

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>25-10-2017</b>	<b>A</b>	
Dependencia	Aprobado	Pág.		
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>	<b>i(211)</b>		

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	<b>LIMARYSMITH MANTILLA COLLANTES KEILA JOHANA RINCÓN AMAYA</b>		
<b>FACULTAD</b>	<b>INGENIERIAS</b>		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>INGENIERIA CIVIL</b>		
<b>DIRECTOR</b>	<b>LUIS ELIAS SEPULVEDA GUERRERO</b>		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LA MOVILIDAD DEL TRAMO 07 RUTA 70, COMPRENDIDO ENTRE EL PUENTE VEHICULAR “LA SAL” (PR 47+960) HASTA EL PUENTE PEATONAL “SANTA CLARA” (PR 48+380), DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER.</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
<p>LA SIGUIENTE INVESTIGACIÓN ESTÁ BASADA EN LA CREACIÓN DE UNA PROPUESTA QUE PERMITA OPTIMIZAR LA MOVILIDAD EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL PUENTE PEATONAL SANTA CLARA HASTA EL PUENTE VEHICULAR LA SAL.</p> <p>EN ELLA SE DESCRIBE COMO PRIMERA MEDIDA, LA CREACION DE UNA MICRO-SIMULACIÓN DEL TRAFICO REAL, APOYADA POR SOFTWARE PTV VISSIM, GRACIAS A LA INFORMACIÓN DE CAMPO RECOLECTADA, COMO ESTUDIOS DE AFOROS VEHICULARES, COLAS Y DEMORAS, Y PLANOS TOPOGRÁFICOS</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<b>PÁGINAS: 211</b>	<b>PLANOS: 1</b>	<b>ILUSTRACIONES: 127</b>	<b>CD-ROM:1</b>

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LA MOVILIDAD DEL TRAMO 07  
RUTA 70, COMPRENDIDO ENTRE EL PUENTE VEHICULAR “LA SAL” (PR  
47+960) HASTA EL PUENTE PEATONAL “SANTA CLARA” (PR 48+380), DEL  
MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER.

AUTORES:

KEILA JOHANA RINCON AMAYA

LIMARYSMITH MANTILLA COLLANTES

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Ingeniero Civil

Director

Ing. Esp. LUIS ELIAS SEPULVEDA GUERRERO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Octubre de 2017

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente queremos agradecer a Dios por darnos fortaleza, entendimiento y aguante para afrontar de la mejor manera cada una de las adversidades que se presentaron en la realización de este trabajo.

A nuestros padres quienes han forjado nuestro camino, por brindarnos su apoyo incondicional y sabios consejos que a diario nos impulsaron a la culminación con éxito de esta fase de nuestras vidas.

Mutuo, pues sabemos que sin el empeño y la dedicación de cada una, no sería posible llegar hasta este punto. Por la amistad y el cariño que hemos ido construyendo a través de estos años de estudio.

A la universidad por ser la institución comprometida con nuestra idónea formación ética y profesional.

A Nuestro Director, por aportarnos su conocimiento y tiempo en la realización de este proyecto.

A todos nuestros profesores que nos formaron durante toda la carrera, en especial la Ing. Andrea Lorena Vergel, por su amable asesoría y colaboración durante el desarrollo de esta investigación.

A nuestros Compañeros y Amigos, particularmente a Kelly Machado por dedicarnos parte de su tiempo y conocimientos, durante el progreso de nuestro trabajo de grado.

*KEILA JOHANA RINCON AMAYA*  
*LIMARYSMITH MANTILLA COLLANTES*

## DEDICATORIA

Principalmente dedico esta meta alcanzada a Dios, por ser mi soporte y guía, por brindarme la fortaleza, sabiduría y paciencia para levantarme de mis caídas y lograr culminar con éxito esta parte de mi vida.

A mi ángel Juan Carlos Parra Correa (QEPD), por ser quien me dio vida a pesar de no llevar su sangre, por su claro ejemplo de tenacidad y de perseverancia; a él debo gran parte de lo que soy, y por ello este logro es mi más sincero homenaje. TE AMO PAPI.

A mis dos hermosas madres NANCY AMAYA y LILY BLANQUICETH, dos mujeres dignas de mi admiración y respeto. Dedico este triunfo a ustedes por su apoyo incondicional y sus sabios consejos, por todo su sacrificio y esfuerzo para hacer de mí una persona de bien. Son mi inspiración para ser cada día mejor.

A mi maravillosa familia, por ser el pilar esencial de mi vida y completar mi formación con cada uno de sus invaluable aportes.

EC, por llegar en el mejor momento, brindarme su apoyo incondicional y motivarme a dar lo mejor de mí.

*KEILA JOHANA RINCON AMAYA*

## DEDICATORIA

Principalmente quiero dedicarle este y todos mis triunfos a *Dios*, por abrir mi camino, regalándome la fuerza, salud y sabiduría necesaria para llegar hasta este momento de mi vida. Por hacerme parte de este maravilloso mundo y brindarme toda la vibra positiva de este Universo.

A mis padres por creer en mí, y ser mi ejemplo de humildad, enseñándome además a superarme y luchar por mis sueños cada día.

A mis hermanas que me motivan a ser una mejor persona, quienes son mi orgullo y llenan de alegría mi existencia.

A mi tío Aníbal, por apoyarme desde niña en mis proyectos y ser mi ejemplo de triunfo y superación.

A mi chico, por el apoyo incondicional. Por fomentar en mí el deseo triunfo y éxito en mi vida.

A mis amigos más cercanos por ser parte de mí, por brindarme su paz y buena energía.

*LIMARYSMITH MANTILLA COLLANTES*

## Índice

### Introducción

<b>Capítulo 1. Propuesta de mejoramiento para la movilidad del tramo 07 ruta 70, comprendido entre el puente vehicular “La Sal” (PR 47+960) hasta el puente peatonal “Santa Clara” (PR 48+380), del Municipio de Ocaña Norte de Santander. ...</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema .....	3
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general. ....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Delimitaciones.....	6
1.5.1 Operativa. ....	6
1.5.2 Temporal.....	6
1.5.3 Geográfica. ....	6
1.5.4 Conceptual.....	6
<b>Capítulo 2. Marco referencial.....</b>	<b>7</b>
2.1 Antecedentes Bibliográficos. ....	7
2.2 Antecedentes investigativos. ....	10
2.3 Marco Conceptual. ....	12
2.4 Marco Teórico.....	19
2.4.1 Características Fundamentales Del Flujo Vehicular. ....	21
2.4.2 Capacidad de las vías.....	23
2.4.3 Niveles de servicio. ....	24
2.4.5 Simulación del tránsito vehicular. ....	26
2.4.6 Dispositivos de control. ....	29
2.5 Marco Histórico .....	33

2.6 Marco Legal .....	35
<b>Capítulo 3. Diseño metodológico .....</b>	<b>40</b>
3.1 Tipo de Investigación .....	40
3.2 Población .....	40
3.3 Muestra .....	41
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información .....	41
3.5 Procesamiento de la información .....	42
<b>Capítulo 4. Administración del proyecto .....</b>	<b>43</b>
4.1 Recursos Humanos .....	43
4.1.1 Investigadores .....	43
4.1.2 Director .....	43
4.1.3 Topógrafos .....	43
4.1.4 Ayudante de topografía .....	43
4.2 Recursos institucionales .....	43
4.3 Recursos financieros .....	44
4.3.1 Ingresos .....	44
4.3.2 Egresos .....	44
<b>Capítulo 5. Cronograma de actividades .....</b>	<b>45</b>
<b>Capítulo 6. Presentación de Resultados .....</b>	<b>46</b>
6.1 Evaluar el tramo en estudio para su respectivo diagnóstico, determinando los principales factores causantes de congestión .....	46
6.2 Caracterizar el área de estudio a través de levantamientos topográficos .....	64
6.3 Implementar métodos cuantificativos como aforos vehiculares, que permitan la obtención de volúmenes de tránsito .....	68
6.4 Desarrollar la modelación de los datos obtenidos en la investigación mediante software especializado PTV Vissim .....	101

6.5. Hipotetizar planes de mejoramiento que minimicen los impactos negativos en la movilidad del tramo vial en mención, basado en la información arrojada por el software. .....	138
6.5.1 Implementación de un Semáforo según los resultados descritos por PTV Vissim.....	138
6.5.2 Cambio de Sentido en vías de menor volumen vehicular .....	149
6.5.3 Optimización de paradas para el transporte público.....	155
6.5.4. Control de estacionamiento sobre Bermas. ....	160
6.5.5 Inclusión de señales de tránsito. ....	161
6.5.6. Educación Vial. ....	174
<b>Capítulo 7. Conclusiones.....</b>	<b>176</b>
<b>Capítulo 8. Recomendaciones.....</b>	<b>179</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>181</b>
Bibliográficas. ....	181
Electrónicas. ....	181
<b>Apéndices.....</b>	<b>184</b>
Apéndice A. Formato para el diagnostico.....	185
Apéndice B. Formato de presentación de la encuesta.....	186
Apéndice C. Plano Topográfico.....	187
Apéndice D. Registro fotográfico .....	188

## Lista de tablas

Tabla 1. Descripción de los gastos para el desarrollo del proyecto.....	44
Tabla 2. Descripción del cronograma de actividades para el desarrollo del presente proyecto.....	45
Tabla 3. Registro del estado actual y observaciones encontradas en las intersecciones.....	46
Tabla 4. Distancias para ancho de calzada y carril de cada intersección.....	66
Tabla 5. Hora de Máxima demanda en el tramo comprendido entre el PR 47+960 al PR 48+380 Para el día martes 01 de agosto.....	78
Tabla 6. Hora de Máxima demanda en el tramo comprendido entre el PR 47+960 al PR 48+380 Para el día jueves 03 de agosto.....	78
Tabla 7. Hora de Máxima demanda en el tramo comprendido entre el PR 47+960 al PR 48+380 Para el día sábado 05 de agosto.....	79
Tabla 8. Composición vehicular para Acceso el Norte (mov.1), sentido Norte-Sur.....	80
Tabla 9. Composición vehicular general para la intersección Crediservir en HMD.....	81
Tabla 10. Composición vehicular general para la intersección Droguería X en HMD.....	82
Tabla 11. Composición vehicular general para la intersección Fuente de soda en HMD.....	83
Tabla 12. Composición vehicular general para la intersección EDS Cootransunidos en HMD.....	84
Tabla 13. Composición vehicular general para la intersección Panadería Napolitana en HMD.....	85
Tabla 14. Composición vehicular general para la intersección Estanco Enfarra2 en HMD.....	86

Tabla 15. Composición vehicular general para la intersección Panadería Pastipan en HMD.....	87
Tabla 16. Composición vehicular general para la intersección Puente la sal en HMD.....	88
Tabla 17. Composición vehicular general para acceso sur (mov.2) sentido Sur-Norte en HMD.....	89
Tabla 18. Composición vehicular general para la intersección Droguería Alemana en HMD.....	90
Tabla 19. Composición vehicular general para la intersección Almacén el hueco en HMD.....	91
Tabla 20. Composición vehicular general para la intersección Ferretodo en HMD.....	92
Tabla 21. Composición vehicular general para la intersección Restaurante Santa clara en HMD.....	93
Tabla 22. Composición vehicular general para la intersección Panadería Santa Laura en HMD.....	94
Tabla 23. Composición vehicular general para la intersección Tienda Naturista en HMD.....	95
Tabla 24. Composición vehicular general para la intersección Calle ciega en HMD.....	96
Tabla 25. Composición vehicular general para la intersección EDS Ocaña en HMD.....	97
Tabla 26. Composición vehicular general para la intersección Papelería Inpacom en HMD.....	98
Tabla 27. Porcentajes del flujo vehicular en la hora de máxima demanda para el sentido Norte- Sur, excluido el transporte público.....	112
Tabla 28. Composiciones y salidas de vehículos sin transporte público para el acceso Sur.....	112
Tabla 29. Composiciones y salidas de vehículos sin transporte público para las intersecciones acceso Oeste .....	113

Tabla 30. Composiciones y salidas de vehículos sin transporte público para las intersecciones acceso Este .....	113
Tabla 31. Porcentajes del flujo vehicular para la PRECARGA Y POSCARGA sin transporte público para el acceso Sur.....	114
Tabla 32. Porcentajes del flujo vehicular para la PRECARGA Y POSCARGA sin transporte público para el acceso Norte.....	114
Tabla 33. Porcentajes del flujo vehicular para la PRECARGA sin transporte público para las intersecciones del acceso Oeste.....	115
Tabla 34. Porcentajes del flujo vehicular para la POSCARGA sin transporte público para las intersecciones del acceso Oeste.....	115
Tabla 35. Porcentajes del flujo vehicular para la PRECARGA sin transporte público para las intersecciones del acceso Este.....	116
Tabla 36. Porcentajes del flujo vehicular para la POSCARGA sin transporte público para las intersecciones del acceso Este.....	116
Tabla 37. Rutas posibles para los vehículos que transitan por la vía principal en sentido Sur-Norte y Norte -Sur .....	120
Tabla 38. Rutas del transporte público con su respectiva frecuencia.....	130
Tabla 39. Resultado de la modelación para la situación actual .....	135
Tabla 40. Requisito 1. Volumen vehicular Mínimo.....	137
Tabla 41. Relación de vehículos equivalentes del estudio “Los semáforos y el control dinámico del tránsito” .....	141
Tabla 42. Vehículos equivalentes para la fase 1 .....	142
Tabla 43. Vehículos equivalentes para la fase 2.....	142
Tabla 44. Vehículos equivalentes para la fase 3.....	143
Tabla 45. Duración de los tiempos verde-amarillo-rojo para cada fase.....	146
Tabla 46. Resumen de los resultados obtenidos en la situación actual para las intersecciones críticas.....	148
Tabla 47. Resultados de la modelación para la situación futura con las nuevas alternativas de solución .....	156
Tabla 48. Comparación entre las máximas colas de la situación actual y futura.....	157

## Lista de figuras

Figura 1. Representación esquemática del concepto de la congestión del tránsito.....	20
Figura 2. Pregunta No. 1 de la encuesta aplicada.....	59
Figura 3. Pregunta No. 2 de la encuesta aplicada.....	60
Figura 4. Pregunta No. 3 de la encuesta aplicada.....	61
Figura 5. Pregunta No.4 de la encuesta aplicada.....	62
Figura 6. Pregunta No. 5 de la encuesta aplicada.....	63
Figura 7. Plano topográfico referente al tramo comprendido entre el PR 47+960 al PR48+380.....	65
Figura 8. Encabezado estándar para los formatos de aforos vehiculares Acceso Este....	67
Figura 9. Encabezado estándar para los formatos de aforos vehiculares Acceso Norte y sur .....	68
Figura 10. Encabezado estándar para los formatos de aforos vehiculares Acceso Oeste.....	68
Figura 11. Nomenclatura de movimientos Norma RILSA.....	71
Figura 12. Calle en Reparación.....	73
Figura 13. Ejemplo de sumatorias para el intervalo de 6 a 7 am en el acceso Sur (Mov. 1).....	74
Figura 14. .Ejemplo de sumatorias para intervalos de 60 minutos seguidos. Acceso Sur (Mov. 1) .....	75
Figura 15. Comportamiento Vehicular del día martes 01 de agosto.....	75
Figura 16. Comportamiento Vehicular del día jueves 03 de agosto.....	76
Figura 17. Comportamiento Vehicular del día sábado 03 de agosto.....	76
Figura 18.Grafica de la composición vehicular en el acceso Norte, sentido Norte-Sur.....	80
Figura 19. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Crediservir.....	82
Figura 20. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Droguería X.....	83

Figura 21. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Fuente de soda.....	84
Figura 22. Grafica de la composición vehicular general para la intersección EDS Cootransunidos.....	85
Figura 23. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Panadería Napolitana.....	86
Figura 24. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Estanco Enfarra2 .....	87
Figura 25. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Panadería Pastipan.....	88
Figura 26. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Puente la sal.....	89
Figura 27. Grafica de la Composición vehicular general para acceso sur (mov.2) sentido Sur-Norte en HMD.....	90
Figura 28. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Droguería Alemana.....	91
Figura 29. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Almacén el hueco .....	92
Figura 30. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Ferretodo.....	93
Figura 31. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Restaurante Santa clara.....	94
Figura 32. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Panadería Santa Laura.....	95
Figura 33. Grafica de la composición vehicular general para la intersección tienda naturista.....	96
Figura 34. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Calle ciega .....	97
Figura 35. Grafica de la composición vehicular general para la intersección EDS Ocaña .....	98

Figura 36. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Papelería Inpacom.....	99
Figura 37. Topografía del tramo, cargada como fondo de trabajo. ....	101
Figura 28. Escala real del Background cargado como fondo.....	102
Figura 39. Parámetros requeridos para los tramos de vías creados.....	103
Figura 40. Parámetros para la creación de conectores. ....	105
Figura 41. Vías y conectores creados como base para la micro-simulación del volumen vehicular. ....	105
Figura 42. Creación de Distribuciones vehiculares con sus respectivos modelos.....	107
Figura 43. Elección de nuevos modelos para la distribución vehicular.....	108
Figura 44. Edición de vehículos C5 y C6. ....	109
Figura 45. Configuración de los tipos de vehículos.....	110
Figura 46. Creación de clases de vehículos dentro de la modelación.....	111
Figura 47. Intervalos de tiempo para la HMD, precarga y poscarga.....	117
Figura 48. Composición vehicular para el escenario en HMD, precarga y poscarga...	118
Figura 49. Entradas de vehículos para cada tramo. ....	119
Figura 50. Trazado de la ruta de decisión "Vía principal Sur-Norte".....	121
Figura 51. Configuración de las áreas de conflicto en el tramo de estudio. ....	122
Figura 52. Comportamientos de conducción establecidos por el software. ....	123
Figura 53. Modificaciones para la configuración URBAN (MOTORIZED) en la pestaña seguimiento.....	123
Figura 54. Modificaciones para la configuración URBAN (MOTORIZED) en la pestaña cambio de carril.....	124
Figura 55. Modificaciones para la configuración URBAN (MOTORIZED) en la pestaña Lateral.....	124
Figura 56. Modificaciones en la configuración MOTOCICLETAS LATER, en pestaña seguimiento .....	125
Figura 57. Modificaciones en la configuración MOTOCICLETAS LATER, en pestaña Cambio de carril .....	126
Figura 58. Modificaciones en la configuración MOTOCICLETAS LATER, en pestaña Lateral .....	126

Figura 59. Rutas trazadas para la modelación del Transporte Público.....	128
Figura 60. Datos necesarios para generar la inclusión del transporte público.....	129
Figura 61. Parámetros a tener en cuenta en la inclusión del transporte público.....	129
Figura 62. Creación de paradas del transporte público.....	131
Figura 63. Modelos de casas utilizadas para el entorno.....	132
Figura 64. Adición de otros elementos estáticos como barandas de seguridad. Puente la Sal.....	132
Figura 65. Asignación de Nodos para intersecciones críticas. ....	133
Figura 66. Parámetros para la evaluación de resultados.....	134
Figura 67. Ubicación de fases para el ciclo semafórico.....	139
Figura 68. Movimientos permitidos de acuerdo a los nuevos cambios de sentido .....	149
Figura 69. Alternativa de tránsito para intersecciones Crediservir y Droguería X.....	150
Figura 70. Ruta alterna 1. Cambio de sentido “Almacén el hueco” .....	151
Figura 71. Ruta alterna, Barrio Villa Paraíso. ....	152
Figura 72. Ubicación de la entrada al barrio Villa paraíso. (Entrada a las “Lomas”)...	152
Figura 73. Puntos ideales para paradas de transporte público.....	154
Figura 74. Señal vertical SR-01 PARE.....	160
Figura 75. Ejemplo de instalación de la señal vertical SR-01 PARE en la intersección “Fuente de soda” .....	161
Figura 76. Señal vertical SR-28 PROHIBIDO PARQUEAR.....	162
Figura 77. Ejemplo de instalación de la señal vertical SR-28 PROHIBIDO PARQUEAR en la intersección “Fuente de soda” .....	163
Figura 78. Señal vertical SR-47 NO BLOQUEAR CRUCE .....	163
Figura 79. Ejemplo de instalación de la señal vertical SR-47 NO BLOQUEAR CRUCE para la vía principal, en sentido Sur-Norte.....	164
Figura 80. Señal vertical SR-38 SENTIDO UNICO DE CIRCULACION.....	165
Figura 81. Ejemplo de instalación de la señal vertical SR-38 SENTIDO UNICO DE CIRCULACION para la intersección Crediservir.....	165
Figura 82. Demarcación de las líneas longitudinales para la vía principal .....	167
Figura 83. Ejemplo de demarcación para el cruce controlado por señal PARE. Intersección “Droguería Alemana” .....	168

Figura 84. Demarcación para el cruce con restricción de bloqueo sobre la vía principal.....	169
Figura 85. Ejemplo de demarcación de flechas sobre la vía principal hacia las intersección “Droguería Alemana, Droguería X y Crediservir” .....	170
Figura 86. Ejemplo de simbología “Prohibido Parquear” para la intersección Fuente de Soda.....	171

## Lista de Fotografías

Fotografía 1. Toma desde el puente peatonal Sentido Sur – Norte. ....	47
Fotografía 2. Toma Sentido Norte- Sur frente a EDS COOTRANSUNIDOS. ....	47
Fotografía 3. Toma de la intersección “Droguería Alemana” .....	48
Fotografía 4. . Evidencia de transporte informal y vendedores ambulantes de comida ....	48
Fotografía 5. Toma de la intersección “Crediservir” .....	48
Fotografía 6. Toma detallada de la vía sobre la intersección “Crediservir” .....	48
Fotografía 7. Toma a la intersección “Droguería X” .....	49
Fotografía 8. . Toma detallada de la vía sobre la intersección “Droguería X” .....	49
Fotografía 9. Toma de la intersección “Almacén El hueco” .....	50
Fotografía 10. Toma detallada de la vía intersección “Almacén El hueco” .....	50
Fotografía 11. Toma de la intersección “Fuente de Soda” .....	50
Fotografía 12. Toma detallada de la vía intersección “Fuente de Soda” .....	50
Fotografía 13. Toma de la vía intersección “Ferretodo” .....	51
Fotografía 14. Toma detallada de la vía intersección “Ferretodo” .....	51
Fotografía 15. Toma de la intersección “EDS COOTRANSUNIDOS” .....	52
Fotografía 16. Toma detallada de la intersección EDS COOTRANSUNIDOS.....	52
Fotografía 17. Toma de la intersección “Restaurante Santa Clara” .....	52
Fotografía 18. Toma detallada de la intersección “Restaurante Santa Clara” .....	52
Fotografía 19. Toma de la intersección “Panadería Napolitana” .....	53
Fotografía 20. . Toma detallada de la intersección “Panadería Napolitana” .....	53
Fotografía 21. Toma de la intersección “Panadería Santa Laura” .....	53
Fotografía 22. Toma detallada de la intersección “Restaurante Santa Clara” .....	53

Fotografía 23. Toma de la intersección “Estanco Enfarra2” .....	54
Fotografía 24. Toma detallada de la intersección “Estanco Enfarra2” .....	54
Fotografía 25. Toma de la intersección “Tienda Naturista” .....	54
Fotografía 26. Toma detallada de la intersección “Tienda Naturista” .....	54
Fotografía 27. . Toma de la intersección “Calle ciega” .....	55
Fotografía 28. Toma detallada de la intersección “Calle ciega” .....	55
Fotografía 29. Toma de la intersección “EDS OCAÑA” .....	56
Fotografía 30. Toma detallada de la intersección “EDS OCAÑA” .....	56
Fotografía 31. Toma de la intersección “Inpacom Papelería” .....	56
Fotografía 32. Toma detallada de la intersección “Inpacom Papelería” .....	56
Fotografía 33. Toma de la intersección “Panadería Pastipan” .....	57
Fotografía 34. . Toma detallada de la intersección “Panadería Pastipan” .....	57
Fotografía 35. Toma de la intersección “Puente La sal” .....	57
Fotografía 36. Toma detallada de la intersección “Puente La sal.....	57
Fotografía 37. Primera sección de levantamiento topográfico sobre la ruta 70. Ubicación: EDS Ocaña. ....	64
Fotografía 38. Aforo día 01 de agosto. Puente la sal.....	69
Fotografía 39. Aforo día 01 de agosto. EDS Cootransunidos.....	70
Fotografía 40. Aforo día 03 de agosto. Tienda naturista.....	70
Fotografía 41. Aforo día 05 de agosto. Almacén el Hueco.....	71

## Resumen

La siguiente investigación está basada en la creación de una propuesta que permita optimizar la movilidad en el tramo comprendido entre el Puente peatonal Santa clara hasta el Puente Vehicular La sal. En ella se describe como primera medida, un diagnóstico que concede tener un enfoque actual de todas las intersecciones que componen el corredor, logrando conocer el estado de las vías, su grado de relevancia y la percepción de la ciudadanía en cuanto a esta problemática.

Este proceso es apoyado además, por el software PTV Vissim, que gracias a la información de campo recolectada, como estudios de aforos vehiculares, estudios de colas y demoras, y planos topográficos; permite crear una micro-simulación del tráfico real, determinando así, parámetros que conllevan a tener una visión más amplia sobre un plan de mejoramiento, ya sea basados en la inclusión de semáforos u otras alternativas, que serán concluyentes a la hora de establecer decisiones, que admitan una reducción en las tasas de congestión y accidentalidad. Además es importante mencionar que el tramo en estudio hace parte de la ruta 70, una importante vía nacional muy concurrida, que comunica la ciudad de Ocaña con otras regiones importantes del país.

Palabras claves: Transito, Micro-simulación, Congestión, Movilidad.

## **Abstract**

This present investigation is based on the creation of a proposal that allows optimization of the mobility on the track between the footbridge “Santa Clara” to the vehicular bridge “La sal”. In which is described as first measurement, a diagnostic granting an actual focus of all the intersections that integrate the passage, giving acquaintance the status of the tracks, its level of relevance and the perception of the townsfolk about this concern.

This process is also supported by PTV Vissim software, which, thanks to the field information recollected as vehicle capacity, lines and delay studies and topographic plans, allows to create a micro-simulation of actual traffic, determining then, parameters that entail having a wider picture about an improvement plan, either based in the inclusion of traffic light or another alternatives, that will be resolute at the point of establishing decisions, that admit a shortening in congestion and accident rates. In addition is important to mention that the section studied it is part of “Route 70”, a very concurred and significant national road, that communicates the city of Ocaña with other regions from the country.

**Key words:** Transit, Microsimulation, Congestion, Mobility.

## **Introducción**

La congestión vehicular es un fenómeno que se ha venido evidenciando a nivel mundial durante las últimas décadas, y que a diario amenaza la calidad de vida de la sociedad, ya que representa tiempo atrapado en largas colas de tráfico, reflejado en pérdidas sociales, ambientales y económicas.

En Ocaña, específicamente en la zona Norte del municipio, cada vez es más recurrente la saturación del flujo vehicular a causa entre muchos aspectos de la detención sucesiva de automóviles en la red vial, repercutiendo directamente en el continuo flujo vehicular. Además es preciso contemplar que se trata de un tramo que presenta gran cantidad de intersecciones (puntos críticos), las cuales conllevan furtivamente a comportamientos inapropiados en los conductores que desean ingresar a la vía principal.

La presente investigación pretende soluciones radicales que permitan mejorar la movilidad en el sector mencionado, específicamente en el tramo comprendido entre el puente vehicular “LA SAL” (PR 47+960) hasta el puente peatonal “SANTA CLARA” (PR48+380), implementando medidas como cambios de sentido vial, priorización y restricción de movimientos, sistemas de señalización vertical y/u horizontal (demarcación); basados en estudios, análisis, evaluación y respectiva modelación mediante el software PTV Vissim, el cual es una herramienta que posibilita la micro simulación de la situación actual y las alternativas anteriormente mencionadas.

**Capítulo 1. Propuesta de mejoramiento para la movilidad del tramo 07  
ruta 70, comprendido entre el puente vehicular “La Sal” (PR 47+960) hasta el  
puente peatonal “Santa Clara” (PR 48+380), del Municipio de Ocaña Norte de  
Santander.**

**1.1 Planteamiento del problema**

Una de las grandes problemáticas a la que se enfrenta la sociedad en la actualidad, está relacionada antagónicamente con la invención de medios para el mejoramiento de su calidad de vida, un claro ejemplo: “los vehículos”. El poder adquisitivo de automóviles ha incrementado en gran medida, conforme a factores como el asequible acceso al crédito, la mayor oferta de autos usados, el reiterado empleo de vehículos automotores, la subestimación por parte de los conductores en cuanto a los costos en términos de tiempo y contaminación y el deseo de viajar en vehículo privado (THOMSON, 2002). Lo cual ha traído consigo el fenómeno de la congestión y que ha generado cada vez más, una evidente insatisfacción tanto por parte de conductores de automóviles y transporte colectivo, como de pasajeros y peatones.

El municipio de Ocaña no es ajeno al flagelo de la congestión, debido entre muchas otras causas, a su incremento poblacional, que lleva consigo el constante desarrollo, y ligado interés de movilidad en la infraestructura vial. Evidentemente un considerable número de ciudadanos, opta por transportarse en vehículo privado, bajo el pensamiento de confort, privacidad, y mayor velocidad con respecto al transporte público. Esta preferencia aumenta la cantidad de vehículos

en la infraestructura vial, durante las horas pico (THOMSON, 2002), que en conjunto con el transporte en común y las altas tasas de motorización, representan un alto nivel de congestión.

La congestión es una realidad que amenaza el bienestar social de muchas ciudades del mundo, pues genera un encadenamiento de efectos negativos perjudiciales para todas las personas que se encuentran involucradas en este caos vehicular, como lo son: Pérdida del tiempo de los pasajeros y conductores, secuelas en el ámbito económico (a causa de horas de "trancón" improductivas) considerado como el "costo de oportunidad" por no llegar puntual al lugar de destino, lo que deriva en pérdida de negocios, reuniones, clases u otras pérdidas particulares; imposibilidad para pronosticar con precisión el período de viaje, lo que acarrea estipular más tiempo para viajar "por si acaso", y disminuir tiempo en actividades provechosas; contaminación auditiva, frustración en los usuarios de la vía, acarreando enfermedades y estrés, acrecentando así la tasa de accidentalidad; mayor deterioro de los vehículos dado a la aceleración y frenado repetitivo; generando además polución, ya que el hecho de detenerse en cortos lapsos de tiempo hace que el vehículo fuerce el motor generando mayor consumo de combustible y por lo tanto mayores emisiones de agentes contaminantes como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que contribuyen al progresivo calentamiento global, además de frecuentes mantenimientos y reparaciones.

En cuanto a accidentalidad será necesario evaluar este aspecto de manera real, pues como ciudadanas nos ha sido posible evidenciar que muchos de los accidentes no son informados a las autoridades o no representan consecuencias graves para ser trasladados a un centro médico, pero que de igual manera debe ser tenido en cuenta, pues se han registrado muertes de personas como

peatones que circulan por la vía. Mostrando de esta manera que la congestión no afecta directamente a conductores y pasajeros sino además peatones y toda la comunidad en general.

## **1.2 Formulación del problema**

¿La propuesta para el plan de mejoramiento en movilidad entre el puente vehicular La Sal hasta el puente peatonal Santa Clara, dará solución eficaz a la problemática encontrada y de este modo mitigará los impactos negativos causados por esta?

## **1.3 Objetivos**

**1.3.1 Objetivo general.** Proponer un plan de mejoramiento para la movilidad al tramo 07 ruta 70, comprendido entre el puente vehicular “La Sal” (PR 47+960) hasta el puente peatonal “Santa Clara” (PR 48+380), del Municipio de Ocaña Norte de Santander.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

a) Evaluar el tramo en estudio para su respectivo diagnóstico, determinando los principales factores causantes de congestión.

b) Caracterizar el área de estudio a través de levantamientos topográficos.

- c) Implementar métodos cuantificativos como aforos vehiculares, que permitan la obtención de volúmenes de tránsito.
  
- d) Desarrollar la modelación de los datos obtenidos en la investigación mediante software especializado PTV Vissim.
  
- e) Hipotetizar planes de mejoramiento que minimicen los impactos negativos en la movilidad del tramo vial en mención, basado en la información arrojada por el software.

#### **1.4 Justificación**

La presente investigación se enfocara en el planteamiento de soluciones que mitiguen el impacto de la congestión vehicular presente en el tramo vial comprendido entre el puente vehicular “La sal” y el puente peatonal “santa clara” de la ciudad de Ocaña Norte de Santander, Basadas en datos reales y condiciones actuales tomando como principal foco de estudio la intersección presente entre dichas estructuras.

Para tal estudio se evaluará la capacidad y el nivel de servicio de la vía tomando como referencia el incremento significativo del parque automotor en los últimos años en la ciudad de Ocaña que ha llevado consigo un acelerado índice de congestionamiento vehicular, generando trastornos sociales, ambientales, de infraestructura y tiempo; sumado a esto, agravantes tales

como Carencia de señalización, gestión ineficiente de las autoridades competentes, y la falta de cultura de los ciudadanos han convertido la ciudad y específicamente el sector crítico de estudio en un entorno caótico, desordenado y contaminado.

De esta manera, para llevar a cabo el proceso de investigación, se implementaran técnicas y métodos que nos permitirán obtener datos reales acerca de la situación actual del tramo vial , tales como encuestas, aforos vehiculares, levantamientos topográficos; que consecuentemente nos servirán de apoyo para la modelación en el software PTV Vissim, el cual tiene total disponibilidad para la universidad y los estudiantes, tomando éste como una excelente herramienta que nos accederá a plantear algunas conclusiones a partir de los datos arrojados.

Se buscará entonces afrontar la problemática presente, indicando que los beneficiarios de este sistema serán todas las personas que transiten por la vía, haciendo especial énfasis en que el tramo de estudio hace parte de una vía nacional. Se logrará entonces obtener beneficios para los conductores y pasajeros, tales como un tránsito más fluido, bajos niveles de estrés, reducción en los tiempos de viaje y combustible, entre otros. Sin olvidar que además favorecerá a los peatones y las personas que comercializan en la zona, disminuyendo la accidentalidad, contaminación auditiva y del aire; combatiendo entonces cada uno de los impactos negativos ya expuestos.

## **1.5 Delimitaciones**

**1.5.1 Operativa.** Para la ejecución de este proyecto de grado será necesario la implementación de aforos vehiculares y levantamiento topográfico, que permitirán la recolección de datos necesarios para ser aplicados en la modelación en el software especializado PTV Vissim, generando resultados que guiarán la investigación a plantear soluciones pertinentes para mitigar las problemáticas existentes.

**1.5.2 Temporal.** El desarrollo del presente proyecto de investigación se llevara a cabo durante los meses comprendidos entre Abril y Agosto del presente año. Abarcando así 5 meses de estudio.

**1.5.3 Geográfica.** La investigación se desarrollara entre el tramo vial comprendido entre el puente vehicular “La sal” y el puente peatonal “santa clara” perteneciente a la comuna 6 ciudadela norte, de la ciudad de Ocaña Norte de Santander. Destacando además que este corredor hace parte de una de las vías nacionales del país, concerniente a la ruta 70, analizando específicamente los puntos de conflicto en las diferentes intersecciones del tramo.

**1.5.4 Conceptual.** Académicamente el proyecto se encuentra enmarcado dentro del programa de Ingeniería Civil aplicando conocimiento sobre las siguientes áreas: Topografía, transito, transportes, seguridad vial; formulación y evaluación de proyectos.

## Capítulo 2. Marco referencial

### 2.1 Antecedentes Bibliográficos.

Para adentrarnos al tema de la movilidad y congestión del tránsito, basaremos la investigación en algunos trabajos que se han hecho sobre el tema, de los cuales describiremos a continuación ciertos autores que encaminaron sus estudios hacia esta problemática y de los que nos es posible tomar como referencia, para así realizar conclusiones que permitan dar un enfoque real y práctico.

Lo descrito por Bull (2003) en su libro *“Congestión del tránsito, el problema y como enfrentarlo”* nos señala como la congestión forma parte de la elaboración de una visión estratégica de largo plazo del desarrollo de una ciudad, que permita compatibilizar la movilidad, el crecimiento y la competitividad, tan necesarias actualmente, con la sostenibilidad de la urbe y su calidad de vida. El tema es complicado y exige una alta capacidad profesional y de liderazgo de parte de las autoridades urbanas y de transporte. En este libro se presentan herramientas existentes para abordarlo, unas más efectivas que otras, unas más aceptadas que otras, pero un conjunto de ellas, que cuente con soporte ciudadano, hará posible defenderse para no someterse ante el moderno flagelo de la congestión. Este texto se basó en el reconocimiento del avance que ha tenido la congestión del tránsito en grandes ciudades de América latina y el caribe, sin embargo pudiendo considerarse en un marco general destinado a afrontar este problema, puede también ser válido para muchos otros puntos geográficos donde se evidencie este fenómeno y por ello lo llevamos a colación, considerando como base sus teorías, visionando así el diagnóstico

que se requiere evaluar en uno de los objetivos específicos antes descritos. Además es posible enfocar el planteamiento de medidas eficaces para mantener bajo control este fenómeno, a fin de salvaguardar la calidad de vida y sostenibilidad urbana; siendo parte también del plan de mejoramiento que se quiere proponer.

Cal y Mayor, Cárdenas (2007). Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones. Capítulos 1 y 2, *Antecedentes y problemas del tránsito y su solución*. Proporciona un amplio conocimiento de los antecedentes del problema del tránsito, a través de la evolución histórica de las carreteras, las calles y los transportes. Como resultado del planteamiento presentado se deduce la causa del problema, los factores contribuyentes y las posibles soluciones para el necesario intento de contrarrestarlo; en el Capítulo 7, *Dispositivos para el control del tránsito*, se presenta una detallada exposición de las señales preventivas, restrictivas e informativas, de las marcas sobre el pavimento, de los dispositivos para protección en obra y de los semáforos. La presentación de los temas se apoyan en el Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras de 1986 y en el Manual de Señalamiento Turístico y de Servicios de 1992, editados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México y actualmente vigentes.

Considerando el desarrollo de nuestro segundo objetivo específico nos basaremos en las teorías descritas en el Capítulo 8, *volumen de tránsito*, que representa un análisis de las distribuciones espaciales y temporales de los diferentes volúmenes de tránsito sean estos absolutos, promedios diarios u horarios. Se estudia su distribución, composición, variación, ajuste y pronóstico futuro. Asimismo en el capítulo 11, *congestionamiento*, se aborda de una manera analítica y gráfica este problema, ya que es de vital importancia para el desarrollo de esta investigación y como futuros

ingenieros civiles, tener una perspectiva amplia con el propósito de planear, diseñar y operar sistemas viales, de tal manera que las demoras inducidas en los resultados sean mínimas. Se realiza un análisis determinístico del congestionamiento en intersecciones con semáforos y en cuellos de botella, lo mismo que un análisis probabilístico de este fenómeno como filas de espera. Siguiendo este lineamiento estudiaremos los capítulos 12 y 15 titulados *capacidad vial* y *accidentalidad* respectivamente; analizando así la capacidad de la vía, conociendo sus características físicas o geométricas y los flujos vehiculares bajo una gran variedad de condiciones. A la par que se visiona la magnitud del problema de la accidentalidad relacionada con la congestión, permitiendo generar un diagnóstico, realizar comparaciones y presentar programas para prevenirlos o aminorarlos.

De la misma forma, Vargas, Rincón y Gonzales (2012); en su “*libro Ingeniería de tránsito, conceptos básicos*” reúnen los conceptos básicos que un profesional debe conocer acerca de la ingeniería de tránsito, a fin de comprender esta temática que es la base para la realización de cualquier proyecto de infraestructura, ya que esta disciplina es necesaria para la determinación de la demanda y las condiciones básicas de diseño enfocado en la infraestructura vial. Conforme a ello estudiaremos el capítulo 3, *volumen*, donde será posible tener otro enfoque acerca de la determinación de volúmenes de tránsito; la clasificación, métodos y periodos de conteo que será de vital importancia para llevar a cabalidad lo descrito en el segundo objetivo específico mencionado anteriormente. De igual manera llevaremos nuestra atención hacia el capítulo 6, *plan de manejo de tránsito*, del que nos enfocaremos en su apartado “principios fundamentales” y “metodología del plan de manejo de tránsito”, de los que será posible plantear algunas

conclusiones que nos permitan estructurar un plan de mejoramiento en la movilidad del tramo en estudio referente a nuestro objetivo general.

De modo similar, retomando la justificación de la presente investigación donde se plantearon las consecuencias del flagelo de la congestión, nos encontramos con lo referido en el libro “*Análisis de la movilidad urbana Espacio, medio ambiente y equidad*” de Eduardo Alcántara (2010), donde se exponen los factores que influyen en la movilidad y su impacto, además del análisis de las externalidades relacionadas con el transporte, que demuestra que éste resulta en un alto consumo de energía y recursos naturales, incluyendo el espacio, y causa graves problemas ambientales, en especial accidentes y contaminación.

## 2.2 Antecedentes investigativos.

La congestión del tránsito ha sido foco de estudio para muchos investigadores que mediante sus diferentes propuestas han querido brindar soluciones eficaces ante este flagelo, de las que adoptaremos las más acertadas que coadyuven con el cumplimiento de los objetivos de nuestra investigación.

La investigación realizada por Muñoz (2014) fue basada en definir una metodología para evaluar los sobrecostos sociales por congestión vehicular en la malla vial arterial principal de la ciudad de Bogotá D.C. Y fue presentada ante la Universidad Nacional de Colombia, para optar

por el título de Magister en ingeniería de transportes. En esta fue expuesta la problemática que afronta la capital evaluando en base a estudios de movilidad que ciudadanos bogotanos realizan la mayor cantidad de viajes en transporte público colectivo TPC, seguido del modo peatonal y el vehículo privado. Según como lo describe el autor *“La metodología de la que trata el presente documento, propone los pasos o etapas a seguir para el cálculo de los costos sociales que se presentan durante la movilización vehicular, así como los sobrecostos sociales cuando aparece el fenómeno de la congestión vehicular en una vía”*. En base a estos estudios se quiere tomar como ejemplo para hipotéticamente evaluar los costos sociales que se presentan por el solo hecho de movilizarse, y aún más grave, el incremento de aquellos costos por el fenómeno de la congestión vehicular presente en el tramo vial en estudio.

También se consultó el trabajo de grado para optar por el título de Magister en ingeniería – infraestructura y sistemas de transporte, realizado por la ingeniera Alma de Jesús Valladares en la Universidad Nacional de Colombia en el año 2016, en el que se pretende relacionar la teoría en la que se basan los simuladores a nivel microscópico (VISSIM) con la de los simuladores a nivel macroscópico (VISUM) para modelar las demoras en el tránsito de vehículos, y de esta manera encontrar un factor de ajuste que valide los resultados de las demoras producidas por la congestión urbana. Pues bien, este es un tema muy interesante que nos concierne estudiar y tener en cuenta para el desarrollo de los objetivos de nuestra investigación, ya que encaminaremos los resultados hacia la modelación en el software PTV VISSIM que nos proporcionará algunas hipótesis que nos permitan plantear soluciones y bases, que sustenten el plan de mejoramiento en la movilidad que se pretende proponer.

