. Ingeniero civil; universidad nacional (Risaralda). Disponible: <https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/publicaciones_icesi/article/view/731/731>.

HORA		Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	Q5	Q15	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	Q5	Q15	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	Q5	Q15	Autos	Motos	Pesados	Bicicletas	Metrolinea	Q5	Q15	
6:00-6:05	6:00-6:15	89	51	0	0	0	140		109	56	2	0	0	167		98	78	3	0	0	179		24	34	0	0	0	0	58	
6:05-6:10		92	45	0	2	0	139		94	49	4	0	0	147		87	70	4	0	0	161		26	35	0	0	0	0	61	
6:10-6:15		101	59	1	0	2	163	442	84	64	1	0	2	151	465	88	70	2	1	2	163	503	23	39	0	2	1	1	65	184
6:15-6:20	6:15-6:30	86	47	0	0	0	133		111	51	0	2	0	164		102	82	0	1	0	185		24	49	0	3	0	0	76	
6:20-6:25		117	78	1	1	2	199		123	85	3	2	2	215		104	83	3	0	0	190		34	38	2	0	1	1	75	
6:25-6:30		95	48	2	1	0	146	478	108	52	0	0	89	249	629	89	71	0	2	2	164	539	36	51	0	2	1	1	90	241
6:30-6:35	6:30-6:45	73	52	0	2	1	128		117	57	0	0	93	267		93	74	2	0	0	169		38	45	0	1	0	0	84	
6:35-6:40		147	82	0	1	1	231		132	89	3	1	0	225		113	90	1	2	0	206		40	41	1	1	0	0	83	
6:40-6:45		94	35	2	3	0	134	493	133	42	2	0	2	179	671	117	94	4	3	2	220	595	42	53	0	0	0	1	96	263
6:45-6:50	6:45-7:00	164	83	1	3	2	253		132	100	4	2	0	238		131	105	3	1	1	241		34	39	0	0	0	0	73	
6:50-6:55		155	95	0	1	0	251		141	114	2	0	1	258		132	106	2	0	0	240		54	37	2	4	0	0	97	
6:55-7:00		93	69	1	1	0	164	668	104	83	5	1	0	193	688	120	96	0	2	0	218	698	34	43	0	1	2	0	80	250
7:00-7:05	7:00-7:15	83	60	2	1	2	148		125	72	1	3	1	202		127	102	3	3	2	237		23	36	0	1	0	0	60	
7:05-7:10		143	64	0	0	0	207		115	77	4	2	1	199		122	97	5	2	1	227		25	34	1	0	0	0	60	
7:10-7:15		71	42	1	0	1	115	470	99	55	2	0	1	157	557	138	110	3	1	1	253	717	27	47	2	0	2	0	78	198
7:15-7:20	7:15-7:30	79	45	2	2	1	129		104	59	5	1	0	169		142	113	6	0	1	262		43	52	1	6	0	0	102	
7:20-7:25		81	60	0	1	0	142		81	78	3	4	0	166		145	87	3	0	0	235		25	44	1	2	0	0	72	
7:25-7:30		80	47	1	1	1	130	401	93	61	7	0	2	163	498	134	80	0	0	0	214	711	22	39	3	2	2	0	68	242
7:30-7:35	7:30-7:45	76	56	0	0	0	132		86	73	3	2	1	165		146	88	0	2	2	238		34	51	0	1	0	0	86	
7:35-7:40		101	81	4	2	0	188		103	105	5	4	1	218		154	92	0	3	1	250		35	45	0	3	0	0	83	
7:40-7:45		94	67	1	0	2	164	484	97	87	2	6	1	193	576	181	108	2	2	0	293	781	37	42	0	5	2	0	86	255
7:45-7:50	7:45-8:00	106	71	2	1	0	180		114	92	7	7	0	220		164	99	1	2	1	267		34	40	1	2	0	0	77	
7:50-7:55		87	56	0	0	0	143		125	73	2	8	2	210		160	96	0	1	1	257		35	34	0	2	0	0	71	
7:55-8:00		98	71	3	0	2	174	497	114	92	2	5	0	213	643	155	93	2	0	0	250	774	54	36	0	2	2	0	94	242
8:00-8:05	8:00-8:15	89	51	0	2	0	142		112	66	2	5	2	187		163	101	3	1	2	270		51	49	0	3	1	0	104	
8:05-8:10		92	56	0	1	0	149		98	73	0	2	1	174		170	113	0	2	0	285		45	34	2	2	0	0	83	
8:10-8:15		83	61	0	0	1	145	436	87	79	2	0	1	169	530	162	121	3	0	0	286	842	43	35	2	1	0	0	81	268
8:15-8:20	8:15-8:30	86	45	3	0	1	135		89	59	4	0	0	152		167	104	2	0	1	274		44	42	2	2	1	0	91	
8:20-8:25		74	34	1	1	0	110		112	44	0	2	1	159		157	87	4	0	1	249		41	44	1	3	0	0	89	
8:25-8:30		65	48	2	0	0	115	360	89	62	0	1	0	152	463	153	89	0	3	0	245	768	40	43	1	2	1	0	87	267
8:30-8:35	8:30-8:45	67	52	1	2	2	124		104	68	3	4	1	180		148	94	4	2	1	249		36	41	0	4	0	0	81	
8:35-8:40		71	43	2	0	0	116		98	56	5	3	0	162		153	76	5	1	1	236		33	40	0	2	1	0	76	
8:40-8:45		61	57	0	3	0	121	361	98	74	3	0	2	177	519	136	78	0	1	1	216	701	33	24	1	2	0	0	60	217
8:45-8:50	8:45-9:00	82	45	1	3	2	133		94	59	1	0	0	154		128	79	3	0	1	211		34	26	2	3	1	0	66	
8:50-8:55		73	67	1	0	0	141		106	87	6	0	1	200		135	80	0	3	1	219		28	27	3	2	0	0	60	
8:55-9:00		58	51	0	1	0	110	384	98	66	3	0	1	168	522	107	85	4	2	1	199	630	27	23	2	1	0	0	53	179

