



**UNIVERSIDAD LATINA
DE COSTA RICA**
POWERED BY **Arizona State University**

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Licenciatura en Ingeniería Civil

Proyecto de graduación

PROPUESTA DE REORDENAMIENTO VIAL DE TRAMO EN CASCO CENTRAL DE
GRECIA SOBRE RUTA 118 E INTERSECCIONES ALEDAÑAS 2023

Autor:

Jose David Soto Gómez

Tutor:

Ing. Jose María Ulate Zárate

San Pedro Montes de Oca, mayo de 2023

Carta de Tribunal Examinador



TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: PROPUESTA DE REORDENAMIENTO VIAL DE TRAMO EN CASCO CENTRAL DE GRECIA SOBRE RUTA 118 E INTERSECCIONES ALEDAÑAS 2023, por el estudiante: Jose David Soto Gómez, fue aprobado por el Tribunal Examinador de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Latina, Sede San Pedro, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil:

José María Ulate Zárate
 Firmado digitalmente por José María Ulate Zárate
 Fecha: 2023.05.05 09:13:52 -06'00'

Jose María Ulate Zárate
 Tutor

EMILIO JESUS RODRIGUEZ MOLINA (FIRMA)
 Firmado digitalmente por EMILIO JESUS RODRIGUEZ MOLINA (FIRMA)
 Fecha: 2023.05.06 09:58:24 -06'00'

Emilio Jesús Rodríguez Molina
 Lector

VICTOR MANRIQUE OBANDO ANGULO (FIRMA)
 Firmado digitalmente por VICTOR MANRIQUE OBANDO ANGULO (FIRMA)
 Fecha: 2023.05.05 08:14:59 -06'00'

Víctor Manrique Obando Angulo
 Lector

Carta de Tribunal Segmentada – Jose María Ulate Zárate



CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Estimados señores:

En mi calidad de tutor, como miembro del Tribunal Examinador, confirmo la aprobación del siguiente Trabajo Final de Graduación para optar por licenciatura en Ingeniería Civil.

- Título: Propuesta de reordenamiento vial de tramo en casco central de Grecia sobre ruta 118 e intersecciones aledañas 2023
- Modalidad: Proyecto
- Autor: Jose David Soto Gómez
- Fecha de aprobación: 01 de mayo de 2023

José María
Ulate Zárate

Firmado digitalmente por
José María Ulate Zárate
Fecha: 2023.05.05
09:15:42 -06'00'

Jose María Ulate Zárate

Carta de Tribunal Segmentada – Emilio Jesús Rodríguez Molina



CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Estimados señores:

En mi calidad de lector, como miembro del Tribunal Examinador, confirmo la aprobación del siguiente Trabajo Final de Graduación para optar por licenciatura en Ingeniería Civil.

- Título: Propuesta de reordenamiento vial de tramo en casco central de Grecia sobre ruta 118 e intersecciones aledañas 2023
- Modalidad: Proyecto
- Autor: Jose David Soto Gómez
- Fecha de aprobación: 01 de mayo de 2023

EMILIO JESUS
RODRIGUEZ
MOLINA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
EMILIO JESUS RODRIGUEZ
MOLINA (FIRMA)
Fecha: 2023.05.03 15:19:43
-06'00'

Emilio Jesús Rodríguez Molina

Carta de Tribunal Segmentada – Víctor Manrique Obando Angulo



CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Estimados señores:

En mi calidad de lector, como miembro del Tribunal Examinador, confirmo la aprobación del siguiente Trabajo Final de Graduación para optar por licenciatura en Ingeniería Civil.

- Título: Propuesta de reordenamiento vial de tramo en casco central de Grecia sobre ruta 118 e intersecciones aledañas 2023
- Modalidad: Proyecto
- Autor: Jose David Soto Gómez
- Fecha de aprobación: 01 de mayo de 2023

VICTOR MANRIQUE
OBANDO ANGULO
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
VICTOR MANRIQUE OBANDO
ANGULO (FIRMA)
Fecha: 2023.05.05 08:15:48
-06'00'

Víctor Manrique Obando Angulo

Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Jose David Soto Gómez estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy Autor Intelectual del Proyecto de Graduación titulado:

Propuesta de reordenamiento vial de tramo en casco central de Grecia sobre ruta 118 e intersecciones aledañas 2023