De la misma manera se encontró el trabajo de grado titulado “*modernización de la red semafórica de la ciudad de Bucaramanga mediante la implementación de semáforos inteligentes*” expuesto por Liliana Chía y Jesús Orlando Escalante, presentado a la Universidad Industrial de Santander optando por el título de Ingeniero Civil. En este se proyecta según como lo señala su objetivo general, diseñar una estrategia para mejorar la movilidad vehicular y peatonal de la ciudad de Bucaramanga mediante la modernización de la red semafórica utilizando semáforos inteligentes. Su metodología estuvo dirigida a abordar conceptualmente temas de control semafórico, para el que se tomaron datos de aforos vehiculares. En este contexto se busca enfocar nuestra investigación hacia la implementación de estrategias de gestión de tráfico que radica en la elaboración de planes de movilidad que no requieren grandes acondicionamientos de infraestructura y están basados en el control del tráfico en tiempo real, una de estas medidas puede ser la implementación de semáforos, de la que se evaluará su viabilidad en las hipótesis planteadas para el plan de mejoramiento que se quiere diseñar.

### **2.3 Marco Conceptual.**

A continuación se ostenta el listado de conceptos encaminados a entender de manera clara y precisa las bases del presente proyecto de grado:

*Acera o andén* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Parte de vía destinada exclusivamente al tránsito de peatones.

*Agente de circulación* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Cualquier miembro de la Policía Nacional, encargado de vigilar el cumplimiento de las normas de transporte y tránsito. Se refiere especialmente al personal que constituye la policía vial, y accidentalmente a cualquier otro agente de policía que intervenga en asuntos de transporte y tránsito. Igualmente se considera como tal, cualquier persona civil que esté investida de autoridad para intervenir en asuntos de transporte y tránsito.

*Automóvil* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Vehículo automotor destinado al transporte de no más de diez personas.

*Aforo vehicular* (Cal y Mayor, Cárdenas 2007): Este tipo de estudios tienen por objetivo fundamental determinar el número de vehículos que circulan por una carretera o autopista.

*Berma* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Parte exterior del camino destinado al soporte lateral de la base y capas superficiales de la calzada, y eventualmente, a estacionamiento de vehículos o a tránsito de emergencia.

*Bus* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Vehículo automotor destinado al transporte colectivo de personas en

número mayor de diez. Cuando el bus tiene capacidad para entre diez y veinte personas se denomina, microbús, y buseta, cuando su capacidad es para entre veintiuna y treinta personas.

*Calzada* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Zona de la vía destinada a la circulación ordinaria de vehículos.

*Capacidad* (Vargas, Rincón, Gonzales 2012): Se define como capacidad de una infraestructura de transporte al “ Flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito).

*Carril* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola hilera de vehículos.

*Congestión vial* (Cal y Mayor , Cárdenas 2007): La congestión vehicular o vial, se refiere tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y dificultades para circular. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

*Corredor Vial* (Diccionario de la Real Academia Española): vía de circulación de tránsito terrestre donde está prohibido estacionar vehículos durante un horario determinado.

*Cruce de peatones* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Zona de la vía, delimitada por signos especiales, con destino al paso de peatones.

*Cruce de vías* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Área de uso público, formada por la intersección de dos (2) o más vías

*Dispositivos de control* (Cal y Mayor, Cárdenas 2007): Se denominan dispositivos para el control del tránsito a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas.

*Estacionamiento* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Detención prolongada de un vehículo en la vía pública, distinta de las paradas momentáneas.

*Flujo vehicular* (Cal y Mayor, Cárdenas, 2007): La tasa de flujo o flujo ( $q$ ) es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada. La tasa del flujo es pues el número de vehículos  $N$  que pasan durante un intervalo de tiempo específico  $T$  a una hora, expresada en veh/min o veh/seg.

*Hora pico* (Diccionario de la Real Academia Española): Aquella en la que se produce mayor aglomeración en los transportes y mayor demanda en el uso de determinados servicios.

*Intersección* (INVIAS 98.): “Las intersecciones son zonas comunes a dos o más carreteras que se cruzan al mismo (o diferente) nivel y en las que se incluyen las calzadas que pueden utilizar los vehículos para el desarrollo de todos los movimientos posibles”.

*Marcas de tránsito* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Líneas, dibujos, palabras o símbolos trazados sobre el pavimento, o cordones u otros objetos dentro de la vía o adyacentes a ella.

*Modelación* (Tevni Grajales G, 2014): es un instrumento de la investigación de carácter material o teórico, creado por los científicos para reproducir el fenómeno que se está estudiando. El modelo es una reproducción simplificada de la realidad, que cumple una función heurística, ya que permite descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades del objeto de estudio. La modelación es justamente el proceso mediante el cual creamos modelos de vistas a investigar la realidad.

*Motocicleta* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Vehículo automotor de dos ruedas sin estabilidad propia.

*Movilidad* (El Congreso de Colombia): Conjunto de desplazamientos, de personas y mercancías, que se producen en un entorno físico. Cuando hablamos de movilidad urbana nos referimos a la totalidad de desplazamientos que se realizan en la ciudad. Estos desplazamientos son realizados en diferentes medios de transporte: autos, transporte público y también la bicicleta como vehículo alternativo; y todos con un objetivo claro: el reducir la distancia que nos separa de lugares donde satisfacemos nuestros deseos o necesidades.

*Nivel de Servicio* (Cal y Mayor, Cárdenas 2007): Es la medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por parte de los usuarios. Se describe en términos de factores internos (como variaciones en la velocidad, volumen, la composición del tráfico, el porcentaje de movimientos y entrecruzamientos) y externos (ancho de carril, distancia lateral libre, pendientes, entre otros.)

*Pasajero* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): a) Usuario del servicio de transporte; b) Persona que se moviliza en un vehículo, distinta del conductor.

*Peatón* (Real Academia Española): m. y f. Persona que va a pie por una vía pública.

*Seguridad vial* (Universidad de la Salle. Bogotá D.C. 29 mayo de 2015, plan estratégico de seguridad vial): Se refiere al conjunto de acciones, mecanismos, estrategias y medidas orientadas a la prevención de accidentes de tránsito, o a anular o disminuir los efectos de los mismos, con el objetivo de proteger la vida de los usuarios de las vías.

*Señal de tránsito* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Dispositivo para dirección del tránsito, instalado al nivel del camino o sobre él para transmitir órdenes mediante palabras o símbolos.

*Señalización* (Quintana Orozco, R.): La señalización técnicamente es el conjunto de estímulos que pretenden condicionar, con la antelación mínima necesaria, la actuación de aquel que los recibe frente a unas circunstancias que se pretende resaltar.

*Tránsito* (Cal y Mayor, Cárdenas, 2007) El tránsito vehicular (también llamado tráfico vehicular, o simplemente tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Se presenta también con muchas similitudes en otros fenómenos como el flujo de partículas (líquidos, gases o sólidos) y el de peatones. En las grandes ciudades, el tráfico vehicular se encuentra presente en casi todos aquellos lugares de actividad diaria de la gente, y ocasiona numerosos fenómenos entre los que destacan especialmente los congestionamientos

*Transporte* (Universidad de la Salle. Bogotá D.C. 29 mayo de 2015, plan estratégico de seguridad vial): Es el traslado de personas, animales o cosas de un punto a otro a través de un medio físico.

*Velocidad* (Cal y Mayor, Cárdenas 2007): En general el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresado en Kilómetros por hora (km/h)

*Vías arterias* (código nacional de tránsito terrestre. título I, Disposiciones Generales. capítulo I. Principios y definiciones): Las vías principales del sistema vial dentro de un perímetro urbano.

*Volúmenes de tránsito* (Vargas, Rincón, Gonzales 2012): Los volúmenes vehiculares son los datos de mayor interés para la caracterización de la red vial de la zona de influencia del plan de manejo del tránsito. El funcionamiento global de la red es el reflejo de los volúmenes de tránsito. Las “horas pico” o de máxima demanda ponen a prueba la capacidad de la red.

## 2.4 Marco Teórico

Dado que la mira central de esta investigación estará puesta en el fenómeno de la congestión como proyecto de estudio, será necesario plantear algunas consideraciones que permitan su apropiado entendimiento.

La idea más popular (y físicamente evidente) en torno a la congestión está relacionada con la noción de “tiempo perdido” por las personas. Sin embargo, cabe cuestionar qué está “perdido” o qué se pierde. La noción más intuitiva, utilizada en la mayoría de los estudios, está relacionada con una comparación entre el tiempo real en la vía y un tiempo “ideal” a ser definido. El problema se encuentra en identificar cuál es ese tiempo “ideal” (Alcântara Vasconcellos, 2010).

De manera subjetiva se ha entendido la congestión como la situación causada por la circulación de muchos vehículos que transitan simultáneamente en una vía, en forma lenta y pausada. Sin embargo este tema resulta ser más complejo, por lo que deben ser tenidos en cuenta ciertos razonamientos técnicos que permita un enfoque más exacto.

“la congestión es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás” (Thomson y Bull, 2001).

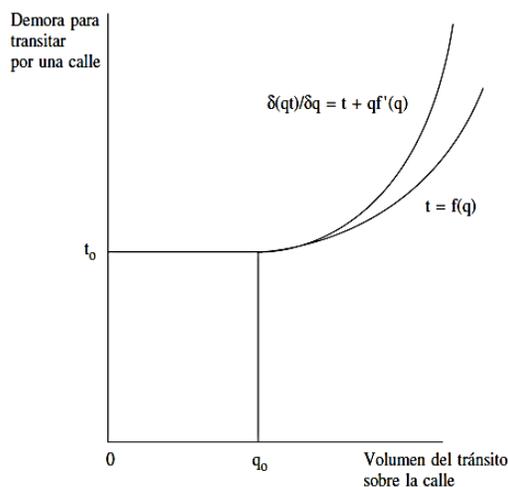


Figura 1. Representación esquemática del concepto de la congestión del tránsito.  
Fuente: Adaptada de (Thomson y Bull, 2002)

Vemos entonces que se puede mantener un tiempo constante para determinado volumen vehicular (dependiendo de factores como velocidad, presencia de intersecciones, entre otros), pero a medida que aumenta la cantidad de vehículos que transitan por la vía, proporcionalmente se incrementan las demoras de viaje.

Algunos factores son agravantes de dicha situación, como por ejemplo el incorrecto diseño de las vías, su falta de mantenimiento y señalización. Asimismo, el mal estado del pavimento, específicamente la presencia de baches, ocasiona limitaciones de capacidad e incrementa la congestión. Además de esto la falta de cultura de los conductores, que al intentar ahorrarse unos segundos de tiempo de viaje, se imponen en las intersecciones causando bloqueos.

Entrando en contexto en la ciudad de Ocaña no se cuenta con un sistema de paradas fijas para el transporte público, sino que estas están determinadas según las condiciones y necesidades del conductor, que en búsqueda de pasajeros transitan a baja velocidad, generando congestión.

En este sentido es importante conocer todas las variables que entran en juego en este estudio de congestión para el tramo vehicular ya mencionado, como veremos a continuación.

**2.4.1 Características Fundamentales Del Flujo Vehicular.** En seguida, se presenta una descripción de algunas de las características fundamentales del flujo vehicular, representadas en sus tres variables principales: el flujo, la velocidad y la densidad, a partir de relaciones entre ellas se pueden obtener singularidades de la corriente de tránsito, que permitan pronosticar efectos de diferentes maneras de operación, además su conocimiento proporciona información sobre la calidad o nivel de servicio de cualquier sistema vial. Las tres características principales que se pueden explicar matemáticamente son: La velocidad, El volumen o intensidad de tránsito y La densidad (Mozo Sánchez, 2012, p.11)

**2.4.1.1 velocidad.** La velocidad describe el movimiento o recorrido de un objeto, durante un determinado tiempo. En el campo de estudio generalmente se calcula en kilómetros por hora (km/h). El HCM 2000 usa la velocidad promedio de viaje como la medida de velocidad, ya que es fácil de calcular observando cada vehículo dentro del tránsito y es la medida estadística más relevante en relación con otras variables. (Mozo Sánchez, 2012, p.12)

**2.4.1.2 velocidad promedio de viaje.** La velocidad promedio de viaje es una medida de tránsito basada en la observación del tiempo de viaje en una longitud dada de carretera. Se calcula como la longitud del segmento dividido entre el tiempo promedio de viaje de los vehículos que pasan por dicho segmento, incluyendo todos los tiempos de demoras por paradas. La velocidad promedio de viaje se calcula dividiendo el largo de la carretera, sección o segmento bajo consideración entre el tiempo promedio de viaje de los vehículos que pasan por dicho segmento. (Mozo Sánchez, 2012, p.12)

La Ecuación expresa la velocidad promedio de viaje

$$S = \frac{L}{ta}$$

*Dónde:*

*S: velocidad promedio de viaje*

*L: Longitud del segmento de la carretera (Km)*

*ta: tiempo promedio de viaje en el segmento (h)*

**2.4.1.3 velocidad a flujo libre.** FFS por sus siglas en inglés, free flow speed es entendida como la velocidad promedio de los vehículos en una vía dada, sobre un pavimento en buenas condiciones y volúmenes de tránsito bajo, que permite un flujo libre, sin restricciones ni demoras. (Ibagon Castañeda)

**2.4.1.4 volumen o intensidad de tránsito.** El volumen de tránsito es definido como el número de vehículos que pasan en un determinado punto durante un intervalo de tiempo. La unidad para el volumen es simplemente “vehículos” o “vehículos por unidad de tiempo”. Un intervalo común de tiempo para el volumen es un día, descrito como vehículos por día. Los volúmenes diarios

frecuentemente son usados como base para la planificación de las carreteras. Para los análisis operacionales, se usan los volúmenes horarios, ya que el volumen varía considerablemente durante el curso de las 24 horas del día. La hora del día que tiene el volumen horario más alto es llamada “hora pico” (HP), u hora de máxima demanda (HMD). (Mozo Sánchez, 2012, p.12)

**2.4.1.5 densidad.** La densidad es el número de vehículos que ocupa cierta longitud dada de una carretera o carril y generalmente se expresa como vehículos por kilómetro (veh/km). (Mozo Sánchez, 2012, p.14). Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D = \frac{V}{S}$$

*Dónde:*

*D = Densidad (veh p/km/carril).*

*V = Razón de flujo (veh p/h)*

*S = Velocidad promedio de viaje (km/h)*

**2.4.2 Capacidad de las vías.** De acuerdo a (Cerquera Escobar, 2007, p.1). Se define capacidad de una infraestructura de transporte al “flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar de las personas o vehículos en un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito”. De acuerdo a lo anterior se puede inferir que al tener tramos o puntos con diferentes características, se tendrán diferentes capacidades. Así mismo, se menciona flujo vehicular, durante un periodo de tiempo dado, que generalmente es de 15 minutos pico; valga hacer énfasis en que no se trata del máximo flujo vehicular absoluto al que puede estar sometida

la infraestructura en una hora. Para la capacidad, se deben considerar condiciones promedio, y está dada bajo condiciones prevalecientes de la vía (características geométricas, tipo de sección, pendientes, dimensiones de carriles, bermas, etc.), del control (dispositivos de control de tránsito como semáforos, señales, movimientos permitidos), y del tránsito (composición vehicular, velocidad, características del flujo vehicular)

**2.4.3 Niveles de servicio.** El nivel de servicio, “es una medida cualitativa que descubre las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros” Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones a la circulación, la comodidad, las conveniencias y la seguridad vial (Cerquera Escobar, 2007, p.2).

Según el tipo de infraestructura vial, se puntualizan seis niveles de servicio, a cada uno se le confiere una letra alfabética desde la A hasta la F, representándose con la letra **A** al nivel de servicio (NS) más favorable, es decir, con las mejores condiciones operativas, mientras que el nivel de servicio **F** representa las peores condiciones.

**2.4.3.1 niveles de servicio A.** Corresponde a un tránsito a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen la autonomía de escoger velocidades apropiadas, y pueden maniobrar según la necesidad. Este nivel es el más óptimo, en cuanto a movilidad, comodidad y convivencia (Cerquera Escobar, 2007, p.2)

**2.4.3.2 niveles de servicio B.** Está dentro del rango del flujo estable, sin embargo ya se hace visible la presencia de otros vehículos en la circulación. Se considera que la libertad de elección de velocidad deseada no es relevante de acuerdo al NS A, sin embargo la libertad de maniobra si se ve afectada, dado al acompañamiento de otros vehículos en la vía. El nivel de comodidad y conveniencia es un poco más bajo en comparación con los del nivel de servicio A, porque la presencia de otros empieza a interferir en el comportamiento individual de cada uno (Cerquera Escobar, 2007, p.2).

**2.4.3.3 Nivel de Servicio C.** Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el inicio del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente (Cerquera Escobar, 2007, p.3).

**2.4.3.4 Nivel de Servicio D.** Describe una circulación con densidad elevada, aunque continua siendo relativamente estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan prudentemente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento (Cerquera Escobar, 2007, p.3).

**2.4.3.5 Nivel de Servicio E.** El funcionamiento se encuentra cerca o en el límite de su capacidad. La velocidad de todos disminuye considerablemente. La libertad de maniobra para circular es realmente complicado difícil, se hace posible, forzando a un vehículo o transeúnte a

“conceder el paso”. Los niveles de comodidad y conveniencia son elevados, debido a la inconformidad en los usuarios de la vía. La circulación es inestable en gran medida, ya que los conductores se ven obligados a frecuentes frenadas y avances trayendo consigo seguidos colapsos. (Cerquera Escobar, 2007, p.3).

**2.4.3.6 nivel de servicio F.** Corresponde al estado del flujo más crítico, y se produce cuando la cantidad de vehículos presentes en la calzada, se exceden en cuantía En estas zonas, se crean grandes colas, haciéndose notorio el fenómeno de la congestión, la operación, donde la operación se caracteriza por la existencia frenadas y aceleradas muy inestables Normalmente se acepta que el volumen de tránsito al que se puede dar servicio en las condiciones de parada y arranque del NS F es inferior que el posible al NS E; en consecuencia el flujo deservicio E es el valor que corresponde a la capacidad de la infraestructura (Cerquera Escobar, 2007, p.3).

**2.4.5 Simulación del tránsito vehicular.** Los modelos de transito son herramientas ideales para recrear entornos de manera fidedigna, fundamentadas en la previa recolección de información, las cuales permiten simular situaciones actuales y situaciones hipotéticas o futuras. Conforme a esto su frecuente uso se remonta en el gran beneficio que prestan ante la evaluación de medidas, planificación y toma de decisiones.

Los diferentes modelos para el tránsito vehicular, están basados en teorías con enfoques microscópicos y macroscópicos. Todos estos modelos están basados en métodos y modelos matemáticos, los cuales representan el comportamiento del flujo. (Fontalvo, 2013, p.31)

La clasificación de los modelos para la simulación del tránsito está fundamentada en los detalles, estos pueden ser microscópicos, macroscópicos y mesoscópicos. Para el desarrollo de nuestra investigación, se tendrán en cuenta modelos microscópicos que conllevan un enfoque más minucioso, debido a que el movimiento de cada vehículo a través de la red es simulado de forma independiente, considerando sus características e interacciones con otros vehículos en el flujo, tal como ocurre en la realidad. Y de esta manera poder inferir o llegar a ver un comportamiento general (macroscópico) del problema.

#### ***2.4.5.1. Software especializado PTV Vissim***

La Compañía alemana PTV Group ofrece el software Vissim, el cual es uno de los más empleados a nivel mundial para la mico simulación de tráfico en tiempo real.

Con PTV Vissim, puede simularse la situación del tráfico a la perfección, tanto la comparación de operar con distintos tipos de intersecciones como el análisis de implementar medidas de prioridad al transporte público o el impacto de un plan de semaforización. PTV Vissim, como software líder mundial para la simulación microscópica del tráfico, en un solo modelo permite representar a todos los usuarios de la vía pública y estudiar sus interacciones: autos, transporte de carga y cualquier tipo de transporte público, ya sea ferroviario o convencional.

Entre sus principales ventajas encontramos (PTV GROUP, 2017):

- **Multimodalidad:** Los modelos de comportamiento específicos para el transporte motorizado, en bicicleta y de peatones permiten una evaluación robusta y una representación realista de todos los aspectos del tráfico.
- **Máxima precisión de los detalles:** Con PTV Vissim se consigue una precisión máxima de los detalles. Con la ayuda del concepto de arcos y conectores, puede proyectar la red con todos los detalles que se desee y modelar varias geometrías, desde intersecciones comunes, hasta los intercambiadores más complejos.
- **Flexibilidad y capacidad de integración:** PTV Vissim ha sido desarrollado para ofrecer la máxima flexibilidad y capacidad de integración con otras herramientas. La configuración de elementos como las características del conductor y el vehículo, la demanda de tráfico y la programación del transporte público, entre otros, hacen de esta herramienta de planificación un sólido entorno de análisis de todo tipo de operación del transporte.
- **Base científica:** PTV Vissim, es una herramienta de simulación estable que siempre incluye los conocimientos científicos y prácticos más actuales, fijando nuevos estándares en la industria.
- **Visualización en 2D y 3D:** PTV Vissim permite cambiar la perspectiva, exponiendo los resultados de los análisis de forma convincente: respalda los procesos de análisis con informes detallados, animaciones en 2D, e impresionantes visualizaciones en 3D. Así, el análisis técnico del tráfico se hace agradable y comprensible para todos.

**2.4.6 Dispositivos de control.** (Cal y Mayor, Cárdenas 2007, p.124) denominan"

dispositivos de control del tránsito, a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad públicas para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas".

Los dispositivos de tránsito son una excelente instrumento para mejorar la eficiencia del flujo vehicular, dando lugar a la seguridad de todos los usuarios de la vía (incluyendo peatones). Se emplean para informar al conductor a cerca de las características de la vía, así como para avisar sobre las adversidades o peligros en el tramo, además de brindar ubicación.

Generalmente el ingeniero de tránsito es el encargado de establecer la necesidad de los dispositivos de control; teniendo en cuenta cumplir con cinco requisitos fundamentales que son satisfacer la necesidad, llamar la atención, transmitir un mensaje simple y claro, imponer respeto a los usuarios de las calles y carreteras ,y estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar, y para ello debe cumplir con los siguientes factores: Diseño, ubicación, uniformidad y conservación; para lograr llamar la atención de los usuarios y poder transmitir el mensaje de manera simple y legible (Cal y Mayor, Cárdenas 2007, p.126)

Los dispositivos para el control de tránsito se clasifican según su posición y función en:

a) Señales verticales: estas a su vez pueden ser: preventivas, restrictivas, informativas, turísticas y de servicio, y señales diversas.

b) Señales Horizontales: en esta categorización encontramos: Rayas, marcas, botones.

c) Dispositivos para protección en Obras, según su funcionalidad, en esta categoría encontramos: señales horizontales, señales verticales, barreras levadizas, barreras fijas, conos, tambos, dispositivos luminosos, señales manuales, vehiculares, peatonales y espaciales.

**2.4.6.1 señales verticales.** La función de las señales verticales es reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, advertir de peligros, informar acerca de rutas, direcciones, destinos y sitios de interés. (Manual de señalización vial, 2015, pág. 17)

Es indispensable no excederse en la implementación de estas señales en un tramo de vía corto, debida a que puede generar contrariamente a lo que se quiere, ineffectividad y contaminación visual.

Pueden clasificarse de acuerdo con la función que desempeñan, en:

- **Señales Reglamentarias:** tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito.
- **Señales Preventivas:** su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales suelen denominarse también Advertencia de Peligro.

- **Señales Informativas:** tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible. También informan acerca de distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios al usuario, entre otros.
- **Señales Transitorias:** modifican transitoriamente el régimen normal de utilización de la vía. Pueden ser estáticas o dinámicas, indicando mensajes reglamentarios, preventivos o informativos. Ambas se caracterizan por entregar mensajes que tienen aplicación acotada en el tiempo, siendo las segundas –también denominadas señales de mensaje variable– capaces de entregarlo en tiempo real.

**2.4.6.2 señales verticales.** La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como a los dispositivos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. Éstas se conocen como DEMARCACIONES. Estas al igual que las señales verticales, se emplean para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad vial y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas o junto a otros medios de señalización. En algunas situaciones son el único y/o más eficaz medio para comunicar instrucciones a los conductores. (Manual de señalización vial, 2015, pág. 359)

**2.4.6.3 Semáforos.** Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos motorizados, bicicletas y/o peatones en las vías, signando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad electrónica de control. (Manual de señalización vial, 2015, pág. 747)

Su función primordial es ceder el paso alternadamente a las intersecciones o corrientes de tránsito que se cruzan, prevaleciendo la seguridad tanto de vehículos como de peatones, y permitido un uso ordenado del espacio disponible. Con el propósito de que su implementación sea certera, es importante efectuar un estudio exhaustivo de las condiciones de la(s) intersección(es) y del tránsito, además de cumplir ciertos requisitos que la experiencia ha fijado. Si su instalación y operación es correcta se obtendrán una o más de las siguientes ventajas:

- Ordena la circulación del tránsito y, en muchos casos, mediante una asignación apropiada del derecho al uso de la intersección, optimiza la capacidad de las calles.
- Reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes.
- Con espaciamientos favorables se pueden sincronizar para mantener una circulación continua, o casi continua, a una velocidad constante en una ruta determinada. En algunos casos, esa velocidad constante es conveniente reducirla para fines de seguridad.
- Permiten interrumpir periódicamente los volúmenes de tránsito intensos de una arteria, para conceder el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.
- En la mayoría de los casos representan una economía considerable por su mayor habilidad en el control del tránsito con respecto a la utilización de otras formas de

control, como por ejemplo señales o policías de tránsito. (Cal y Mayor, Cárdenas 2007, p.387)

El Ministerio de Transporte (2015) clasifica los semáforos de acuerdo con el tipo de conflicto que se regula y el mecanismo de operación de sus unidades de control, de la siguiente manera:

- Semáforos para el control del tránsito de vehículos (los criterios utilizados para esta clase de semáforos son igualmente aplicables en ciclorrutas). Entre estos se encuentran: Semáforos de tiempos fijos o predeterminados, semáforos parcialmente accionados por el tránsito y semáforos totalmente accionados por el tránsito.
- Semáforos para pasos peatonales, estos pueden ser de tiempos fijos o accionados por los peatones
- Semáforos sonoros
- Semáforos especiales: estos pueden ser: de destello o intermitentes, para regular el uso de carriles, para maniobras de vehículos de emergencia, para el control de buses en corredores de autobuses de tránsito rápido, para indicar la aproximación de trenes.

## 2.5 Marco Histórico

El transporte, entendido como la capacidad de desplazar personas o materiales de un sitio a otro, es tan antiguo como el hombre. Al principio, caminar con todos sus enseres era la única forma de moverse que tenían nuestros ancestros. Pero, pronto, se descubrió la rueda, posiblemente inspirada en los troncos de árboles que se usaban para desplazar cargas

pesadas. Todo el tránsito por tierra se hacía a lomos de animales: caballos, mulas, camellos; o en los carruajes tirados por esos mismos animales, en las pocas carreteras que había, donde solo se transportaban personas y mercancías ligeras de alto valor añadido. Pero el transporte de grandes mercancías se hacía por mar, o por vías fluviales.

Existían por entonces dos tipos de vías: los caminos de herradura, por los que sólo podían circular: mulas, bueyes, caballos y personas; y las carreteras, por las que podían circular los carruajes. Las carreteras eran escasas, y sólo unían las principales ciudades. Durante la revolución industrial el transporte consigue un avance espectacular, fundamentalmente por dos motivos: la creación de una vía segura y adecuada para el transporte, y una máquina potente y regular. Estas características las tuvo el ferrocarril, que fue el gran medio de transporte que impulsó la revolución industrial, no sólo por que puso las mercancías en el mercado en grandes cantidades, sino porque él mismo demandó gran cantidad de productos industriales.

A comienzos del siglo XX se consiguen los primeros derivados del petróleo de manera industrial, y se logra tratar la hevea para obtener caucho. Comienza entonces el asfaltado de las carreteras y se obtiene, con el motor de explosión y la rueda de caucho, un vehículo rápido, tanto como el tren, y seguro, pero mucho más versátil. Al no depender de la vía férrea puede llegar a todas partes, lo que le hace muy superior al ferrocarril. Llega entonces el invento revolucionario del automóvil, este fue aumentando progresivamente su capacidad de carga, hasta que aparecen los camiones.

Hoy en día el sector del transporte es esencial para el funcionamiento de los países, por eso es el Estado quien construye las infraestructuras viarias: carreteras, vías de ferrocarril, puertos y aeropuertos, que todos pueden utilizar más o menos libremente. Para cualquier zona subdesarrollada la construcción de una carretera es una garantía, y una condición, de desarrollo.

## 2.6 Marco Legal

La base jurídica que conforma el soporte legal del proyecto, por el cual está regido y restringido, está basado en la siguiente normatividad:

Manual de señalización Vial 2015.

DECRETO 1344 DE 1970 (agosto 4), Anulado por la Ley 769 de 2002; por el cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre. En este se reglamentaba a la vez dos aspectos que siendo complementarios, tienen ciertas particularidades: el tránsito y el transporte. Durante los años subsiguientes a la expedición de dicho Decreto, se fueron sumando múltiples normas que lo complementaban en uno u otro tema. Siendo el transporte público un servicio especial, bajo la vigilancia y control del Estado, se hizo necesario entrar a reglamentar este aspecto en forma particular. Fue así como para el año de 1993 se expidieron algunas normas básicas sobre el transporte (Ley 105); tres años después se expidió la Ley 336 “Estatuto Nacional del Transporte” y para el año 2001 se reglamentaron las diferentes modalidades del servicio público mediante los Decretos 170 a 175; las sanciones al transporte fueron establecidas en el Decreto 3366 de 2003 y a través de la Resolución 10800 de 2003 se codificaron las infracciones al transporte y se adoptó

el formulario del Informe de Infracción al Transporte. En lo que respecta al tránsito, en el año 2002 se expidió el Código Nacional de Tránsito; mediante la Resolución 17777 se codificaron las infracciones al tránsito y se adoptó el formulario único de la Orden Nacional de Comparendo. Complementariamente, con la circular 01044 de 2003, el Ministerio de Transporte estableció los protocolos y procedimientos a seguir para los casos de inmovilización de vehículos.

Tomando como referencia esta ley, a continuación queremos destacar algunos títulos que servirán de apoyo para la realización de nuestro proyecto de investigación:

**Título II. Normas de Admisión al Tránsito.** Capítulo 3, Vehículos. **Artículo 68°.-** “En lo posible, los vehículos deben estar provistos de sistemas que eviten la contaminación del aire para gases de escapes...”

**Título III. Normas de comportamiento en el tránsito.** Capítulo 1, reglas generales. **Artículo 109°.-** Toda persona que tome parte en el tránsito, como conductor o como peatón, debe comportarse en forma que no incomode, perjudique o afecte a las demás, y deberá conocer y cumplir las normas de tránsito que le sean aplicables, así como obedecer las indicaciones que le den las autoridades de tránsito; además observará las señales de control de tránsito que determine el Ministerio de Obras Públicas y coloque la autoridad competente.

Capítulo 3, Señales de tránsito. **Artículo 113°.-** Las autoridades municipales de tránsito colocarán en las vías urbanas las marcas y señales para estacionamiento paraderos, cruce de peatones, zonas escolares, zonas de taxis, zonas de cargue y descargue, y de más a que haya

lugar, de acuerdo con las pautas del Ministerio de Obras Públicas, quien tendrá a su cargo la colocación de las señales en las autopistas y carreteras. **Artículo 114°.-** Las marcas sobre el pavimento constituyen también señales de tránsito y sus indicaciones deben seguirse

Capítulo 4, Regulación del tránsito.

Capítulo 6, Conducción de vehículos. **Artículo 126°.-** Todo conductor, al detener su vehículo en vías pública, deberá hacerlo en forma que no obstaculice el tránsito de los demás usuarios, y abstenerse de maniobras que pongan en peligro a otros vehículos y a las personas.

**Artículo 127°.-** El conductor que transite por una vía sin prelación deberá detener completamente su vehículo al llegar a un cruce, y donde no haya semáforo, tomar las precauciones debidas e iniciar la marcha cuando le corresponda.

**Artículo 139°.-** Los conductores pueden estacionar sus vehículos al lado derecho de la calle, lo más cerca posible del andén, y a menos de quince metros de la bocacalle, excepto cuando haya prohibición expresa señalada por las autoridades competentes.

**Artículo 140°.-** No se puede estacionar vehículos en los siguientes sitios: 1. Sobre los andenes; 2. En vías arterias, autopistas, zonas de seguridad y puentes; 3. A menos de un metro de otro vehículo que se halle estacionado o a distancia mayor de treinta centímetros de la acera; 4. Frente a los vehículos estacionados y a los hidrantes, entradas de garajes, teatros, iglesias, circos, salones públicos, zonas escolares andamios y obstáculos que angosten la vías, o en curvas de visibilidad reducida; 5. Donde las autoridades de tránsito locales lo prohíban.

**Artículo 142°.-** Los conductores que estacionen sus vehículos en los lugares de comercio de los perímetros urbanos con el objeto de cargar o descargar objetos, deben hacerlo en las zonas determinadas para tal fin. El cargue o descargue se efectuara en forma continua y una vez terminada se despejará la vía para permitir el cargue o descargue de otro vehículo. Las autoridades locales de tránsito reglamentarán las horas y zonas para el cargue o descargue.

**Título IV. Faltas y sanciones.** Capítulo 2. Faltas a las normas de comportamiento en el tránsito. **Artículo 205°.-** Modificado mediante la Ley 33 de 1986, así: "Quien no respete las señales dadas por quien dirija el tránsito de vehículos o por un semáforo incurrirá en multa de diez (10) salarios mínimos. Quien no respete las demás señales de tránsito o no pague el peaje en los sitios establecidos y continúe la marcha del vehículo, incurrirá en multa equivalente a cinco (5) salarios mínimos".

**Artículo 213°.-** Modificado mediante la Ley 33 de 1986, así: "El conductor que impida con su vehículo el paso de otro que se lo solicite en sitio permitido u obstaculice la vía en intersección, incurrirá en multa equivalente a cinco (5) salarios mínimos por cada ocasión"

**Artículo 221°.-** Modificado mediante la Ley 33 de 1986, así: "Quien estacione un vehículo sin las debidas seguridades, incurrirá en multas equivalentes a tres (3) salarios mínimos".

En disposición a la ley 769 de 2002 destacamos lo siguiente:

Título 1. Disposiciones generales. Capítulo 1. Artículo 1°. Ámbito de aplicación y principios. Las normas del presente Código rigen en todo el territorio nacional y regulan la

circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas, que internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito En desarrollo de lo dispuesto por el artículo 24 de la Constitución Política, todo colombiano tiene derecho a circular libremente por el territorio nacional, pero está sujeto a la intervención y reglamentación de las autoridades para garantía de la seguridad y comodidad de los habitantes, especialmente de los peatones y de los discapacitados físicos y mentales, para la preservación de un ambiente sano y la protección del uso común del espacio público.

## Capítulo 3. Diseño metodológico

### 3.1 Tipo de Investigación

El diseño metodológico de esta investigación tiene enfoque descriptivo cuantitativo, según (Monje Álvarez, 2011), “la investigación científica, desde el punto de vista cuantitativo es un proceso sistemático y ordenado que se lleva a cabo siguiendo determinados pasos”. Teniendo en cuenta esto, proyectaremos la investigación de manera lógica y estratégicamente organizada, encaminándonos a la obtención de resultados contundentes, que permitan el planteamiento de soluciones oportunas.

### 3.2 Población

La Población que está representada en nuestro proyecto, son todas las personas que transitan por la vía destacando principalmente que está conectado por carreteras nacionales con Bucaramanga, Cúcuta y Santa Marta. Con el ánimo de puntualizar más la investigación, y queriendo obtener datos más cercanos y reales, tomaremos como población a todos los barrios pertenecientes a la comuna 6 (ciudadela norte), en los que están: Santa Clara, Bermejál, Urbanización Colinas de La Florida, El Líbano, La Gloria, Dos de Octubre, Villa Paraíso, La Perla, y Altos del Norte. E igualmente se encuentran los sectores de: Villa mar, La ondina, Los Cristales y Sauces Primera y segunda etapa y los proyectos urbanísticos: urbanización la Reviera. Haciendo una aproximación de 5.000 habitantes.

### **3.3 Muestra**

La Muestra que tomaremos como referencia para el proyecto está constituida por los barrios: Santa clara, Bermejál, Villa paraíso, la perla, pertenecientes a la comuna 6 ciudadela norte; puesto que son los barrios que más se ven involucrados con esta problemática. Tomando 2.000 habitantes aproximadamente.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información**

Las técnicas de recolección de información utilizadas para desarrollar este proyecto serán en primera instancia, oculares y experimentales, teniendo en cuenta que mediante la vivencia en motocicleta y automóvil se evidenciarán tiempos de viaje reales en el tramo, además se realizarán encuestas aplicadas a conductores, comerciantes y peatones de la zona, que ligadas a lo observado permitan identificar aspectos relevantes sobre la problemática en estudio. Adicionalmente se efectuará un levantamiento topográfico conjuntamente con aforos vehiculares para la obtención de parámetros en cuanto a las características propias del tramo, todo esto a través de registro en formato, los cuales necesarios para su respectiva modelación mediante el software PTV Vissim que aportará información verídica para lograr el planteamiento de hipótesis que lleven al mejoramiento de la movilidad en la vía.

### **3.5 Procesamiento de la información**

Con la información obtenida mediante las encuestas, se hará un análisis estadístico descriptivo basado en graficas circulares que serán elaboradas por medio del programa Excel, permitiendo a partir de la representación visual, reconocer patrones relevantes del fenómeno en estudio. De igual manera mediante alguna información suministrada por parte de entidades encargadas como el Hospital Hemiro Quintero Cañizares y teniendo como referencia el Plan de Desarrollo Municipal, realizaremos tabulaciones de datos donde se represente la importancia del tramo en cuanto a accidentalidad y donde se enfocará la necesidad de su estudio. Por otra parte, el levantamiento topográfico en conjunto con el aforo vehicular y la experiencia como usuario de la vía, nos aportarán parámetros adecuados para la simulación microscópica y multimodal del tramo, mediante el software especializado PTV Vissim , el cual usaremos para modelar más de un tipo de tránsito y las interacciones entre estos, así como la experimentación de varios escenarios teniendo en cuenta sistemas de control y gestión del tránsito, para lograr plantear soluciones apropiadas respecto a la mejora de la movilidad vehicular.

## Capítulo 4. Administración del proyecto

### 4.1 Recursos Humanos

**4.1.1 Investigadores.** Limarysmith Mantilla Collantes y Keila Johana Rincón Amaya, estudiantes del programa de Ingeniería Civil.

**4.1.2 Director.** Luis Elías Sepúlveda Guerrero, Ingeniero Civil. Especialista en vías.

#### **4.1.3 Topógrafos.**

Jonathan Becerra Carrascal, Ingeniero Civil.

Agustín Macgregor, Ingeniero Civil.

**4.1.4 Ayudante de topografía.** Estiven Sepúlveda

### 4.2 Recursos institucionales

Para el desarrollo de la presente investigación, se tendrán en cuenta recursos institucionales en los que se mencionan los siguientes:

- Universidad Francisco de paula Santander - seccional Ocaña.
- Biblioteca “Argemiro Bayona Portillo” y Sala de cómputo de ingeniería civil.

### 4.3 Recursos financieros

**4.3.1 Ingresos.** Está representada por aportes personales de las investigadoras, en dos partes iguales de \$ 450,000.00 cada una, generando un total de \$ 900,000.00. Ver Tabla1

**4.3.2 Egresos.** Por medio de la siguiente tabla se pretende describir los gastos necesarios que se tendrán para la realización del proyecto en mención:

**Tabla 1**

*Descripción de los gastos para el desarrollo del proyecto.*

DESCRIPCION	INGRESOS	EGRESOS
Aporte de los autores	\$900.000	
Papelería		-\$160,00
Transporte		-\$290,00
Elementos para Levantamiento Topográfico		-\$250,00
Imprevistos		-\$200,00
Total Parcial	\$900.000	-\$900.000
Total	0	0

Fuente: Autoras del proyecto

## Capítulo 5. Cronograma de actividades

Se pretende representar el cronograma de actividades a través de la siguiente tabla, mostrando el tiempo necesario para el cumplimiento de cada una evaluado en meses.

**Tabla 2**

*Descripción del cronograma de actividades para el desarrollo del presente proyecto.*

ACTIVIDAD	MES				
	1	2	3	4	5
Reconocimiento Visual de la Zona	X				
Recolección de información existente del tramo en estudio	X				
Realización del levantamiento topográfico		X			
Medición de volúmenes de tránsito		X			
Reconocimiento y uso del software PTV VISSIM			X		
Modelación de los datos obtenidos en el software PTV VISSIM			X	X	
Análisis de Resultados			X	X	
Desarrollo de hipótesis en base a los resultados obtenidos				X	
Redacción y presentación del informe final				X	X

Fuente: Autoras del proyecto.

## Capítulo 6. Presentación de Resultados

En cumplimiento de nuestro objetivo general que es la creación de una propuesta o plan de mejoramiento en la movilidad del tramo en estudio, se desarrollaron cada uno de los objetivos específicos descritos anteriormente, con su respectiva serie de actividades; permitiéndonos generar, de esta manera, unos resultados que serán mostrados a continuación:

### 6.1 Evaluar el tramo en estudio para su respectivo diagnóstico, determinando los principales factores causantes de congestión.