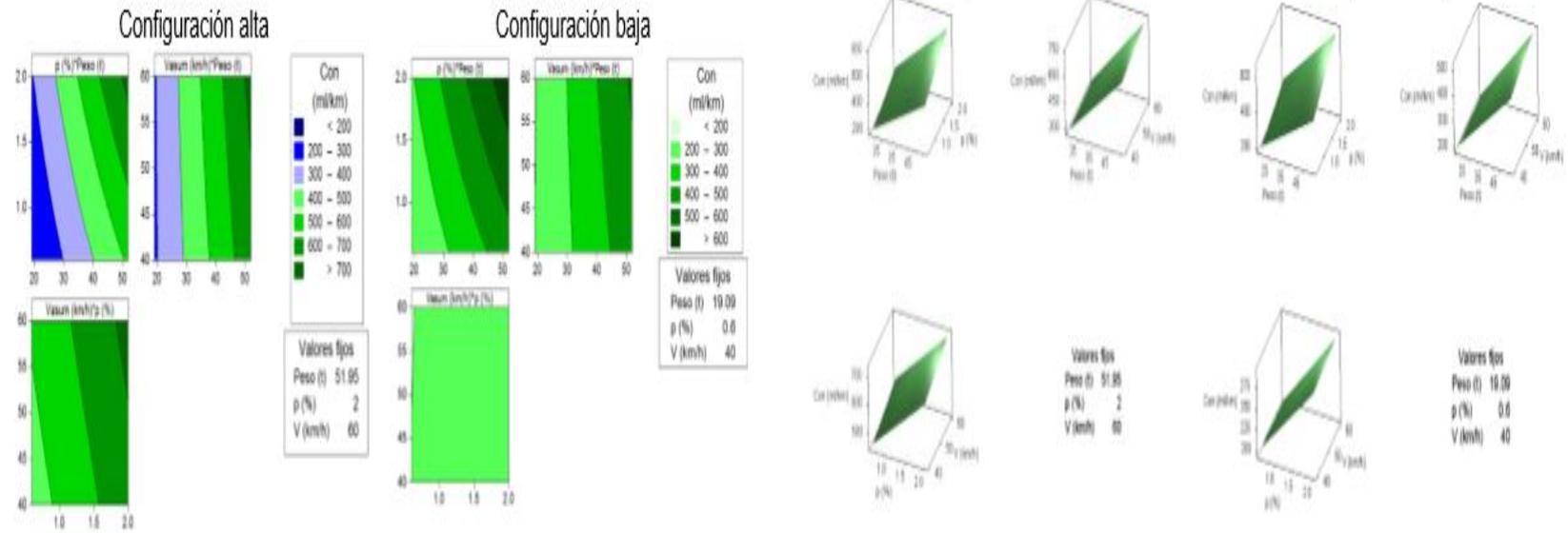
9:00-9:05	10:00	62	44	3	1	1	111	341	114	57	5	0	1	178	557	110	87	0	3	0	200	628	32	41	6	2	2	83	231
9:05-9:10		67	47	2	3	1	120		126	61	5	1	1	194		103	112	4	2	0	221		41	34	1	0	0	76	
9:10-9:15		53	52	4	1	0	110		109	68	5	3	1	185		97	103	5	0	2	207		40	31	1	0	0	72	
9:15-9:20		57	59	0	2	1	119		96	77	4	2	0	178		87	87	0	0	1	175		41	30	0	2	1	74	
9:20-9:25		69	57	1	0	1	128		130	74	7	5	0	216		88	56	2	1	0	147		36	27	0	1	1	65	
9:25-9:30		73	61	5	2	1	142		135	79	6	0	1	221		87	76	3	1	0	167		34	45	2	3	0	84	
9:30-9:35		76	43	2	2	0	123		128	56	4	0	2	190		86	101	1	1	2	191		32	34	0	0	0	66	
9:35-9:40		87	67	4	1	1	160		120	87	3	0	0	210		98	56	3	1	1	159		45	38	0	0	1	84	
9:40-9:45		96	76	5	1	1	179		139	99	5	2	1	245		99	57	1	0	1	158		46	39	1	0	0	86	
9:45-9:50		103	86	2	1	0	192		137	112	6	0	1	256		94	76	1	1	0	172		57	28	0	2	1	88	
9:50-9:55	104	87	6	2	0	199	138	113	7	1	0	259	87	77	3	1	0	168	78	38	0	3	0	119					
9:55-10:00	112	103	6	3	2	226	123	134	4	3	0	264	89	80	4	1	1	175	57	38	2	3	0	100					
10:00-10:05	11:00	113	101	3	2	0	219	627	134	131	6	2	1	274	767	97	54	6	3	1	161	508	78	37	1	0	1	117	326
10:05-10:10		116	87	0	1	0	204		136	113	4	1	1	255		105	67	4	2	0	178		91	23	0	0	0	114	
10:10-10:15		104	93	5	0	2	204		113	121	3	0	1	238		106	56	3	3	1	169		70	24	0	1	0	95	
10:15-10:20		131	98	2	0	0	231		131	127	4	4	2	269		115	61	6	2	1	185		59	23	0	1	1	84	
10:20-10:25		139	118	4	0	1	262		120	153	3	4	0	280		113	78	3	1	0	195		78	24	0	1	0	103	
10:25-10:30		115	109	5	0	1	230		123	142	4	2	0	270		123	82	4	0	0	209		70	26	2	2	1	101	