Por lo que libero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Firmo en Grecia Alajuela, 01 de mayo de 2023



Jose David Soto Gómez

Licencia de distribución no exclusiva

Licencia De Distribución No Exclusiva (carta de la persona autora para uso didáctico)**Universidad Latina de Costa Rica**

Yo (Nosotros):	Jose David Soto Gómez
De la Carrera / Programa:	Licenciatura en Ingeniería Civil
Modalidad de TFG:	Proyecto
Titulado:	PROPUESTA DE REORDENAMIENTO VIAL DE TRAMO EN CASCO CENTRAL DE GRECIA SOBRE RUTA 118 E INTERSECCIONES ALEDAÑAS 2023

Al firmar y enviar esta licencia, usted, el autor (es) y/o propietario (en adelante el “AUTOR”), declara lo siguiente: **PRIMERO:** Ser titular de todos los derechos patrimoniales de autor, o contar con todas las autorizaciones pertinentes de los titulares de los derechos patrimoniales de autor, en su caso, necesarias para la cesión del trabajo original del presente TFG (en adelante la “OBRA”). **SEGUNDO:** El AUTOR autoriza y cede a favor de la UNIVERSIDAD U LATINA S.R.L. con cédula jurídica número 3-102-177510 (en adelante la “UNIVERSIDAD”), quien adquiere la totalidad de los derechos patrimoniales de la OBRA necesarios para usar y reusar, publicar y republicar y modificar o alterar la OBRA con el propósito de divulgar de manera digital, de forma perpetua en la comunidad universitaria. **TERCERO:** El AUTOR acepta que la cesión se realiza a título gratuito, por lo que la UNIVERSIDAD no deberá abonar al autor retribución económica y/o patrimonial de ninguna especie. **CUARTO:** El AUTOR garantiza la originalidad de la OBRA, así como el hecho de que goza de la libre disponibilidad de los derechos que cede. En caso de impugnación de los derechos autorales o reclamaciones instadas por terceros relacionadas con el contenido o la autoría de la OBRA, la responsabilidad que pudiera derivarse será exclusivamente de cargo del AUTOR y este garantiza mantener indemne a la UNIVERSIDAD ante cualquier reclamo de algún tercero. **QUINTO:** El AUTOR se compromete a guardar confidencialidad sobre los alcances de la presente cesión, incluyendo todos aquellos temas que sean de orden meramente institucional o de organización interna de la UNIVERSIDAD **SEXTO:** La presente autorización y cesión se regirá por las leyes de la República de Costa Rica. Todas las controversias, diferencias, disputas o reclamos que pudieran derivarse de la presente cesión y la materia a la que este se refiere, su ejecución, incumplimiento, liquidación, interpretación o validez, se resolverán por medio de los Tribunales de Justicia de la República de Costa Rica, a cuyas normas se someten el AUTOR y la UNIVERSIDAD, en forma voluntaria e incondicional. **SÉPTIMO:** El AUTOR acepta que la UNIVERSIDAD, no se hace responsable del uso, reproducciones, venta y distribuciones de todo tipo de fotografías, audios, imágenes, grabaciones, o cualquier otro tipo de

presentación relacionado con la **OBRA**, y el **AUTOR**, está consciente de que no recibirá ningún tipo de compensación económica por parte de la **UNIVERSIDAD**, por lo que el **AUTOR** haya realizado antes de la firma de la presente autorización y cesión. **OCTAVO**: El **AUTOR** concede a **UNIVERSIDAD.**, el derecho no exclusivo de reproducción, traducción y/o distribuir su envío (incluyendo el resumen) en todo el mundo en formato impreso y electrónico y en cualquier medio, incluyendo, pero no limitado a audio o video. El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD.** puede, sin cambiar el contenido, traducir la **OBRA** a cualquier lenguaje, medio o formato con fines de conservación. **NOVENO**: El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD** puede conservar más de una copia de este envío de la **OBRA** por fines de seguridad, respaldo y preservación. El **AUTOR** declara que el envío de la **OBRA** es su trabajo original y que tiene el derecho a otorgar los derechos contenidos en esta licencia. **DÉCIMO**: El **AUTOR** manifiesta que la **OBRA** y/o trabajo original no infringe derechos de autor de cualquier persona. Si el envío de la **OBRA** contiene material del que no posee los derechos de autor, el **AUTOR** declara que ha obtenido el permiso irrestricto del propietario de los derechos de autor para otorgar a **UNIVERSIDAD** los derechos requeridos por esta licencia, y que dicho material de propiedad de terceros está claramente identificado y reconocido dentro del texto o contenido de la presentación. Asimismo, el **AUTOR** autoriza a que en caso de que no sea posible, en algunos casos la **UNIVERSIDAD** utiliza la **OBRA** sin incluir algunos o todos los derechos morales de autor de esta. **SI AL ENVÍO DE LA OBRA SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA U ORGANIZACIÓN QUE NO SEA UNIVERSIDAD U LATIJA, S.R.L., EL AUTOR DECLARA QUE HA CUMPLIDO CUALQUIER DERECHO DE REVISIÓN U OTRAS OBLIGACIONES REQUERIDAS POR DICHO CONTRATO O ACUERDO.** La presente autorización se extiende el día 02 de mayo de 2023 a las 10:00