En el desarrollo de nuestro primer objetivo fue necesario inicialmente realizar un diagnóstico del tramo vial mediante la observación directa de factores que afectan la movilidad en horas pico. Para ello se realizó un registro en horas que se consideraban de mayor congestión, sobre el cual enfatizó el estado de la intersección, un registro fotográfico y un posterior análisis del ambiente percibido y de lo que se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 3.**

*Registro del estado actual y observaciones encontradas en las intersecciones*

<b>INTERSECCION</b>	<b>ESTADO ACTUAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Tramo principal</b>	-Pavimentada -Buen estado -Pendientes moderadas -Alto Flujo vehicular Mixto	-Carencia de señalización vertical y horizontal -Congestión de Bermas por estacionamiento de vehículos por tiempos prolongados

		-Trasito lento en vehículos de carga pesada
<b>Droguería Alemana</b>	-Pavimentada -Bajas pendientes -Alto flujo vehicular Mixto	- Sin señalización Vertical ni horizontal -Congestión en los costados de la vía a causa del transporte informal y vendedores ambulantes de comida
<b>Crediservir</b>	-Pavimentada -Pendiente moderada -Bajo flujo vehicular	- Sin señalización vertical ni horizontal
<b>Droguería X</b>	-Pavimentada -Pendiente moderada -Bajo flujo vehicular	-Sin Señalización vertical ni horizontal
<b>Almacén “El Hueco”</b>	-Pavimentada -Pendiente moderada -Bajo flujo vehicular	-Sin señalización vertical ni horizontal
<b>Fuente de Soda</b>	-Pavimentada -Baja pendiente -Alto flujo vehicular -Importante acceso de rutas colectivas	- Sin señalización vertical ni horizontal -Puestos ambulantes de comida a los costados de la vía
<b>Ferretodo</b>	-Pavimentada -Estado regular -Alta pendiente -Bajo flujo vehicular	-Sin señalización vertical ni horizontal
<b>EDS COOTRANSUNIDOS</b>	-Pavimentada -Baja pendiente -Alto flujo vehicular	-Sin señalización vertical ni horizontal -Congestión en los costados de la

		vía a causa del transporte informal
<b>Restaurante “Santa Clara”</b>	-Pavimentada -Alta pendiente -Bajo flujo vehicular	- Sin señalización vertical ni horizontal
<b>Panadería Napolitana</b>	-Pavimentada -Pendiente moderada -Alto flujo vehicular	-Sin señalización vertical ni horizontal -Congestión en los costados de la vía a causa del transporte informal
<b>Panadería “Santa Laura”</b>	-Sin Pavimentar -Alta pendiente -Bajo flujo vehicular	-Sin señalización vertical ni horizontal
<b>Estanco “Enfarrados”</b>	-Pavimentada -Alta pendiente -Bajo flujo vehicular	-Sin señalización vertical ni horizontal
<b>Tienda Naturista</b>	-Pavimentada -Alta pendiente -Bajo flujo vehicular	-Sin señalización vertical ni horizontal
<b>“Calle ciega”</b>	-Pavimentada -Alta pendiente -Bajo flujo vehicular	-Sin señalización vertical ni horizontal
<b>EDS OCAÑA</b>	-Pavimentada en mal estado -Alta pendiente -Bajo flujo vehicular	-Sin señalización vertical ni horizontal

<b>Papelería Inpacom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pavimentada</li> <li>-Alta pendiente</li> <li>-Alto flujo vehicular</li> <li>- Importante acceso de rutas colectivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasa señalización vertical</li> </ul>
<b>Panadería Pastipan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pavimentada</li> <li>-Alto Flujo vehicular</li> <li>-Alta pendiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sin señalización vertical ni horizontal</li> </ul>
Puente la sal	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pavimentada</li> <li>-Baja pendiente</li> <li>-Alto flujo vehicular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Poca señalización</li> </ul>

Y del que fue posible obtener el siguiente registro fotográfico donde se observan a detalle las observaciones vistas anteriormente:



Fotografía 1. Toma desde el puente peatonal Sentido Sur – Norte.  
Fuente: Autoras



Fotografía 2. Toma Sentido Norte- Sur frente a EDS COOTRANSUNIDOS.  
Fuente: Autoras



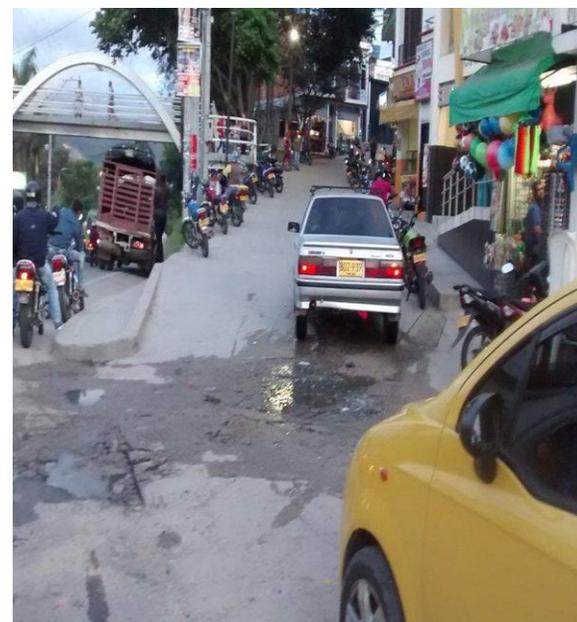
Fotografía 3. Toma de la intersección “Droguería Alemana”  
Fuente: Autoras



Fotografía 4. Evidencia de transporte informal y vendedores ambulantes de comida  
Fuente: Autoras



Fotografía 5. Toma de la intersección “Crediservir”  
Fuente: Autoras



Fotografía 6. Toma detallada de la vía sobre la intersección “Crediservir”  
Fuente: Autoras



Fotografía 7. Toma a la intersección “Droguería X”  
Fuente: Autoras



Fotografía 8. Toma detallada de la vía sobre la intersección “Droguería X”  
Fuente: Autoras



Fotografía 9. Toma de la intersección “Almacén El hueco”  
Fuente: Autoras



Fotografía 10. Toma detallada de la vía intersección “Almacén El hueco”  
Fuente: Autoras



Fotografía 11. Toma de la intersección “Fuente de Soda”  
Fuente: Autoras



Fotografía 12. Toma detallada de la vía intersección “Fuente de Soda”  
Fuente: Autoras



Fotografía 13. Toma de la vía intersección “Ferretodo”  
Fuente: Autoras



Fotografía 14. Toma detallada de la vía intersección “Ferretodo”  
Fuente: Autoras



Fotografía 15. Toma de la intersección “EDS COOTRANSUNIDOS”  
Fuente: Autores



Fotografía 16. Toma detallada de la intersección EDS COOTRANSUNIDOS  
Fuente: Autoras



Fotografía 17. Toma de la intersección “Restaurante Santa Clara”  
Fuente: Autores



Fotografía 18. Toma detallada de la intersección “Restaurante Santa Clara”  
Fuente: Autores



Fotografía 19. Toma de la intersección  
“Panadería Napolitana”  
Fuente: Autores



Fotografía 20. Toma detallada de la  
intersección “Panadería Napolitana”  
Fuente: Autores



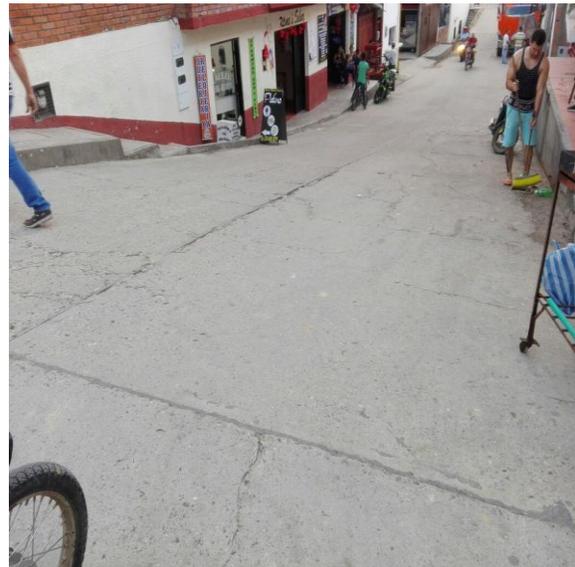
Fotografía 21. Toma de la intersección  
“Panadería Santa Laura”  
Fuente: Autores



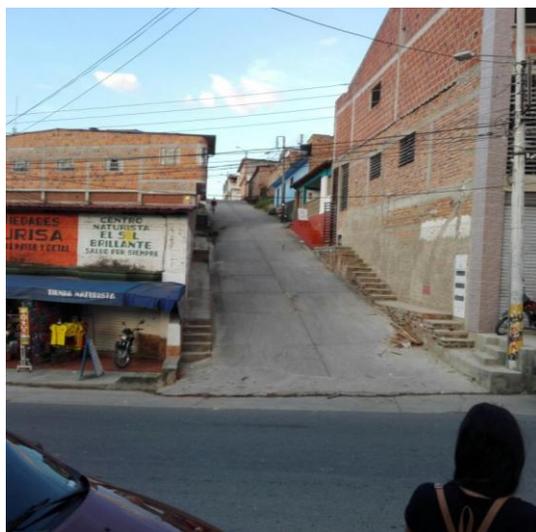
Fotografía 22. Toma detallada de la  
intersección “Restaurante Santa Clara”  
Fuente: Autores



Fotografía 23. Toma de la intersección “Estanco Enfarra2”  
Fuente: Autores



Fotografía 24. Toma detallada de la intersección “Estanco Enfarra2”  
Fuente: Autores



Fotografía 25. Toma de la intersección “Tienda Naturista”  
Fuente: Autores



Fotografía 26. Toma detallada de la intersección “Tienda Naturista”  
Fuente: Autores



Fotografía 27. Toma de la intersección “Calle ciega”  
Fuente: Autores



Fotografía 28. Toma detallada de la intersección “Calle ciega”  
Fuente: Autores



Fotografía 29. Toma de la intersección “EDS OCAÑA”  
Fuente: Autores



Fotografía 30. Toma detallada de la intersección “EDS OCAÑA”  
Fuente: Autores



Fotografía 31. Toma de la intersección  
“Inpacom Papelería”  
Fuente: Autores



Fotografía 32. Toma detallada de la  
intersección “Inpacom Papelería”  
Fuente: Autores



Fotografía 33. Toma de la intersección  
“Panadería Pastipan”  
Fuente: Autores



Fotografía 34. Toma detallada de la  
intersección “Panadería Pastipan”  
Fuente: Autoras



Fotografía 35. Toma de la intersección  
“Puente La sal”  
Fuente: Autoras



Fotografía 36. Toma detallada de la  
intersección “Puente La sal”  
Fuente: Autoras

En resumen se puede deducir que en todas las intersecciones la falta de señalización es un factor común muy importante que incide directamente en la congestión vehicular y en la accidentalidad, a causa de la desorientación de los conductores. Además es significativo destacar la congestión de las bermas a los costados de la vía principal por el estacionamiento prolongado de vehículos; lo que ocasiona que cuando algunos vehículos necesitan hacer una parada obligatoria, no lo puedan hacer sobre la berma sino que toman parte del carril, formándose de esta manera colas y demoras en el tránsito. En general el estado de las intersecciones es “Bueno” y para la mayoría de ellas refleja un bajo flujo vehicular, a excepción de la intersecciones “Droguería Alemana, Fuente de Soda, EDS Cootransunidos, Panadería

Napolitana, Panadería Pastipan, Papelería Inpacom, Puente la sal y el tramo principal”

Dedución que se hizo a través de la observación pero que luego fue corroborada mediante los aforos vehiculares de lo que hablaremos más adelante.

Como complemento para el diagnóstico propuesto en nuestro primer objetivo, fue importante la implementación de una encuesta escrita dirigida a comerciantes de la zona, conductores, pasajeros de vehículos colectivos y peatones, logrando mediante esta estrategia, conocer la percepción de la ciudadanía frente a esta problemática y el impacto negativo o positivo de nuestra propuesta.

La encuesta aplicada (*Ver Apéndice B*) constó de 5 preguntas de múltiples respuestas y de fácil entendimiento. Fue además procesada mediante la herramienta Excel que nos permitió hacer un análisis cuantitativo a través de tablas y gráficas para una mayor comprensión de los resultados obtenidos y de la que se hizo la siguiente interpretación:

En la primera pregunta se quiso tener una visión de la relación que tiene el encuestado con la vía en estudio, pudiéndose determinar que la mayoría de las personas encuestadas indican ser comerciantes, señalando al sector como un importante punto de comercio en la ciudad de Ocaña.

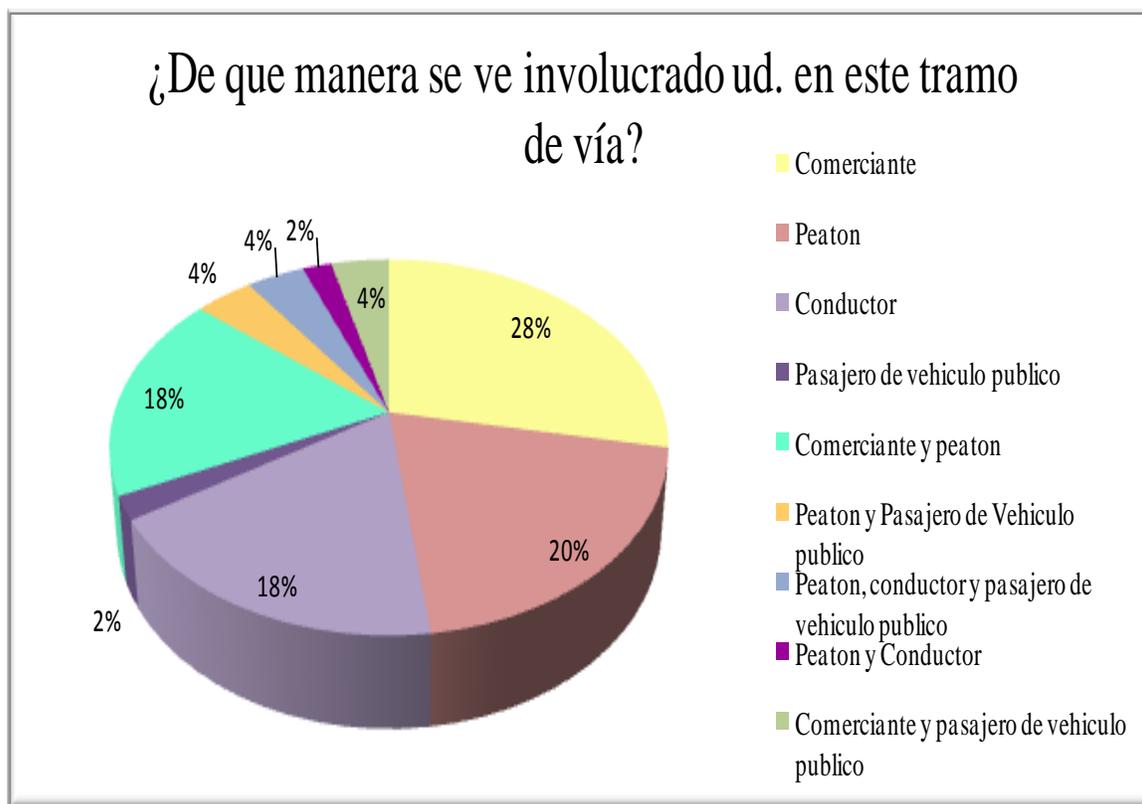


Figura 2. Pregunta No. 1 de la encuesta aplicada

Fuente: Autoras del proyecto.

En el segundo apartado se determinó el porcentaje total de las personas que consideran se presenta congestión en la vía y se encontró que la mayoría contestó afirmativamente, pudiéndose observar que solo un pequeño porcentaje del 4% (2 personas) es indiferente a esta problemática, pero en general es notable la percepción de la existencia de dicha situación para el tramo en estudio.



Figura 3. Pregunta No. 2 de la encuesta aplicada

Fuente: Autoras del proyecto.

Posteriormente se quiso conocer la manera en que las personas consideran les afecta la congestión, evidenciando un alto porcentaje para la opción g, referente a “contaminación auditiva y dificultad para transitar”. De igual manera se observó que todas las opciones fueron remarcadas, indicando que todas las variables son influyentes aunque unas con menor porcentaje que otras. También se observó que el 10% correspondiente a 5 personas, consideraron no les afecta la congestión en la zona, aunque es un número pequeño en relación a la cantidad total de personas encuestadas es importante destacarlo ya que al hacerse referencia a la pregunta anterior, vemos que algunas personas aunque notan esta problemática son indiferentes frente a ella.

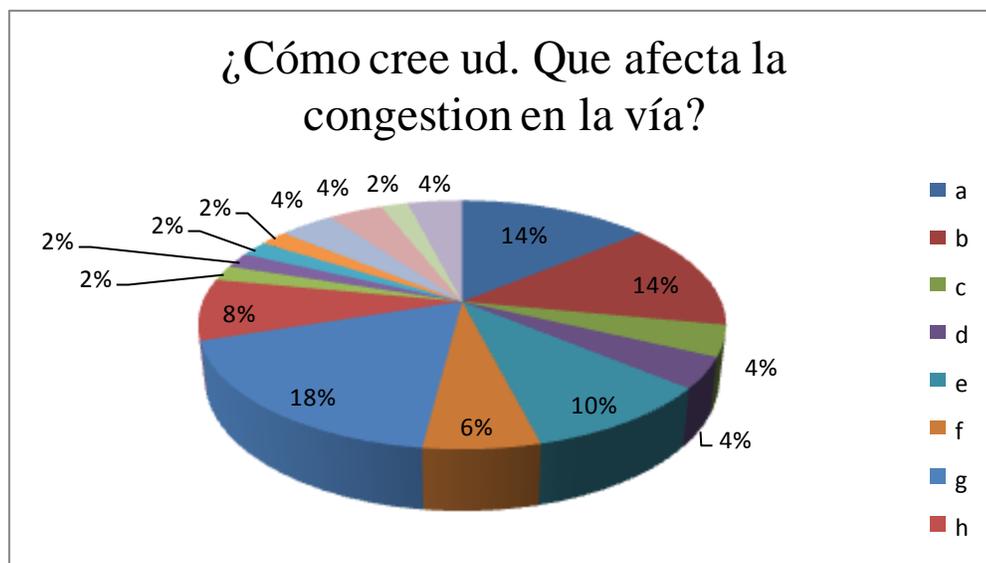


Figura 4. Pregunta No. 3 de la encuesta aplicada

Fuente: Autoras del proyecto.

- a) Contaminación auditiva
- b) Dificultad para transitar
- c) Deterioro de vehículos y/o mayor consumo de combustible
- d) Estrés
- e) No me afecta
- f) Todas las respuestas
- g) contaminación auditiva y dificultad para transitar**
- h) contaminación auditiva, dificultad para transitar y estrés
- i) Contaminación auditiva, dificultad para transitar, deterioro de vehículos y estrés
- j) contaminación auditiva, contaminación visual, dificultad para transitar, demoras en tiempos de viaje y deterioro de vehículos
- k) Contaminación auditiva, dificultad para transitar, demoras en los tiempos de viaje y estrés
- l) contaminación auditiva, dificultad para transitar y demoras en los tiempos de viaje
- m) contaminación auditiva, contaminación visual y dificultad para transitar
- n) contaminación auditiva y deterioro de vehículos
- o) contaminación auditiva, contaminación visual, dificultad para transitar y estrés
- p) contaminación auditiva, contaminación visual, dificultad para transitar, demoras en tiempos de viaje y estrés

En la cuarta pregunta quisimos conocer si los encuestados tuvieron relación con algún tipo de accidente en la zona ya sea como víctimas o como testigos, para nosotras fue importante medir este aspecto, dado a que muchos de los accidentes que se presentan en la zona no ocasionan mayor gravedad por lo que en muchas ocasiones no se hace necesario el traslado de personas lesionadas a los centros asistenciales y mucho menos son informadas a las autoridades de tránsito, pero que no podemos dejarlas a un lado ya que representa un importante índice que acentúa la importancia de una estrategia que mejore la movilidad en el sector.

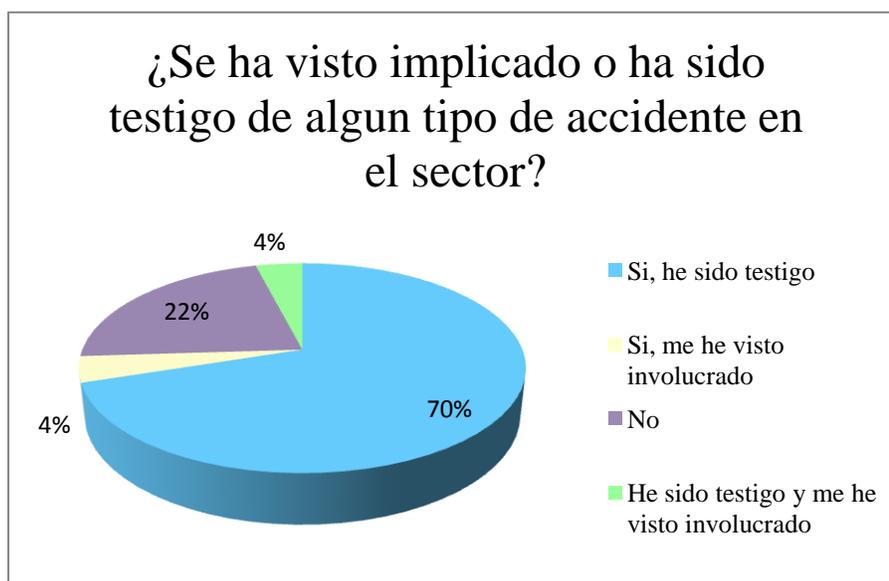


Figura 5. Pregunta No.4 de la encuesta aplicada

Fuente: Autoras del proyecto.

Como vemos, la mayoría respondieron que si han sido testigos de accidentes, y solo un pequeño porcentaje de 4% (2 personas) mencionan no tener conocimiento de esto. Demostrando de esta manera que el tramo es una zona donde son frecuentes los accidentes en los que se ven involucrados no solo los conductores, sino en muchas ocasiones los peatones.

Por último quisimos medir el grado de importancia de las personas frente a un estudio en la movilidad para el sector y fue notable su aceptación, indicando que además de ser importante es necesario.



Figura 6. Pregunta No. 5 de la encuesta aplicada

Fuente: Autoras del proyecto.

## 6.2 Caracterizar el área de estudio a través de levantamientos topográficos.

Mediante este objetivo se procedió a determinar las características del tramo en estudio, por medio de levantamientos topográficos en diferentes puntos con estación total, que consta entre otros elementos de un teodolito, un instrumento electro-óptico utilizado para obtener ángulos verticales y horizontales, además de distancias con alta precisión.

Para la realización de dicha práctica, se formalizó previamente la solicitud al plan de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander-Ocaña, quienes brindaron tal disponibilidad y constataron el acompañamiento de los ingenieros civiles Jonathan Becerra Carrascal y Agustín Macgregor, encargados de dicho proceso como extensión a la comunidad; que en conjunto al estudiante Estiven Sepúlveda y nuestra compañía, llevamos a cabo los levantamientos topográficos para todos los puntos sobre la vía.



Fotografía 37. Primera sección de levantamiento topográfico sobre la ruta 70. Ubicación: EDS Ocaña.

Fuente: Autoras del proyecto.

Tal proceso estuvo dividido en tres sesiones los días 01, 15 y 22 de Junio; estableciéndose solamente en horas de la mañana, porque se proyectaba menos tránsito y mejor visibilidad. Se montaron en total 4 estaciones en diferentes sitios estratégicos para la toma de aproximadamente mil (1000) puntos sobre la vía ((desde el puente vehicular “la sal” (PR 47+960) hasta el puente peatonal “santa clara” (PR 48+380)) y con el que fue posible obtener el plano y los detalles

más importantes del tramo en la herramienta AutoCAD como vemos en la *Figura 7* (Ver *Apéndice C*); y en relación a este, todos los datos relevantes para su posterior modelación en el Software PTV Vissim como lo son por ejemplo, el ancho de las bermas y las vías, la presencia de señales de tránsito, arboles u otros objetos.

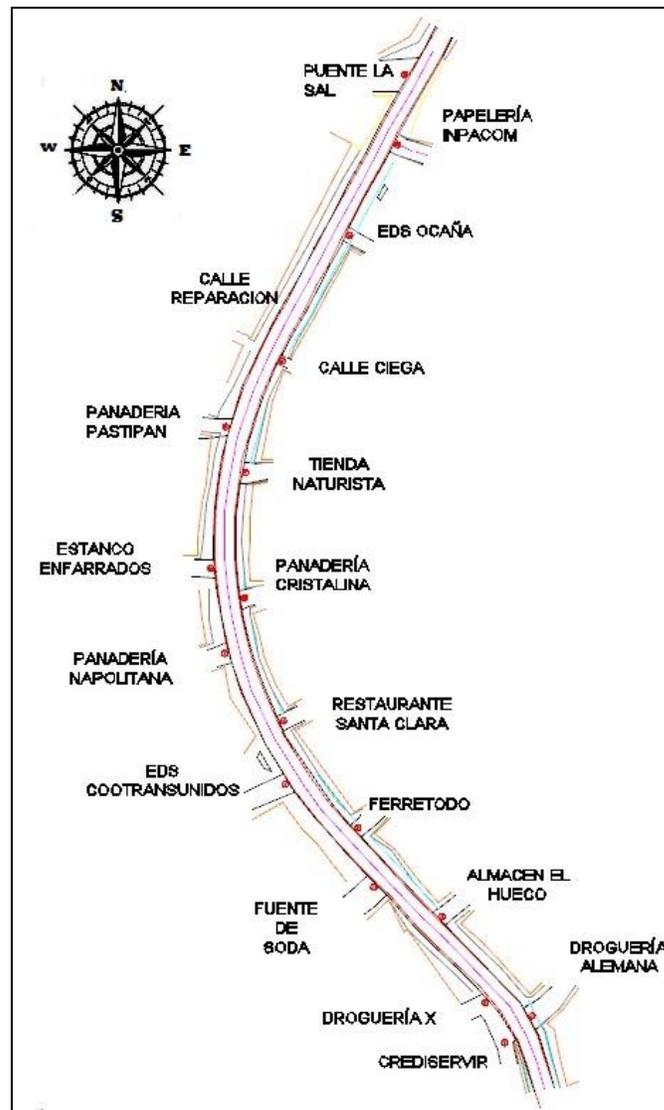


Figura 7. Plano topográfico referente al tramo comprendido entre el PR 47+960 al PR 48+380

Fuente: Autoras del proyecto.

En síntesis se obtuvo el siguiente cuadro informativo con los datos más importantes, que luego serán utilizados para la simulación:

**Tabla 4**

*Distancias para ancho de calzada y carril de cada intersección*

INTERSECCION	ANCHO DE CALZADA (m)	ANCHO DE CARRIL (m)
Tramo principal	7,37	3,7
Droguería Alemana	7,68	3,8
Crediservir	5,57	2,8
Droguería X	6,6	3,3
Almacén "El hueco"	5,85	2,9
Fuente de Soda	9,48	4,7
Ferretodo	5,78	2,9
EDS COOTRASUNIDOS	7,39	3,7
Restaurante Santa Clara	5,39	2,7
Panadería Napolitana	7,06	3,5
Panadería "Santa Laura"	6,09	3
Estanco "Enfarrados"	6,15	3,1
Tienda Naturista	7,13	3,6
Panadería Pastipan	6,27	3,1
Calle ciega	3,4	1,7
EDS OCAÑA	4,99	2,5
Papelería Inpacom	6,66	3,3
Puente la sal	11,18	5,6

Fuente: Autoras del proyecto.

### 6.3 Implementar métodos cuantificativos como aforos vehiculares, que permitan la obtención de volúmenes de tránsito.

Continuando con el desarrollo de la propuesta para el plan de mejoramiento en la movilidad del sector se procedió a determinar los volúmenes de tránsito presentes para cada una de las intersecciones que conforman el tramo en estudio para su posterior análisis en el software PTV Vissim. Para esto se crearon tres tipos de formatos *Figura 8, 9 y figura 10*, tomando como referencia el acceso este y oeste que determina cada uno 5 movimientos diferentes, para las intersecciones Crediservir y Droguería Alemana, y 4 movimientos para el resto de las intersecciones; y el acceso Norte y sur referentes a la vía principal con un movimiento cada uno.

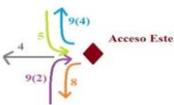
Fecha: _____ Estación de Aforo: _____ Condición Climática: _____ Movimientos: 												
<b>PERIODO (5MIN)</b>	<b>MOTOS</b> 	<b>AUTOS</b> 	<b>COLEC</b> 	<b>C2P</b> 	<b>C2G</b> 	<b>C6</b> 	<b>C5</b> 	<b>C 3-4</b> 	<b>BUS INTERM.</b> 	<b>TAXI COLEC</b> 	<b>AMBULANCIA</b> 	<b>BICI</b> 
<b>MOV</b>												

Figura 8. Encabezado estándar para los formatos de aforos vehiculares Acceso Este

Fuente: Autoras del proyecto.

Fecha: _____ Estación de Aforo: _____ Condición Climática: _____ Movimientos:												
<b>PERIODO (5MIN)</b>	<b>MOTOS</b> 	<b>AUTOS</b> 	<b>COLEC</b> 	<b>C2P</b> 	<b>C2G</b> 	<b>C6</b> 	<b>C5</b> 	<b>C 3-4</b> 	<b>BUS INTERM.</b> 	<b>TAXI COLEC</b> 	<b>AMBULANCIA</b> 	<b>BICI</b> 
<b>MOV</b>												

Figura 9. Encabezado estándar para los formatos de aforos vehiculares Acceso Oeste

Fuente: Autoras del proyecto, 2017.

Fecha: _____ Estación de Aforo: _____ Condición Climática: _____ Movimientos:												
<b>PERIODO (5MIN)</b>	<b>MOTOS</b> 	<b>AUTOS</b> 	<b>COLEC</b> 	<b>C2P</b> 	<b>C2G</b> 	<b>C6</b> 	<b>C5</b> 	<b>C 3-4</b> 	<b>BUS INTERM.</b> 	<b>TAXI COLEC</b> 	<b>AMBULANCIA</b> 	<b>BICI</b> 
<b>MOV</b>												

Figura 10. Encabezado estándar para los formatos de aforos vehiculares Acceso Norte y sur

Fuente: Autoras del proyecto.

Los conteos se realizaron 3 días de la semana, tomando dos días típicos (martes 01 y jueves 03 de agosto) y uno atípico (Sábado 05 de agosto) en un horario comprendido entre 6:00 a.m. hasta las 7:00 p.m. Dado a que la vía en estudio se compone de 17 intersecciones, fue necesario contar con la ayuda de otras personas para que se diera cobertura a todo el tramo (Ver Fotografía 38, 39, 40, y 41). De esta manera cada persona fue ubicada en forma estratégica en las intersecciones, registrando así la cantidad de vehículos entrantes y salientes. Como vimos en las

figuras 8, 9 y 10 mostradas anteriormente, se evaluaron 4 accesos: Norte, Sur, Este y Oeste, registrando en cada uno los movimientos correspondientes; que fueron tomados en base a la norma alemana RILSA- Richtlinier fuer lichtsignalanlagen” (Directrices para señales de tráfico) y de la que se extrajo la siguiente figura ilustrativa de los movimientos a trabajar.



Fotografía 38. Aforo día 01 de agosto. Puente la sal

Fuente: Autoras del proyecto.



Fotografía 39. Aforo día 01 de agosto. EDS CooTransunidos

Fuente: Autoras del proyecto.



Fotografía 40. Aforo día 03 de agosto. Tienda naturista

Fuente: Autoras del proyecto.



Fotografía 41. Aforo día 05 de agosto. Almacén el Huevo

Fuente: Autoras del proyecto.

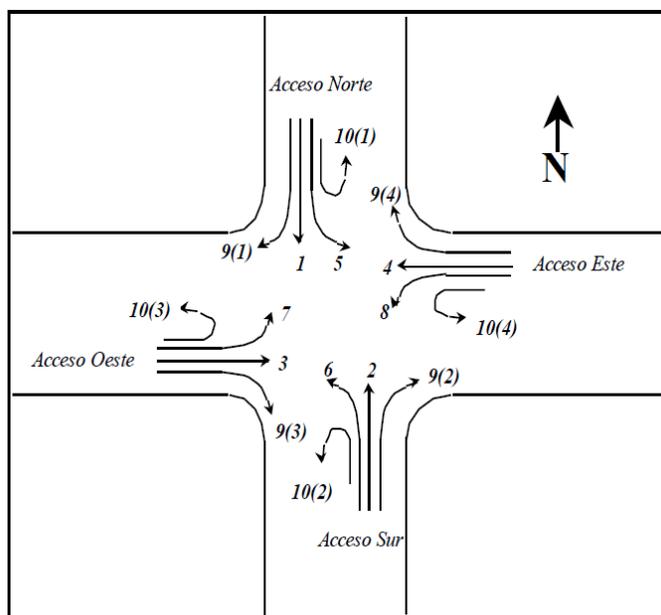


Figura 11. Nomenclatura de movimientos Norma RILSA

Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, elaborado por la firma Cal & Mayor y Asociados S.C.

En este orden de ideas se evaluaron las intersecciones de la siguiente manera:

Acceso Norte:

- Vía principal: Mov. 1

Acceso Sur:

- Vía principal: Mov. 2

Acceso Este:

- Intersección “Droguería Alemana”: Mov. 9(4), Mov. 5, Mov. 9(2), Mov. 8, Mov. 4
- Intersección “Almacén El Hueco”: Mov. 9(4), Mov. 5, Mov. 9(2), Mov. 8
- Intersección “Ferretodo”: Mov. 9(4), Mov. 5, Mov. 9(2), Mov. 8
- Intersección “Restaurante Santa Clara”: Mov. 9(4), Mov. 5, Mov. 9(2), Mov. 8
- Intersección “Panadería Santa Laura”: Mov. 9(4), Mov. 5, Mov. 9(2), Mov. 8
- Intersección “Tienda Naturista”: Mov. 9(4), Mov. 5, Mov. 9(2), Mov. 8
- Intersección “Calle ciega”: Mov. 9(4), Mov. 5, Mov. 9(2), Mov. 8
- Intersección “EDS OCAÑA”: Mov. 9(4), Mov. 5, Mov. 9(2), Mov. 8,
- Intersección “Inpacom Papelería”: Mov. 9(4), Mov. 5, Mov. 9(2), Mov. 8

Acceso Oeste:

- Intersección “Crediservir”: Mov. 9(1), Mov. 7, Mov. 9(3), Mov. 6, Mov. 3
- Intersección “Droguería X”: Mov. 9(1), Mov. 7, Mov. 9(3), Mov. 6
- Intersección “Fuente de Soda”: Mov. 9(1), Mov. 7, Mov. 9(3), Mov. 6

- Intersección “EDS COOTRANSUNIDOS”: Mov. 9(1), Mov. 7, Mov. 9(3), Mov. 6
- Intersección “Panadería Napolitana”: Mov. 9(1), Mov. 7, Mov. 9(3), Mov. 6
- Intersección “Estanco Enfarra2”: Mov. 9(1), Mov. 7, Mov. 9(3), Mov. 6
- Intersección “Panadería Pastipan”: Mov. 9(1), Mov. 7, Mov. 9(3), Mov. 6
- Intersección “Puente La sal”: Mov. 9(1), Mov. 7, Mov. 9(3), Mov. 6

Además es importante anotar que antes del puente la Sal se encuentra una calle de corta longitud, que en el momento de la realización de los aforos se encontraba en proceso de pavimentación, por lo que no circulaba ningún tipo de vehículos en ese momento y que por tal motivo se determinó excluirla del estudio, además de que se evaluó como una intersección que no presenta gran relevancia por su bajo flujo vehicular. Ver *Figura 12*

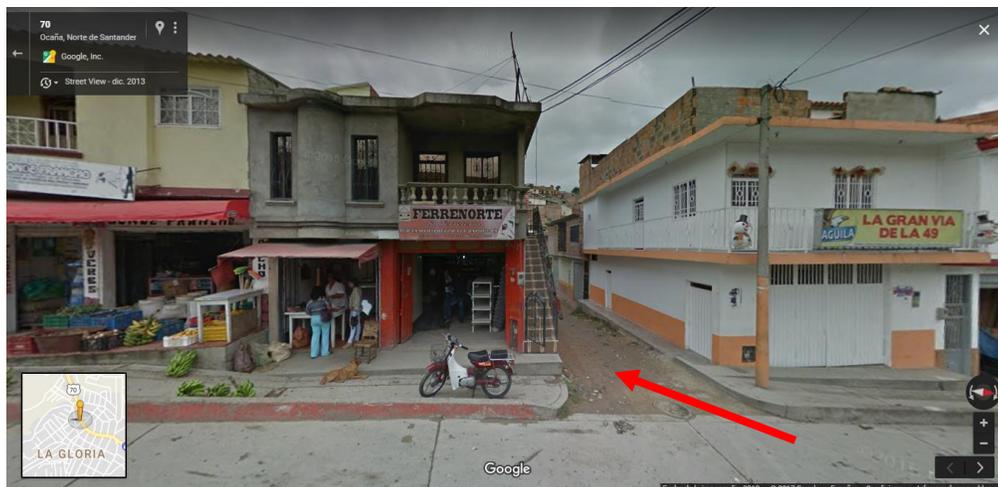


Figura 12. Calle en Reparación

Fuente: Google Maps, 2013.

Para el procesamiento de estos datos se utilizó la herramienta Excel, de la que fue posible mediante programación de celdas, realizar un análisis estadístico de la información recolectada. En primera instancia se procedió a ingresar a una nueva hoja todos los conteos recogidos, agregando una nueva columna donde se sumaron todos los vehículos mixtos en intervalos de 5 y 15 minutos (*Ver figura 13*), esto con el propósito de evaluar detalladamente los horarios de máxima demanda y proceder posteriormente a determinar los factores de hora pico.

Fecha: 03 de Agosto		Estación de Aforo: Puente Peatonal (sur)												Condición Climática: Soleado		Movimiento <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="margin-right: 5px;">mov 1</span> <span style="font-size: 2em;">↓</span> <span style="margin-right: 5px;">Norte</span> <span style="margin-right: 5px;">↑</span> <span style="margin-right: 5px;">Sur</span> <span style="margin-left: 5px;">mov 2</span> </div>	
PERÍODO (15min)	PERÍODO (5MIN)	MOTOS	AUTOS	COLEC	C2P	C2G	G6	C5	C3-4	BUS INTERM.	TAXI COLEC	AMBULANCIA	BICI	TOTALES (5min)	TOTALES (15min)		
06:00 - 06:15	06:00 - 06:05	37	12	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	55	183		
	06:05 - 06:10	40	15	6	4	2	0	0	0	0	0	0	1	68			
	06:10 - 06:15	32	18	4	3	0	1	0	0	1	0	1	0	60			
06:15 - 06:30	06:15 - 06:20	33	20	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	63	206		
	06:20 - 06:25	36	22	7	3	1	0	0	0	0	0	0	1	70			
	06:25 - 06:30	40	23	6	0	2	0	0	0	1	0	0	1	73			
06:30 - 06:45	06:30 - 06:35	35	16	8	4	0	0	0	0	0	0	0	6	69	206		
	06:35 - 06:40	43	20	5	4	1	0	0	0	1	0	0	0	74			
	06:40 - 06:45	36	16	3	2	0	2	0	0	1	0	0	3	63			
06:45 - 07:00	06:45 - 06:50	43	19	5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	70	259		
	06:50 - 06:55	59	20	7	4	2	4	0	0	0	0	1	1	98			
	06:55 - 07:00	69	15	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	91			

Figura 13. Ejemplo de sumatorias para el intervalo de 6 a 7 am en el acceso Sur (Mov. 1)

Fuente: Autoras del Proyecto.

El paso siguiente fue la inclusión de dos nuevas columnas, la primera describiendo intervalos de 60 minutos seguidos y la segunda registrando la sumatoria para cada uno, como vemos en la *Figura 14*. De esta manera fue posible organizar ordenadamente el volumen vehicular en periodos de una hora para que se procediera a hacer una evaluación de todo el tiempo aforado y así determinar la hora de máxima demanda de tránsito vehicular.

Fecha: 03 de Agosto													Estación de Aforo: Punteo Peatonal (sur)		Condición Climática: Soleado		Movimientos:			
PERÍODO (15min)	PERÍODO (5MIN)	MOTOS	AUTOS	COLEC	C2P	C2G	C6	C5	C 3-4	US INTER	TAXI	COLEMBLANC	BICI	TOTALES (5min)	TOTALES (15min)	INTERVALOS 60min SEGUIDOS	SUMA EN INTERV. 60min SEGUIDOS			
06:00 - 06:05	06:00 - 06:05	37	12	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	55	183	06:00 - 07:00	=SUMA(08:019)			
06:00 - 06:15	06:05 - 06:10	40	15	6	4	2	0	0	0	0	0	0	1	68		06:05 - 07:05	665			
	06:10 - 06:15	32	18	4	3	0	1	0	0	1	0	1	0	60		06:10 - 07:10	763			
	06:15 - 06:20	33	20	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	63	206	06:15 - 07:15	854			
06:15 - 06:30	06:20 - 06:25	36	22	7	3	1	0	0	0	0	0	0	1	70		06:20 - 07:20	877			
	06:25 - 06:30	40	23	6	0	2	0	0	0	0	1	0	0	73		06:25 - 07:25	890			
	06:30 - 06:35	35	16	8	4	0	0	0	0	0	0	0	6	69	206	06:30 - 07:30	899			
06:30 - 06:45	06:35 - 06:40	43	20	5	4	1	0	0	0	1	0	0	0	74		06:35 - 07:35	908			
	06:40 - 06:45	36	16	3	2	0	2	0	0	1	0	0	3	63		06:40 - 07:40	908			
	06:45 - 06:50	43	19	5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	70	259	06:45 - 07:45	911			
06:45 - 07:00	06:50 - 06:55	59	20	7	4	2	4	0	0	0	0	1	1	98		06:50 - 07:50	919			
	06:55 - 07:00	69	15	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	91		06:55 - 07:55	923			
07:00 - 07:15	07:00 - 07:05	50	16	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	78	228	07:00 - 08:00	930			
	07:05 - 07:10	57	19	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	81		07:05 - 08:05	910			
	07:10 - 07:15	44	16	5	2	1	0	0	0	1	0	0	0	69		07:10 - 08:10	892			
07:15 - 07:30	07:15 - 07:20	40	20	7	4	0	0	0	0	1	0	0	0	72	218	07:15 - 08:15	877			
	07:20 - 07:25	38	18	6	6	0	0	0	0	0	0	0	2	70		07:20 - 08:20	789			
	07:25 - 07:30	47	19	4	2	0	2	0	0	1	0	0	1	76		07:25 - 08:25	718			
07:30 - 07:45	07:30 - 07:35	49	14	9	4	0	0	0	0	0	0	0	1	77	214	07:30 - 08:30	649			
	07:35 - 07:40	55	17	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	78		07:35 - 08:35	577			
	07:40 - 07:45	42	11	3	1	0	0	0	0	1	1	0	0	59		07:40 - 08:40	507			
07:45 - 08:00	07:45 - 07:50	39	16	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	61	217	07:45 - 08:45	431			
	07:50 - 07:55	44	26	3	4	2	0	0	0	1	0	0	0	80		07:50 - 08:50	354			
	07:55 - 08:00	54	11	5	3	0	0	0	0	1	0	0	2	76		07:55 - 08:55	276			

Figura 14. Ejemplo de sumatorias para intervalos de 60 minutos seguidos. Acceso Sur (Mov. 1)

Fuente: Autoras del Proyecto.

Después de realizadas las tablas anteriormente señaladas para cada una de las intersecciones, se modelaron en gráficos de columnas, logrando de esta manera hacer un análisis más dinámico para determinar la HMD (ver figura 15, 16 y 17).

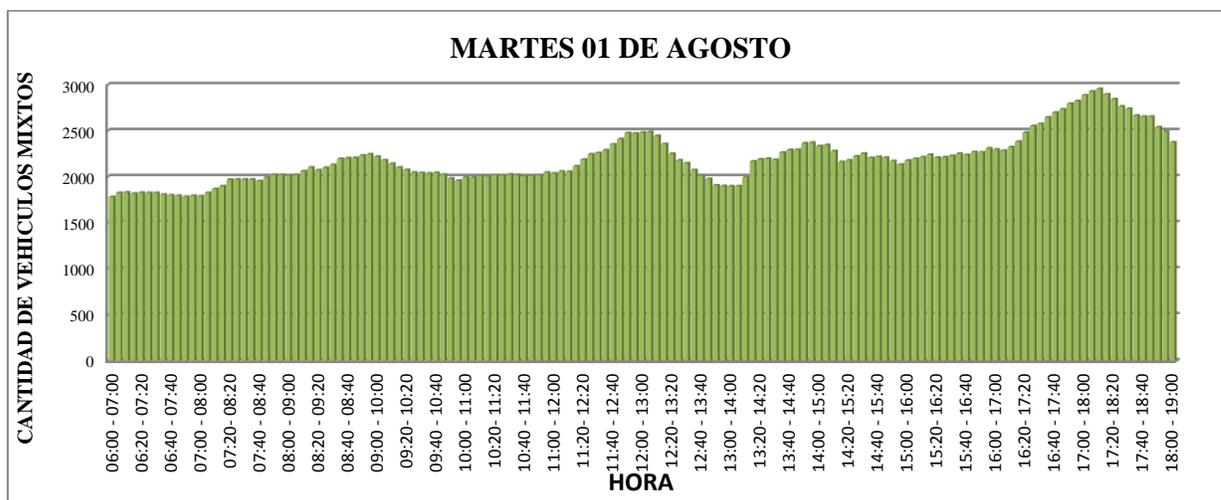


Figura 15. Comportamiento Vehicular del día martes 01 de agosto

Fuente: Autoras del proyecto.