10:30-10:35		104	101	2	0	0	207		113	131	5	3	1	253		105	71	0	0	2	178		65	34	0	0	0	99	
10:35-10:40		98	98	3	2	0	201		123	127	7	4	0	261		110	66	4	2	0	182		64	36	0	0	1	101	
10:40-10:45		121	78	1	3	2	205		105	101	5	0	1	212		100	75	3	1	0	179		58	24	1	0	0	83	
10:45-10:50		114	95	4	1	0	214		108	124	9	0	1	241		95	85	2	2	1	185		52	22	1	2	1	78	
10:50-10:55	123	105	5	1	0	234	112	137	3	0	2	253	114	85	7	1	2	209	61	22	0	1	0	84					
10:55-11:00	124	98	4	2	1	229	104	127	5	0	0	237	118	83	4	2	0	207	74	34	0	2	1	111					
11:00-11:05	12:00	108	76	5	1	1	191	596	94	99	2	0	1	196	612	129	66	5	1	1	202	571	97	37	0	2	0	136	364
11:05-11:10		126	79	3	3	1	212		95	103	7	0	0	205		117	69	4	1	1	192		62	48	0	2	0	112	
11:10-11:15		111	78	3	1	0	193		105	101	4	0	1	211		101	70	5	1	0	177		71	43	0	1	1	116	
11:15-11:20		121	79	4	2	0	206		114	103	4	2	1	224		78	65	3	2	0	148		129	42	2	1	0	174	
11:20-11:25		104	93	4	1	2	204		101	121	4	0	0	226		79	54	3	0	1	137		142	44	2	1	0	189	
11:25-11:30		123	101	4	0	0	228		114	131	5	2	2	254		99	53	5	0	0	157		124	44	0	3	1	172	
11:30-11:35		124	64	3	0	0	191		129	74	3	0	0	206		118	54	1	0	1	174		103	44	0	2	0	149	
11:35-11:40		98	53	5	0	2	158		101	50	1	1	2	155		94	56	0	1	1	152		83	41	3	1	0	128	
11:40-11:45		112	61	6	0	0	179		123	57	0	1	0	181		101	65	4	2	0	172		78	37	2	1	1	119	
11:45-11:50		134	79	2	2	0	217		139	84	3	1	2	229		129	74	2	1	2	208		100	29	0	1	0	130	
11:50-11:55	112	60	4	0	2	178	121	70	2	1	0	194	102	50	1	1	0	154	114	29	2	2	0	147					
11:55-12:00	150	101	1	2	0	254	124	106	1	0	2	233	175	96	2	0	2	275	637	75	30	0	2	1	108				