Firma del estudiante(s):



Agradecimientos

Se le agradece a toda la familia Soto Gómez, a mi esposa, el tutor del proyecto y todos los profesores y profesionales que de alguna u otra manera brindaron su ayuda para la elaboración de éste proyecto de graduación.

Resumen

El congestionamiento vial y los problemas de accidentes en carretera, es una situación que cada vez más, amenaza a los habitantes del país, esto se da por muchos motivos, sin embargo, en la gran mayoría de casos, y ante la limitante económica, se pueden brindar soluciones competentes mediante la incorporación de un diseño de reordenamiento vial, se puede brindar una mejora significativa a estos problemas mediante un buen planeamiento vial, y la incorporación de señalización que regule, agilice y vele por todos los usuarios.

Este proyecto de graduación, lo que busca es mejorar la situación actual de congestionamiento vial en el casco central de la provincia de Grecia, a partir de un reordenamiento vial sobre la carretera 118, es una ruta de acceso y salida del cantón importante por que comunica a Grecia con el cantón de Alajuela, Poás y Sarchí.

Se va a intervenir un tramo de la ruta 118, que es conflictiva, y que repercute de manera directa e indirecta al resto del casco central, se detalla puntualmente los problemas identificados, y se brindan soluciones mediante esta propuesta de reordenamiento vial.

El proyecto comprende el desarrollo desde el análisis vial en el tramo, en el cual se brindan datos de volúmenes viales, horas pico, tiempos de cola, niveles de servicio y demás, basado en el manual de capacidad de carreteras HCM 2010. Hasta el desarrollo de la propuesta de reordenamiento vial mediante el software Synchro 11, y la representación gráfica de éste.

Se presenta una serie de conclusiones y recomendaciones para los problemas planteados, aportando un reordenamiento vial que busca beneficiar el cantón, éste detalla una serie de acciones, de manera comparativa en la cual, se muestra una mejora a la situación actual año 2023, generando un mejor flujo vial, que además vela por la integridad y el bienestar de los usuarios involucrados.

Abstract

Road congestion and road accident problems is a situation that increasingly threatens the country's inhabitants, this occurs for many reasons, however, in the vast majority of cases, and given the economic limitation, can provide competent solutions by incorporating a road reorganization design, a significant improvement can be provided to these problems through good road planning, and the incorporation of signage that regulates, speeds up and watches over all users.

The main objective of this graduation project is to improve the current situation of road congestion in the central part of the province of Grecia, from a road rearrangement on highway 118, this is an important access and exit route for the district of Grecia because it communicates with the canton of Alajuela, Poás and Sarchí.

A section of route 118 is going to be intervened, which is conflictive, and which has direct and indirect repercussions on the rest of the central hull, the identified problems are detailed, and a series of solutions are presented through this road reorganization proposal.

The project includes the development from the road analysis in the section, in which data on road volumes, peak hours, queue times, service levels and others are provided, based on the HCM 2010 Highway Capacity Manual. Until the development of the road reorganization proposal using the Synchro 11 software, and its graphic representation.

A series of conclusions and recommendations are presented for the problems raised, providing a road rearrangement that seeks to benefit the canton, it details a series of actions, in a comparative manner in which an improvement to the current situation year 2023 is shown, generating a better road flow, which also ensures the integrity and well-being of the users involved.