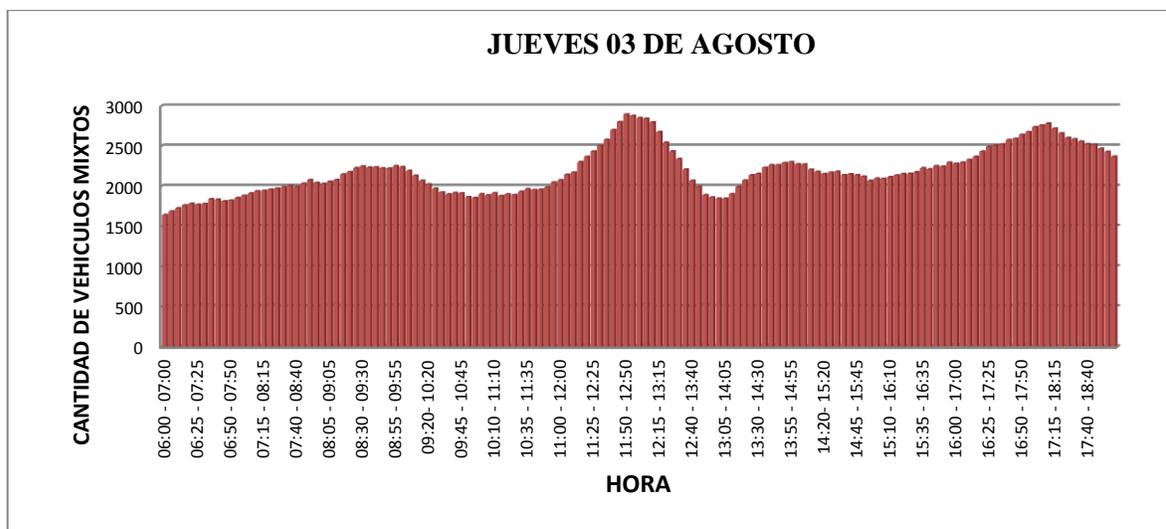


Figura 16.Comportamiento Vehicular del día jueves 03 de agosto

Fuente: Autoras del proyecto.

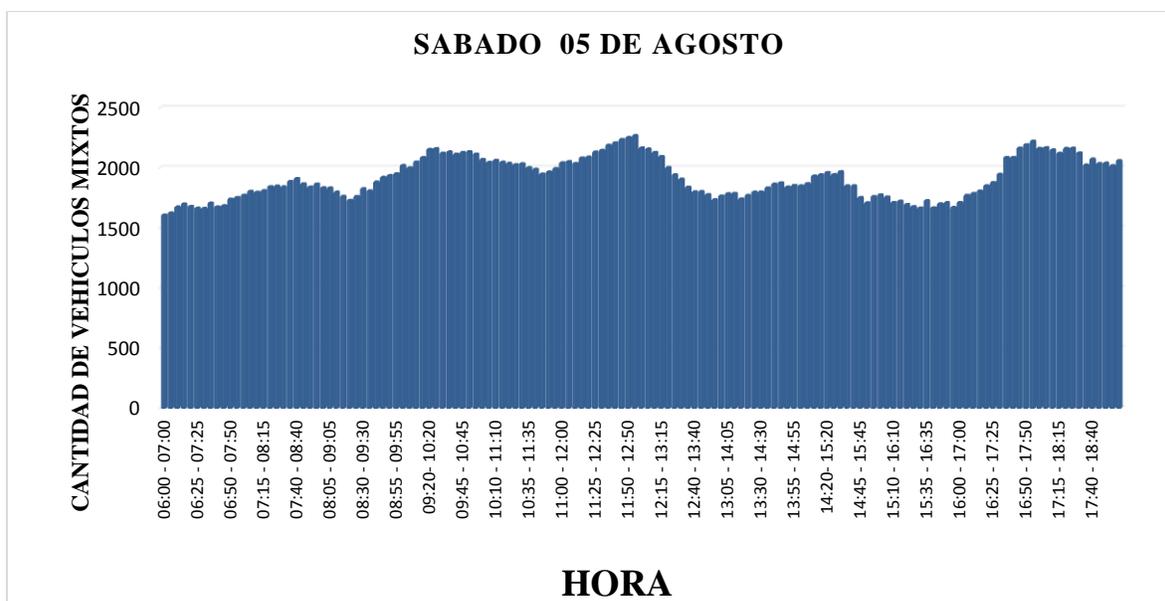


Figura 17.Comportamiento Vehicular del día sábado 03 de agosto

Fuente: Autoras del proyecto.

En relación a las gráficas anteriormente mostradas podemos ver el comportamiento de los vehículos a lo largo del tiempo de aforo, observando por ejemplo que para el día martes (*Figura 15*) se presenta un flujo vehicular relativamente uniforme pero destacándose dos picos representativos, uno entre las 12:00 am y 13:00 pm y otro entre las 5:10 y 6:10 pm con volúmenes próximos a los 2500 y 3000 vehículos mixtos respectivamente. Lo mismo ocurre para el día jueves (*figura 16*) con dos intervalos prominentes, uno entre las 11:50 am y 12:50 pm y otro entre las 5:15 y 6:15 pm, ambos próximos a los 3000 vehículos mixtos, pero siendo el primero el más cercano. Situación similar presentada en el día atípico (*figura 17*) subrayando el intervalo entre las 11:55 am y 12: 55 pm con un volumen de 2260 vehículos mixtos.

Señalando más detalladamente que el rango de tiempo que presenta mayor flujo vehicular, es el día martes 01 de agosto en el intervalo de (17:05 a 18:05) am con un volumen de 2956 vehículos mixtos para la vía principal en sentido Sur-Norte y Norte-Sur, estableciéndose entonces como la hora de máxima demanda. Posteriormente se calculó el factor de hora pico (FHP) (*Ver tablas 5, 6 y 7*) para medir la variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda, mediante la siguiente fórmula:

$$FHP = \frac{VHMD}{4 * (q_{max15})}$$

*Donde,*

*VHMD: Volumen Horario de Máxima Demanda*

*q<sub>max 15</sub>: Flujo Máximo durante 15 minutos*

El factor de la hora de pico es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Si este valor es igual a 1 significa uniformidad, en cambio valores muy pequeños indicarán concentraciones de flujos máximos. (Mantilla, L. & Márquez, C. 2014)

**Tabla 5**

*Hora de Máxima demanda en el tramo comprendido entre el PR 47+960 al PR 48+380 Para el día martes 01 de agosto*

HMD: 17:10 - 18:10														
SENTIDO	CANTIDAD												VHMD	FHMD
	MOTOS	AUTOS	BUS COLECTIVO	C2P	C2G	C 3-4	C5	C6	TAXI COLECTIVO	BUS INTERMUN.	AMBULANCIAS	BICICLETAS		
NORTE - SUR	870	372	86	39	19	9	6	9	12	3	3	21	1449	0,91
SUR- NORTE	893	406	72	46	23	8	5	21	10	4	3	16	1507	0,96

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 6**

*Hora de Máxima demanda en el tramo comprendido entre el PR 47+960 al PR 48+380 Para el día jueves 03 de agosto*

HMD: 11:50 - 12:50														
SENTIDO	CANTIDAD												VHMD	FHMD
	MOTOS	AUTOS	BUS COLECTIVO	C2P	C2G	C 3-4	C5	C6	TAXI COLECTIVO	BUS INTERMUN.	AMBULANCIAS	BICICLETAS		
NORTE - SUR	1044	425	60	26	44	10	5	16	10	0	2	8	1650	0,94
SUR- NORTE	844	259	70	31	20	5	2	8	8	2	0	9	1258	0,83

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 7**

*Hora de Máxima demanda en el tramo comprendido entre el PR 47+960 al PR 48+380 Para el día sábado 05 de agosto*

HMD: 17:30 - 18:30														
SENTIDO	CANTIDAD												VHMD	FHMD
	MOTOS	AUTOS	BUS COLECTIVO	C2P	C2G	C 3-4	C5	C6	TAXI COLECTIVO	BUS INTERMUN.	AMBULANCIAS	BICICLETAS		
NORTE - SUR	965	377	68	16	25	7	5	12	10	1	1	12	1499	0,89
SUR- NORTE	821	321	72	23	19	5	3	8	11	1	0	8	1292	0,92

Fuente: Autoras del proyecto

Como vemos en las tablas anteriores, los FHMD están en promedio muy próximos a la unidad, demostrando poca variación en el flujo. Y si observamos los datos arrojados en el día martes, resultan más cercanos en ambos sentidos (Sur-Norte: 0,96 y Norte-Sur: 0,91). Siguiendo este referente y al compararlo con la *figura 16, 17 y 18*, vemos que el intervalo de 60 minutos entre las 17:50 a 18:50 se repite en todas las gráficas como pico representativo, quedando confirmado como el horario de máxima demanda y sobre los que serán evaluados todos los parámetros para la modelación en el software de nuestro siguiente objetivo.

Como otra medida importante se estableció el comportamiento de los vehículos Mixtos en relación a su composición vehicular en la HMD en todas las intersecciones, por medio de tablas y gráficos circulares, de manera relacionada como lo vemos a continuación.

**Tabla 8**

*Composición vehicular para Acceso el Norte (mov.1), sentido Norte-Sur.*

VEHICULOS MIXTOS SENTIDO NORTE-SUR (mov1)			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	870	0,600	60%
AUTOS	372	0,257	26%
TAXI COLECTIVO	12	0,008	1%
COLECTIVOS	86	0,059	6%
C2P	39	0,027	3%
C2G	19	0,013	1%
C 3-4	9	0,006	1%
C5	6	0,004	0%
>C6	9	0,006	1%
BUSES	3	0,002	0%
AMBULANCIAS	3	0,002	0%
BICICLETAS	21	0,014	1%
<b>TOTAL</b>	<b>1449</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

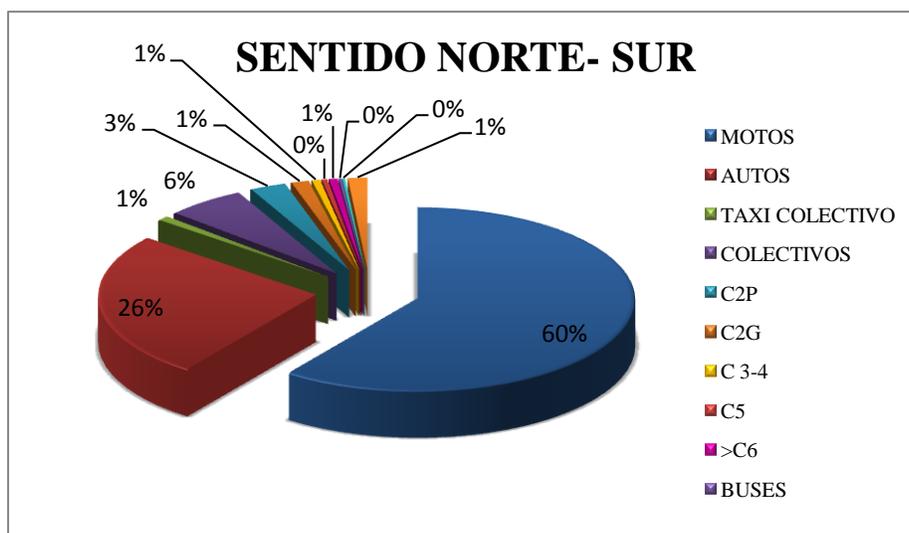


Figura 18. Grafica de la composición vehicular en el acceso Norte, sentido Norte-Sur.

Fuente: Autoras del proyecto.

Para las intersecciones que componen el tramo, se trabaja sobre la HDM de la vía principal. Es decir, solo tomamos en cuenta el volumen de los movimientos en el intervalo de tiempo de 17:10 a 18:10 de esta manera:

**Tabla 9**

*Composición vehicular general para la intersección Crediservir en HMD*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS CREDISERVIR</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	171	0,704	70%
AUTOS	48	0,198	20%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	9	0,037	4%
C2P	11	0,045	5%
C2G	2	0,008	1%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	2	0,008	1%
<b>TOTAL</b>	<b>243</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

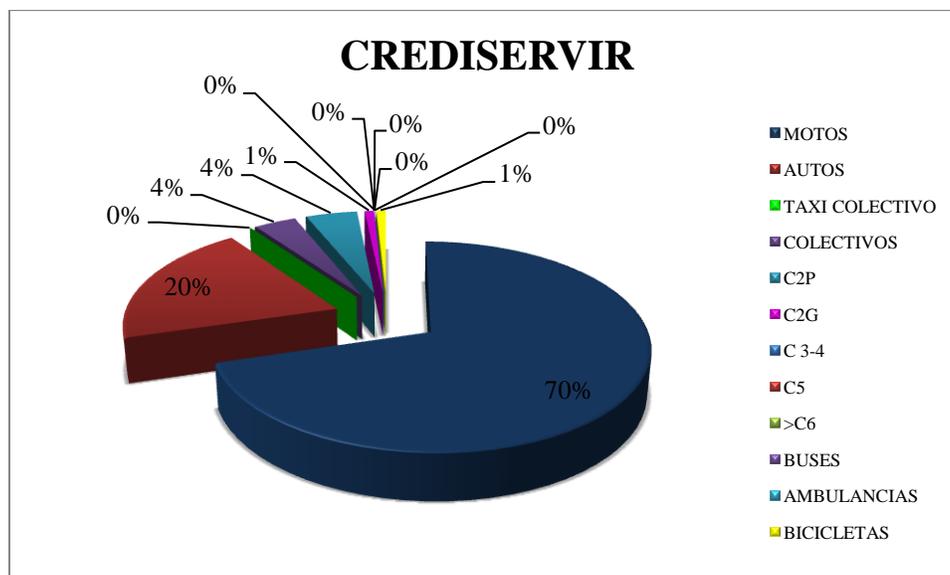


Figura 19. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Crediservir

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 10**

*Composición vehicular general para la intersección Droguería X en HMD*

GENERAL- VEHICULOS MIXTOS DROGUERIA X			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	136	0,680	68%
AUTOS	50	0,250	25%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	0	0,000	0%
C2P	10	0,050	5%
C2G	3	0,015	2%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	1	0,005	1%
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

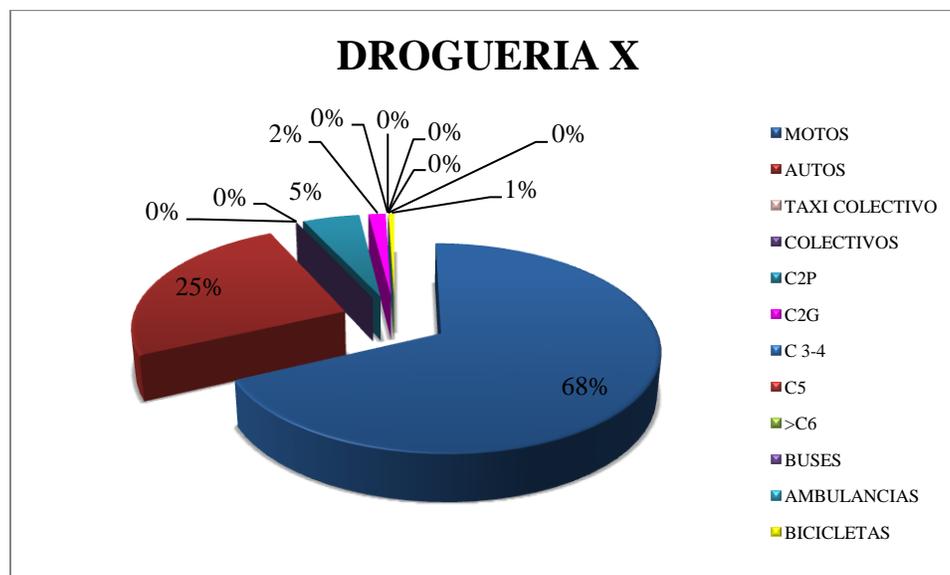


Figura 20. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Droguería X.

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 11**

*Composición vehicular general para la intersección Fuente de soda en HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS FUENTE DE SODA</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	406	0,729	73%
AUTOS	102	0,183	18%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	16	0,029	3%
C2P	18	0,032	3%
C2G	11	0,020	2%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	4	0,007	1%
<b>TOTAL</b>	<b>557</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

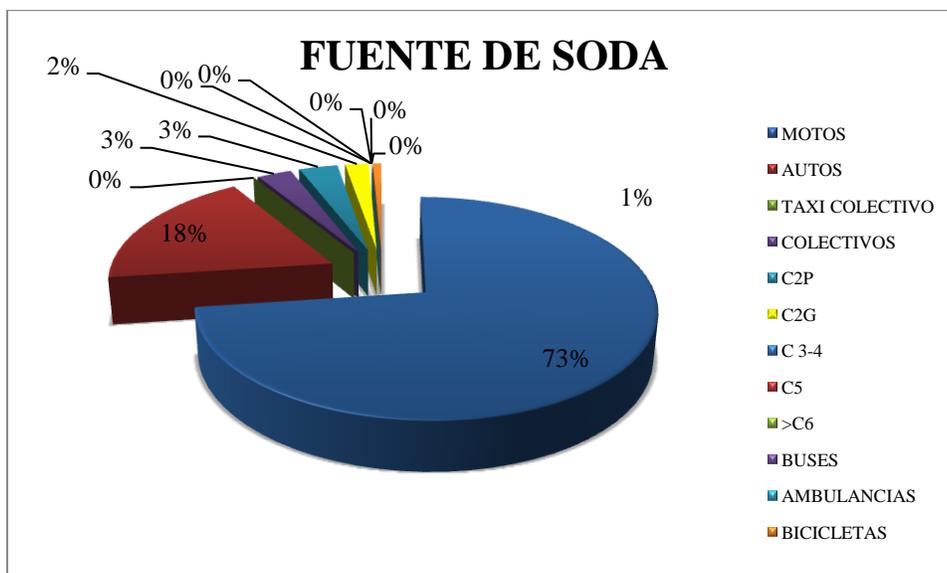


Figura 21. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Fuente de soda.

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 12**

*Composición vehicular general para la intersección EDS Cootransunidos en HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS EDS COOTRANSUNIDOS</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	173	0,663	66%
AUTOS	59	0,226	23%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	17	0,065	7%
C2P	7	0,027	3%
C2G	2	0,008	1%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	3	0,011	1%
<b>TOTAL</b>	<b>261</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

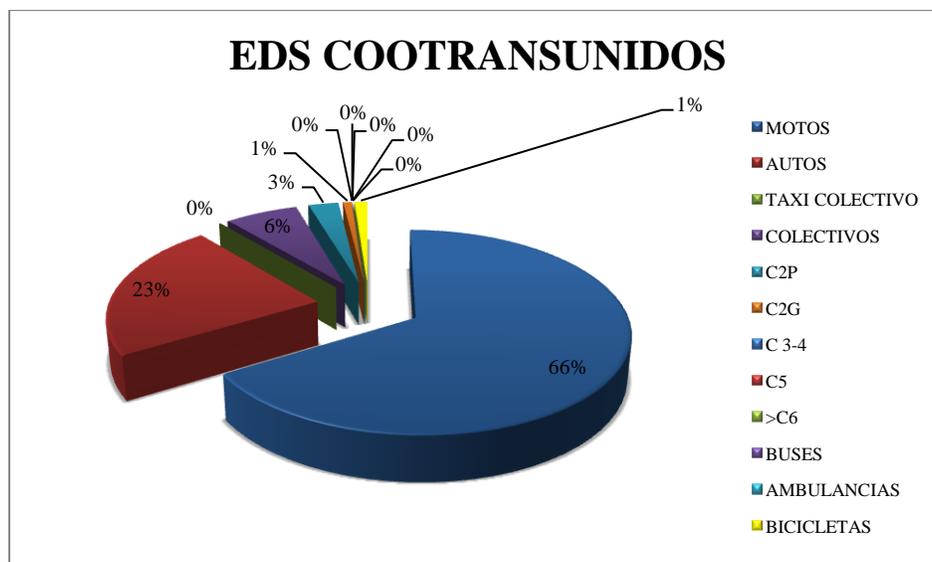


Figura 22. Grafica de la composición vehicular general para la intersección EDS Cootransunidos.  
Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 13**

*Composición vehicular general para la intersección Panadería Napolitana en HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS PANADERIA NAPOLITANA</b>			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	186	0,772	77%
AUTOS	39	0,162	16%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	7	0,029	3%
C2P	2	0,008	1%
C2G	5	0,021	2%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	2	0,008	1%
<b>TOTAL</b>	<b>241</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

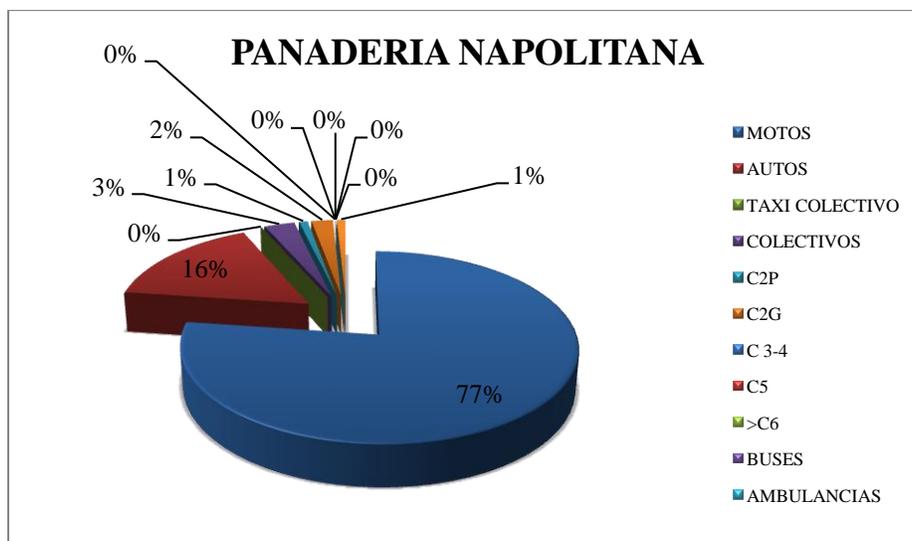


Figura 23. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Panadería Napolitana  
Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 14**

*Composición vehicular general para la intersección Estanco Enfarra2 en HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS ESTANCO ENFARRA2</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	119	0,726	73%
AUTOS	30	0,183	18%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	2	0,012	1%
C2P	5	0,030	3%
C2G	0	0,000	0%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	8	0,049	5%
<b>TOTAL</b>	<b>164</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

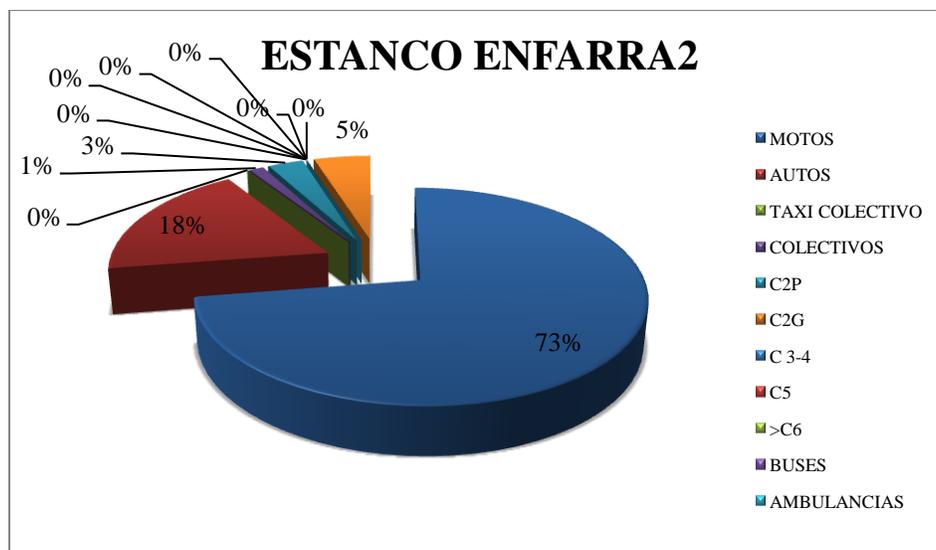


Figura 24. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Estanco Enfarrá2

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 15**

*Composición vehicular general para la intersección Panadería Pastipan en HMD.*

GENERAL- VEHICULOS MIXTOS PANADERIA PASTIPAN			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	138	0,680	68%
AUTOS	45	0,222	22%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	10	0,049	5%
C2P	6	0,030	3%
C2G	4	0,020	2%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	0	0,000	0%
<b>TOTAL</b>	<b>203</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

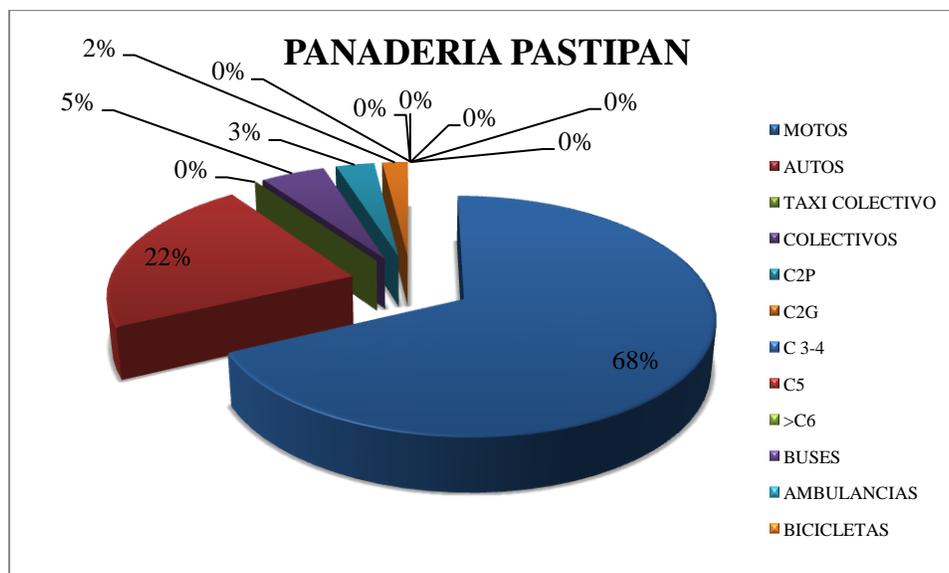


Figura 25. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Panadería Pastipan

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 16**

*Composición vehicular general para la intersección Puente la sal en HMD.*

GENERAL- VEHICULOS MIXTOS PUENTE LA SAL			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	228	0,765	77%
AUTOS	54	0,181	18%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	9	0,030	3%
C2P	4	0,013	1%
C2G	0	0,000	0%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	3	0,010	1%
<b>TOTAL</b>	<b>298</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

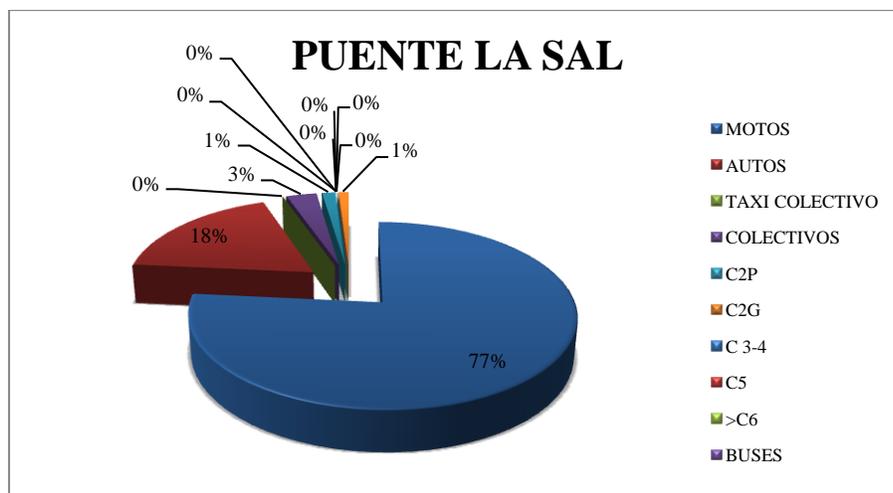


Figura 26. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Puente la sal  
Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 17**

*Composición vehicular general para acceso Sur (mov.2), sentido Sur-Norte en HMD.*

GENERAL- VEHICULOS MIXTOS SENTIDO SUR-NORTE (Mov. 2)			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	893	0,593	59%
AUTOS	406	0,269	27%
TAXI COLECTIVO	10	0,007	1%
COLECTIVOS	72	0,048	5%
C2P	46	0,031	3%
C2G	23	0,015	2%
C 3-4	8	0,005	1%
C5	5	0,003	0%
>C6	21	0,014	1%
BUSES	4	0,003	0%
AMBULANCIAS	3	0,002	0%
BICICLETAS	16	0,011	1%
<b>TOTAL</b>	<b>1507</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

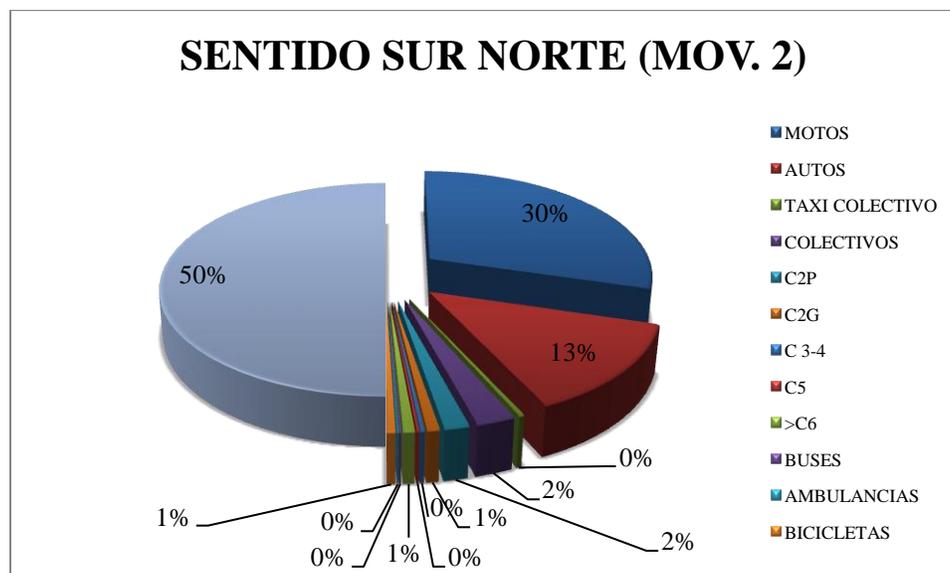


Figura 27. Grafica de la composición vehicular general para acceso Sur (mov.2), sentido Sur-Norte

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 18**

*Composición vehicular general para la intersección Droguería Alemana en HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS DROG. ALEMANA</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	632	0,862	86%
AUTOS	63	0,086	9%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	9	0,012	1%
C2P	16	0,022	2%
C2G	3	0,004	0%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	10	0,014	1%
<b>TOTAL</b>	<b>733</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

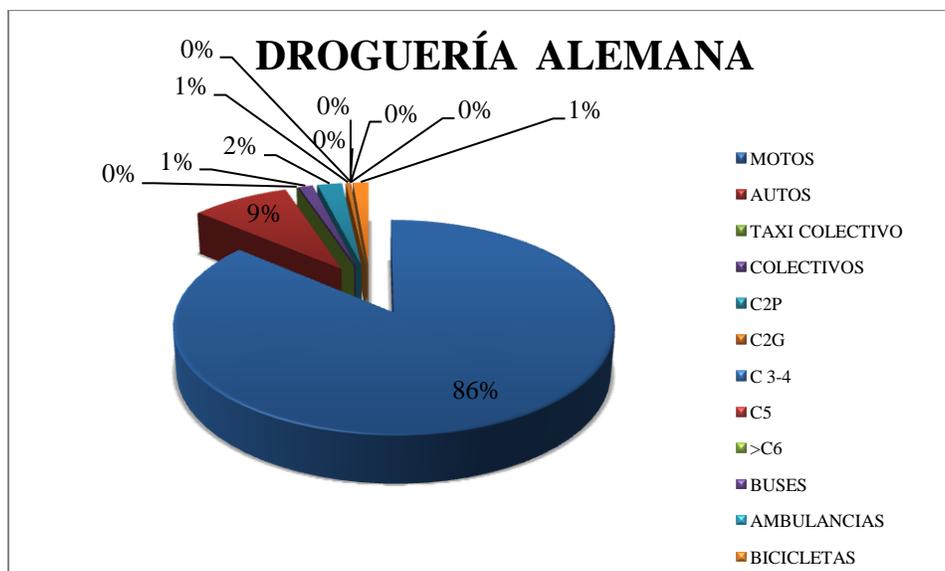


Figura 28. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Droguería Alemana.  
Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 19**

*Composición vehicular general para la intersección Almacén el Hueco HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS ALMACEN EL HUECO</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	64	0,615	62%
AUTOS	21	0,202	20%
TAXI COLECTIVO	1	0,010	1%
COLECTIVOS	5	0,048	5%
C2P	12	0,115	12%
C2G	1	0,010	1%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	0	0,000	0%
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

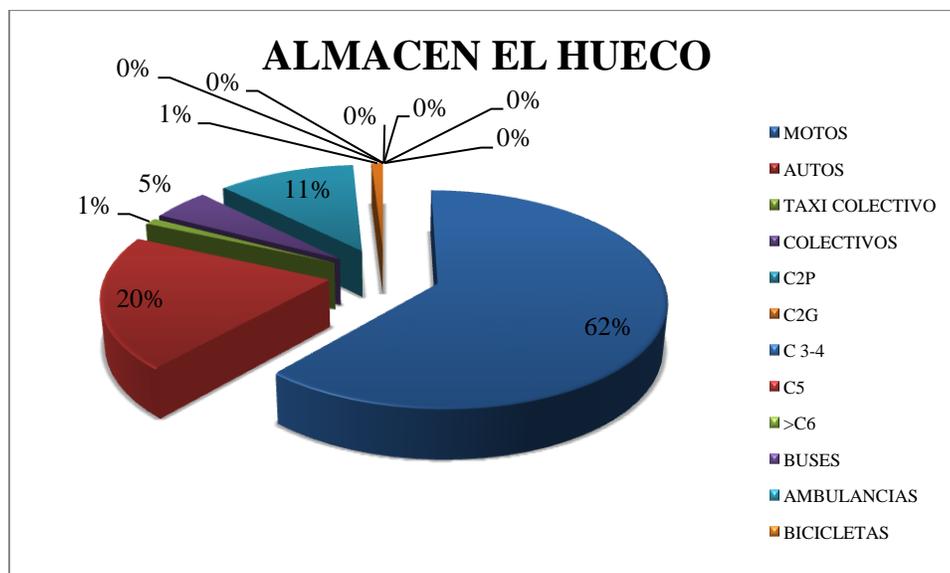


Figura 29. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Almacén El Hueco  
Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 20**

*Composición vehicular general para la intersección Ferretodo en HMD.*

GENERAL- VEHICULOS MIXTOS FERRETO			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	49	0,778	78%
AUTOS	12	0,190	19%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	0	0,000	0%
C2P	1	0,016	2%
C2G	1	0,016	2%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	0	0,000	0%
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

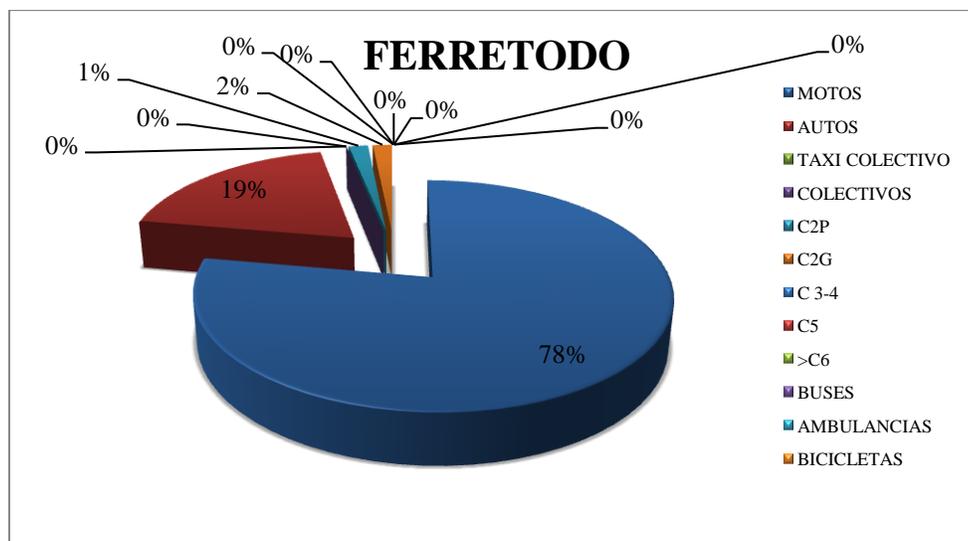


Figura 30. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Ferretodo

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 21**

*Composición vehicular general para la intersección Restaurante Santa Clara en HMD.*

GENERAL- VEHICULOS MIXTOS REST. SANTA CLARA			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	10	0,714	71%
AUTOS	3	0,214	21%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	1	0,071	7%
C2P	0	0,000	0%
C2G	0	0,000	0%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	0	0,000	0%
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

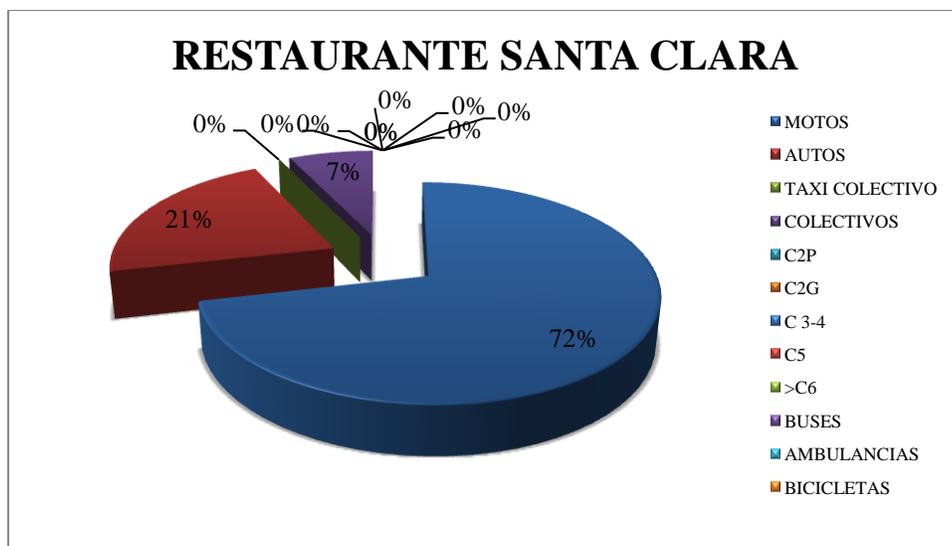


Figura 31. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Restaurante Santa Clara.

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 22**

*Composición vehicular general para la intersección Panadería Santa Laura en HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS PAN. SANTA LAURA</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	7	1,000	100%
AUTOS	0	0,000	0%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	0	0,000	0%
C2P	0	0,000	0%
C2G	0	0,000	0%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	0	0,000	0%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

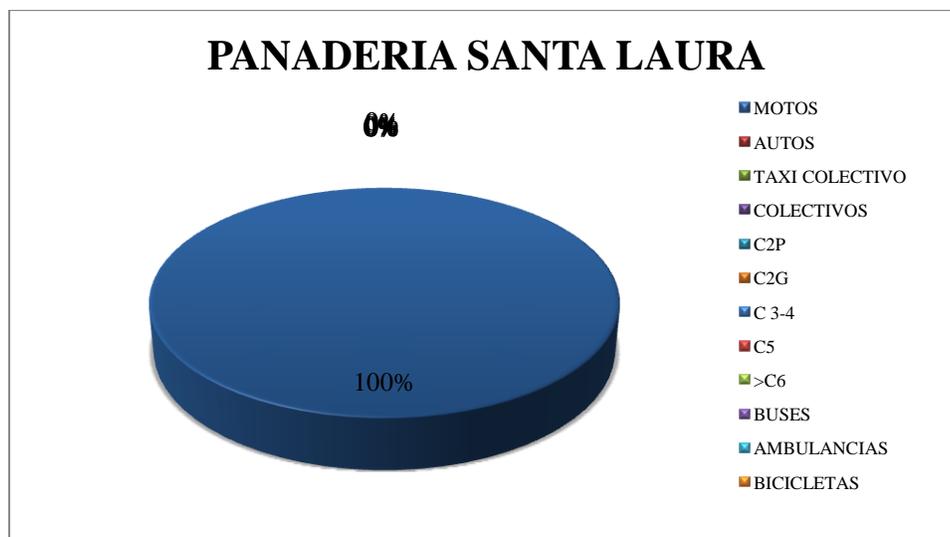


Figura 32. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Panadería Santa Laura.

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 23**

*Composición vehicular general para la intersección Tienda Naturista en HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS TIENDA NATURISTA</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	26	0,650	65%
AUTOS	12	0,300	30%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	2	0,050	5%
C2P	0	0,000	0%
C2G	0	0,000	0%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	0	0,000	0%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

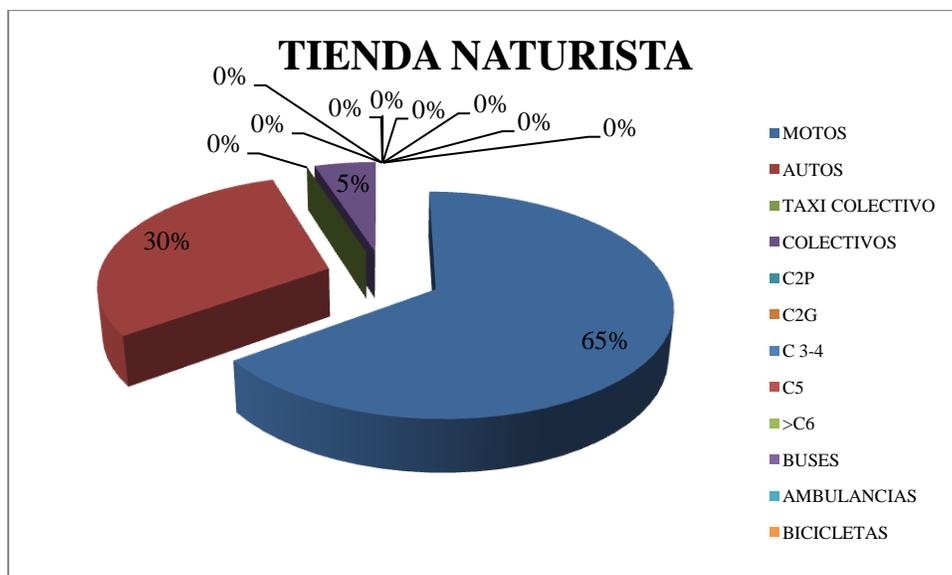


Figura 33. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Tienda Naturista.