12:00-12:05	13:00	146	107	0	0	0	252	187	117	0	1	0	305	104	96	3	1	0	204	78	54	0	0	0	132			
12:05-12:10		176	108	2	1	2	289	175	108	3	2	2	290	177	107	3	2	2	291	87	67	2	0	0	156			
12:10-12:15		106	73	4	0	0	183	724	116	83	2	2	0	203	798	96	63	2	2	0	163	658	67	66	3	0	2	138
12:15-12:20		180	130	3	0	1	314	190	140	1	1	1	333	170	120	1	1	2	294	89	53	1	3	1	147			
12:20-12:25		115	85	4	0	1	205	125	95	1	0	1	222	105	75	0	0	0	180	87	53	2	2	1	145			
12:25-12:30		158	104	3	1	0	266	785	163	109	3	1	0	276	831	153	99	3	4	1	260	734	90	55	1	1	1	148
12:30-12:35		116	69	3	2	2	192	126	79	1	2	1	209	106	59	2	2	1	170	69	45	2	3	1	120			
12:35-12:40		167	126	2	3	1	299	176	136	0	0	2	314	158	116	5	3	0	282	90	47	2	0	0	139			
12:40-12:45		118	86	4	0	1	209	700	123	91	2	2	0	218	741	113	81	2	3	0	199	651	92	47	2	0	1	142
12:45-12:50		129	104	6	0	0	239	134	105	4	1	2	246	124	102	3	1	2	232	87	48	2	2	1	140			
12:50-12:55		107	88	3	1	0	199	112	79	2	1	0	194	101	97	0	0	0	198	88	54	4	1	1	148			
12:55-13:00		103	83	4	3	2	195	632	119	87	2	0	2	210	650	87	78	4	2	2	173	603	85	51	5	3	0	144
13:00-13:05	14:00	98	65	3	0	0	166	123	98	0	2	0	223	102	56	4	1	0	163	78	47	2	2	1	130			
13:05-13:10		95	76	3	2	0	176	134	87	0	0	1	222	89	45	4	1	0	139	77	56	3	1	0	137			
13:10-13:15		102	56	2	3	2	165	507	114	49	0	0	0	163	608	94	46	2	0	2	144	446	89	45	5	2	0	141
13:15-13:20		88	57	3	0	0	147	91	59	4	0	0	154	104	57	1	1	0	163	92	44	1	3	1	141			
13:20-13:25		91	60	4	0	1	156	84	62	2	1	2	151	105	57	3	1	2	168	101	44	3	3	0	151			
13:25-13:30		99	63	5	1	1	169	473	91	65	3	2	0	161	466	98	59	3	0	0	160	491	102	43	2	4	1	152
13:30-13:35		97	69	3	1	0	170	90	71	0	0	0	161	91	67	2	0	2	162	110	27	1	4	0	142			
13:35-13:40		99	71	6	0	1	178	91	74	6	0	1	172	90	56	3	0	1	150	98	37	1	5	1	142			
13:40-13:45		117	84	3	3	1	208	556	107	87	1	2	1	199	531	90	43	0	0	1	134	446	90	34	1	3	0	128
13:45-13:50		131	87	2	1	1	222	121	90	2	0	0	213	87	44	3	0	2	136	103	34	0	2	1	140			
13:50-13:55		104	101	4	0	0	209	96	104	0	1	0	201	76	34	0	0	1	111	104	34	0	3	0	141			
13:55-14:00		114	104	2	2	0	222	653	105	107	3	0	1	216	630	70	35	0	0	1	106	353	103	33	2	2	1	141
14:00-14:05	15:00	136	124	1	0	2	263	125	129	2	1	2	259	67	34	1	2	0	104	89	32	3	5	0	129			
14:05-14:10		121	128	2	2	1	254	111	132	5	1	0	250	56	65	0	1	0	122	92	56	2	4	1	155			
14:10-14:15		137	101	5	3	0	246	763	126	104	3	0	2	236	744	58	57	3	1	1	120	346	113	54	1	7	0	175
14:15-14:20		136	107	3	4	1	251	125	111	0	0	0	236	68	54	2	2	0	126	112	43	2	3	1	161			
14:20-14:25		144	115	0	0	0	258	132	119	2	0	0	253	63	53	5	1	0	122	118	49	3	2	0	172			
14:25-14:30		124	109	0	0	2	235	744	114	113	0	0	1	228	716	65	63	3	2	1	134	382	104	57	0	2	1	164
14:30-14:35		144	124	3	3	1	276	133	129	3	3	1	269	78	60	2	2	1	143	102	57	0	2	0	161			
14:35-14:40		129	117	4	1	1	251	118	121	2	0	1	242	79	50	1	3	0	133	106	58	0	1	1	166			
14:40-14:45		105	107	6	0	0	218	745	97	111	5	4	0	217	727	67	30	4	0	2	103	379	112	65	0	2	0	179
14:45-14:50		100	97	3	0	0	200	92	101	0	0	1	194	83	33	2	0	0	118	78	63	3	4	1	149			
14:50-14:55		102	97	5	1	2	207	94	101	7	1	0	202	87	34	4	0	1	126	78	59	2	5	0	144			
14:55-15:00		109	104	2	1	1	216	624	100	107	3	1	0	211	607	88	23	3	0	1	115	359	98	55	3	4	1	161