Índice de Contenido

Carta de Tribunal Examinador	i
Carta de Tribunal Segmentada – Jose María Ulate Zárate	ii
Carta de Tribunal Segmentada – Emilio Jesús Rodríguez Molina.....	iii
Carta de Tribunal Segmentada – Víctor Manrique Obando Angulo.....	iv
Declaración Jurada	v
Licencia de distribución no exclusiva	vi
Agradecimientos.....	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
Índice de Figuras	xiv
Índice de Tablas.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes	1
Planteamiento del problema.....	3
Objetivos.....	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
Justificación	6
Alcances y Limitaciones.....	9
Alcances	9
Limitaciones.....	9
Impacto	10
CAPÍTULO I.....	11
1.1 Marco situacional	11
1.1.1 Precedentes históricos	13
1.1.2 Geografía	14
1.1.3 Demografía	15
1.2 Marco Conceptual	15
1.2.1 Antecedentes generales	15
1.2.1.1 Primeros registros de vías	15
1.2.1.2 Evolución del transporte	17

1.2.2	Conceptos Generales	18
1.2.2.1	Ingeniería de Tránsito	18
1.2.2.2	Intensidad de tráfico	19
1.2.2.3	Densidad del tráfico	20
1.2.2.4	Velocidad del tráfico	20
1.2.2.5	Demanda vehicular y Oferta Vial.....	21
1.2.2.6	Capacidad	22
1.2.2.7	Demora Promedio.....	22
1.2.2.8	Congestionamiento Vial	23
1.2.2.8.1	Congestión vial en la GAM Costa Rica	24
1.2.2.9	Nivel de Servicio	26
1.2.2.9.1	Nivel de servicio A.....	28
1.2.2.9.2	Nivel de servicio B	28
1.2.2.9.3	Nivel de servicio C	29
1.2.2.9.4	Nivel de servicio D.....	29
1.2.2.9.5	Nivel de servicio E	29
1.2.2.9.6	Nivel de servicio F.....	29
1.2.3	Ordenamiento y reordenamiento vial.....	30
1.2.4	Implementación de semáforos.....	31
1.2.5	Plan Regulador Urbano y Rural del cantón de Grecia	32
1.2.6	Bahías de Autobuses	33
1.2.7	SYNCHRO.....	34
1.2.8	HCM 2010.....	35
CAPÍTULO II.....		36
2.	Marco Metodológico	36
2.1	Paradigma, enfoque metodológico y métodos de investigación	36
2.2	Categorías de análisis de la investigación	37
2.3	Población y muestra, técnicas de muestreo	38
2.3.1	Sujetos de información	38
2.3.2	Fuentes de información	39
2.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	39
2.5	Técnicas e instrumentación para el procesamiento y análisis de los datos	41

CAPÍTULO III	44
3. Análisis de resultados	44
3.1 Gestión de conteos manuales	44
3.2 Análisis de horas pico	60
3.3 Factores de hora pico y porcentaje de pesados	62
3.4 Condición actual en Synchro 11	76
3.4.1 Condición actual AM	77
3.4.2 Condición actual MD	82
3.4.3 Condición actual PM	87
CAPÍTULO IV	92
4. Propuesta.....	92
4.1 Descripción de la propuesta	92
4.1.1 Identificación de problemas	92
4.1.2 Solución propuesta	95
4.2 Factores de hora pico y porcentajes de pesados.....	97
4.3 Análisis de propuesta en Synchro 11	102
4.3.1 Propuesta AM.....	102
4.3.2 Propuesta MD.....	107
4.3.3 Propuesta PM.....	111
4.4 Configuración de intersecciones y señalización	116
4.4.1 Intersección 1.....	116
4.4.2 Intersección 2.....	117
4.4.3 Intersección 3.....	117
4.4.4 Intersección 4.....	120
4.4.5 Intersección 5.....	121
4.4.6 Intersección 6.....	121
4.4.7 Intersección 7.....	122
4.5 Análisis comparativo de la propuesta a la configuración actual	123
4.6 Proyección a 10 años.....	129
4.7 Análisis comparativo a otras posibilidades	138
CONCLUSIONES.....	143
RECOMENDACIONES	144

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145
ANEXOS.....	150
GLOSARIO.....	162