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 24**

*Composición vehicular general para la intersección Calle Ciega en HMD.*

GENERAL- VEHICULOS MIXTOS CALLE CIEGA			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	6	0,857	86%
AUTOS	1	0,143	14%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	0	0,000	0%
C2P	0	0,000	0%
C2G	0	0,000	0%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	0	0,000	0%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

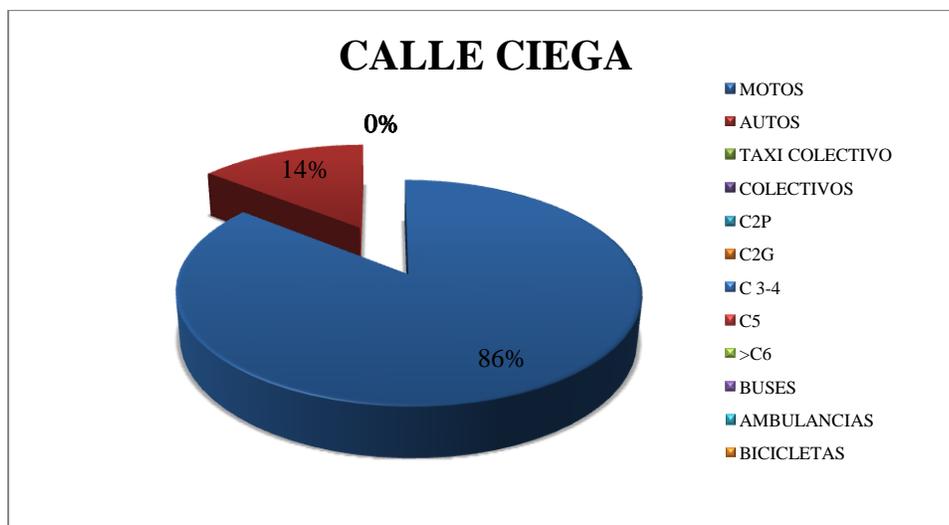


Figura 34. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Calle Ciega.

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 25**

*Composición vehicular general para la intersección EDS Ocaña en HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS EDS OCAÑA</b>			
TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%	
MOTOS	7	1,000	100%
AUTOS	0	0,000	0%
TAXI COLECTIVO	0	0,000	0%
COLECTIVOS	0	0,000	0%
C2P	0	0,000	0%
C2G	0	0,000	0%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	0	0,000	0%
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

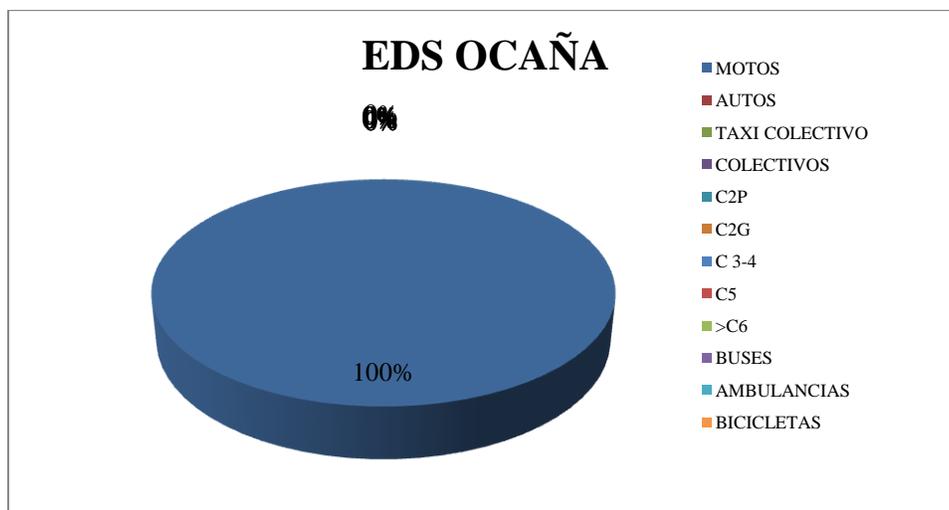


Figura 35. Grafica de la composición vehicular general para la intersección EDS Ocaña.

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 26**

*Composición vehicular general para la intersección Papelería Inpacom en HMD.*

<b>GENERAL- VEHICULOS MIXTOS PAP. INPACOM</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	274	0,792	79%
AUTOS	53	0,153	15%
TAXI COLECTIVO	9	0,026	3%
COLECTIVOS	6	0,017	2%
C2P	2	0,006	1%
C2G	0	0,000	0%
C 3-4	0	0,000	0%
C5	0	0,000	0%
>C6	0	0,000	0%
BUSES	0	0,000	0%
AMBULANCIAS	0	0,000	0%
BICICLETAS	2	0,006	1%
<b>TOTAL</b>	<b>346</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

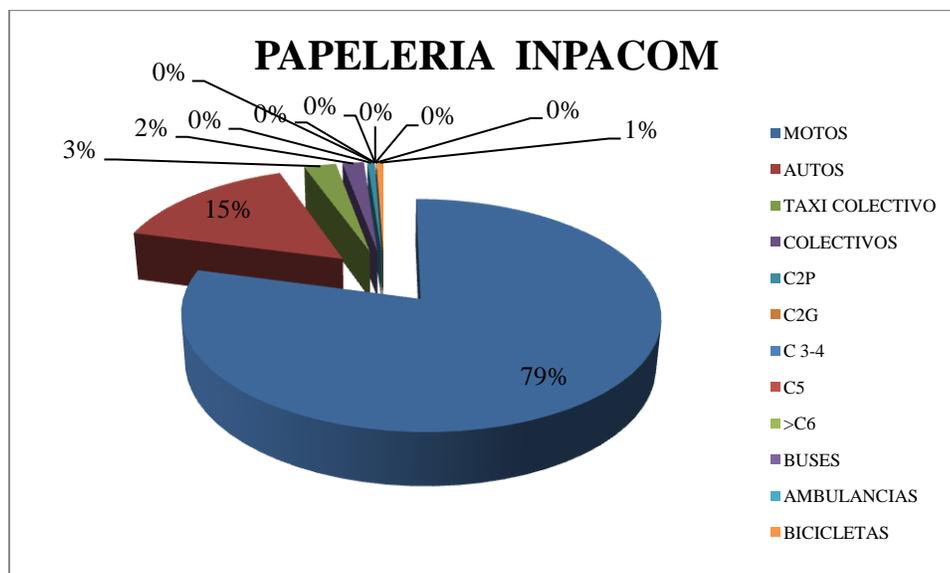


Figura 36. Grafica de la composición vehicular general para la intersección Papelería Inpacom.

Fuente: Autoras del proyecto.

El anterior procedimiento se realizó para determinar los porcentajes de vehículos que entran a la vía en esta hora de máxima demanda, pero que toman diferentes rutas hacia cada intersección. Consecuentemente es notable alto porcentaje que tiene las motocicletas respecto a los demás tipos de vehículos. Todo este análisis de aforos vehiculares se hace para poder ingresar estos datos al software PTV Vissim del que estaremos tratando en el siguiente apartado.

#### **6.4 Desarrollar la modelación de los datos obtenidos en la investigación mediante software especializado PTV Vissim.**

Consecuentemente, la caracterización del tramo a través del levantamiento topográfico y los análisis estadísticos de los aforos vehiculares, arrojan un enfoque determinante para la modelación en el software PTV Vissim, sobre el cual micro- simulamos el comportamiento real del volumen vehicular para la hora de máxima demanda, además de esto el software analiza el escenario Pre y Pos a la hora de mayor flujo vehicular, los que están establecidos en intervalos de 15 minutos antes y después, respectivamente.

El entorno en estudio estuvo comprendido entre el puente vehicular “LA SAL” (PR 47+960) hasta el puente peatonal “SANTA CLARA” (PR 48+380) sentido Norte-Sur, y se trabajó en la versión estudiantil 7.00-16 dado que la licencia a la que tiene disponibilidad la Universidad trabaja sobre esta variante. Además se encontraron otras limitaciones como el área máxima de simulación de 1000m<sup>2</sup> y tiempo de simulación de 600 segundos para esta adaptación.

Como punto de partida para dicha modelación, se cargó el background o imagen de fondo, haciendo clic derecho del mouse sobre la interfaz gris manteniendo seleccionada del menú en la parte izquierda la opción **Background Images**, donde aparece un recuadro que permite seleccionar el archivo que queremos cargar; en nuestro caso concierne al plano topográfico de la zona, el cual fue guardado desde el software AutoCAD como archivo tipo DXF, siendo este compatible con el software Vissim. A continuación se muestra detalle en a *Figura 37*.

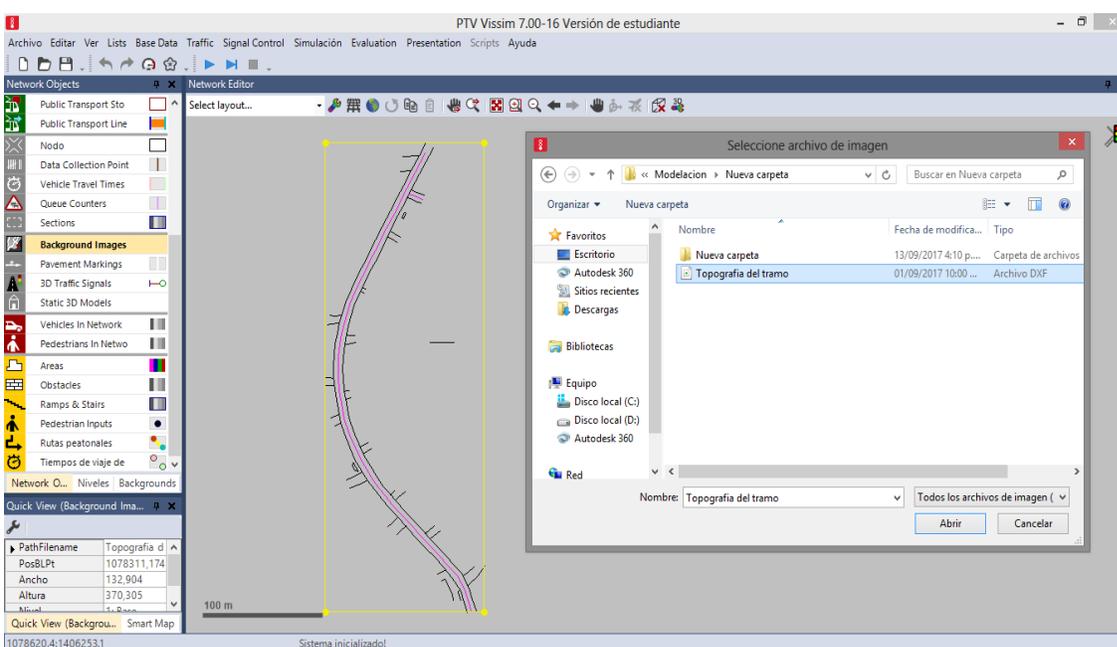


Figura 37. Topografía del tramo, cargada como fondo de trabajo.

Fuente: Autoras del proyecto.

Gracias a este, se tiene una perspectiva más real del tramo, en la que resulta más fácil la identificación de bordes de las vías, separaciones de carriles, límites del paramento, entre otros.

Teniendo seleccionado el plano topográfico como fondo cargado anteriormente, se procedió a escalarlo haciendo Ctrl+ Clic izquierdo sobre la imagen, donde se despliega una lista de opciones de la que escogemos **Set Scale** y procedemos a determinar su escala trabajando de esta manera sobre las medidas reales previamente establecidas en el levantamiento. (Ver Figura 38)

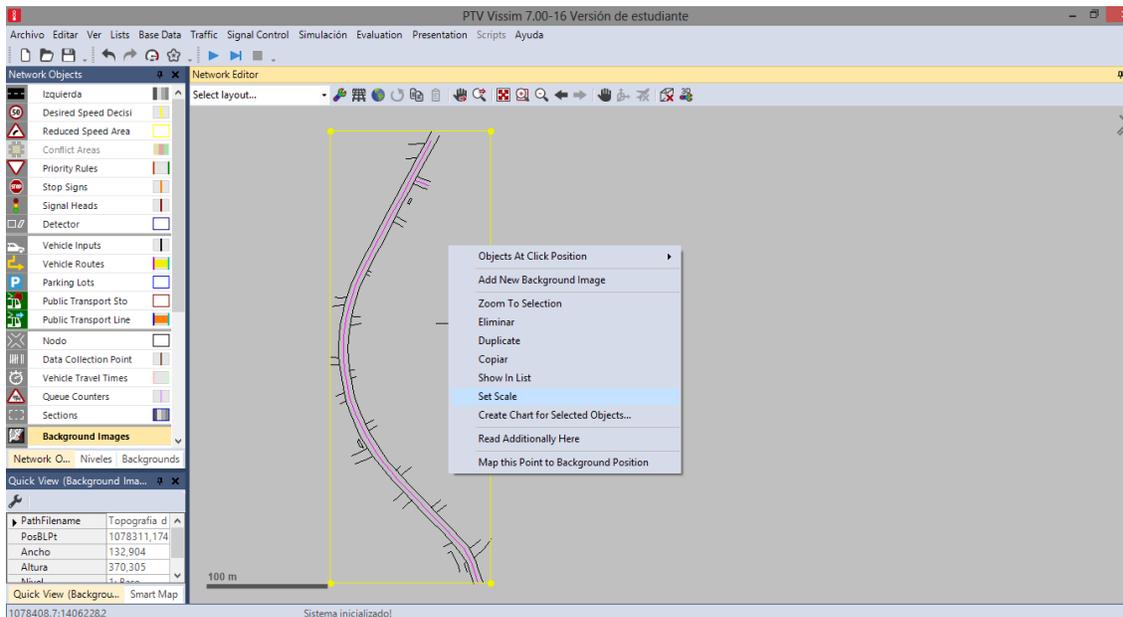


Figura 38. Escala real del Background cargado como fondo

Fuente: Autoras del proyecto.

Posteriormente continuamos con el diseño de las vías creando los tramos (Links) del menú en la parte izquierda de la interfaz, sobre la opción **Izquierda**. Y posteriormente haciendo clic derecho sobre el dibujo y arrastrando hasta la longitud requerida. En seguida nos aparece un cuadro con los parámetros de ese tramo (Ver figura 39), y sobre los que haremos las debidas modificaciones. Entre estos tenemos:

- Número, es otorgado secuencialmente por el software.

- Número de carriles, para cada uno de los tramos se asignó 1 carril, teniendo en cuenta todas las direcciones del flujo vehicular en el sector.
- Long. tramo, depende del alcance deseado, el diseñador tiene la libertad, según la necesidad de disminuir o aumentar dicha longitud.
- Nombre, es asignado por los autores del proyecto, permitirá darle una referencia a cada tramo.
- Ancho de carril, corresponde a la medida de cada carril presente en el tramo dibujado. Esta medida fue obtenida mediante el plano del levantamiento topográfico y de la que se extrajo una tabla resumen para todas las intersecciones (Ver Tabla 4)

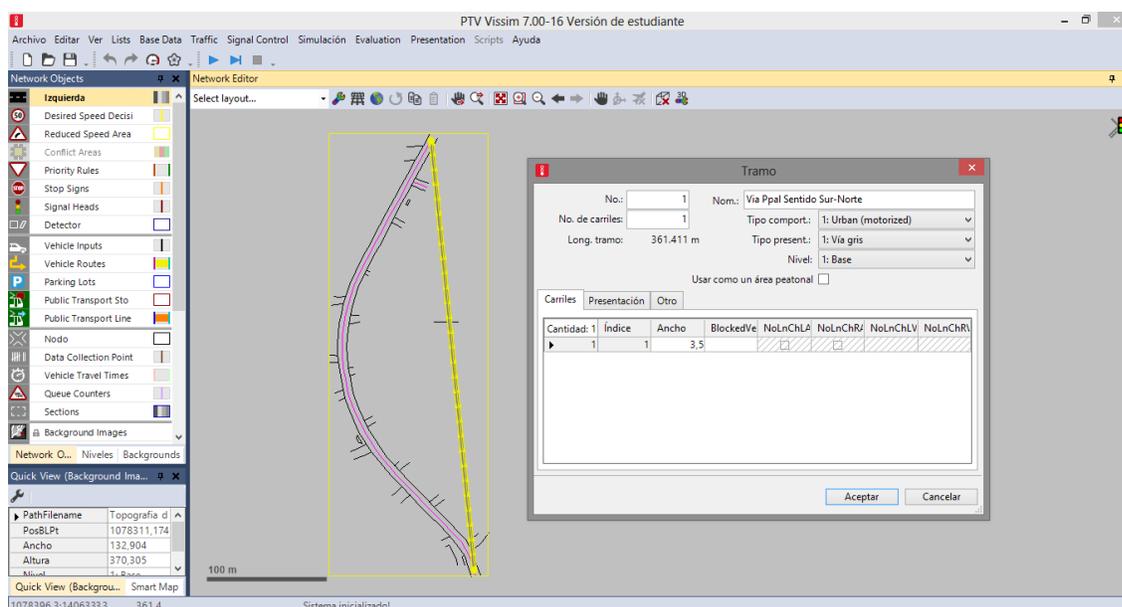


Figura 39. Parámetros requeridos para los tramos de vías creados

Fuente: Autoras del proyecto.

Para dar la correcta estructura a nuestra vía y demarcar las curvas presentes, se da clic derecho sobre el tramo y se crean nuevos puntos que sirven para suavizar el trazado. De esta

misma manera se crean los tramos para todas las intersecciones, determinado el número de carriles y la dirección, que para nuestro caso serían dos vías con un carril en sentidos contrarios, para cada una. A partir de esto, se tienen los accesos pero es importante crear los conectores necesarios que integren todos los tramos dibujados, los cuales permiten definir las posibles rutas y alternativas del flujo vehicular. (*Ver Figura 40*). Estos están definidos por parámetros como los siguientes:

- Nombre, al igual que en la edición del tramo, este es otorgado por los autores.
- Desde el tramo- Al tramo, es información asignada por el software, partiendo de lo dibujado por el autor.
- Polilínea suavizada, de acuerdo a la longitud del conector y a su forma, se admite asignar cierta cantidad de puntos, para afinar las curvas requeridas permitiendo adecuar con mayor exactitud dicho conector.

Conector

No.: 10022      Nom.: C3 EDS COO

Tipo comport.: 1: Urban (motorized)

Tipo present.: 1: Road gray

Desde el tramo:      Al tramo:

No.: 2      No.: 15

En: 284.149 m      En: 6.263 m

Carril 1      Carril 1

Longitud: 10.751 m

Polilínea suavizada: 7

Cambio de carril    Presentación    Asignación dinámica    Otro

Cantidad	Índice	BlockedVe	NoLnChL	NoLnChR	NoLnChL	NoLnChR
1	1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Ruta

Parar emergencia: 5.0 m atrás

Cambio de carril: 200.0 m atrás     por carril

Dirección deseada

TODO     RIGHT     LEFT

Aceptar    Cancelar

Figura 40. Parámetros para la creación de conectores.

Fuente: Autoras del proyecto.

Luego de delinear los tramos y los conectores del corredor se obtiene la base sobre la cual incluiremos las rutas analizadas en nuestro estudio. *Ver Figura 41*

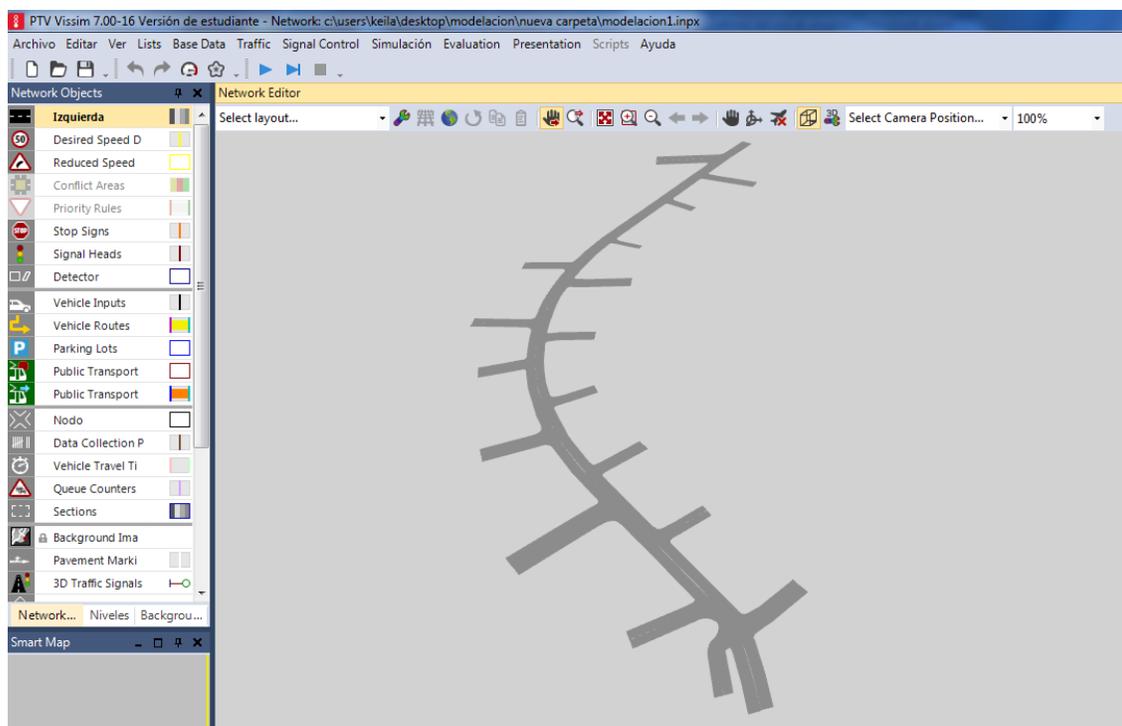


Figura 41. Vías y conectores creados como base para la micro-simulación del volumen vehicular.  
Fuente: Autoras del proyecto.

Habiendo especificado cada uno de los tramos y conectores, se continuó con la inclusión de los tipos de vehículos, teniendo en consideración la caracterización en los aforos vehiculares y las observaciones realizadas en la zona. El software Vissim nos brinda algunas tipologías ya establecidos como lo son: auto, camión (HGV), bus, tranvía, peatones y bicicletas. Sin embargo, para obtener un enfoque más cercano a la realidad en nuestro estudio fue necesario realizar algunas modificaciones adaptando algunos vehículos articulados como camiones de 5 y 6 ejes o su defecto creando nuevos modelos como MOTOCICLETAS, BUSES COLECTIVOS, CAMIONES DE DOS EJES GRANDES Y PEQUEÑOS, CAMIONES DE 3 Y 4 EJES, BUSES INTERMUNICIPALES, Y TAXIS COLECTIVOS. Procedimiento que se realizó de la siguiente manera:

Primero nos dirigimos a la barra de herramientas superior, seleccionamos **BASE DATA**, de este menú tomamos la opción **DISTRIBUTIONS**, desplegándose un sub menú, sobre el que escogemos **2D/3D MODEL**, generando una nueva ventana (ver figura 42), en la que es permitida eliminar las casillas q no tienen relación con el flujo del proyecto, agregando además todo tipo de vehículos acorde a los aforados, dando clic derecho y eligiendo la opción agregar, considerando llevar un orden secuencial en el parámetro número (No).

Al tratarse de la creación de un modelo microscópico es importante considerar las características de cada vehículo, por lo que resulta necesario establecer modelos específicos dentro de cada categoría, como lo vemos en la figura 42. Esto en base a las observaciones hechas los días aforados. Acercándose un poco más a una condición real.

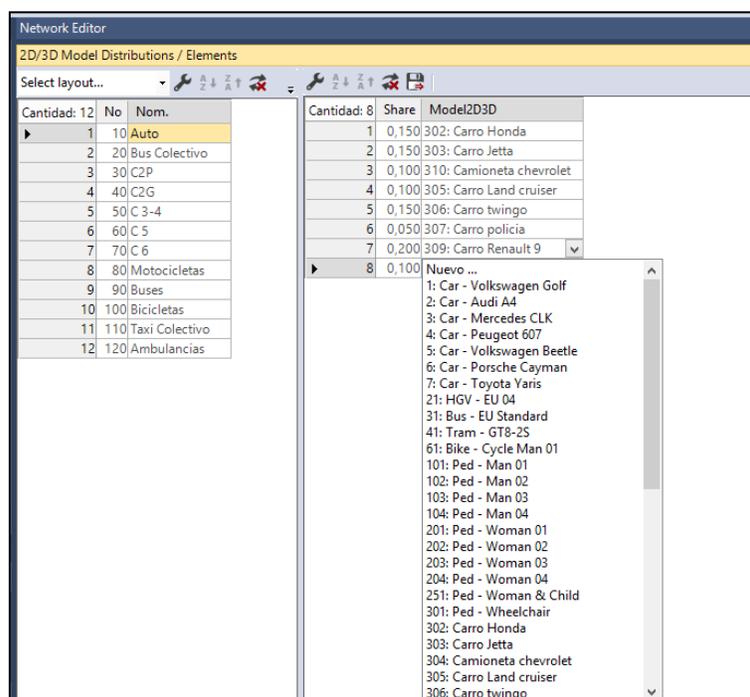


Figura 42. Creación de Distribuciones vehiculares con sus respectivos modelos.

Fuente: Autoras del proyecto.

Además de esto es permitido otorgarle a cada modelo un porcentaje, según su participación en la vía. En la creación de estos modelos el software también proporciona una lista para escoger los más próximos según lo observado, pero en el caso de las ambulancias, taxis, C3-4, entre otros, se hizo obligatorio descargar archivos con extensión V3d y agregarlos manualmente a las carpetas de instalación del software, para que pudiesen ser incluidos en la modelación. Para dicho proceso se escoge la opción “Nueva”, mostrada en la parte derecha de la *figura 31*, y de donde surge una nueva ventana indicando el modelo que se quiere incluir *Ver Figura 43*.

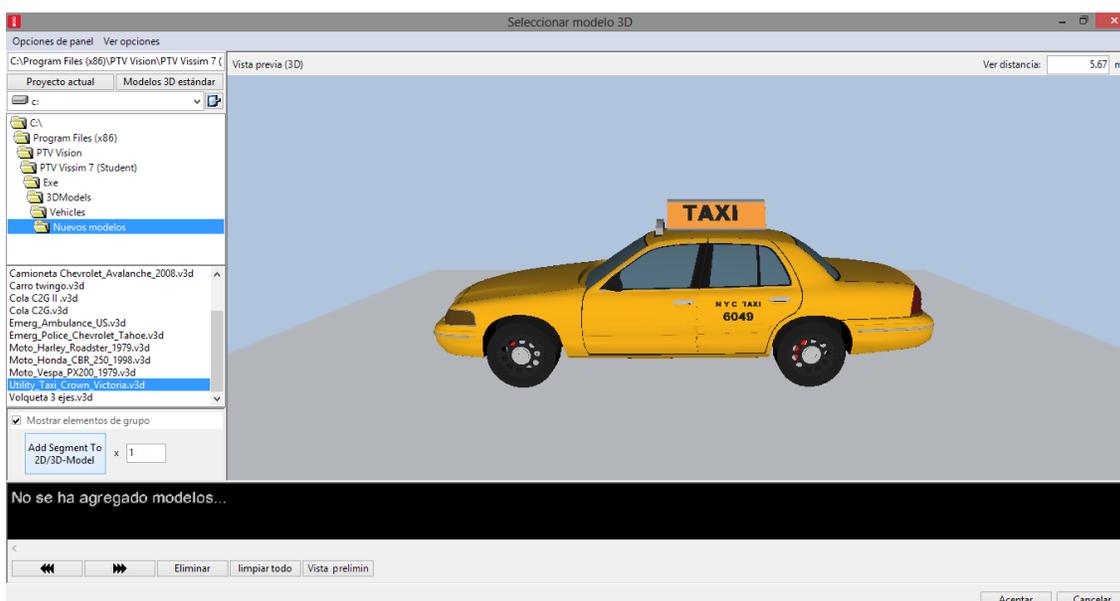


Figura 43. Elección de nuevos modelos para la distribución vehicular.

Fuente: Autoras del proyecto, 2017.

Asimismo, fue ineludible la creación de nuevos modelos para los tipos de vehículos C5 y C6, como lo mencionamos anteriormente, que por ser articulados debían ser unidos mediante la opción **ADD SEGMENT TO 2D/3D-MODEL**, permitiendo ensamblar dos o más piezas según la necesidad del diseñador, como se detalla en la *figura 44*.

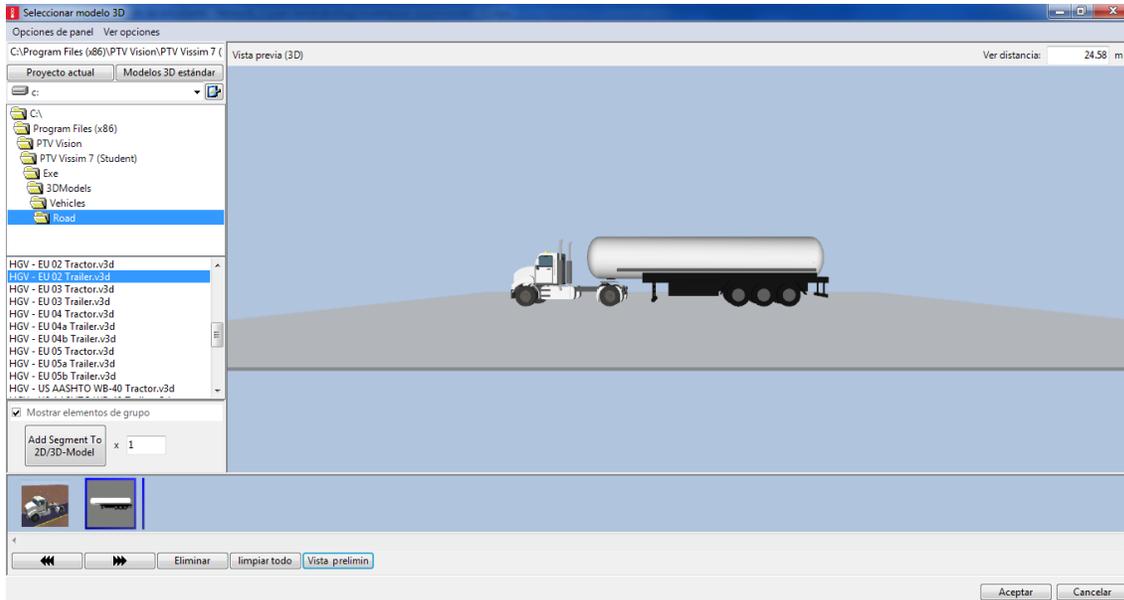


Figura 44. Edición de vehículos C5 y C6.

Fuente: Autoras del proyecto.

El paso a seguir fue la configuración de los tipos de vehículos, para ello nos dirigimos de nuevo al menú **BASE DATA**, pero en esta oportunidad elegimos la opción **VEHICLE TYPES**. En esta nueva ventana se deben agregar cada uno de los vehículos creados anteriormente, haciendo coincidir su número y nombre, como lo vemos en el ejemplo de la *figura 45*.

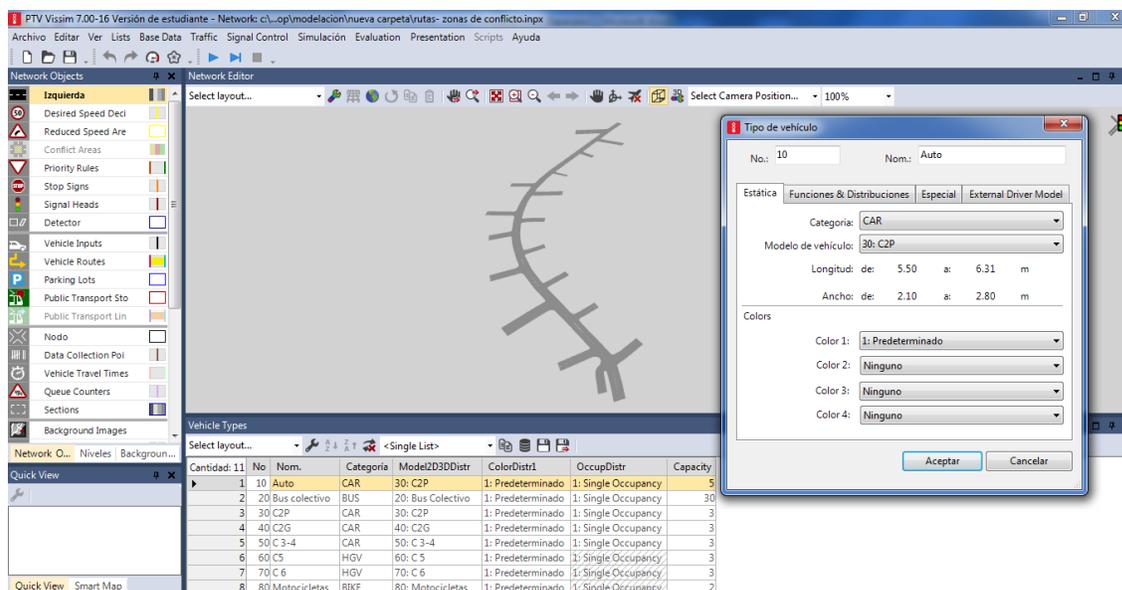


Figura 45. Configuración de los tipos de vehículos.

Fuente: Autoras del proyecto.

En este segmento, observamos en la ventana “**Tipo de vehículo**” Algunos parámetros como **Estática**, donde verificamos la correspondencia entre Categoría y modelo; también encontramos la pestaña **Funciones & distribuciones** en la que podemos cambiar la aceleración y desaceleración para cada categoría, así como su peso, potencia y ocupación. Los parámetros **Especial** y **External Driver Model** son utilizados para mayor precisión en caso de ser necesario, pero en lo que nos concierne nos fueron modificados.

Seguidamente continuamos con la caracterización de dichos vehículos, vamos al menú **BASE DATA**, hallamos la opción **VEHICLE CLASSES**, y se configura según lo determinado en los pasos anteriores, pudiendo además cambiar adicionalmente su color, como se evidencia en la *figura 46*.

Clases de vehículo					
Select layout... <Single List>					
Cantidad: 12	No	Nom.	VehTypes	UseVehTypeColor	Color
1	10	Auto	10	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 0, 74, 127)
2	20	Bus Colectivo	20	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 255, 255, 255)
3	30	C2P	30	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 128, 128, 128)
4	40	C2G	40	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 64, 64, 64)
5	50	C 3-4	50	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 192, 192, 192)
6	60	C 5	60	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 127, 63, 63)
7	70	C 6	70	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 63, 73, 127)
8	80	Motocicletas	80	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 127, 0, 0)
9	90	Buses	90	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 109, 127, 63)
10	100	Bicicletas	100	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 0, 127, 127)
11	110	Taxi Colectivo	110	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 255, 216, 0)
12	120	Ambulancias	120	<input checked="" type="checkbox"/>	(255, 255, 0, 0)

Figura 46. Creación de clases de vehículos dentro de la modelación.

Fuente: Autoras del proyecto.

Posteriormente a la creación de las características de los vehículos, procedemos a agregar los volúmenes en entradas hacia las vías establecidas. En esta parte cabe resaltar un aspecto importante del software, y es "independiza el transporte público urbano de las demás composiciones vehiculares", para luego crear un sistema particular que lo incluya.

En este orden de ideas se hicieron necesario recalculer las composiciones vehiculares para cada intersección, pero en este caso sin incluir el transporte público. Como se muestra en las tablas 27 y 28 sobre la vía principal (Acceso Norte y Sur) y en las tablas 27 y 28 sobre los acceso Este y Oeste respectivamente.

**Tabla 27**

*Porcentajes del flujo vehicular en la hora de máxima demanda para el sentido Norte- Sur, excluido el transporte público.*

<b>FLUJO VEHICULAR SIN TRANSPORTE PUBLICO SENTIDO NORTE-SUR (MOV. 1)</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	870	0,65	65,41%
AUTOS	372	0,28	27,97%
C2P	39	0,03	2,93%
C2G	19	0,01	1,43%
C 3-4	9	0,01	0,68%
C5	6	0,00	0,45%
>C6	9	0,01	0,68%
BUSES	3	0,00	0,23%
AMBULANCIAS	3	0,00	0,23%
<b>TOTAL</b>	<b>1330</b>	<b>1,00</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 28**

*Composiciones y salidas de vehículos sin transporte público para el acceso Sur*

<b>FLUJO VEHICULAR SIN TRANSPORTE PUBLICO SENTIDO SUR-NORTE (MOV. 2)</b>			
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	
MOTOS	893	0,63	63,38%
AUTOS	406	0,29	28,81%
C2P	46	0,03	3,26%
C2G	23	0,02	1,63%
C 3-4	8	0,01	0,57%
C5	5	0	0,35%
>C6	21	0,01	1,49%
BUSES	4	0	0,28%
AMBULANCIAS	3	0	0,21%
<b>TOTAL</b>	<b>1409</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 29**

*Composiciones y salidas de vehículos sin transporte público para las intersecciones acceso Oeste*

NOMBRE INTERSECCION	CANTIDAD TOTAL	MOTOS		AUTOS		C2P		C2G		C 3-4		C5		C6		BUS INTER		AMBULANCIAS	
		CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%
CREDISERVIR	107	84	0,785	14	0,131	7	0,065	2	0,019	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
DROGUERIA X	84	59	0,702	20	0,238	5	0,060	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
FUENTE DE SODA	260	190	0,731	58	0,223	9	0,035	3	0,012	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
EDS COOTRANSUNIDOS	138	101	0,732	34	0,246	3	0,022	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PANADERIA NAPOLITAN	122	95	0,779	22	0,180	0	0,000	5	0,041	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
ESTANCO ENFARRADOS	70	52	0,743	16	0,229	2	0,029	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PANADERIA PASTIPAN	68	52	0,765	13	0,191	3	0,044	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PUENTE LA SAL	132	102	0,773	26	0,197	4	0,030	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 30**

*Composiciones y salidas de vehículos sin transporte público para las intersecciones acceso Este*

NOMBRE INTERSECCION	CANTIDAD TOTAL	MOTOS		AUTOS		C2P		C2G		C3-4		C5		C6		BUS		AMBULANCIA	
		CANT.	%	CANT.	%														
DROGUERIA ALEMANA	382	337	0,882	31	0,081	12	0,031	2,00	0,005	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
ALMACEN EL HUECO	42	29	0,690	11	0,262	2	0,048	0,00	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
FERRETODO	26	19	0,731	7	0,269	0	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
RESTAURANTE SANTA CL	3	3	1,000	0	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PANADERIA CRISTALINA	3	3	1,000	0	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
TIENDA NATURISTA	15	11	0,733	4	0,267	0	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
CALLECIEGA	4	3	0,750	1	0,250	0	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
EDS OCAÑA	4	4	1,000	0	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PAPELERIA INPACOM	147	119	0,810	28	0,190	0	0,000	0,00	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000

Fuente: Autoras del proyecto.

Como se mencionó con anterioridad el software evalúa un escenario precarga y pos carga en la relación a la hora de máxima demanda. Por lo que también se establecieron dichas salidas y composiciones basadas en estas consideraciones, señaladas en las tablas 31, 32, 33 y 34.

**Tabla 31**

*Porcentajes del flujo vehicular para la PRECARGA Y POSCARGA sin transporte público para el acceso Sur*

<b>SENTIDO SUR-NORTE (MOV. 2)</b>						
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>PRECARGA</b>			<b>POSCARGA</b>		
	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
MOTOS	173	0,64	64,31%	178	0,62	61,59%
AUTOS	67	0,25	24,91%	86	0,3	29,76%
C2P	16	0,06	5,95%	6	0,02	2,08%
C2G	2	0,01	0,74%	5	0,02	1,73%
C 3-4	1	0	0,37%	8	0,03	2,77%
C5	1	0	0,37%	0	0	0,00%
>C6	5	0,02	1,86%	5	0,02	1,73%
BUSES	4	0,01	1,49%	1	0	0,35%
AMBULANCIAS	0	0	0,00%	0	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>269</b>	<b>1</b>	<b>100,00%</b>	<b>289</b>	<b>1</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 32**

*Porcentajes del flujo vehicular para la PRECARGA Y POSCARGA sin transporte público para el acceso Norte*

<b>SENTIDO NORTE-SUR (MOV. 1)</b>						
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>PRECARGA</b>			<b>POSCARGA</b>		
	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
MOTOS	214	0,69	68,59%	172	0,64	64,42%
AUTOS	81	0,26	25,96%	80	0,3	29,96%
C2P	8	0,03	2,56%	8	0,03	3,00%
C2G	8	0,03	2,56%	4	0,01	1,50%
C 3-4	1	0	0,32%	2	0,01	0,75%
C5	0	0	0,00%	0	0	0,00%
>C6	0	0	0,00%	1	0	0,37%
BUSES	0	0	0,00%	0	0	0,00%
AMBULANCIAS	0	0	0,00%	0	0	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>312</b>	<b>1</b>	<b>100,00%</b>	<b>267</b>	<b>1</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 33**

*Porcentajes del flujo vehicular para la PRECARGA sin transporte público para las intersecciones del acceso Oeste*

NOMBRE INTERSECCION	CANTIDAD TOTAL	MOTOS		AUTOS		C2P		C2G		C 3-4		C5		C6		BUS INTERMUN.		AMBULANCIAS	
		CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%
CREDISERVIR	52	48	0,923	4	0,077	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
DROGUERIA X	25	16	0,640	9	0,360	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
FUENTE DE SODA	64	44	0,688	12	0,188	4	0,063	4	0,063	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
EDS COOTRANSUNIDOS	43	26	0,605	15	0,349	0	0,000	2	0,047	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PANADERIA NAPOLITAN	37	28	0,757	9	0,243	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
ESTANCO ENFARRADOS	30	21	0,700	4	0,133	2	0,067	3	0,100	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PANADERIA PASTIPAN	27	25	0,926	2	0,074	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PUENTE LA SAL	42	27	0,643	11	0,262	4	0,095	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000

Fuente: Autoras del proyecto, 2017.