15:00-15:05	16:00	103	102	3	1	1	210	598	109	98	4	0	2	213	603	88	24	3	0	2	117	396	95	62	4	3	1	165	446					
15:05-15:10		98	87	2	1	1	189		99	98	2	1	1	201		90	36	3	1	0	130		70	61	0	2	1	134						
15:10-15:15		15:00-15:15	112	87	0	0	0		199	93	94	2	0	0		189	100	45	2	2	0		149	78	66	0	3	0		147	446			
15:15-15:20		93	89	1	0	1	184		87	87	0	2	0	176		101	48	1	2	1	153		87	37	1	4	0	129						
15:20-15:25		94	86	0	0	0	180		112	78	0	0	1	191		98	54	9	1	1	163		76	41	2	2	2	123						
15:25-15:30		15:15-15:30	105	84	2	1	2		194	558	104	67	3	1		1	176	543	112	54	4		2	0	172	488	89	40		3	3	0	135	387
15:30-15:35		103	83	0	0	1	187		98	69	4	2	1	174		113	53	3	1	1	171		90	45	0	4	0	139						
15:35-15:40		105	81	3	1	0	190		104	57	5	1	0	167		104	54	5	0	1	164		93	65	0	4	2	164						
15:40-15:45		15:30-15:45	95	73	5	2	0		175	552	105	56	2	0		2	165	506	109	76	2		0	0	187	522	78	55		0	3	1	137	440
15:45-15:50		87	74	4	1	1	167		110	60	4	2	1	177		113	45	4	2	1	165		89	62	1	2	1	155						
15:50-15:55	89	83	2	2	0	176	103	80	3	0	2	188	118	39	0	3	1	161	88	62	1	1	1	153										
15:55-16:00	15:45-16:00	87	76	2	3	1	169	512	112	98	2	1	1	214	579	105	56	0	2	0	163	489	95	67	1	1	0	164	471					
16:00-16:05	17:00	79	71	2	2	1	155	106	94	2	1	0	203	123	60	0	3	0	186	95	67	1	2	0	165	510								
16:05-16:10		80	58	3	1	1	143	97	105	2	3	0	207	123	51	1	4	1	180	94	66	2	1	1	164									
16:10-16:15		16:00-16:15	84	59	6	0	0	149	447	116	74	0	2	2	194	603	126	61	4	2	1	194	560	104	73		2	2	1	182	510			
16:15-16:20		101	65	3	0	0	169	67	76	0	0	1	144	120	57	3	1	0	181	105	74	2	1	0	182									
16:20-16:25		113	81	7	0	2	203	97	66	1	1	1	166	115	50	2	2	0	169	112	78	3	2	0	195									
16:25-16:30		16:15-16:30	124	76	4	0	0	204	576	107	55	0	0	1	164	474	98	76	5	1	2	182	532	115	81		2	1	1	200	576			
16:30-16:35		127	81	3	0	1	212	112	75	2	1	1	191	104	69	3	2	1	179	117	82	2	2	0	203									
16:35-16:40		134	91	4	2	0	231	116	91	0	0	0	207	89	70	0	1	1	161	123	86	3	0	0	212									
16:40-16:45		16:30-16:45	123	78	4	1	1	207	650	120	97	4	0	0	221	619	78	67	3	1	0	149	488	112	78		4	0	1	195	610			
16:45-16:50		122	89	6	2	1	220	110	106	3	1	1	221	70	56	1	1	0	128	115	81	3	0	1	200									
16:50-16:55	115	99	7	0	0	221	112	100	0	2	0	214	70	45	7	1	1	124	105	74	4	0	0	183										
16:55-17:00	16:45-17:00	143	101	5	0	2	251	692	96	73	3	1	1	174	609	84	43	3	0	0	130	382	117	82	4	1	1	205	587					
17:00-17:05	18:00	144	81	7	2	0	234	97	89	2	2	0	190	83	46	3	0	1	133	134	94	5	2	1	236	697								
17:05-17:10		144	71	3	2	0	220	145	77	0	1	1	224	78	67	4	0	1	150	132	92	4	1	1	230									
17:10-17:15		17:00-17:15	139	69	8	3	2	221	675	141	83	4	0	0	228	642	99	56	2	2	1	160	443	134	94		3	0	0	231	697			
17:15-17:20		123	57	3	1	0	184	138	82	7	2	1	230	98	34	2	3	0	137	136	95	2	1	0	234									
17:20-17:25		145	59	5	3	0	212	141	77	3	2	0	222	87	37	2	4	0	130	143	100	1	1	1	246									
17:25-17:30		17:15-17:30	140	67	3	2	2	214	610	129	90	0	1	0	220	672	74	54	4	2	1	135	402	132	92		1	2	1	228	709			
17:30-17:35		153	78	7	1	0	239	125	86	4	0	1	217	77	51	3	3	1	135	154	108	1	0	0	263									
17:35-17:40		167	67	4	0	0	238	136	90	4	2	1	232	76	37	3	2	1	119	155	109	1	2	0	267									
17:40-17:45		17:30-17:45	134	68	2	0	2	206	683	143	78	6	2	1	231	680	58	42	4	1	1	106	360	145	102		3	3	1	254	783			
17:45-17:50		162	77	0	1	0	240	135	97	4	1	0	237	65	35	6	1	0	107	144	101	2	2	0	249									
17:50-17:55	117	82	1	0	2	202	148	87	3	3	0	241	59	25	5	1	2	92	140	98	2	0	0	240										
17:55-18:00	17:45-18:00	184	149	1	0	0	334	776	143	70	6	2	2	223	701	57	26	0	1	1	85	284	131	92	3	1	1	228	717					