Índice de Figuras

Figura 1. Reordenamiento vial Cali Colombia.....	3
Figura 2. Accidente vial en ruta 118	7
Figura 3. Accidente vial en ruta 118	7
Figura 4. Accidente vial en ruta 118	8
Figura 5. Mapa de tramo, con las intersecciones involucradas.	12
Figura 6. Mapa de Grecia	15
Figura 7. Gráfico horas pico en la GAM Costa Rica	25
Figura 8. Niveles de Servicio	26
Figura 9. Gráfico Niveles de Servicio	27
Figura 10. Nivel de servicio según el tipo de carretera	28
Figura 11. Nivel de servicio según la demora promedio por vehículo.....	30
Figura 12. Tipos de intersecciones de acuerdo a los volúmenes vehiculares.....	31
Figura 13. Dimensiones de Bahías Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.....	34
Figura 14. Software Synchro 11	35
Figura 15. Machote para conteo vehicular	41
Figura 16. Intersecciones y distribución de conteos manuales.....	44
Figura 17. Intersección 1, Maniobras V1, V2, V3	46
Figura 18. Intersección 1, Maniobras V4, V5, V6	47
Figura 19. Intersección 1, Maniobras V7, V8, V9	48
Figura 20. Intersección 1, Maniobras V10, V11, V12	49
Figura 21. Intersección 2, Maniobras V1, V2, V3	50
Figura 22. Intersección 2, Maniobras V8, V9, V10, V11	51
Figura 23. Intersección 3, Maniobras V4, V5, V6	52
Figura 24. Intersección 3, Maniobras V7, V8, V11, V12	53
Figura 25. Intersección 4, Maniobras V4, V5, V6	54

Figura 26. Intersección 4, Maniobras V7, V8, V11, V12	55
Figura 27. Intersección 5, Maniobras V5, V6, V7	56
Figura 28. Intersección 5, Maniobras V8, V9, V10, V12	57
Figura 29. Intersección 6, Maniobras V5, V6	58
Figura 30. Intersección 6, Maniobras V7, V8, V9	59
Figura 31. Intersección 7, Maniobras V1, V2, V6	60
Figura 32. Selección de horas pico para la red	61
Figura 33. FHP y %Pesados, Int. 1, V1-V2.....	62
Figura 34. FHP y %Pesados, Int. 1, V3-V4.....	63
Figura 35. FHP y %Pesados, Int. 1, V5-V6.....	63
Figura 36. FHP y %Pesados, Int. 1, V7-V8.....	64
Figura 37. FHP y %Pesados, Int. 1, V9-V10.....	64
Figura 38. FHP y %Pesados, Int. 1, V11-V12.....	65
Figura 39. FHP y %Pesados, Int. 2, V1-V2.....	65
Figura 40. FHP y %Pesados, Int. 2, V3-V8.....	66
Figura 41. FHP y %Pesados, Int. 2, V9-V10.....	66
Figura 42. FHP y %Pesados, Int. 2, V11.....	67
Figura 43. FHP y %Pesados, Int. 3, V4-V5.....	67
Figura 44. FHP y %Pesados, Int. 3, V6-V7.....	68
Figura 45. FHP y %Pesados, Int. 3, V8-V11.....	68
Figura 46. FHP y %Pesados, Int. 3, V12.....	69
Figura 47. FHP y %Pesados, Int. 4, V4-V5.....	69
Figura 48. FHP y %Pesados, Int. 4, V6-V7.....	70
Figura 49. FHP y %Pesados, Int. 4, V8-V11.....	70
Figura 50. FHP y %Pesados, Int. 4, V12.....	71
Figura 51. FHP y %Pesados, Int. 5, V5-V6.....	71
Figura 52. FHP y %Pesados, Int. 5, V7-V8.....	72
Figura 53. FHP y %Pesados, Int. 5, V9-V10.....	72
Figura 54. FHP y %Pesados, Int. 5, V12.....	73
Figura 55. FHP y %Pesados, Int. 6, V5-V6.....	73
Figura 56. FHP y %Pesados, Int. 6, V7-V8.....	74
Figura 57. FHP y %Pesados, Int. 6, V9.....	74