**Tabla 34**

*Porcentajes del flujo vehicular para la POSCARGA sin transporte público para las intersecciones del acceso Oeste*

NOMBRE INTERSECCION	CANTIDAD TOTAL	MOTOS		AUTOS		C2P		C2G		C 3-4		C5		C6		BUS INTERMUN.		AMBULANCIAS	
		CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%	CANT	%
CREDISERVIR	41	36	0,878	5	0,122	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
DROGUERIA X	21	12	0,571	7	0,333	2	0,095	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
FUENTE DE SODA	81	56	0,691	21	0,259	4	0,049	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
EDS COOTRANSUNIDOS	37	28	0,757	7	0,189	2	0,054	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PANADERIA NAPOLITAN	29	26	0,897	3	0,103	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
ESTANCO ENFARRADOS	22	14	0,636	8	0,364	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PANADERIA PASTIPAN	27	23	0,852	4	0,148	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PUENTE LA SAL	23	21	0,913	2	0,087	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 35**

*Porcentajes del flujo vehicular para la PRECARGA sin transporte público para las intersecciones del acceso Este*

NOMBRE INTERSECCION	CANTIDAD TOTAL	MOTOS		AUTOS		C2P		C2G		C3-4		C5		C6		BUS		MBULANCI	
		CANT.	%	CANT.	%														
DROGUERIA ALEMANA	60	48	0,800	8	0,133	2	0,033	1	0,017	0	0,000	0	0,000	0	0,000	1	0,017	0	0,000
ALMACEN EL HUECO	10	7	0,700	3	0,300	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
FERRETODO	9	8	0,889	1	0,111	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
RESTAURANTE SANTA CLARA	3	3	1,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PANADERIA CRISTALINA	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
TIENDA NATURISTA	5	4	0,800	1	0,200	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
CALLECIEGA	2	2	1,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
EDS OCAÑA	1	1	1,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PAPELERIA INPACOM	49	33	0,673	15	0,306	1	0,02	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 36**

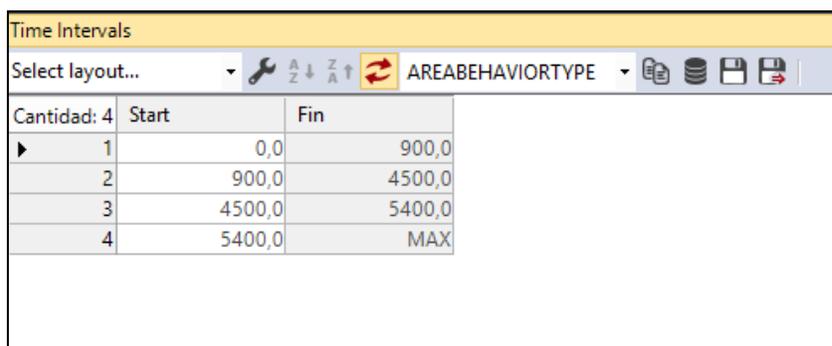
*Porcentajes del flujo vehicular para la POSCARGA sin transporte público para las intersecciones del acceso Este*

NOMBRE INTERSECCION	CANTIDAD TOTAL	MOTOS		AUTOS		C2P		C2G		C3-4		C5		C6		BUS		MBULANCI	
		CANT.	%	CANT.	%														
DROGUERIA ALEMANA	58	54	0,931	4	0,069	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
ALMACEN EL HUECO	8	3	0,375	5	0,625	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
FERRETODO	8	7	0,875	1	0,125	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
RESTAURANTE SANTA CLARA	2	2	1,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PANADERIA CRISTALINA	1	1	1,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
TIENDA NATURISTA	1	1	1,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
CALLECIEGA	1	1	1,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
EDS OCAÑA	1	1	1,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
PAPELERIA INPACOM	28	23	0,821	5	0,179	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000

Fuente: Autoras del proyecto.

Siguiendo con la metodología aplicada para agregar la entrada de vehículos, y con las cantidades y composiciones ya establecidas, nos vamos a la opción del menú superior **BASE DATA** y luego en **TIME INTERVALS** donde se procedió a crear los intervalos de tiempo

sobre los que queremos trabajar. Considerando el primero de 0 a 900 para los primeros 15 minutos o PRECARGA, el segundo 900 a 4500 para la HMD, y el último de 4500 a 5400 para los 15 minutos después o POSCARGA Ver figura 47. Simultáneamente nos dirigimos a **TRAFFIC / VEHICLE COMPOSITIONS** donde asignaremos el escenario Pre, pos y HMD para cada intersección (Figura 48), ventana en donde además podemos establecer los tipos de vehículos que transitan en este intervalo con su respectiva velocidad y porcentaje.



Cantidad: 4	Start	Fin
1	0,0	900,0
2	900,0	4500,0
3	4500,0	5400,0
4	5400,0	MAX

Figura 47. Intervalos de tiempo para la HMD, precarga y poscarga.

Fuente: Autoras del proyecto.

Vehicle Compositions / Relative Flows			
Select layout...			
Cantidad: 56	No	Nom.	
▶ 1	1	PRE Via ppal S-N	
	2	Via ppal S-N	
	3	POS Via ppal S-N	
	4	PRE Via ppal N-S	
	5	Via ppal N-S	
	6	POS Via ppal N-S	
	7	PRE Drogueria Alemana	
	8	Drogueria Alemana	
	9	POS Drogueria Alemana	
	10	PRE Crediservir	
	11	Crediservir	
	12	POS Crediservir	
	13	PRE Drogueria X	
	14	Drogueria X	
	15	POS Drogueria X	
	16	PRE El hueco	
	17	El hueco	
	18	POS El hueco	
	19	PRE Fuente de soda	
	20	Fuente de soda	
	21	POS Fuente de soda	
	22	PRE Ferretodo	
	23	Ferretodo	
	24	POS Ferretodo	

Cantidad: 8	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
▶ 1	10: Auto	30: 30 km/h	0,249
	2 30: C2P	20: 20 km/h	0,059
	3 40: C2G	20: 20 km/h	0,007
	4 50: C 3-4	20: 20 km/h	0,004
	5 60: C5	15: 15 km/h	0,004
	6 70: C 6	15: 15 km/h	0,019
	7 80: Motoc	40: 40 km/h	0,643
	8 90: Buses	20: 20 km/h	0,015

Figura 48. Composición vehicular para el escenario en HMD, precarga y poscarga.

Fuente: Autoras del proyecto.

Posterior a esto, nos dirigimos a la parte izquierda de la pantalla, donde escogemos la opción **VEHICLE INPUTS**, teniendo seleccionada esta casilla nos vamos al dibujo base y seleccionamos el tramo por donde queremos que aparezcan los vehículos, y damos clic derecho. Automáticamente aparecerá en la ventana “Vehicle Inputs” el nombre del tramo, junto a otros parámetros como el Volumen, y la distribución de vehículos; que dependerán de los intervalos registrados y la composición vehicular del tráfico. *Ver Figura 49*

Vehicle Inputs										
Select layout... <Single List>										
Cantidad: 19	No	Nom.	Tramo	Volume(0)	Volume(900)	Volume(4500)	Volume(5400)	VehComp(0)	VehComp(900)	VehComp(4500)
1	1		1: Via Ppal S-N	269,0	1409,0	289,0		1: PRE Via ppal S-N	2: Via ppal S-N	3: POS Via ppal S-N
2	2		2: Via Ppal N- S	312,0	1330,0	267,0		4: PRE Via ppal N-S	5: Via ppal N-S	6: POS Via ppal N-S
3	3		3: Drogueria Alemana	60,0	382,0	58,0		7: PRE Drogueria Alemana	8: Drogueria Alemana	9: POS Drogueria Alemana
4	4		5: Crediservir	52,0	107,0	41,0		10: PRE Crediservir	11: Crediservir	12: POS Crediservir
5	5		7: Drogueria X	25,0	84,0	21,0		13: PRE Drogueria X	14: Drogueria X	15: POS Drogueria X
6	6		9: Almacen El hueco	10,0	42,0	8,0		16: PRE El hueco	17: El hueco	18: POS El hueco
7	7		11: Fuente de soda	64,0	260,0	81,0		19: PRE Fuente de soda	20: Fuente de soda	21: POS Fuente de soda
8	8		13: Ferretodo	9,0	26,0	8,0		22: PRE Ferretodo	23: Ferretodo	24: POS Ferretodo
9	9		15: EDS Cootrasunidos	43,0	138,0	37,0		26: PRE EDS Cootrasunido	27: EDS Cootrasunidos	28: POS EDS Cootrasunido
10	10		17: Restaurante Santa clar	3,0	3,0	2,0		29: PRE Restaurante	30: Restaurante	31: POS Restaurante
11	11		19: Panaderia Napolitana	37,0	122,0	29,0		32: PRE Napolitana	33: Napolitana	34: POS Napolitana
12	12		23: Estanco Enfarrados	30,0	70,0	22,0		38: PRE Enfarrados	39: Enfarrados	40: POS Enfarrados
13	13		25: Tienda Naturista	5,0	15,0	1,0		41: PRE Naturista	42: Naturista	43: POS Naturista
14	14		27: Panaderia Pastipan	27,0	68,0	27,0		44: PRE Pastipan	45: Pastipan	46: POS Pastipan
15	15		29: Calle Ciega	2,0	4,0	1,0		47: PRE Calle ciega	48: Calle ciega	49: POS Calle ciega
16	16		31: ESD Ocaña	1,0	4,0	1,0		50: PRE EDS Ocaña	51: EDS Ocaña	52: POS EDS Ocaña
17	17		33: Papeleria Inpacom	49,0	147,0	28,0		53: PRE Papeleria	54: Papeleria	55: POS Papeleria
18	18		35: Puente La sal	42,0	132,0	23,0		56: PRE Puente la sal	57: Puente la sal	58: POS Puente la sal
19	19		21: Panaderia Cristalina	0,0	3,0	1,0		36: La cristalina	36: La cristalina	37: POS La cristalina

Figura 49. Entradas de vehículos para cada tramo.

Fuente: Autoras del proyecto.

Una vez consignados todos los datos, se establecieron las posibles rutas tomadas por los vehículos que entran a la vía principal. De acuerdo a la caracterización de la zona y los aforos realizados, se definieron 18 movimientos para cada sentido (Sur- Norte, y Norte- sur) ver Tabla 37. Adicional a estos, se precisaron dos movimientos para cada una de las intersecciones (tomar la vía en sentido S-N o N-S, según corresponda), excepto en la DROGUERIA ALEMANA y CREDISERVIR, donde además de tomar la vía principal, es posible un cruce directo entre ellas.

**Tabla 37**

*Rutas posibles para los vehículos que transitan por la vía principal en sentido Sur-Norte y Norte -Sur*

<b>PUNTO DE PARTIDA</b>	<b>DESTINO</b>
Vía Principal	Vía Principal S-N, Droguería Alemana, Crediservir, Droguería X, Almacén El Hueco, Fuente de Soda, Ferretodo, EDS Cootransunidos, Restaurante Santa Clara, Panadería Napolitana, Panadería Cristalina,
SUR-NORTE	Estanco Enfarrados, Tienda Naturista, Panadería Pastipan, Calle Ciega, EDS Ocaña, Papelería Inpacom, Puente La Sal
Vía Principal	Vía Principal N - S, Puente la Sal, Papelería Inpacom, EDS Ocaña, Calle Ciega, Panadería Pastipan, Tienda Naturista, Estanco Enfarrados, Panadería Cristalina, Panadería Napolitana, Restaurante Santa Clara, EDS
NORTE - SUR	Cootransunidos, Ferretodo, Fuente de Soda, Almacén El Hueco, Droguería X, Crediservir, Droguería Alemana

Fuente: Autoras del proyecto.

Luego de concretar los movimientos, se procedió registrar los datos en el software a través de **VEHICLE ROUTES** del menú **NETWORK OBJECTS** en la parte izquierda de la pantalla, este nos permite trazar cada una de las rutas propuestas; señalando el inicio con una pequeña barra perpendicular de color morado, seguidamente se refleja la ruta dibujada de color amarillo, y finaliza nuevamente con una barra transversal de color azul, como se muestra en la *figura 50*

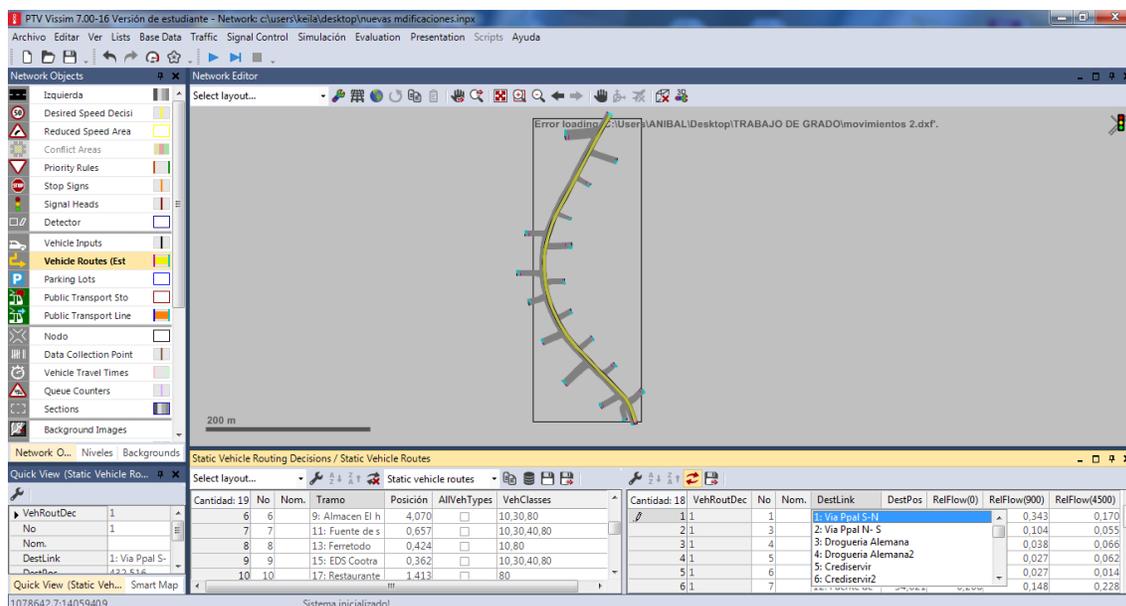


Figura 50. Trazado de la ruta de decisión "Vía principal Sur-Norte".

Fuente: Autoras del proyecto.

En esta ventana podemos modificar los tipos de vehículos que salen de cada tramo seleccionado, además se debe ingresar el volumen vehicular para la hora de máxima demanda, para la precarga y pos carga, como se observa en la figura anterior.

Una vez programadas las rutas y sus respectivas entrada de vehículos, se procedió a organizar el tránsito automovilístico, estableciendo que rutas debían tener prioridad en comparación con las otras y cuales debían hacer su respectivo pare. Para ello nos dirigimos a **CONFLICT AREAS** del menú **NETWORK OBJECTS** y configuramos nuestro flujo de acuerdo a lo observado y analizado en campo. Determinando como prioritaria la vía principal, en ambos sentidos mostrándose en color verde. Ver figura 51.

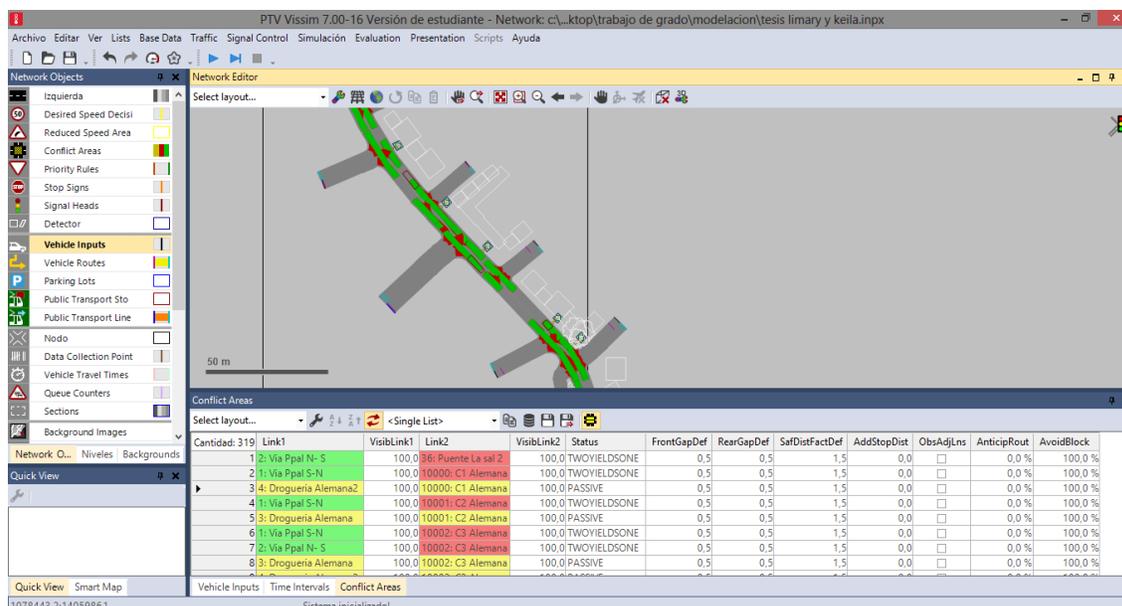


Figura 51. Configuración de las áreas de conflicto en el tramo de estudio.

Fuente: Autoras del proyecto.

Cabe resaltar que la empresa PTVGroup a la cual pertenece el Software Vissim, es de origen alemán, y por esta razón algunas configuraciones iniciales están dadas de acuerdo a los comportamientos y costumbres europeas, como es el caso del comportamiento de los conductores. Sin embargo debemos entrar en contexto para el lugar donde se va a establecer la micro simulación y editar los parámetros que referencien la conductas automovilísticas ocañeras. Para ello primeramente nos dirigimos a la barra de herramientas superior, del menú **BASE DATA** y seleccionamos la opción **DRIVING BEHAVIORS** figura 52, este nos permite añadir y/o editar un comportamiento (figura 53, 54 y 55)

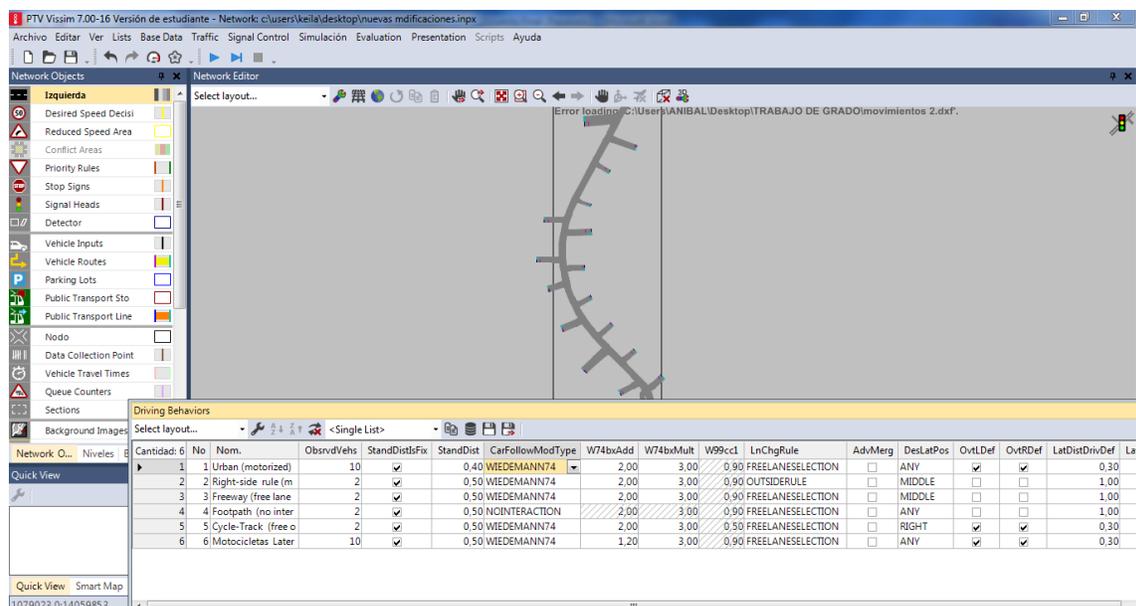


Figura 52. Comportamientos de conducción establecidos por el software.

Fuente: Autoras del proyecto.

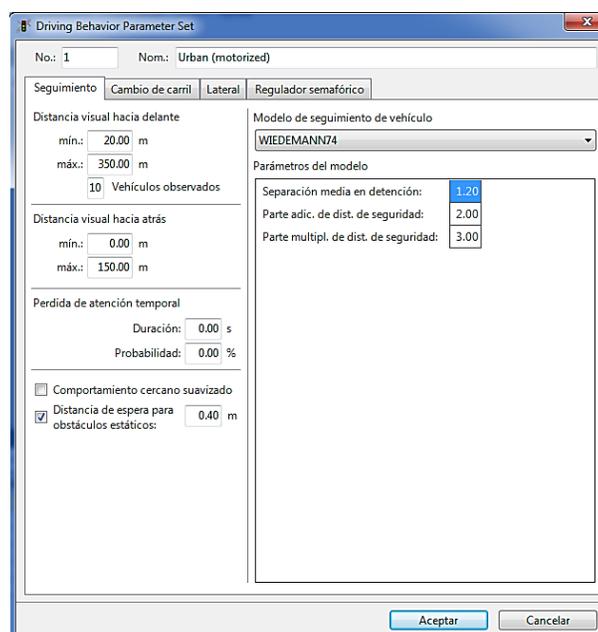


Figura 53. Modificaciones para la configuración URBAN (MOTORIZED) en la pestaña seguimiento

Fuente: Autoras del proyecto.

Driving Behavior Parameter Set

No.: 1 Nom.: Urban (motorized)

Seguimiento Cambio de carril Lateral Regulador semafórico

Comportamiento general: FREELANESELECTION

Cambio de carril necesario (ruta)

	Propio	Vehículo sig.
Desaceleración máxima:	-4.00 m/s <sup>2</sup>	-3.00 m/s <sup>2</sup>
- 1 m/s <sup>2</sup> por distancia:	100.00 m	100.00 m
Desaceleración aceptada:	-1.00 m/s <sup>2</sup>	-1.00 m/s <sup>2</sup>

Tiempo de espera antes de eliminación: 60.00 s

Intervalo min. (delantero/trasero): 0.50 m

Hacia carril lento sobre el tiempo de colisión: 11.00 s

Factor de reducción de distancia de seguridad: 0.25

Desaceleración máxima al frenar por cooperación: -3.00 m/s<sup>2</sup>

Sobrepasar áreas de reducción de velocidad

Entrecruzamiento avanzado

Consider subsequent static routing decisions

Cambio de carril por cooperación

Diferencia máxima de velocidad: 10.80 km/h

Tiempo máximo de colisión: 10.00 s

Lateral correction of rear end position

Velocidad máxima: 3.00 km/h

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

Aceptar Cancelar

Figura 54. Modificaciones para la configuración URBAN (MOTORIZED) en la pestaña cambio de carril

Fuente: Autoras del proyecto.

Driving Behavior Parameter Set

No.: 1 Nom.: Urban (motorized)

Seguimiento Cambio de carril Lateral Regulador semafórico

Posición deseada a flujo libre: ANY

Observar vehículos en carriles adyacentes

Cola en forma de diamante

Considerar próxima dirección de giro

Ganancia de tiempo de colisión: 2.00 s

Velocidad longitudinal mínima: 3.60 km/h

Tiempo entre cambios de dirección: 0.00 s

Default behavior when overtaking vehicles on the same lane

Overtake on same lane

On left

On right

Minimum lateral distance

Distance standing: 0.30 m at 0 km/h

Distance driving: 0.30 m at 50 km/h

Exceptions for overtaking vehicles of the following vehicle classes

Cantidad: 12	VehClass	OvTL	OvR	LatDistStand	LatDistDrive
1	10: Auto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
2	20: Bus Colectivo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
3	30: C2P	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
4	40: C2G	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
5	50: C 3-4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
6	60: C 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
7	70: C 6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
8	80: Motocicletas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
9	90: Buses	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
10	100: Bicicletas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20
11	110: Taxi Colectiv	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.20	0.20

Aceptar Cancelar

Figura 55. Modificaciones para la configuración URBAN (MOTORIZED) en la pestaña Lateral

Fuente: Autoras del proyecto.

Además de los comportamientos implantados por el software, se agregó **MOTOCICLETAS LATER** con el objetivo de caracterizar y simular la conducta real de los motociclistas, ya que estos al ocupar un espacio menor en el carril comparado con otros vehículos, tienen la posibilidad de transitar paralelamente a otras motocicletas. La configuración de este nuevo comportamiento se realizó como se ilustra en *la figura 56, figura 57, figura 58.*

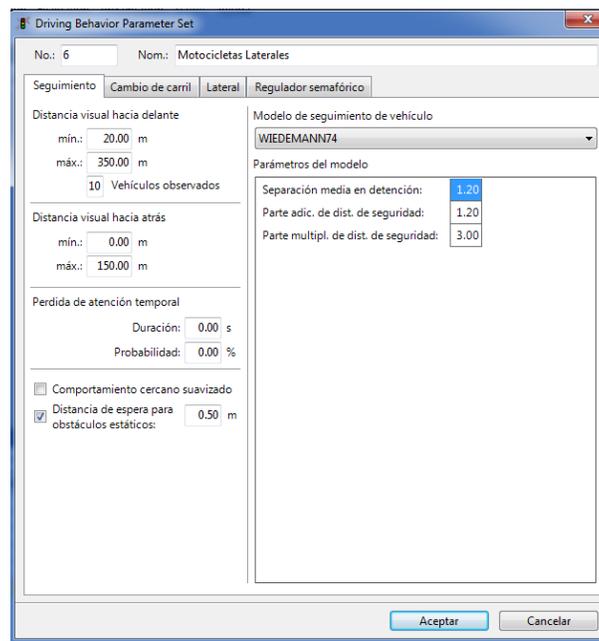


Figura 56. Modificaciones en la configuración MOTOCICLETAS LATER, en pestaña seguimiento

Fuente: Autoras del proyecto.

Driving Behavior Parameter Set

No.: 6    Nom.: Motocicletas Laterales

Seguimiento    Cambio de carril    Lateral    Regulador semafórico

Comportamiento general: FREELANESELECTION

Cambio de carril necesario (ruta)

	Propio	Vehículo sig.
Desaceleración máxima:	-4.00 m/s <sup>2</sup>	-3.00 m/s <sup>2</sup>
- 1 m/s <sup>2</sup> por distancia:	100.00 m	100.00 m
Desaceleración aceptada:	-1.00 m/s <sup>2</sup>	-1.00 m/s <sup>2</sup>

Tiempo de espera antes de eliminación: 60.00 s  
Intervalo mín. (delantero/trasero): 0.50 m  
Hacia carril lento sobre el tiempo de colisión: 11.00 s  
Factor de reducción de distancia de seguridad: 0.25  
Desaceleración máxima al frenar por cooperación: -3.00 m/s<sup>2</sup>

Sobrepasar áreas de reducción de velocidad  
 Entrecruzamiento avanzado  
 Consider subsequent static routing decisions

Cambio de carril por cooperación

Diferencia máxima de velocidad: 3.00 km/h  
Tiempo máximo de colisión: 10.00 s

Lateral correction of rear end position

Velocidad máxima: 3.00 km/h  
Active during time period from 1.00 s until 10.00 s after lane change start

Aceptar    Cancelar

Figura 57. Modificaciones en la configuración MOTOCICLETAS LATER, en pestaña Cambio de carril

Fuente: Autoras del proyecto.

Driving Behavior Parameter Set

No.: 6    Nom.: Motocicletas Laterales

Seguimiento    Cambio de carril    Lateral    Regulador semafórico

Posición deseada a flujo libre: ANY

Observar vehículos en carriles aledaños  
 Cola en forma de diamante  
 Considerar próxima dirección de giro

Ganancia de tiempo de colisión: 2.00 s  
Velocidad longitudinal mínima: 3.60 km/h  
Tiempo entre cambios de dirección: 0.00 s

Default behavior when overtaking vehicles on the same lane

Overtake on same lane    Minimum lateral distance

On left    Distance standing: 0.00 m at 0 km/h  
 On right    Distance driving: 0.30 m at 50 km/h

Exceptions for overtaking vehicles of the following vehicle classes

Cantidad:	VehClass	OvtL	OvtR	LatDistStand	LatDistDriv
1	80: Motocicletas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,20	0,20

Aceptar    Cancelar

Figura 58. Modificaciones en la configuración MOTOCICLETAS LATER, en pestaña Lateral

Fuente: Autoras del proyecto.

Cabe resaltar que las modificaciones realizadas anteriormente en el comportamiento de los conductores (de acuerdo a la cultura y características ocañeras), fueron basadas en la investigación modelación del flujo vehicular sobre la avenida Francisco Fernández de Contreras en el municipio de Ocaña Norte de Santander (López & Vergel, 2013), ya que esta respondía a cabalidad con el comportamiento observado actualmente en el tramo comprendido entre el puente peatonal Santa Clara y el puente vehicular La Sal.

Continuando con la modelación, se procedió a dar participación al transporte público de la ciudad, teniendo en cuenta que este es base fundamental del gran flujo vehicular observado en la zona. Es importante destacar que Vissim otorga una configuración especial para este tipo de transporte, sin embargo sigue algunos parámetros muy similares a los realizados anteriormente para el transporte particular.

Para realizar su inclusión se seleccionó la opción **PUBLIC TRANSPORT LINES**, del menú **NETWORK OBJECTS**, y se dibujaron las rutas utilizadas por este grupo de vehículos, del mismo modo que se trazaron para transporte particular. Las rutas trazadas de acuerdo a lo observado y a la corroboración de datos se muestran en la *figura 59*.

The screenshot shows the PTV Vissim 7.00-16 software interface. The main window displays a network editor with a map showing public transport routes. A table titled 'Public Transport Lines' is visible, listing 20 routes with their respective details.

Cantidad	No	Nom.	EntryLink	DestLink	DestPos	EntTmOffset	VehType	DesSpeedDistr	Color
1	1	CRISTO REY- SANTA CLARA	1: Via Ppal S-N	1: Via Ppal S-N	432.425	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
2	2	MARABEL-SANTA CLARA	1: Via Ppal S-N	1: Via Ppal S-N	433.002	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
3	3	IV CENTENARIO - SANTA CLA	1: Via Ppal S-N	1: Via Ppal S-N	430.693	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
4	4	DIRECTO- SANTA CLARA	1: Via Ppal S-N	1: Via Ppal S-N	431.764	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
5	5	EL HATILLO-SANTA CLARA	1: Via Ppal S-N	1: Via Ppal S-N	432.581	30.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
6	6	CIRCUNVALAR- SANTA CLAR	1: Via Ppal S-N	1: Via Ppal S-N	432.439	10.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
7	7	LLANO-SANTA CLARA	1: Via Ppal S-N	12: Fuente de s	33.572	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
8	8	SANTA CLARA-CRISTO REY	2: Via Ppal N- S	2: Via Ppal N-	435.591	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
9	9	SANTA CLARA- MARABEL	2: Via Ppal N- S	2: Via Ppal N-	435.117	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
10	10	SANTA CLARA-DIRECTO CENT	2: Via Ppal N- S	2: Via Ppal N-	435.153	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
11	11	SANTA CLARA- IV CENTENARI	2: Via Ppal N- S	2: Via Ppal N-	435.816	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
12	12	SANTA CLARA- EL HATILLO	2: Via Ppal N- S	2: Via Ppal N-	435.445	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
13	13	SANTA CLARA- CIRCUNVALA	2: Via Ppal N- S	2: Via Ppal N-	434.619	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
14	14	LLANO- SANTA CLARA 2	27: Panaderia Pastipa	1: Via Ppal S-N	431.238	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
15	15	SANTA CLARA- LLANO	2: Via Ppal N- S	28: Panaderia	22.636	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
16	16	SANTA CLARA- LLANO 2	11: Fuente de soda	2: Via Ppal N-	434.214	0.0:20	Bus colectivo	30:30 km/h	(255, 255, 255, 255)
17	17	TAXI CENTRO-SANTA CLARA	1: Via Ppal S-N	1: Via Ppal S-N	431.841	0.0:110	Taxi Colecti	30:30 km/h	(255, 251, 247, 4)
18	18	TAXI SANTA CLARA-CENTRO	2: Via Ppal N- S	2: Via Ppal N-	434.822	0.0:110	Taxi Colecti	30:30 km/h	(255, 243, 250, 5)
19	19	TAXI VILLA PARAISO-SANTA	33: Papeleria Inpaco	1: Via Ppal S-N	432.426	0.0:110	Taxi Colecti	30:30 km/h	(242, 255, 233, 127)
20	20	TAXI SANTA CLARA-VILLA PA	2: Via Ppal N- S	34: Papeleria I	32.702	0.0:110	Taxi Colecti	30:30 km/h	(255, 255, 233, 127)

Figura 59. Rutas trazadas para la modelación del Transporte Publico

Fuente: Autoras del proyecto.

Inmediatamente de realizar el trazado ruta se deben tabular algunos datos como: nombre, tipo de vehículo, velocidad, tasa (frecuencia) y fin, entre otros. Tal como se ilustra en la *figura 60* y *figura 61*.

Los volúmenes vehiculares para el transporte público están dados por la frecuencia con la que entran al sistema, para el caso de esta investigación, las rutas con sus respectivas frecuencias se exponen en la tabla 38.

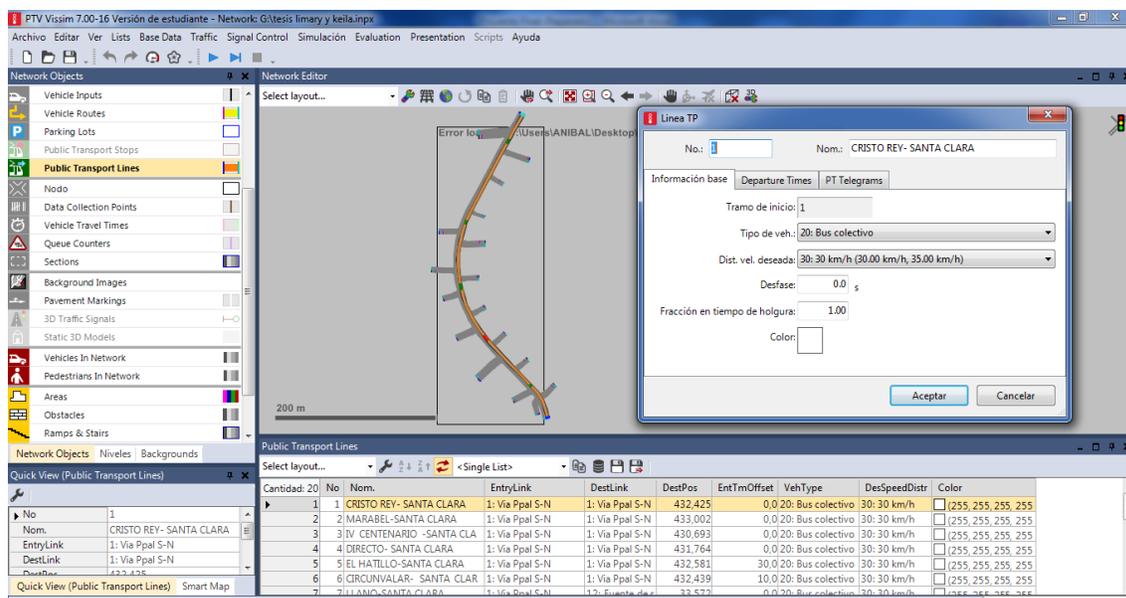


Figura 60. Datos necesarios para generar la inclusión del transporte público  
Fuente: Autoras del proyecto.

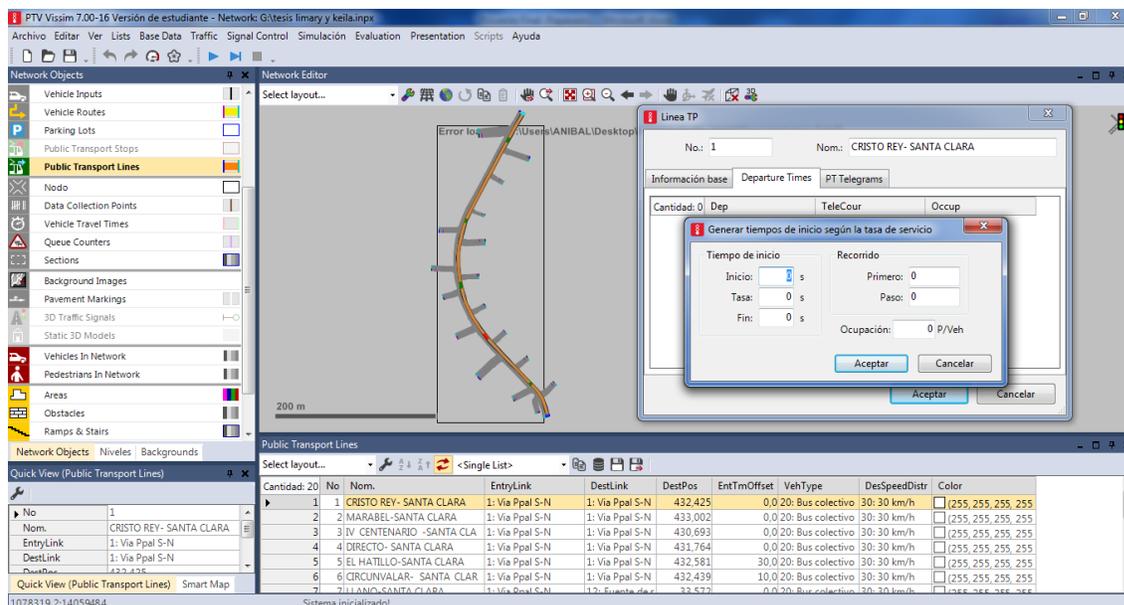


Figura 61. Parámetros a tener en cuenta en la inclusión del transporte público  
Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 38***Rutas del transporte público con su respectiva frecuencia*

<b>RUTA DE TRANSPORTE PUBLICO (S-N) (N-S)</b>	<b>FRECUENCIA (seg)</b>
Cristo Rey- Santa Clara	480
Marabel- Santa Clara	240
Directo Centro- Santa Clara	240
IV Centenario- Santa Clara	480
El Hatillo- Santa Clara	900
Circunvalar- Santa Clara	1200
Llano- Santa Clara	300
Taxi colectivo Villa Paraíso- Santa Clara	300
Taxi colectivo Centro-Santa Clara	300

Fuente: Autoras del proyecto.

Finalizando esta parte de la modelación, es indispensable crear las paradas realizadas por los vehículos del transporte público. Para el caso de la presentación investigación, a razón de que en la zona no existen puntos específicos de parada, se asumieron, teniendo en cuenta los lugares más frecuentes utilizados por los conductores de este servicio, según lo observado. El trazado y configuración de las paradas se realizó con la opción **PUBLIC TRASNPORT STOP**, como se ilustra en la *figura 62*

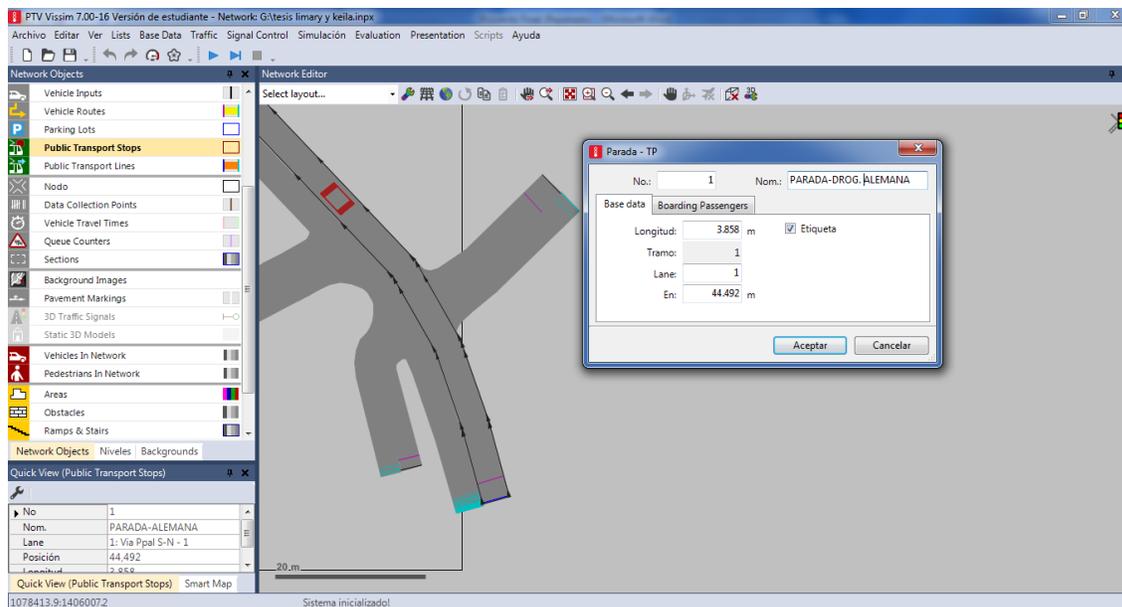


Figura 62. Creación de paradas del transporte publico

Fuente: Autoras del proyecto.

Posteriormente, se incluyeron los detalles estéticos, que fueron agregados del menú **NETWORK OBJECTS** en la opción **Static 3D Models** dando clic derecho sobre la interfaz apareciendo así una ventana que permite agregar nuevos modelos 3D que se acerquen al entorno real (ver figura 63 y 64). En nuestro caso se agregaron edificios y para una mejor ubicación, en los más representativos se incluyó el nombre del local comercial que funciona actualmente. Además de árboles, postes de luz y barandas de seguridad para los puentes.

Luego de esto, se establecieron los nodos en las intersecciones que reflejan mayor flujo vehicular, como en el caso de las intersecciones Crediservir, droguería Alemana, Droguería X, Fuente de soda, Panadería Pastipan y EDS Cootransunidos (figura 65).

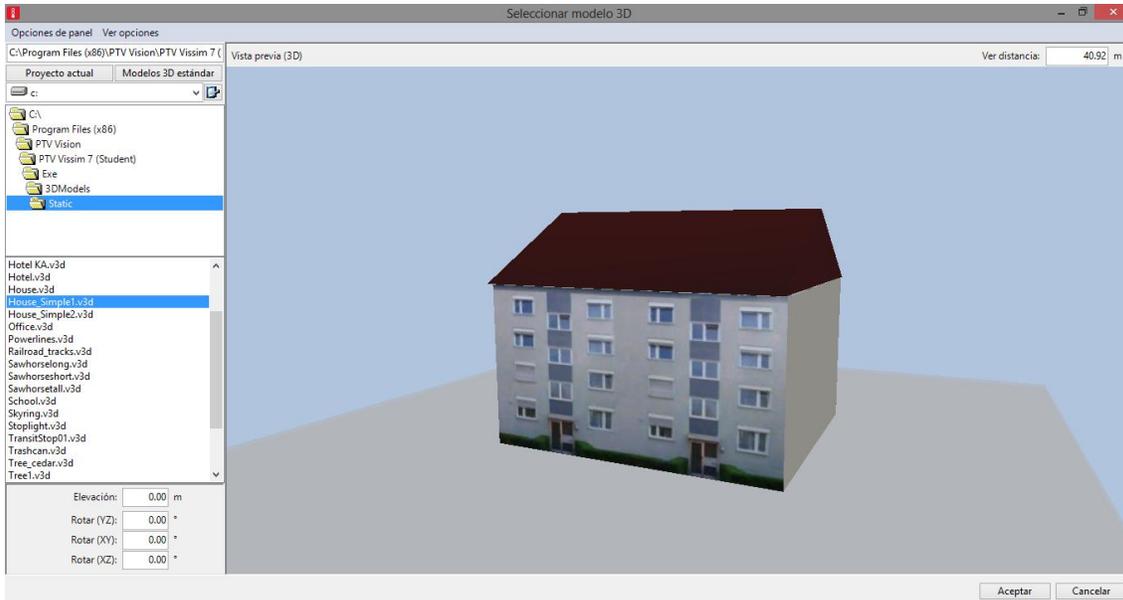


Figura 63. Modelos de casas utilizadas para el entorno.

Fuente: Autoras del proyecto.