ANEXO B. MODELOS MATEMATICOS DESARROLLADOS EN MINITAB

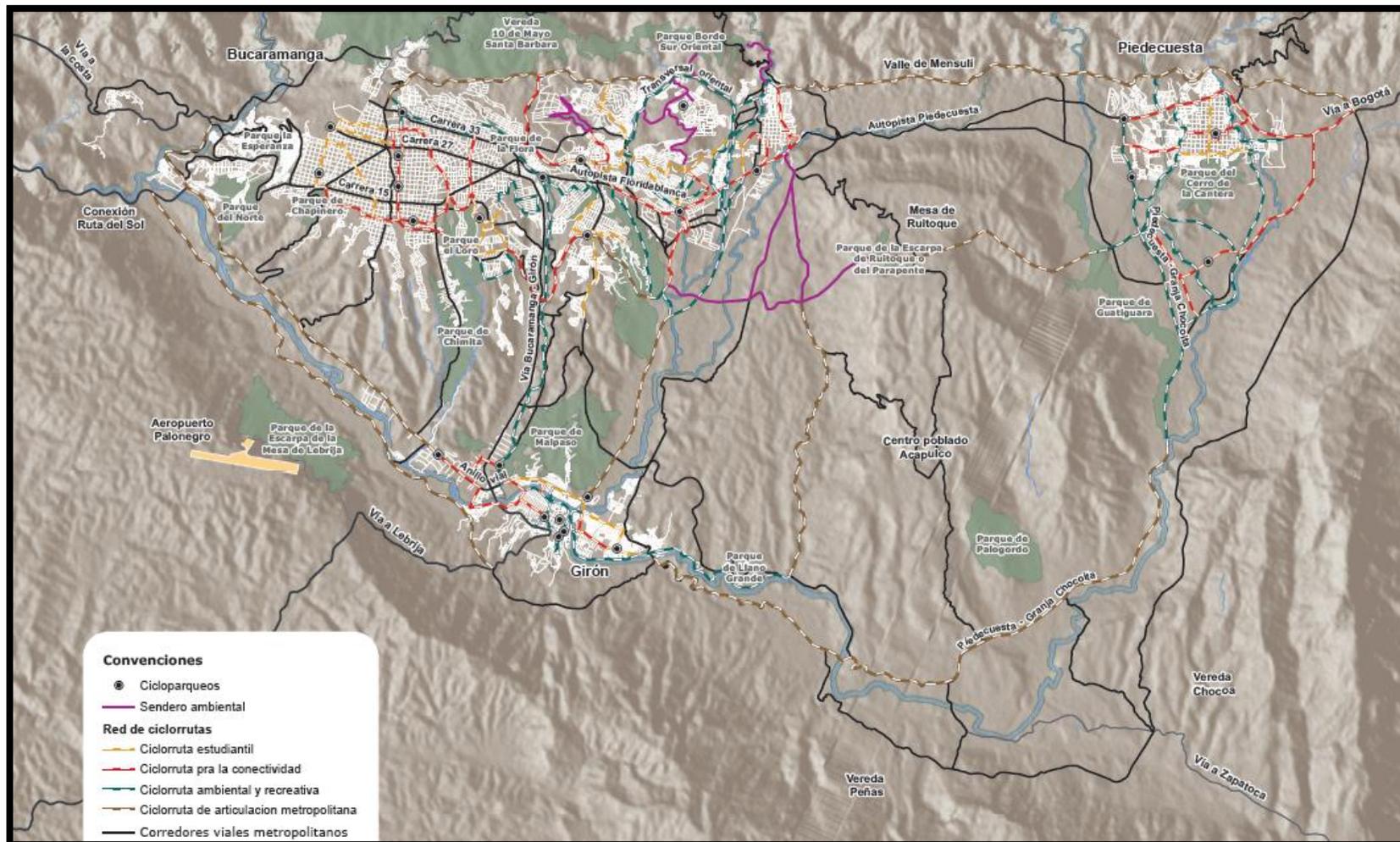
Figura 34. Gráfica de contorno – Factorial 2^K – Camión C3S3



ANEXO C. DATOS Y CALCULOS PARA DETERMINAR LA DISTANCIA DE PARADA.

parque de los niños																																			
carril	3,17m		carril	3,17m		carril	3,27m		carril	3,27m		carril	3,2m		carril	3,2m																			
separador	1,97m		separador	1,97m		separador	1,97m		separador	1,97m		separador	1,97m		separador	1,93m		separador	1,93m		separador	1,97m		separador	1,97m										
X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm										
Y	0,4cm		Y	0,4cm		Y	0,3cm		Y	0,3cm		Y	0,7cm		Y	0,7cm		Y	0,9cm		Y	0,9cm		Y	0,3cm										
pendiente	6,7%		pendiente	6,7%		pendiente	5%		pendiente	5%		pendiente	11,7%		pendiente	11,7%		pendiente	15%		pendiente	15%		pendiente	5%										
Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h										
DP	11,5m		DP	11,2m		DP	11,6m		DP	11,2m		DP	11,5m		DP	11,3m		DP	11,5m		DP	11,3m		DP	11,6m										
Cra 27 con 36			Cra 27 con 37			Cra 27 con 38			Cra 27 con 39			Cra 27 con 40			Cra 27 con 41			Cra 27 con 42			Cra 27 con 43			Cra 27 con 44			Cra 27 con 45								
carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m				
separador	1,33m		separador	1,33m		separador	1,7m		separador	1,7m		separador	1,86m		separador	1,86m		separador	1,97m		separador	1,97m		separador	1,94m		separador	1,94m		separador	1,94m				
X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm				
Y	0,4cm		Y	0,4cm		Y	0,4cm		Y	0,4cm		Y	0,6cm		Y	0,6cm		Y	0,8cm		Y	0,8cm		Y	0,6cm		Y	0,6cm		Y	0,6cm				
pendiente	6,7%		pendiente	6,7%		pendiente	6,7%		pendiente	6,7%		pendiente	10%		pendiente	10%		pendiente	13,3%		pendiente	13,3%		pendiente	10%		pendiente	10%		pendiente	10%				
Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h				
DP	11,5m		DP	11,2m		DP	11,5m		DP	11,2m		DP	11,5m		DP	11,3m		DP	11,5m		DP	11,3m		DP	11,3m		DP	11,5m		DP	11,3m				
Cra 27 con 46			Cra 27 con 47			Cra 27 con 48			Cra 27 con 49			Cra 27 con 50			Cra 27 con 51			Cra 27 con 52			Cra 27 con 53			Cra 27 con 54			Cra 27 con 55								
carril	3,15m		carril	3,15m		carril	3,15m		carril	3,15m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m		carril	3,2m										
separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m		separador	1,9m	
X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm		X	6cm	
Y	0,6cm		Y	0,6cm		Y	0,5cm		Y	0,5cm		Y	1cm		Y	1cm		Y	0,7cm		Y	0,7cm		Y	0,5cm		Y	0,5cm		Y	0,5cm		Y	0,5cm	
pendiente	10%		pendiente	10%		pendiente	8,3%		pendiente	8,3%		pendiente	16,7%		pendiente	16,7%		pendiente	11,7%		pendiente	11,7%		pendiente	8,3%		pendiente	8,3%		pendiente	8,3%		pendiente	8,3%	
Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h		Vel. Prome	16,4Km/h	
DP	11,5m		DP	11,3m		DP	11,5m		DP	11,2m		DP	11,4m		DP	11,3m		DP	11,5m		DP	11,3m		DP	11,3m		DP	11,5m		DP	11,3m		DP	11,5m	

ANEXO D. PRE- VISUALIZACION DE MAPA DE CICLO RUTAS DE BUCARAMANGA



ANEXO E. ACUERDO GUBERNACIONAL DE CICLO RUTA EN BUCARAMANGA

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

051

12 JUL 2013

, . . . -

Honorables Concejales:

El día sin carro en el Municipio de Bucaramanga, es una iniciativa que sigue en etapa de construcción. Su última versión se llevó a cabo el 5 de junio del presente en el marco del día mundial del medio ambiente y para evaluar el impacto que había tenido esta jornada en nuestra ciudad, se llevó a cabo un debate de control político en el recinto del Concejo por parte de la Bancada del Partido Liberal Colombiano.

Hubo diversas opiniones, unas enfocadas en la disminución de las ventas para los comerciantes formales, otras en el impacto ambiental, el comportamiento de los ciudadanos durante este día, si había lugar a modificaciones que permitieran fortalecer este espacio y finalmente, se plantearon nuevas opciones que permitieran ampliar su radio de acción y efectividad.

En ese orden de ideas, se puso sobre la mesa, un nuevo objetivo: que en este importante día se lograra un mayor uso de la bicicleta como sistema de transporte alternativo no contaminante, por parte de los habitantes de Bucaramanga, permitiendo con ello, la disminución de los altos índices de contaminación que registran los vehículos, motos y buses que circulan en esta fecha y la integración de las personas que en distinta forma, participan activamente de esta jornada.