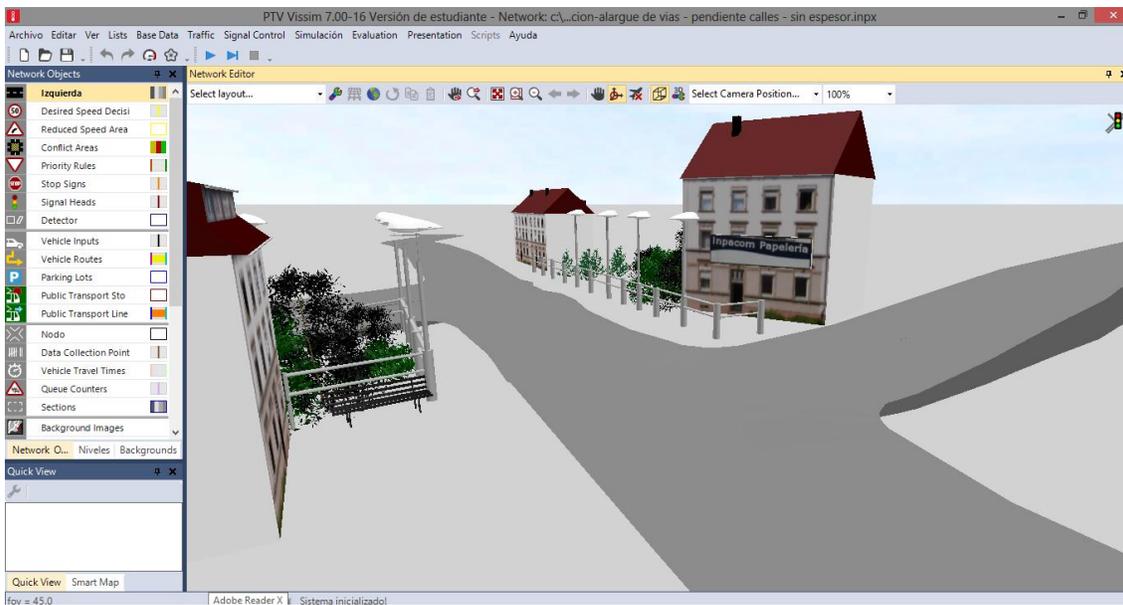


Figura 64. Adición de otros elementos estáticos como barandas de seguridad. Puente la sal

Fuente: Autoras del proyecto.

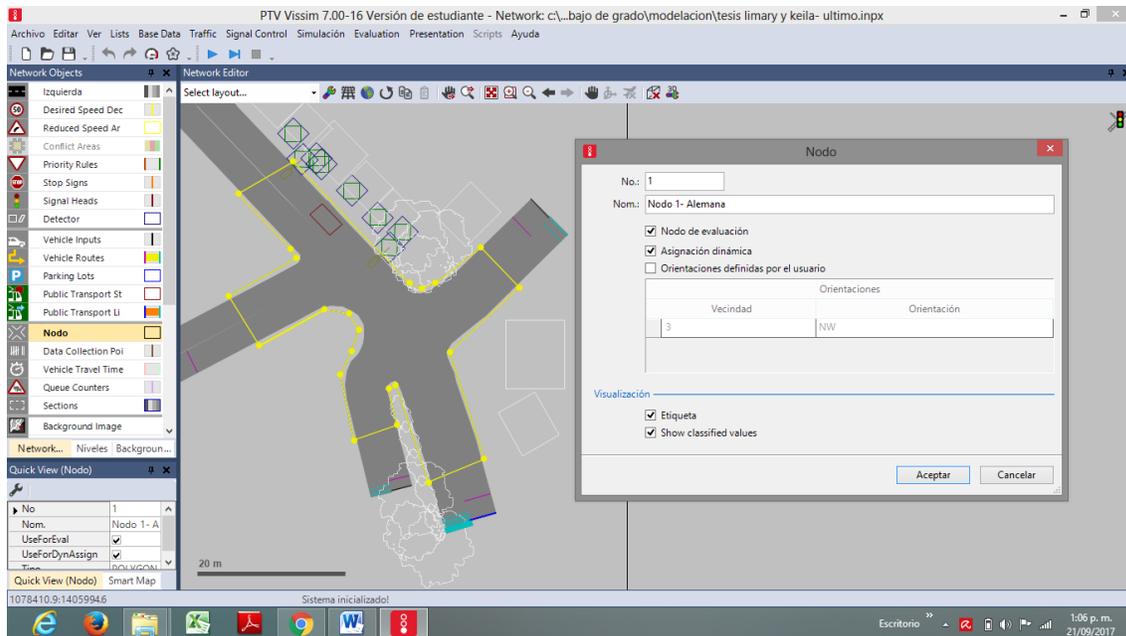


Figura 65. Asignación de Nodos para intersecciones críticas.

Fuente: Autoras del proyecto.

Por último, se realizó la calibración de toda la información. Para esto primero escogemos del menú superior la opción **EVALUATION > CONFIGURATION**. En la que aparece una ventana donde seleccionamos los parámetros que queremos evaluar en la simulación, en la pestaña **Result Attributes** seleccionamos en la lista **Colas, demoras, nodos y rendimiento de la red de vehículos** (Ver Figura 66).

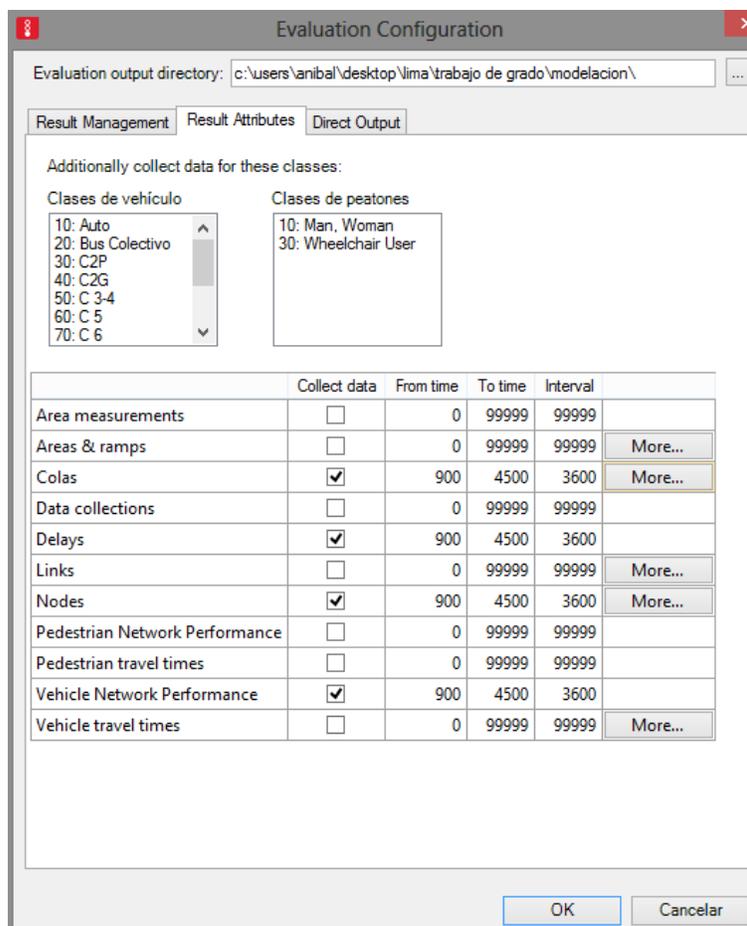


Figura 66. Parámetros para la evaluación de resultados.

Fuente: Autoras del proyecto.

Teniendo los parámetros listos, guardamos los cambios y corremos la simulación. Para esto es necesario tener a la mano la Licencia del Software, dado a que la versión estudiantil solo modela 600 segundos y no permite salir ni siquiera de la zona de precarga. Tomando en cuenta la anterior consideración, se prosigue con la simulación; nos vamos al menú superior en la opción **List > Result > Nodes**, donde aparece una tabla en la que se encuentran las cuantificaciones de la evaluación y de las que se consignaron los resultados detallados de la situación actual como

vemos en la tabla 39, los cuales se tuvieron muy en cuenta para las alternativas de mejoramiento en la movilidad.

**Tabla 39.**

*Resultados de la modelación para la situación actual*

SIMULACION	INTERVALO DE TIEMPO	NODO	MOVIMIENTO	SENTIDO	LONGITUD DE COLAS	LONG. COLAS MAXIMAS	VEHICULOS	DEMORAS DE VEHICULOS	DEMORAS DE PARADAS	PARADAS
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	SE-NW	71,28	118,59	519	71	24	1,94
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Drogueria Alemana2	SE-NE	74,63	118,60	62	58	17	1,27
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Crediservir2	SE-S	75,11	118,59	22	57	17	1,65
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N- Drogueria X 2	SE-SW	77,80	118,53	15	83	36	2,41
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	NW-S	3,61	55,26	779	4	1	0,15
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal N- S - Drogueria Alemana2	NW-NE	7,22	77,61	104	8	2	0,46
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal N- S - Crediservir2	NW-S	7,49	78,99	45	4	1	0,09
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal N- S- Drogueria X 2	NW-SW	4,20	61,07	41	3	1	0,07
Promedio	900-3600	Nodo 1	Drogueria Alemana - Via Ppal S-N	NE-NW	4,79	41,96	180	27	12	1,21
Promedio	900-3600	Nodo 1	Drogueria Alemana - Via Ppal N- S	NE-S	5,10	42,20	63	37	26	2,03
Promedio	900-3600	Nodo 1	Drogueria Alemana - Crediservir2	NE-S	4,01	42,37	7	16	9	1,16
Promedio	900-3600	Nodo 1	Crediservir - Via Ppal S-N	S-NW	0,54	13,59	14	36	22	2,04
Promedio	900-3600	Nodo 1	Crediservir - Via Ppal N- S	S-S	0,54	13,53	27	13	8	0,69
Promedio	900-3600	Nodo 1	Crediservir - Drogueria Alemana2	S-NE	0,31	13,65	5	15	10	0,94
Promedio	900-3600	Nodo 1	Drogueria X - Via Ppal S-N	SW-NW	1,67	15,50	16	76	64	2,98
Promedio	900-3600	Nodo 1	Drogueria X- Via Ppal N- S	SW-S	0,91	15,02	31	17	12	0,93
Promedio	900-3600	Nodo 1	1: Nodo 1- Alemana	Total	21,20	118,63	1930	30	11	0,94
Promedio	900-3600	Nodo 2	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	SE-NW	29,84	89,69	618	9	3	0,32
Promedio	900-3600	Nodo 2	Via Ppal S-N- Fuente de soda	SE-SW	30,83	91,37	85	17	9	0,91
Promedio	900-3600	Nodo 2	Via Ppal S-N- Ferretodo	SE-NW	30,74	109,74	11	9	3	0,35
Promedio	900-3600	Nodo 2	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	NW-SE	5,68	59,11	839	5	1	0,15
Promedio	900-3600	Nodo 2	Fuente de soda - Via Ppal S-N	SW-NW	2,13	83,05	37	37	29	1,69
Promedio	900-3600	Nodo 2	El hueco - Via Ppal S-N	SE-NW	0,63	17,03	11	18	9	1,43
Promedio	900-3600	Nodo 2	Fuente de soda - Fuente de soda 2	NW-SW	5,37	61,55	38	5	1	0,28
Promedio	900-3600	Nodo 2	Fuente de soda - Fuente de soda	SW-SE	2,70	26,58	140	16	9	0,91
Promedio	900-3600	Nodo 2	2: Nodo 2- Fuente de soda	Total	13,49	109,74	1779	9	3	0,35
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal S-N- Via Ppal S-N	SE-NW	4,63	58,29	646	6	1	0,13
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal S-N - EDS Cootrasunidos 2	SE-W	4,82	63,07	23	13	7	0,65
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal S-N- Restaurante	SE-NW	8,35	81,97	2	12	2	0,89
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	NW-SE	3,52	50,30	816	5	1	0,11
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal N- S - EDS Cootrasunidos 2	NW-W	4,07	53,54	27	5	1	0,03
Promedio	900-3600	Nodo 3	EDS Cootrasunidos - Via Ppal S-N	W-NW	1,64	20,37	30	44	36	1,66
Promedio	900-3600	Nodo 3	EDS Cootrasunidos -Via Ppal N- S	W-SE	1,12	19,77	63	14	8	0,89
Promedio	900-3600	Nodo 3	Restaurante- Via Ppal N- S	NW-SE	0,48	67,16	2	34	27	1,39
Promedio	900-3600	Nodo 3	3: Nodo 3- EDS Cootrasunidos	Total	3,58	81,97	1609	6	2	0,18
Promedio	900-3600	Nodo 4	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	S-N	2,06	48,86	647	2	0	0,05
Promedio	900-3600	Nodo 4	Via Ppal S-N - Panaderia Pastipan	S-W	2,01	52,85	30	6	2	0,40
Promedio	900-3600	Nodo 4	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	N-S	9,67	108,45	810	14	2	0,20
Promedio	900-3600	Nodo 4	Via Ppal N- S - Panaderia Pastipan	N-W	10,65	108,40	36	16	4	0,22
Promedio	900-3600	Nodo 4	Panaderia Pastipan - Via Ppal S-N	W-N	1,66	22,19	37	31	24	1,39
Promedio	900-3600	Nodo 4	Panaderia Pastipan - Via Ppal N- S	W-S	0,86	21,77	33	10	5	0,73
Promedio	900-3600	Nodo 4	Naturista- Via Ppal S-N	SW-N	0,03	53,07	1	4	2	0,50
Promedio	900-3600	Nodo 4	4: Nodo 4- Pastipan	Total	3,85	111,79	1595	9	2	0,18
Promedio	900-3600	Nodo 5	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	S-N	4,91	54,36	653	7	3	0,22
Promedio	900-3600	Nodo 5	Via Ppal S-N - Panaderia Napolitana	S-W	6,35	62,95	19	9	4	0,44
Promedio	900-3600	Nodo 5	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	N-S	4,45	54,14	812	3	0	0,04
Promedio	900-3600	Nodo 5	Panaderia Napolitana - Via Ppal N- S	W-S	0,91	21,25	36	16	9	0,91
Promedio	900-3600	Nodo 5	Panaderia Napolitana- Napolitana	W-N	2,37	22,48	35	55	46	1,79
Promedio	900-3600	Nodo 5	Napolitana- Panaderia Napolitana	N-W	4,45	54,14	30	2	0	0,01
Promedio	900-3600	Nodo 5	5: Nodo 5- Napolitana	Total	3,91	62,95	1587	6	2	0,18
Promedio	900-3600	Nodo 6	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	S-N	7,78	48,01	662	3	1	0,06
Promedio	900-3600	Nodo 6	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	N-S	3,78	51,48	818	4	0	0,07
Promedio	900-3600	Nodo 6	Via Ppal N- S - Estanco Enfarrados	N-W	4,03	59,91	18	3	0	0,04
Promedio	900-3600	Nodo 6	Estanco Enfarrados - Via Ppal S-N	W-N	0,74	11,43	22	30	23	1,41
Promedio	900-3600	Nodo 6	Estanco Enfarrados- Enfarrados	W-SE	0,26	11,71	28	10	5	0,78
Promedio	900-3600	Nodo 6	Enfarrados - Estanco Enfarrados	S-W	7,79	48,02	25	11	6	0,67
Promedio	900-3600	Nodo 6	6: Nodo 6- Enfarrados	Total	3,48	59,91	1573	4	1	0,11

Fuente: Autoras del proyecto.

Debido a que en los parámetros simulación se incluyeron tres corridas el software, trabajaremos sobre los datos promedios arrojados.

## **6.5. Hipotetizar planes de mejoramiento que minimicen los impactos negativos en la movilidad del tramo vial en mención, basado en la información arrojada por el software.**

### **6.5.1 Implementación de un Semáforo según los resultados descritos por PTV Vissim.**

Los semáforos son una forma más sofisticada de controlar una intersección. Permiten separar los períodos de tiempo en que se puede avanzar por cada calle que llega a una intersección. La distribución de tiempos se denomina reparto, en tanto que ciclo es el tiempo transcurrido desde el inicio de una determinada fase hasta que ella vuelve a activarse. (Bull, 2003, pág. 62)

Como primera opción se optó por la implementación de un semáforo como controlador de tránsito. Para este fue necesario hacer una previa evaluación de las condiciones mínimas que justifiquen su instalación.

Si la instalación y operación de los semáforos es correcta, estos podrán aportar diversas ventajas. En cambio si uno o más semáforos son deficientes servirán para entorpecer el tránsito, tanto de vehículos como de peatones. Es muy importante antes de seleccionar y poner a funcionar un semáforo se efectuó un estudio completo de las condiciones de la intersección y del tránsito, y se cumpla con los requisitos que la experiencia ha fijado. (Cal & Mayor, Cárdenas. 2007, pág. 402)

Según lo descrito en el libro Ingeniería de Transito de Cal & Mayor, Cárdenas; los semáforos de tiempo fijo solo se deben instalar si cumplen uno o más de los requisitos allí establecidos. Por consiguiente se procedió a verificar el primero de estos.

**Requisito 1.** Volumen mínimo de vehículos: Aquí la intensidad del tránsito de las vías que se cruzan es la principal justificación. Se cumple este requisito cuando en cualesquiera de las ocho horas de un día representativo, se presentan los volúmenes mínimos indicados en la tabla 40

**Tabla 40**

*Requisito 1. Volumen vehicular mínimo.*

Numero de carriles de circulacion por acceso		Vehiculos por hora en la calle principal (total en ambos accesos)		Vehiculos por hora en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria (un solo sentido)	
Calle principal	Calle Secundaria	Urbano	Rural	Urbano	Rural
1	1	500	350	150	105
2 o más	2 o más	600	420	150	105
2 o más	2 o más	600	420	200	140
1	1	500	350	200	140

Fuente: Adaptada de Cal & Mayor, Cárdenas, 2007

En nuestro caso la vía principal consta de dos carriles, por lo que la cantidad de vehículos en la calle principal debe ser mínimo 600 en ambos sentidos; y en la secundaria de 150 en un solo sentido. Si comparamos estas consideraciones con los datos obtenidos en el aforo podemos observar que la vía principal cuenta con una cantidad total de 2908 veh/h, pero en las vías secundarias solo las intersecciones llamadas “Droguería Alemana” y “Fuente de soda” cumplen con esta condiciones con un volumen de 336 y 234 vehículos respectivamente. Por consiguiente

siendo “Droguería Alemana” la de mayor flujo vehicular, y donde se presentan las colas máximas; se considera la más idónea para la implementación semafórica.

Teniendo claro estos criterios, procedemos a calcular los ciclos de fases semafóricas. Nos basaremos en lo descrito por Cal & Mayor en el Libro ingeniería de Transito, donde se describe el procedimiento para tal operación, mostrado a continuación.

Duración del ciclo total:

$$C_0 = \frac{1.5 L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\beta} Y_i}$$

Primero se determina el intervalo de tiempo para cada fase (*figura 68*):

Fase1: Flujo vehicular que transita por la Vía principal, sentido Sur- Norte (Puente peatonal- Puente vehicular)

Fase2: Flujo vehicular que transita por la Vía principal, sentido Norte-Sur (Puente vehicular- Puente peatonal)

Fase3: Flujo vehicular que transita por la intersección “Droguería Alemana”

Fase4: Flujo vehicular que transita por la intersección “Droguería X”

$$Y1 = \left( t + \frac{v}{2a} \right) + \frac{w+l}{v}$$

Donde,

$y$  = intervalo de cambio de fase, ámbar mas todo rojo (s)

$t$  = tiempo de percepción – reacción del conductor (usualmente 1.00s)

$v$  = velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)

$a$  = tasa de desaceleración (valor usual 3.05 m/s<sup>2</sup>)

$w$  = ancho de la intersección (m)

$l$  = longitud del vehículo (valor sugerido 6.10 m)

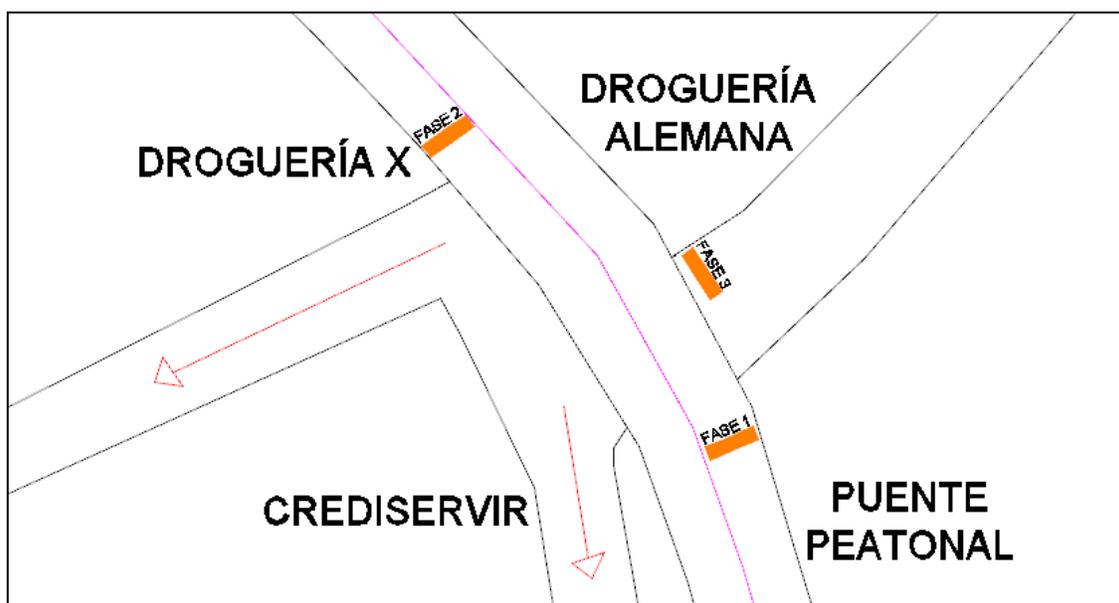


Figura 67. Ubicación de Fases para el ciclo semafórico.

Fuente: Autoras del proyecto

(Las intersecciones “Crediservir y Droguería Alemana” cambian de sentido provisionalmente, y serán corroboradas más adelante de ser factible la implementación de semáforos)

### Fase1

$$V= 40 \text{ Km/h} \approx V=11,11 \text{ m/s}$$

$$w= (3,0+7,68)= 10,68$$

$$Y1=\left(1 + \frac{11,11}{2*(3,5)}\right) + \frac{10,68+6,10}{11,11}$$

$$Y1= 2,82 + 1,51$$

$$Y1= 3 + 2$$

$$Y1=5$$

### Fase2

$$V= 40 \text{ Km/h} \approx V=11,11 \text{ m/s}$$

$$w= (3,0+5,57)= 8,57$$

$$Y2=\left(1 + \frac{11,11}{2*(3,5)}\right) + \frac{8,57+6,10}{11,11}$$

$$Y2= 2,82 + 1,32$$

$$Y2= 3 + 1$$

$$Y2=4$$

### Fase3

$$V= 40 \text{ Km/h} \approx V=11,11 \text{ m/s}$$

$$w= (3,0+7,37)= 10,37$$

$$Y3 = \left(1 + \frac{11,11}{2*(3,5)}\right) + \frac{10,37+6,10}{8,33}$$

$$Y3 = 2,82 + 1,48$$

$$Y3 = 3 + 1$$

$$Y3 = 4$$

Luego se procede a calcular la cantidad de vehículos equivalentes, este factor es importante estudiarlo, dado a que no todos los vehículos son automóviles ni van en una dirección, sino que encontramos la presencia de vehículos pesados y movimientos a la derecha e izquierda. En este punto fueron tomados como referencia los resultados obtenidos en el estudio de tránsito realizado en la ciudad de México por Rodolfo Aldape Cantú, llamado “Los semáforos y el control dinámico del tránsito” y del que se extrajo la Tabla 41. A partir de este se calcularon los vehículos equivalentes para cada fase

#### **Tabla 41**

*Relación de vehículos equivalentes del estudio “Los semáforos y el control dinámico del tránsito”*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>RELACION EN VEHICULOS</b>
MOTOS	0,33
AUTOS	1
TAXI COLECTIVO	1
COLECTIVOS	1
C2P	1
C2G	2
C 3-4	3,5
C5	3,5
>C6	3,5
BUSES	2
AMBULANCIAS	1

Fuente: Adaptada de “Los semáforos y el control dinámico del tránsito”

**Tabla 42***Vehículos equivalentes para la fase 1*

TIPO DE VEHICULO	RELACION EN VEHICULOS	CANTIDAD DE VEHICULOS	VEHICULO EQUIVALENTE
MOTOS	0,33	893	295
AUTOS	1	406	406
TAXI COLECTIVO	1	10	10
COLECTIVOS	1	72	72
C2P	1	46	46
C2G	2	23	46
C 3-4	3,5	8	28
C5	3,5	5	18
>C6	3,5	21	74
BUSES	2	4	8
AMBULANCIAS	1	3	3
TOTAL (fase1)			1005

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 43***Vehículos equivalentes para la fase 2*

TIPO DE VEHICULO	RELACION EN VEHICULOS	CANTIDAD DE VEHICULOS	VEHICULO EQUIVALENTE
MOTOS	0,33	870	287
AUTOS	1	312	312
TAXI COLECTIVO	1	12	12
COLECTIVOS	1	86	86
C2P	1	39	39
C2G	2	19	38
C 3-4	3,5	9	32
C5	3,5	6	21
>C6	3,5	9	32
BUSES	2	3	6
AMBULANCIAS	1	3	3
TOTAL(fase2)			867

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 44***Vehículos equivalentes para la fase 3*

TIPO DE VEHICULO	RELACION EN VEHICULOS	CANTIDAD DE VEHICULOS	VEHICULO EQUIVALENTE
MOTOS	0,33	337	111
AUTOS	1	31	31
TAXI COLECTIVO	1	0	0
COLECTIVOS	1	7	7
C2P	1	12	12
C2G	2	2	4
C 3-4	3,5	0	0
C5	3,5	0	0
>C6	3,5	0	0
BUSES	2	0	0
AMBULANCIAS	1	0	0
TOTAL(fase3)			165

Fuente: Autoras del proyecto

Aparte vemos que según Rodolfo Aldape Cantú se tiene un parámetro de saturación (s) de 1800 Vehículos; lo que permite establecer una relación con la cantidad de vehículos equivalentes, obteniendo así el parámetro  $\beta_i$  para cada fase; que serán luego necesarios para establecer el valor del ciclo total.

$$\beta_i = \frac{(\text{cantidad de vehiculos equivalentes})}{s}$$

Entonces tenemos que,

**fase 1:**

$$\beta_i = \frac{(1005)}{1800} = 0,558$$

**fase 2:**

$$\beta_i = \frac{(867)}{1800} = 0,482$$

**fase 3:**

$$\beta_i = \frac{(165)}{1800} = 0,092$$

Teniendo los parámetros calculados hasta el momento, es posible computar el valor de la duración ciclo total por medio de la ecuación de F. V. Webster, así:

Duración del ciclo total:

$$C_o = \frac{1.5 L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\beta} \gamma_i}$$

*De donde,*

*C<sub>o</sub> = Tiempo óptimo de ciclo (s).*

*L = Tiempo total perdido por ciclo (s)*

*β<sub>i</sub> = Máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i.*

$$C_o = \frac{1.5 (13) + 5}{1 - 0,558 - 0,482 - 0,092}$$

**C<sub>o</sub> = 25 s**

Los valores aceptables para la longitud del tiempo óptimo del ciclo se puede tomar entre el 75% al 150%, en nuestro caso trabajaremos como 150%, obteniendo un parámetro  $C_0$  de 38 s

Para el cálculo de los tiempos verdes, primero determinamos el efectivo total, según Cal & Mayor, Cárdenas; se establece con la siguiente fórmula:

$$gT = C - LgT$$

donde  $LgT$  representa el tiempo total perdido por ciclo, que es lo mismo que la sumatoria de los  $Y_i$  indicados en pasos anteriores.

$$gT = 38 - (5 + 4 + 4)$$

$$gT = 25 \text{ s}$$

Además, para obtener una demora mínima en la intersección, el valor del tiempo verde efectivo total debe estar distribuido en todas las fases.

$$g_i = \frac{\beta_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i} * (gT)$$

$$g_1 = \frac{0,558}{1,165} (25) = 11,98$$

$$g_2 = \frac{0,512}{1,165} (25) = 11,05$$

$$g_3 = \frac{0,092}{1,165} (25) = 1,97$$

Por último se obtienen los valores verdes reales para cada Fase.

$$G_i = g_i + l_i - A_i$$

$$G_1 = 11,98$$

$$G_2 = 11,05$$

$$G_3 = 1,97$$

**Tabla 45**

*Duración de los tiempos verde-amarillo-rojo para cada fase*

FASE	TIEMPO VERDE(s)	TIEMPO AMARILLO(s)	TIEMPO ROJO(s)
1: Vía Ppal. Sur-Norte	12	3	23
2: Vía ppal. Norte- Sur	11	3	24
3: Drog. Alemana	2	3	33

Fuente: Autoras del proyecto

En este punto ya determinado los tiempos, se puede observar que para la fase 3 el tiempo verde es de solo 2 segundos, esto se debe principalmente al volumen vehicular de la “Droguería Alemana” que aunque se cumple con el primer requisito establecido con Carl & Mayor, Cárdenas; es notable que **No** es viable por las siguientes razones:

- Ocasiona demoras injustificadas a ciertos usuarios, especialmente a los que salen de la intersección “Alemana”, pues como vemos los tiempos en rojos son exorbitantes en comparación a los verdes; produciendo además una reacción desfavorable por parte de los conductores que toman esto como una falta de respeto.
- Se incurre en gastos innecesarios.
- Causa pérdidas superfluas de tiempo en las horas que no son de punta, debido al bajo volumen vehicular.
- incrementa el número de accidentes tipo *alcance*, dado al cambio sorpresivo de color por ser deficiente el tiempo verde.

En este sentido se descartó esta medida y su posterior procedimiento; y se procedió a crear nuevas alternativas que en realidad resulten eficaces.

### **6.5.2 Cambio de Sentido en vías de menor volumen vehicular**

Vías de sentido variable son aquellas en las que se modifica a lo largo del día su sentido de circulación en función de los volúmenes de tránsito, con el fin de favorecer el desplazamiento de los flujos mayores. Esta forma de gestión fina de la capacidad existente hace un uso más intensivo de las principales vías, al orientarlas en el sentido de los desplazamientos mayoritarios. En muchos casos, esta medida provee significativos incrementos de la oferta vial, aptos para atender las necesidades de las horas punta. (Bull, 2007, pág. 66)

En la creación de las fases para el ciclo semafórico que se planteó anteriormente, se evaluaron los movimientos, volúmenes vehiculares, longitudes de cola y demoras de todas las intersecciones; de la que se obtuvo la tabla 29 mostrada anteriormente. A partir de esta se señaló al Nodo 1 como el más crítico, pues como observamos las máximas longitudes de cola se presentan en la Vía principal Sur-Norte con las intersecciones “Droguería Alemana”, “Crediservir” y “Droguería X”. Y se resumen de la siguiente manera:

**Tabla 46**

*Resumen de los resultados obtenidos en la situación actual para las intersecciones críticas.*

SIMULACION	INTERVALO DE TIEMPO	NODO	MOVIMIENTO	SENTIDO	LONGITUD DE COLAS	LONG. COLAS MAXIMAS	VEHICULOS	DEMORAS DE VEHICULOS	DEMORAS DE PARADAS	PARADAS
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	SE-NW	71,28	118,59	519	71	24	1,94
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Droguería Alemana2	SE-NE	74,63	118,60	62	58	17	1,27
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Crediservir2	SE-S	75,11	118,59	22	57	17	1,65
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N- Droguería X 2	SE-SW	77,80	118,53	15	83	36	2,41

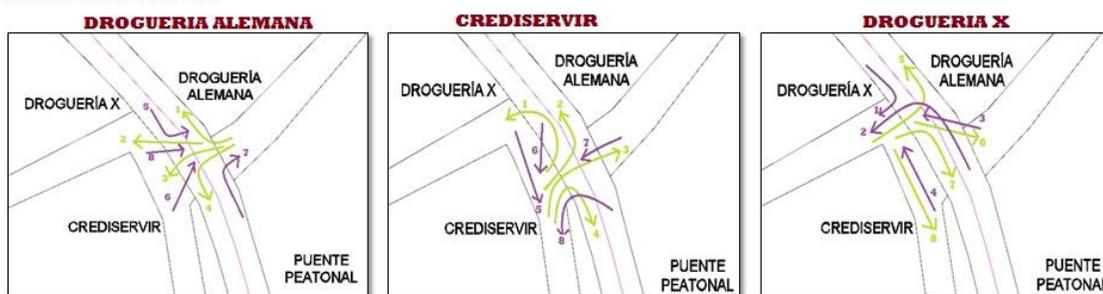
Fuente: Autoras del proyecto.

Como podemos apreciar en el plano topográfico mostrado en el desarrollo del objetivo número dos, las intersecciones “Crediservir”, “Droguería Alemana” y “Droguería X” se encuentran prácticamente de frente, generando un caos vehicular con todos los movimientos que están permitidos; razón por la cual se consideró restringir algunos de estos, realizando un cambio de sentido en dichas intersecciones.

Para Crediservir y Droguería X se determinó un sentido único de circulación, solo para entrada de vehículos. Y para Droguería Alemana de igual manera un solo sentido para salida de vehículos hacia las vías principales.

A continuación se muestra un comparativo de los movimientos antes permitidos y los nuevos para cada intersección.

#### ANTIGUOS MOVIMIENTOS



#### NUEVOS MOVIMIENTOS

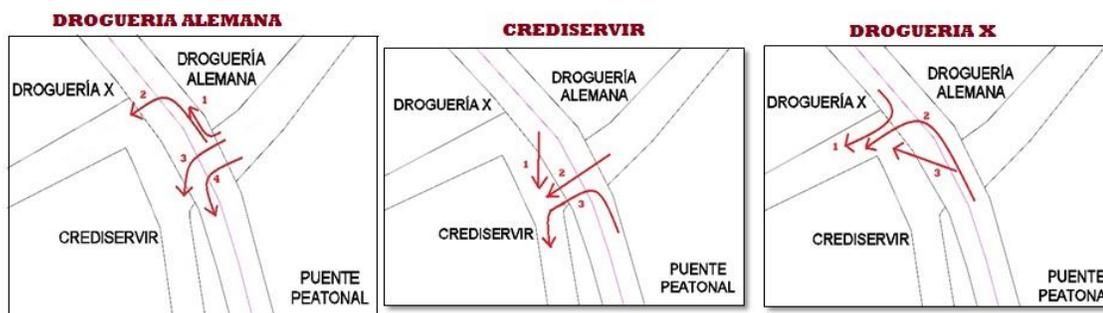


Figura 68. Movimientos permitidos de acuerdo a los Nuevos cambios de sentido.

Fuente: Autoras del proyecto.

Como vemos, son varios los movimientos que se restringen para cada intersección. Además se planteó la alternativa por donde los vehículos pueden transitar para evitar estos cruces, como vemos en las *figuras 69, 70, 71, 72 y 73*.

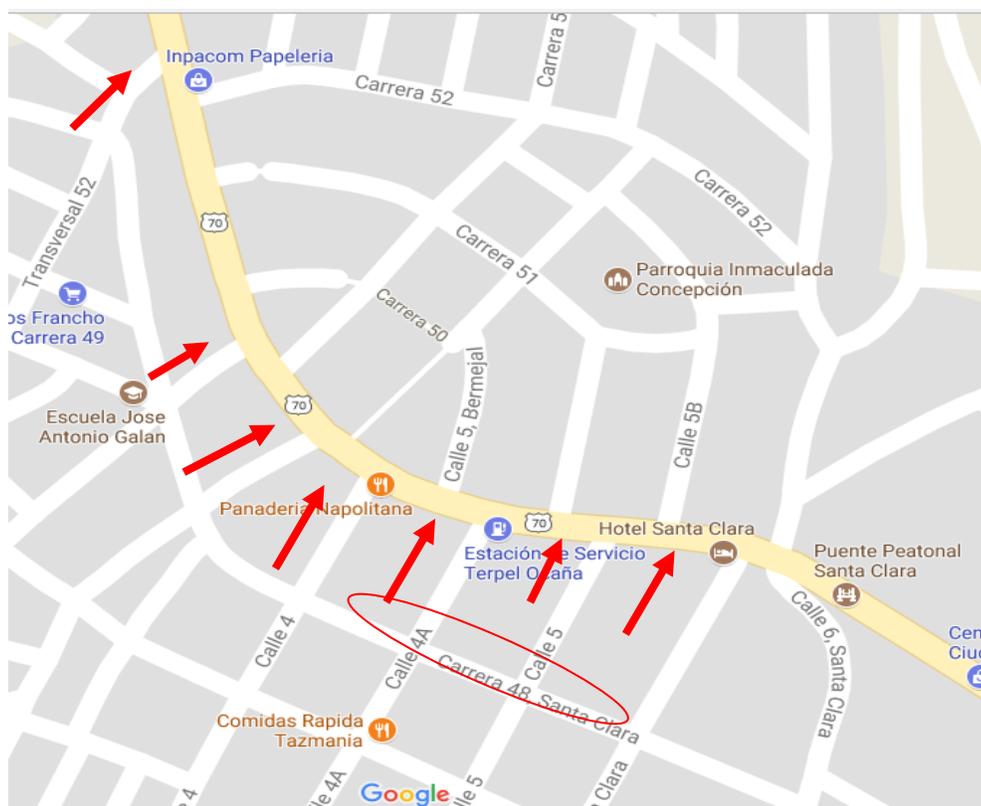


Figura 69. Alternativa de tránsito para intersecciones Crediservir y Droguería X

Fuente: Adaptada de Google Maps.

Según vemos en la imagen, la carrera 48 comunica a todas las intersecciones con la Vía principal en sentido Norte-Sur, siendo esta importante pues sería la alternativa para los vehículos que entran por Crediservir o Droguería X, y que quieren retomar la vía principal.

Como la Droguería Alemana queda solo para salida de vehículos, necesitamos resolver la situación para aquellos que quieran ingresar por esta ruta. Para esto consideramos dos opciones, la primera es cambiar el sentido a la intersección llamada “El hueco” solo para entrada de vehículos (ver figura 70), y en esta se adicionan el 50% de los vehículos que pretendían entrar por la Alemana. El otro 50% queda dispuesto para la segunda opción, que es ingresar por el barrio Villa paraíso, pues este comunica con dicha intersección (Ver figura 71 y 72)

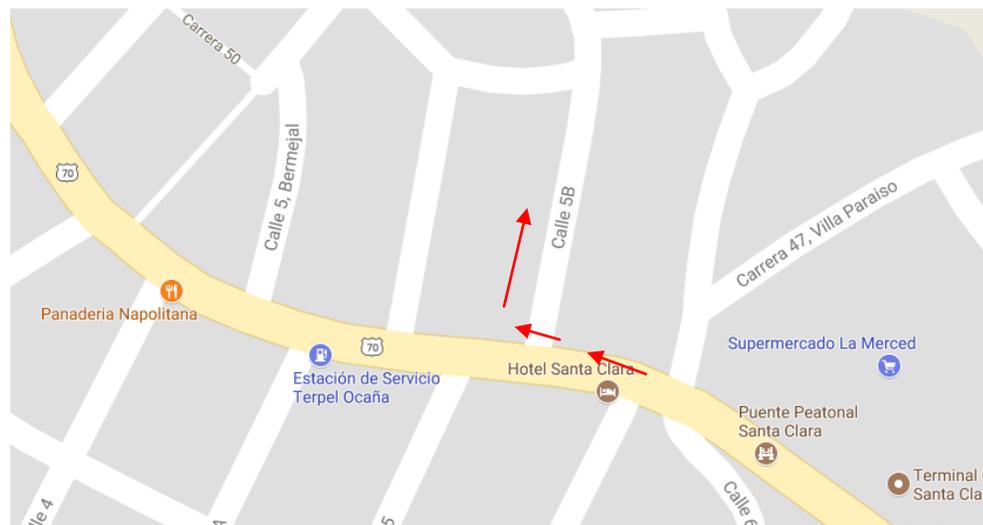


Figura 70. Ruta Alterna 1. Cambio de sentido “Almacén el Hueco”.

Fuente: Adaptada de Google Maps.

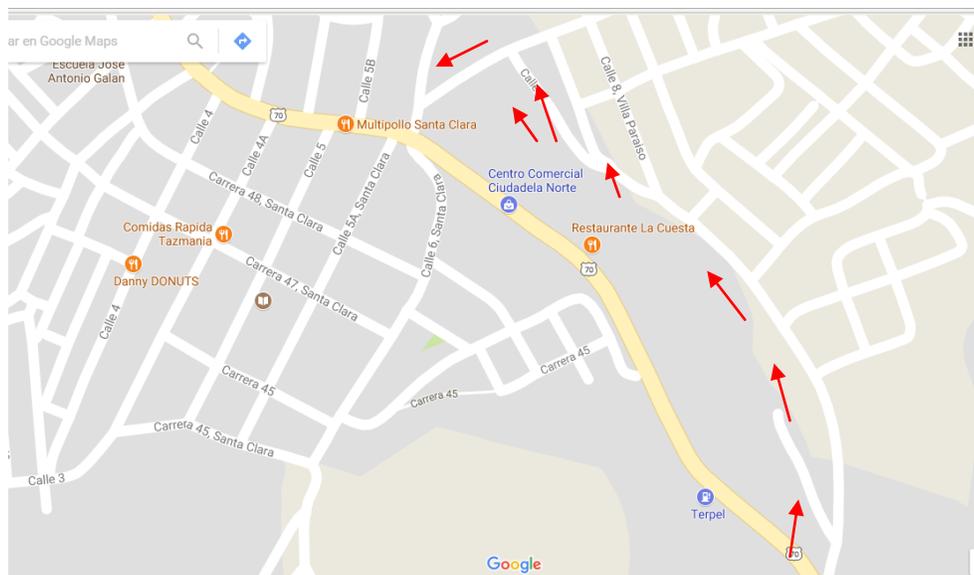


Figura 71. Ruta alterna, Barrio Villa Paraíso.

Fuente: Adaptada de Google Maps.

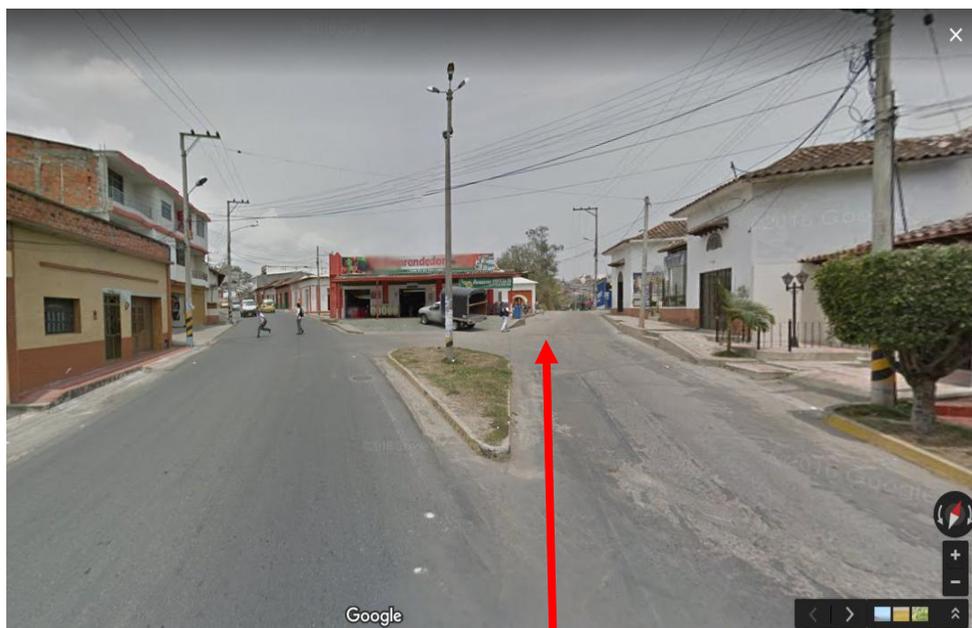


Figura 72. Ubicación de la entrada al Barrio Villa Paraíso. (Entrada a las “Lomas”)

Fuente: Adaptada de Google Maps.