Con base en lo anterior y siendo conscientes de que cada iniciativa planteada en la Corporación Pública o en otro tipo de escenarios y que pretendan fortalecer las campañas y proyectos en pro del medio ambiente, deben ser tomadas en cuenta y aplicadas en la ciudad se pone a consideración, el presente Proyecto de Acuerdo.

De los Honorables Concejales,



H.C. JAIME ANDRÉS BELTRAN MARTINEZ



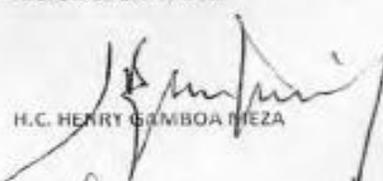
H.C. DIONISIO GUERRERO CORDERO



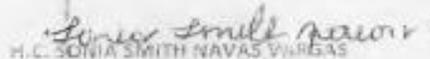
H.C. URIEL ORTIZ RUIZ



H.C. NANCY ESQUIVEL LORA



H.C. HENRY GAMBOA MEZA



H.C. SONIA SMITH NAVAS VARGAS



H.C. MARTHA ANTOLINEZ

CONCEJO DE BUCARAMANGA
Correspondencia Recibida

12 JUL 2013

PROYECTO DE ACUERDO No.

051 DE 2013, , =

"Por medio del cual se implementa en el Municipio de Bucaramanga, el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte en el día sin carro."

EL CONCEJO DE BUCARAMANGA

En ejercicio de sus atribuciones Constitucionales y Legales y en especial, las conferidas por los artículos 52, 79, Ley 99 de 1993 y los Acuerdos Municipales 014 de 2012, 041 de 2009 y 037 de 2012.

CONSIDERANDO

1. Que el artículo 52 de la Constitución Política de Colombia determina que, "El ejercicio del deporte, sus manifestaciones recreativas, competitivas y autoctonas tienen como función la formación integral de las personas, preservar y desarrollar una mejor salud en el ser humano".
2. Que como lo señala el artículo 79, *Ibidem*: "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo".
3. Que en el mismo sentido es deber del Estado, proteger la diversidad, integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
4. Que la Ley 99 de 1993, tiene como uno de sus principios generales ambientales, generar políticas que tengan en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.
5. Que el Acuerdo Municipal No. 041 del 20 de agosto de 2009, implementó el uso de la bicicleta como sistema para el servicio de transporte integrado al sistema de movilidad en Bucaramanga.
6. Que mediante el Acuerdo Municipal No. 037 del 07 de diciembre de 2012, el Concejo Municipal institucionalizó el día sin carro en Bucaramanga.
7. Que el Plan de Desarrollo adoptado mediante Acuerdo Municipal No.014 del 30 de mayo de 2012, establece dentro del subprograma denominado, "reducción de emisiones de gases efecto invernadero GEI en la ciudad", como meta del producto, el desarrollo de estrategias educativas y pedagógicas con participación de la ciudadanía e instituciones públicas y privadas que permitan llevar a cabo actividades como el día sin carro, las ciclo rutas, la celebración de los días verdes, entre otros.
8. Que el Decreto Municipal No. 092 de 2013, conmemora el Día Mundial del Medio Ambiente, dando cumplimiento al Acuerdo Municipal No. 091 de 2012.

12 JUL 2012

ACUERDA

051

Artículo Primero: Fin. Implementar en el Municipio de Bucaramanga, el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte en el día sin carro.

Artículo Segundo: La Dirección de Tránsito (como secretaria técnica del comité del día sin carro) y la Policía Metropolitana de la ciudad en coordinación con el INDERBU, IMEBU, el Instituto Municipal de Cultura y Turismo, la Secretaría de Salud y Ambiente, coordinarán las diversas actividades que se lleven a cabo durante este día.

Artículo Tercero: En aras de fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo no contaminante, la administración municipal impulsará de manera permanente al interior de cada secretaria e instituto descentralizado, programas que incentiven el uso de la misma por parte de todos los funcionarios.

PARÁGRAFO: Con el fin de ampliar el radio de acción del presente Acuerdo, la administración municipal invitará al sector privado, universidades, establecimientos educativos públicos y privados, entre otros para que se vinculen en las diversas actividades que se llegaren a desarrollar en el marco del uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte en el día sin carro.

Artículo Cuarto: El presente Acuerdo, rige a partir de su publicación.

De los Honorables Concejales,



H.C. JAIME ANDRÉS BELTRÁN MARTÍNEZ



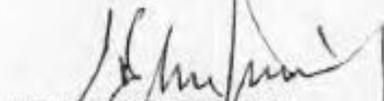
H.C. DIONISIO CARRERO CORBEA



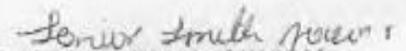
H.C. URIEL ORTÍZ RUIZ



H.C. NANCY ELVIRA LORA



H.C. HENRY GAMBOA MEZA



H.C. SONIA SMITH NAVAS VARGAS