Después de planteadas estas alternativas de cambio de sentido en cuatro intersecciones (Droguería Alemana, Almacén el Hueco, Crediservir y Droguería X), se procedió a hacer su respectivo análisis en el Software Vissim. Primero se realizó una modificación en los Links, pues estas intersecciones ahora solo cuentan con un carril de único sentido de circulación. Luego se eliminaron los volúmenes de las salidas de vehículos y rutas de decisión de salidas para Droguería X, Almacén el hueco y Crediservir, pues están restringidos estos movimientos, sin embargo el volumen allí descrito se repartió para las alternativas dichas anteriormente.

Caso contrario ocurre con la Droguería Alemana donde Solo se eliminan las rutas de decisión que permitían la entrada de vehículos. Pero ese volumen fue dividido para sus correspondientes alternativas. Antes de correr la simulación se evaluaron las paradas del transporte público, como otro parámetro importante causante de congestión en la vía, los cuales se detallan a continuación.

### **6.5.3 Optimización de paradas para el transporte público.**

Gracias al diagnóstico y a la observación realizada en nuestro primer objetivo, se logró establecer los lugares más frecuentes de paradas del transporte público. Este resulta muy variable, pues está relacionado directamente con las necesidades de los pasajeros y el conductor.

Sin embargo se determinaron las más frecuentes y fueron incluidas en la simulación de la situación actual. De la misma manera en el trabajo de campo realizado y en la modelación en

Vissim, se obtuvo una visión general de la congestión que causan dichas paradas en el tramo, esto se debe entre otras cosas, a la saturación de vehículos estacionados en las bermas, pues cuando estos conductores de transporte publico necesitan detenerse, lo hacen sobre la calzada y en pocas ocasiones utiliza este elemento.

Con la intención de cambiar dicha situación, se realizaron cambios en las paradas observadas llevándolas a una “Situación Ideal”, es decir, se trasladaron las paradas de los colectivos a puntos estratégicos del tramo donde interfieran en menor proporción con las intersecciones, como lo vemos en la figura 73.

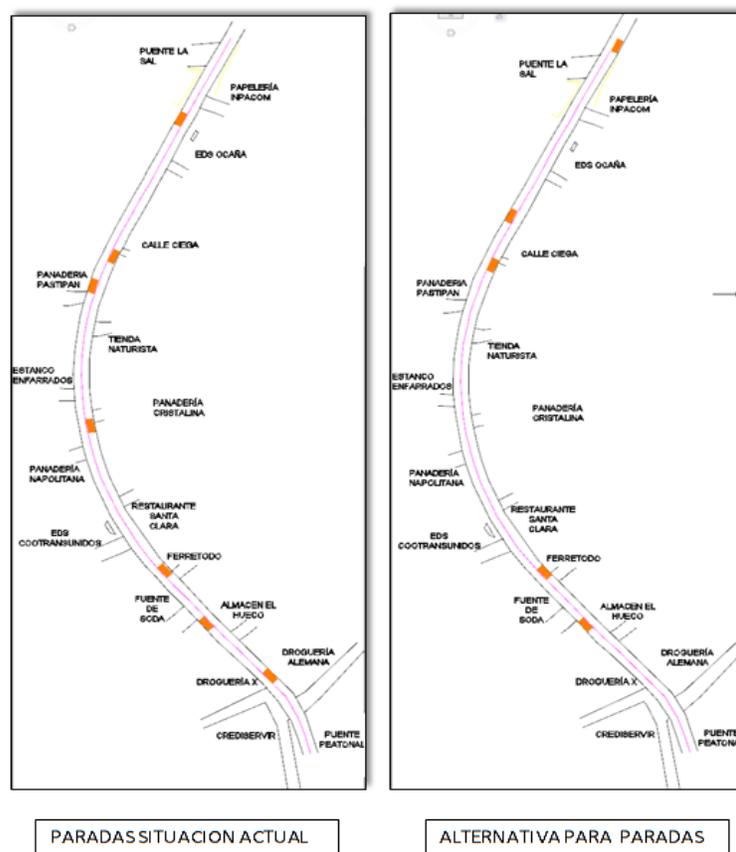


Figura 73. Puntos ideales para paradas de transporte público

Fuente: Autoras del proyecto.

Una vez modificados estos parámetros de sentidos de vías y paradas de transporte público; se procedió a realizar la simulación con esta nueva alternativa en el software PTV Vissim, verificando si se produce una mejoraría en la congestión. Procedimiento que fue corroborado haciendo una comparación en las Colas Máximas de vehículos, como vemos en la tabla 47 y 48.

Tabla 47

Resultados de la modelación para la situación futura con las nuevas alternativas de solución.

SIMULACION	INTERVALO DE TIEMPO	NODO	MOVIMIENTO	SENTIDO	LONGITUD DE COLAS	LONG. COLAS MAXIMAS	VEHICULOS	DEMORAS DE VEHICULOS	DEMORAS DE PARADAS	PARADAS
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	SE-NW	20,661752	78,136155	698	23,739977	5,270632	0,557721
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Crediservir2	SE-S	20,234268	77,571661	59	19,466751	5,20356	0,78418
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N- Drogueria X 2	SE-SW	20,661752	78,136155	41	20,143614	4,707814	0,442523
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	NW-S	13,738696	61,45781	541	13,90938	3,405305	0,828841
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal N- S - Crediservir2	NW-S	13,738696	61,45781	21	14,299879	3,279248	0,97963
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal N- S- Drogueria X 2	NW-SW	9,403063	53,280381	32	12,68499	2,40805	0,626068
Promedio	900-3600	Nodo 1	Drogueria Alemana - Via Ppal S-N	NE-NW	11,117277	47,202316	188	83,959212	65,970989	2,108177
Promedio	900-3600	Nodo 1	Drogueria Alemana - Via Ppal N- S	NE-S	12,915465	50,956098	65	63,546162	53,389181	1,392469
Promedio	900-3600	Nodo 1	Drogueria Alemana - Crediservir2	NE-S	12,208645	49,494976	8	64,918533	51,168536	1,941667
Promedio	900-3600	Nodo 1	Drogueria Alemana- Drogueria X2	NE-S	11,117277	47,202316	0			
Promedio	900-3600	Nodo 1	Alemana	Total	14,325595	78,136155	1652	28,40496	13,632019	0,864119
Promedio	900-3600	Nodo 2	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	SE-NW	30,576665	78,298775	718	8,464723	2,161786	0,270837
Promedio	900-3600	Nodo 2	Via Ppal S-N- Fuente de soda	SE-SW	30,576665	78,298775	110	6,19255	1,490735	0,235032
Promedio	900-3600	Nodo 2	Via Ppal S-N- Ferretodo	SE-NW	30,576665	78,298775	15	9,992571	3,299513	0,308378
Promedio	900-3600	Nodo 2	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	NW-SE	26,269064	64,619409	500	20,225914	8,468013	0,962502
Promedio	900-3600	Nodo 2	Fuente de soda -Via Ppal S-N	SW-NW	60,404321	26,87	28	400,811005	365,11897	6,161492
Promedio	900-3600	Nodo 2	Fuente de soda - Fuente de soda	NW-SW	24,790329	64,603047	11	12,642827	2,809346	0,520513
Promedio	900-3600	Nodo 2	Fuente de soda - Fuente de soda	SW-SE	65,98876	88,779655	111	320,447842	281,095431	3,911708
Promedio	900-3600	Nodo 2	Fuente de soda	Total	41,605828	88,779655	1492	41,538798	30,442627	0,879277
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	SE-NW	44,736908	70,850791	719	6,746037	1,560778	0,19859
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal S-N - EDS Cootrasunidos	SE-W	44,736908	70,850791	31	5,54444	1,831377	0,175462
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal S-N - Restaurante	SE-NW	44,736908	70,850791	2	8,979569	1,94	0,2
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	NW-SE	36,22632	67,159398	434	29,80669	12,162508	1,37985
Promedio	900-3600	Nodo 3	Via Ppal N- S - EDS Cootrasunidos	NW-W	30,402474	59,558405	10	11,913806	2,379147	0,410101
Promedio	900-3600	Nodo 3	EDS Cootrasunidos - Via Ppal S-N	W-NW	2,240237	30,830639	35	49,575518	37,448397	2,481252
Promedio	900-3600	Nodo 3	EDS Cootrasunidos - Via Ppal N- S	W-SE	3,890254	37,025051	77	31,812841	19,155068	1,287989
Promedio	900-3600	Nodo 3	Restaurante - Via Ppal N- S	NW-SE	36,22632	13,76	2	221,721557	208,597912	4,722222
Promedio	900-3600	Nodo 3	EDS Cootrasunidos	Total	23,499239	72,503478	1311	16,704919	7,06608	0,687866
Promedio	900-3600	Nodo 4	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	S-N	4,080163	53,243313	718	3,984212	0,455825	0,060228
Promedio	900-3600	Nodo 4	Via Ppal S-N - Panaderia Pastipan	N-W	4,080163	53,243313	37	2,076163	0,013501	0,040909
Promedio	900-3600	Nodo 4	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	N-S	72,771399	111,798339	341	111,018713	54,608532	4,120333
Promedio	900-3600	Nodo 4	Via Ppal N- S - Panaderia Pastipan	N-W	69,555841	111,232441	16	128,013323	68,174156	4,048611
Promedio	900-3600	Nodo 4	Panaderia Pastipan - Via Ppal S-N	W-N	9,459594	50,537728	43	128,779669	109,262364	4,2251
Promedio	900-3600	Nodo 4	Panaderia Pastipan - Via Ppal N- S	W-S	6,571185	44,491478	45	93,181303	78,283985	1,443776
Promedio	900-3600	Nodo 4	Naturista - Via Ppal S-N	SW-N	4,080163	30,06	1	4,997502	0,683333	0,666667
Promedio	900-3600	Nodo 4	Pastipan	Total	32,487636	108,45	1202	40,588847	21,449078	1,333438
Promedio	900-3600	Nodo 5	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	S-N	6,615941	51,844851	726	4,719861	0,75026	0,117791
Promedio	900-3600	Nodo 5	Via Ppal S-N - Panaderia Napolitana	S-W	5,868149	60,427938	26	8,429164	3,490067	0,508589
Promedio	900-3600	Nodo 5	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	N-S	22,1488	49,93765	405	26,339683	13,004822	0,725045
Promedio	900-3600	Nodo 5	Panaderia Napolitana - Via Ppal N- S	W-S	4,730338	34,215316	48	49,386897	32,403188	1,741412
Promedio	900-3600	Nodo 5	Panaderia Napolitana - Napolitana	W-N	2,371424	24,984565	42	60,983139	48,12165	2,076216
Promedio	900-3600	Nodo 5	Napolitana - Panaderia Napolitana	N-W	22,161591	49,93851	9	11,314604	5,096429	0,322751
Promedio	900-3600	Nodo 5	Napolitana	Total	10,649374	60,427938	1256	14,452368	6,947315	0,423439
Promedio	900-3600	Nodo 6	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	S-N	11,189431	51,024378	729	3,68136	0,287886	0,063379
Promedio	900-3600	Nodo 6	Via Ppal S-N - Estanco Enfarrados	N-S	11,322627	51,433833	34	6,999279	2,875894	0,956598
Promedio	900-3600	Nodo 6	Via Ppal N- S - Via Ppal N- S	N-S	12,965163	44,31177	377	27,752481	15,689268	0,785747
Promedio	900-3600	Nodo 6	Via Ppal N- S - Estanco Enfarrados	N-W	13,571955	52,107551	5	20,714716	12,477778	0,355556
Promedio	900-3600	Nodo 6	Estanco Enfarrados - Via Ppal S-N	W-N	1,689178	19,701904	35	35,115347	26,036717	1,957511
Promedio	900-3600	Nodo 6	Estanco Enfarrados - Enfarrados	W-SE	0,146933	9,275001	42	23,781067	15,044077	1,085718
Promedio	900-3600	Nodo 6	Enfarrados	Total	8,480881	53,748581	1222	11,671072	5,5607	0,35626

Fuente: Autoras del proyecto.

**Tabla 48**

*Comparación entre las máximas colas de la situación actual y futura.*

SIMULACION	INTERVALO DE TIEMPO	NODO	MOVIMIENTO	SENTIDO	LONG. COLAS MAXIMAS (ACTUAL)	LONG. COLAS MAXIMAS (FUTURA)
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Via Ppal S-N	SE-NW	118,59	78,136155
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Drogueria Alemana2	SE-NE	118,60	77,571661
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N - Crediservir2	SE-S	118,59	78,136155
Promedio	900-3600	Nodo 1	Via Ppal S-N- Drogueria X 2	SE-SW	118,53	61,45781

Fuente: Autoras del proyecto.

Es posible observar una notable mejoría en las colas que se formaban en estos puntos en comparación con las futuras, en base a la nueva alternativa. Concluyendo que en definitiva es la opción más viable para aminorar la congestión que se presenta en el sector.

Por su parte, se tomaron en consideración otras situaciones vistas en el sector que repercuten en la problemática. Una de ellas es el Rebose de vehículos estacionados sobre las bermas en horas pico. y la carencia de señalización de la vía principal y todas la intersecciones que componen el tramo.

**6.5.4. Control de estacionamiento sobre Bermas.** Como se mencionó en el apartado anterior, la congestión causada por las paradas obligadas de vehículos de transporte público está relacionada también con el prolongado estacionamiento de vehículos y puestos de ventas callejeras sobre las Bermas. Ocasionando una saturación elevada en dichos elementos, obstaculizando las paradas de emergencias. (*Ver Apéndice E. Carpeta1*)

Según el código Nacional de Transito, se define “**Berma**” como parte de la estructura de la vía, destinada al soporte lateral de la calzada para el tránsito de peatones, semovientes y **ocasionalmente al estacionamiento de vehículos** y tránsito de vehículos de emergencia.

Los factores causantes para que las personas utilicen estos espacios como estacionamiento son entre otros:

- Inexistencia de parqueaderos autorizados donde las personas que trabajan en el sector puedan dejar sus vehículos mientras termina su horario laboral.
- El tramo en general se percibe como un importante punto de comercio, donde se realizan cargues y descargues de mercancías para dichos establecimientos.
- Necesidades personales como puntos de ventas de comidas ambulantes o presencia de transporte informal

Disminuir dicho tiempo de estacionamiento se persigue con el objetivo de liberar espacio de calles y avenida para la circulación de vehículos, aumentando la capacidad efectiva de la vía.

La experiencia adquirida en varios países demuestra que la regulación del estacionamiento y una adecuada vigilancia para hacerla respetar permiten obtener buenos resultados y pueden desempeñar un papel significativo en la disminución de la congestión. (Bull, 2007, pág. 92)

Está claro que las bermas están diseñadas para el estacionamiento ocasional de vehículos, pero esta medida se ve afectada cuando el tiempo de aparcamiento se extiende. Por ello no podemos restringir totalmente la detención de vehículos sobre estas, pero si se puede realizar un control sobre todo en las horas de máxima demanda por medio de un adecuado número de inspectores y un eficiente sistema de patrullaje. Es importante se establezca esta vigilancia para que la medida sea respetada y en caso de infracción, el responsable sea verdaderamente sancionado, según lo establecido en el Código Nacional de Tránsito.

Si se proyecta que sea exitosa la prohibición de estacionar, esta debe formar parte de un conjunto de medidas, entre las que debe considerarse un mejoramiento del transporte público, como lo mencionamos inicialmente.

#### **6.5.5 Inclusión de señales de tránsito.**

Gracias a lo dispuesto por el Manual de señalización vial del año 2015, tuvimos en cuenta algunas consideraciones allí descritas como apoyo para el cumplimiento de este objetivo. Como primera medida se recolectaron algunas señales verticales y horizontales que son de vital importancia implementar en este plan de mejoramiento, pues como se ha mencionado

anteriormente en el tramo cuenta con escasa señalización, siendo esta indispensable para el buen funcionamiento del tránsito vehicular.

**6.3.1.1 señales verticales.** Dentro de estas encontramos las Señales reglamentarias, de las que extraemos las siguientes según nuestro caso de estudio:

**SR -01 PARE**



Figura 74. Señal Vertical SR -01 PARE

Fuente: Adaptada de Manual de señalización vial, 2015

Esta señal se emplea para notificar al conductor que debe detener completamente el vehículo y sólo reanudar la marcha cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente. Debe ser colocada inmediatamente próxima a la prolongación imaginaria –sobre la acera o más allá de la berma, según sea el caso– de la línea, demarcada o no, antes de la cual los vehículos deben detenerse. Este sitio de detención debe permitir al conductor buena visibilidad (Manual de señalización vial, 2015, pág.40)

Dicha señal está justificada en cualquier tipo de intersección donde la combinación de altas velocidades, distancia de visibilidad, flujos peatonales, flujos de bicicletas, registro de accidentes, etc., hace necesario detener los vehículos para evitar colisiones. Por consiguiente se decidió emplearla en las intersecciones de mayor flujo vehicular como “Droguería Alemana”, “Fuente de soda”, “EDS Cootransunidos” y “Panadería Napolitana”. (Ver *Figura 75*), en el sentido donde se pretende ingresar a la vía principal, a excepción de la intersección de la “Papelería Inpacom” y “Puente la sal” donde ya está implantada.

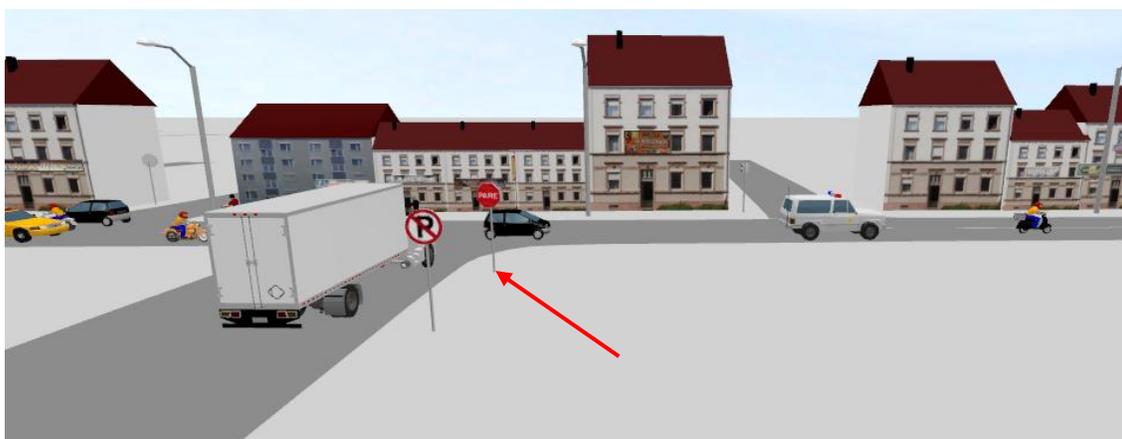


Figura 75. Ejemplo de instalación de la señal vertical SR -01 PARE, en la intersección “Fuente de Soda”

Fuente: Autoras del proyecto.

**SR- 28 PROHIBIDO PARQUEAR**

Figura 76. Señal Vertical SR- 28 PROHIBIDO PARQUEAR

Fuente: Adaptada de Manual de señalización vial, 2015

Esta señal se usa para indicar la prohibición de parquear a partir del sitio mismo donde ella se encuentra hasta la siguiente intersección. La prohibición puede ser limitada a determinados horarios, tipos de vehículo y tramos de vía, casos en los cuales debe agregarse la leyenda respectiva. (Manual de señalización vial, 2015, pág.71)

Consideramos importante incorporar esta señal en las intersecciones donde hay presencia de ventas callejeras de comida y transporte informal. Sobre la vía principal no se ponen porque las bermas están destinadas al estacionamiento ocasional y esta señal podría causar confusión en los conductores. Las intersecciones donde más se evidenció esta problemática fueron en: “Droguería Alemana”, “Fuente de soda”, y “EDS Cootransunidos”. (Ver figura 77).

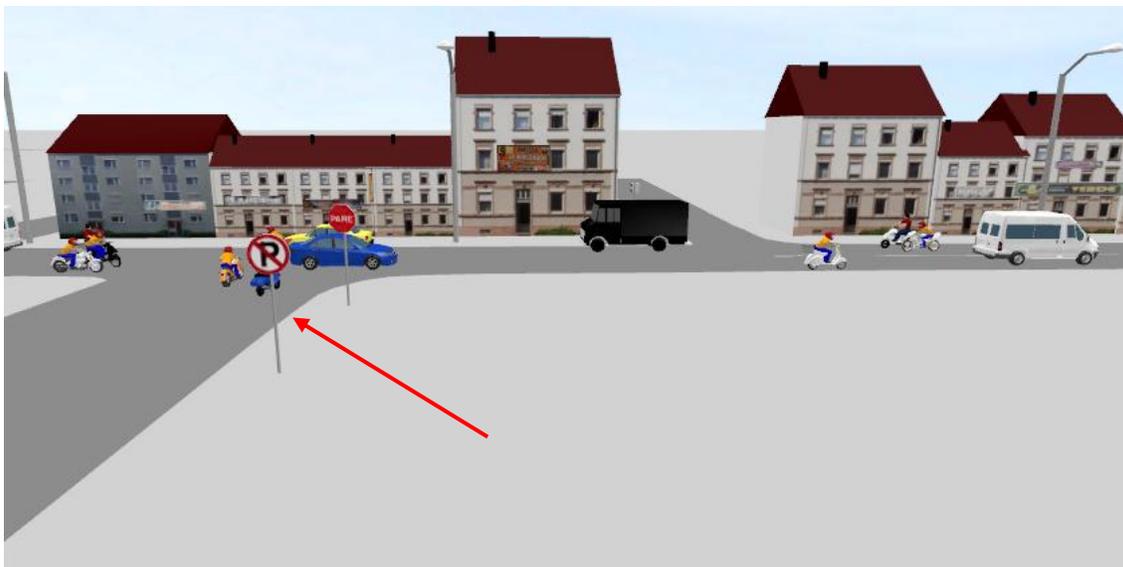


Figura 77. Ejemplo de instalación de la señal vertical SR- 28 PROHIBIDO PARQUEAR, en la intersección “Fuente de Soda”

Fuente: Autoras del proyecto.

### SR-47 NO BLOQUEAR CRUCE



Figura 78. Señal Vertical SR-47 NO BLOQUEAR CRUCE

Fuente: Adaptada de Manual de señalización vial, 2015

Esta señal indica la prohibición de quedar detenido dentro de un cruce por cualquier razón. Se instala en cruces que presentan altos niveles de congestión, con el propósito de facilitar el paso de vehículos procedentes de la vía perpendicular, Cuando el flujo al cual se muestra esta señal está detenido. Se debe ubicar inmediatamente antes del cruce, a no más de 20 m. de él. En vías de un sentido de tránsito con dos o más carriles es recomendable la instalación de esta señal en ambos lados de la calzada. (Manual de señalización vial, 2015, pág.76)

Esta señal será implementada en la vía principal en sentido Sur-Norte y Norte-Sur, (Ver Figura 79) para evitar los bloqueos en la intersección “Droguería Alemana” y se complementa con el achurado en la calzada (DEMARCACIÓN)



Figura 79. Ejemplo de instalación de la señal vertical SR-47 NO BLOQUEAR CRUCE, para la vía principal, en sentido Sur-Norte.

Fuente: Autoras del proyecto.

### SR-38 SENTIDO UNICO DE CIRCULACIÓN



Figura 80. Señal Vertical SR-47 NO BLOQUEAR CRUCE

Fuente: Adaptada de Manual de señalización vial, 2015

Esta señal se utiliza para indicar el sentido del tránsito de una vía. Se utiliza en zonas urbanas y se puede complementar con la señal NOMBRE Y NUMERACIÓN DE CALLE. (Manual de señalización vial, 2015, pág.98)

Esta señal será indispensable para realizar un cambio en el sentido de vía, para la intersección denominada “Droguería Alemana”, “Crediservir”, “Droguería X” y “Almacén el hueco” (*Ver figura 81*).



Figura 81. Ejemplo de instalación de la señal SR-38 SENTIDO UNICO DE CIRCULACIÓN, para la intersección Crediservir

Fuente: Autoras del proyecto.

**6.3.1.1 señales horizontales.** Siguiendo este lineamiento tenemos las demarcaciones, que presentan una la ventaja frente a frente a otros tipos de señales, es de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención del carril en que circula, dado que se ubican en la calzada. No obstante, presentan como desventaja que son percibidas a menor distancia, y su visibilidad se ve afectada por condiciones climáticas u otros factores.

En general, todas las vías deberían contar con las demarcaciones requeridas, según lo especificado en este capítulo, siendo obligatorias tanto en vías pavimentadas rurales como en urbanas. En algunos casos, la demarcación es usada para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos; en otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, lo que las hace mucho más comprensibles. (Manual de señalización vial, 2015, pág. 359)

Dentro de estas Señales Horizontales encontramos las **Líneas Longitudinales**, que son empleadas para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril; zonas con prohibición de estacionar; y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, carriles exclusivos de bicicletas, motocicletas o buses. (Manual de señalización vial, 2015, pág. 366)

Dentro de su clasificación y en nuestro caso es importante la implementación de líneas longitudinales “Centrales” que separan flujos opuestos y Líneas de borde de pavimento

Para las líneas centrales en la vía principal que separan flujos opuestos, deben ser continuas dobles y de color amarillo, y son empleadas dado que la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar adelantamientos o giros a la izquierda en forma segura en ambas direcciones. Asimismo, las líneas de borde de pavimento son muy importantes, pues indican al conductor, donde se encuentra su borde exterior, separando la berma de los carriles de circulación. (Ver figura 82).



Figura 82. Demarcación de las líneas longitudinales para la vía principal.

Fuente: Autoras del proyecto.

De igual manera es imprescindible incluir **Líneas transversales**, utilizadas en los cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y demarcar sendas destinadas al cruce peatonal.

Las intersecciones de vías, o cruces, a menos que presenten muy bajos volúmenes de flujos vehiculares, requieren de una señalización vertical o semaforización que establezca la prioridad entre ellos. En el caso de vías pavimentadas, las señales, deben ser complementadas con demarcaciones que también definan los lugares por los que debe realizarse el cruce de peatones. Combinados todos estos elementos, se reduce la posibilidad de confusión por parte de todos los usuarios y se incrementa la eficiencia de las intersecciones. (Manual de señalización vial, 2015, pág. 384)

Dentro de su clasificación, tomaremos las más representativas en nuestro estudio como:

- Cruce controlado por señal PARE: siempre que se instale la señal vertical SR-01 PARE, la línea de detención deben demarcarse, complementado con la palabra PARE siempre que sea posible, excepto cuando la capa de rodadura de la vía sea en tierra o afirmado. Además debe ser el lugar más próximo a la intersección de manera visible para que el conductor pueda continuar su marcha con seguridad. Esta demarcación será aplicada a todos los casos donde se instauró la señal vertical SR-01 como lo vemos en la figura 83.



Figura 83. Ejemplo de demarcación para el cruce controlado por señal PARE. Intersección “Droguería Alemana”

Fuente: Autoras del proyecto.

- Cruce con restricción de bloqueo: Esta demarcación tiene por objeto notificar a los conductores la prohibición de obstruir una intersección por cualquier razón, impidiendo u obstruyendo la circulación transversal. Por lo tanto, estas marcas se instalan en cualquiera de los cruces anteriormente mencionados que presentan altos niveles de congestión. La demarcación de No Bloquear Cruce solo debe aplicarse en intersecciones donde se generen bloqueos producto de la congestión aguas abajo de ellas. La demarcación debe ser complementada con la señal SR-47 NO BLOQUEAR. Las líneas consisten en un cuadrilátero colocado en la zona de los carriles que se quiere mantener despejados y por lo menos dos (2) diagonales, todas de color amarillo y de 20 cm de ancho como mínimo. (Manual de señalización vial, 2015, pág. 388)  
(Ver figura 84)

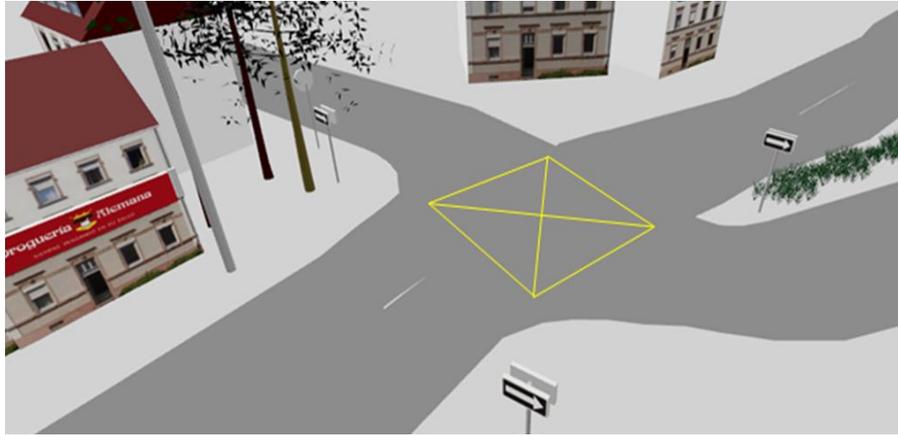


Figura 84. Demarcación para el cruce con restricción de bloqueo sobre la vía principal  
Fuente: Autoras del proyecto.

Asimismo, dentro de las DEMARCACIONES, encontramos **SIMBOLOS Y LEYENDAS**, de los cuales enfocamos nuestra atención en **Flechas y otros símbolos**.

Las flechas son marcas en el pavimento con forma de saeta que indican el sentido o los sentidos de circulación del tránsito permitidos en el carril o calzada donde estén ubicadas; se utilizan como señal de reglamentación para el conductor. Se deben emplear siempre que las maniobras permitidas no sean claras. (Manual de señalización vial, 2015, pág. 400)

Estas serán impuestas sobre la vía principal indicando el sentido de circulación para las intersecciones “Droguería X”, “Almacén el hueco” y “Crediservir”. (Ver figura 85)



Figura 85. Ejemplo de demarcación de Flechas sobre la vía principal hacia las intersecciones “Droguería Alemana, Droguería X y Crediservir”

Fuente: Autoras del proyecto.

La simbología de “**Prohibido parquear**”, es de color blanco y va acompañada de la señal vertical SR-28 pues el uso de estos símbolos facilita su comprensión. (Ver figura 86)



Figura 86. Ejemplo de simbología “Prohibido Parquear” para la intersección “Fuente de Soda”  
Fuente: Autoras del proyecto.

**6.5.6. Educación Vial.** Para que se obtengan los resultados esperados según las alternativas planteadas, es indispensable un correcto acatamiento de ellas, pues estas resultarían inútiles si las personas siguen tendiendo las mismas conductas imprudentes. Es importante considerar que el comportamiento de los usuarios de las vías, tanto de conductores como de peatones, tiene distintos niveles de incidencia sobre la congestión y la accidentalidad.

Pretender ganar algunos segundos a costa de infringir las reglas de circulación en las intersecciones o en las vías principales, representan una grave perturbación para el resto de los usuarios, produciéndose de esta manera mayor congestión y, un considerado aumento en los riesgos de accidentes. Por su parte, los peatones también deben acatar las reglas de circulación, cruzando las calles sólo en los sitios habilitados para ello, como por ejemplo hacer un continuo uso del Puente peatonal.

La educación Vial debe comenzar a difundirse desde niños en las escuelas y colegios, pues enseñando las normas de tránsito y la manera de comportarse en la vía; ya sea como peatones o como conductores de vehículos; se sensibiliza a los más jóvenes, fomentando la convivencia, la tolerancia, la solidaridad, el respeto, la responsabilidad y las relaciones humanas en la vía pública.

En el sector es bastante notable la falta de cultura vial de los usuarios, que van desde la imposición en las intersecciones para pasar primero, hasta hacer cruces peligrosos sin esperar que otros vehículos seden el paso. Para mitigar esto, se puede disponer de algunos medios para promover la educación vial y que corresponde entre tanto al Ministerio de transporte, pues es el encargado de definir, formular y regular las políticas de transporte, tránsito y su infraestructura. Entre los que encontramos:

- Difusión de campañas educativas a través de avisos publicitarios audiovisuales, así como conferencias y talleres dirigidas a la ciudadanía en general.
- inclusión de programas de educación en Seguridad Vial, para docentes de educación primaria y secundaria, que estarán orientados a formar capacidades para el dictado de temas y contenidos de educación vial en las aulas de las instituciones educativas del país.
- exámenes de conducción y entregas de licencias más exigentes.

## Capítulo 7. Conclusiones

Gracias a la micro simulación realizada a través del software PTV Vissim, se pudo establecer de manera satisfactoria el plan de mejoramiento que permite optimizar el flujo vehicular en el tramo 07 de la ruta 70 comprendido entre el puente vehicular la sal y el puente peatonal Santa clara, dando cabalidad al objetivo general de esta investigación.

En primer lugar, fue muy importante el diagnóstico realizado a todas las intersecciones que componen el tramo principal, pues mediante este y en base a la observación detallada se establecieron las preferencias de los conductores al momento de transitar por ciertas vías, siendo entre otras, el estado, las pendientes y el ancho del carril. También por medio de la encuesta realizada, fue corroborado este sector como un importante punto de comercio en la ciudad, y que además es un escenario propicio a los accidentes de tránsito, como consecuencia del alto volumen vehicular, la imprudencia de conductores y peatones, y falta de señalización.

De igual manera los aforos fueron determinantes para establecer el volumen de vehículos que transitan por la vía, además de las mencionadas colas formadas a causa del embotellamiento de dichos automotores; y desde otra perspectiva la topografía también nos arrojó características físicas y geométricas para establecer en un entorno real, acomodado a las condiciones actuales de la vía. Además es importante traer a colación que para ser una vía principal el nivel de servicio que ofrece es deficiente, pues su funcionamiento se encuentra en el límite de su capacidad,

donde vemos que la libertad de maniobra para circular es realmente complicada, y se hace posible, forzando a un vehículo o transeúnte a “conceder el paso”; la circulación es inestable en gran medida, ya que los conductores se ven obligados a frecuentes frenadas y avances trayendo consigo continuos colapsos.

En este sentido el Software PTV Vissim fue fundamental para establecer las alternativas en mejoras de la congestión, pues con la simulación del tráfico en tiempo real, se obtuvo como primer resultado la situación actual; y fundamentada en esta, las respectivas correcciones que aminoraron los focos negativos encontrados. Como vimos en el desarrollo de los objetivos la opción de implementar un semáforo en el tramo, contrario a lo que se pensaba resultó ser deficiente, pues no causaría un efecto positivo sino que por el contrario acarrearía una sucesión de hechos adversos a lo que se pretende.

A partir de esta conclusión el desenlace de la investigación tomo otro enfoque, en donde el cambio de sentido de algunas vías fue la elección más favorable. Según los resultados obtenidos de la situación actual, se implantó esta medida para las intersecciones llamadas “Droguería Alemana, Droguería X, Crediservir y Almacén el hueco”.

Aparte de esto, la apropiada demarcación de las vías, un sistema de señalización racionalizada y el correcto despeje de bermas destinados al estacionamiento ocasional de

vehículos, genera significativos alivios para la congestión y tienen en general un bajo costo, siendo el conocimiento de la ingeniería de tránsito la principal exigencia.

Por otro lado, no se rechaza totalmente la idea de construcción o amplitud de vías, donde sea apropiado y factible; y que sumado a la reorganización de paradas para el transporte colectivo serían temas propuestos para otra investigación donde se detallen las situaciones ideales en las que se brinde un servicio efectivo.

En general todas estas medidas para reducir la congestión afectan de manera directa a todo el sistema de transporte que, como se expuso en la justificación de este proyecto, es uno de los principales causantes de contaminación atmosférica. Por lo que se visiona que al disminuir estos índices de la misma manera se abrevien dichos efectos.

Finalmente, la educación vial, fomentada desde la niñez, favorece hábitos que aminoran la congestión, enseñando a evitar la conducción indisciplinada o la falta de respeto hacia los demás, sean peatones o vehículos. A su vez, los peatones también deben ser orientados a observar y cumplir las reglas de circulación.

## Capítulo 8. Recomendaciones.

Como bien se contempló con el desarrollo de la investigación, los incrementos de demanda del tránsito, obligan a sobrepasar la capacidad de servicio de las vías. En base a lo anterior y teniendo en cuenta que el sector en estudio presenta diversas vías que se interconectan con la vía principal, se sugiere hacer mayor uso de esas rutas alternas para dar lugar al despeje de la vía Nacional y con ello minimizar la congestión que se presenta. En relación a lo ya planteado, se recomienda además, la adecuación y mejoramiento de la infraestructura vial de dichas rutas lo cual optimizara la transitabilidad y calidad de vida de los ciudadanos directamente beneficiados y de toda la comunidad en general, teniendo claro que dicha mejora responde a los derechos del ciudadano, en virtud de su pago de impuestos.

Conforme a algunas de las medidas tomadas para lograr el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes, se considera oportuna la presencia constante de las autoridades responsables para la regulación funcional del tránsito, que logre por medio de la vigilancia, legislación y sanción, educar y crear conciencia en la ciudadanía, sobre las soluciones propuestas, entre estas el cambio de sentido en algunas calles y la señalización tanto horizontal como vertical de la zona. Además de culturizar a la ciudadanía sobre el uso responsable e idóneo de las bermas.

Tener en consideración las características del software PTV Vissim, ya que la empresa PTVGroup a la cual pertenece es de origen alemán, y pese a cambiar su configuración inicial conforme a las costumbres y comportamientos del entorno simulado, no es posible recrear con exactitud las conductas automovilísticas estudiadas.

## Referencias

### Bibliográficas.

Reyes Spindola, R. C. & Cárdenas, J. (2009). *Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones*. Distrito Federal, México: Alfaomega.

Bull, A. (2003). *Congestión del tránsito el problema y como enfrentarlo*. Santiago, Chile: Naciones Unidas.

Bull, A. & Thompson I. (2002). *La congestión del tránsito urbano y consecuencias económicas y sociales*. Revista de la CEPAL, 110- 121.

Cal & Mayor, Cárdenas (1994) *Ingeniería de Tránsito*. Distrito Federal, México. 7° Edición. Alfaomega.

### Electrónicas.

Alcaldia bogota.gov.co. (2017). Consulta de la Norma. Recuperado de <http://www.alcaldia bogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1513>

Eumed.net. Técnicas de recolección de información. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2010f/852/TECNICAS%20DE%20RECOLECCION%20DE%20INFORMACION.htm>

Alcaldia bogota.gov.co. (2017). Consulta de la Norma. Plan de Desarrollo. Recuperado de <http://www.alcaldia bogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=49962>

La ausencia de cultura ciudadana contribuye a la congestión vehicular. ELESPECTADOR.COM. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/ausencia-de-cultura-ciudadana-contribuye-congestion-veh-articulo-496668>

Plan de Desarrollo Ocaña Norte de Santander. Recuperado de

<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pd%20-%20plan%20de%20desarrollo%20-%20oca%C3%B1a%20-%20norte%20de%20santander%20-%202008%20-%202011.pdf>

Castañeda, M. INGENIERIA DE TRANSITO Y TRANSPORTE. Academia.edu.

Recuperado de

[https://www.academia.edu/4819543/INGENIERIA\\_DE\\_TRANSITO\\_Y\\_TRANSPORTE](https://www.academia.edu/4819543/INGENIERIA_DE_TRANSITO_Y_TRANSPORTE)

Lasalle.edu.co. Citar un sitio web - Cite This For Me. Recuperado de

<http://www.lasalle.edu.co/wps/wcm/connect/ef660204-99a7-473c-bf49-af1214a6f5b7/PESV+LA+SALLE++5+JUNIO+DE+2015.pdf?MOD=AJPERES>

Ptolomeo.unam.mx. Citar un sitio web - Cite This For Me. Recuperado de

[http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/417/A\\_4.pdf?sequence=4](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/417/A_4.pdf?sequence=4)

Scielo y reciaría. Tesis: cómo se hace: Documentos en línea, un recorrido por las redes de

acceso libre: Recuperado de: <http://www.tesiscomosehace.com/2014/07/documentos-en-linea-scielo-reciaría.html>

Tiempo, C. 'El 80 por ciento del ruido es vehicular': El Tiempo. Recuperado de

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12385909>

Es.wikipedia.org. (2017). Congestión vehicular. Recuperado de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Congesti%C3%B3n\\_vehicular](https://es.wikipedia.org/wiki/Congesti%C3%B3n_vehicular)

Transvial. Fluidez en el tránsito vehicular: un compromiso de todos. Recuperado de

<https://transvial.wordpress.com/2013/10/17/fluidez-en-el-transito-vehicular-un-compromiso-de-todos/>

Rodríguez. Ejemplos del marco teórico, antecedentes y marco legal de la investigación.

Es.slideshare.net. Recuperado de <https://es.slideshare.net/ninoskarodriguez2/ejemplos-del-marco-teorico-antecedentes-y-marco-legal-de-la-investigación>

Iturra, N., Iturra, N. and perfil, V. La congestión en las grandes ciudades... Papers-

nico.blogspot.com.co. Recuperado de <http://papers-nico.blogspot.com.co/2008/06/la-congestin-en-las-grandes-ciudades.html>

Ruiz, M. Capacidad Y Niveles De Servicio De La Infraestructura Vial. Academia.edu.

Recuperado de

[https://www.academia.edu/8303458/CAPACIDAD\\_Y\\_NIVELES\\_DE\\_SERVICIO\\_DE\\_LA\\_INFRAESTRUCTURA\\_VIAL](https://www.academia.edu/8303458/CAPACIDAD_Y_NIVELES_DE_SERVICIO_DE_LA_INFRAESTRUCTURA_VIAL)

Repositorio.utp.edu.co. (2017). Recuperado de

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1295/3637083.pdf?sequence=1>

Mantilla, L. & Márquez, C. (2014) “*Sistema de Control Difuso de Semáforos para mejorar e l tráfico vehicular en el Centro Histórico de Trujillo*” Recuperado de

<http://www.inf.unitru.edu.pe/revistas/2014/8.pdf>

# Apéndices

**Apéndice A. Formato para el diagnóstico**

Ver archivo adjunto.

## **Apéndice B. Formato de presentación de la encuesta**

Ver archivo adjunto.

### Apéndice C. Plano Topográfico

Ver archivo adjunto.

## **Apéndice D. Registro fotográfico**

En los siguientes enlaces podemos dirigirnos hacia las carpetas de acuerdo a la situación que queramos observar.

Ver archivo adjunto.

**Carpeta 1. Saturación de Bermas**

**Carpeta 2. Imprudencias de Conductores**

**Carpeta 3. Colas de vehículos observadas**

**Carpeta 4. Congestión en general**