Figura 58. FHP y %Pesados, Int. 7, V1-V2.....	75
Figura 59. FHP y %Pesados, Int. 7, V6.....	75
Figura 60. Tabla de valores de intervalos críticos y de seguimiento.....	76
Figura 61. Modelo condición actual AM en Synchro 11	77
Figura 62. Intersección 1 AM.....	78
Figura 63. Intersección 2 AM.....	78
Figura 64. Intersección 3 AM.....	79
Figura 65. Intersección 4 AM.....	79
Figura 66. Intersección 5 AM.....	80
Figura 67. Intersección 6 AM.....	80
Figura 68. Intersección 7 AM.....	81
Figura 69. Modelo condición actual MD en Synchro 11	82
Figura 70. Intersección 1 MD.....	83
Figura 71. Intersección 2 MD.....	83
Figura 72. Intersección 3 MD.....	84
Figura 73. Intersección 4 MD.....	84
Figura 74. Intersección 5 MD.....	85
Figura 75. Intersección 6 MD.....	85
Figura 76. Intersección 7 MD.....	86
Figura 77. Modelo condición actual PM en Synchro 11	87
Figura 78. Intersección 1 PM	88
Figura 79. Intersección 2 PM	88
Figura 80. Intersección 3 PM	89
Figura 81. Intersección 4 PM	89
Figura 82. Intersección 5 PM	90
Figura 83. Intersección 6 PM	90
Figura 84. Intersección 7 PM	91
Figura 85. Fotografía ahuellamiento en intersección 1	92
Figura 86. Fotografía intersección 2 (Norte-Sur)	93
Figura 87. Fotografía intersección 2 (Sur-Norte).....	94
Figura 88. Fotografía intersección 3 (Este-Oeste).....	95
Figura 89. Propuesta de reordenamiento vial	96

Figura 90. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 1 V8.....	97
Figura 91. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 2 V2.....	98
Figura 92. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 2 V8.....	98
Figura 93. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 4 V5.....	99
Figura 94. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 4 V12.....	99
Figura 95. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 5 V11.....	100
Figura 96. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 5 V12.....	100
Figura 97. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 6 V7.....	101
Figura 98. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 6 V8.....	101
Figura 99. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 7 V2.....	102
Figura 100. Modelo de propuesta AM en Synchro 11	102
Figura 101. Intersección 1 AM.....	103
Figura 102. Intersección 2 AM.....	104
Figura 103. Intersección 3 AM.....	104
Figura 104. Intersección 4 AM.....	105
Figura 105. Intersección 5 AM.....	106
Figura 106. Intersección 6 AM.....	106
Figura 107. Intersección 7 AM.....	107
Figura 108. Modelo de propuesta MD en Synchro 11	107
Figura 109. Intersección 1 MD.....	108
Figura 110. Intersección 2 MD.....	108
Figura 111. Intersección 3 MD.....	109
Figura 112. Intersección 4 MD.....	109
Figura 113. Intersección 5 MD.....	110
Figura 114. Intersección 6 MD.....	110
Figura 115. Intersección 7 MD.....	111
Figura 116. Modelo de propuesta PM en Synchro 11	111
Figura 117. Intersección 1 PM	112
Figura 118. Intersección 2 PM	112
Figura 119. Intersección 3 PM	113
Figura 120. Intersección 4 PM	113
Figura 121. Intersección 5 PM	114

Figura 122. Intersección 6 PM	114
Figura 123. Intersección 7 PM	115
Figura 124. Esquema de propuesta - intersección 1	116
Figura 125. Esquema de propuesta - intersección 2	117
Figura 126. Fases semáforos intersección 3 AM.....	118
Figura 127. Fases semáforos intersección 3 MD.....	119
Figura 128. Fases semáforos intersección 3 PM	119
Figura 129. Esquema de propuesta - intersección 3	120
Figura 130. Esquema de propuesta - intersección 4	120
Figura 131. Esquema de propuesta - intersección 5	121
Figura 132. Esquema de propuesta - intersección 6	122
Figura 131. Esquema de propuesta - intersección 7	122
Figura 133. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 1 y 2 AM. 123	
Figura 134. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 3 y 4 AM. 124	
Figura 135. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 5 y 6 AM. 124	
Figura 136. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 7 AM..... 125	
Figura 137. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 1 y 2 MD. 125	
Figura 138. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 3 y 4 MD. 126	
Figura 139. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 5 y 6 MD. 126	
Figura 140. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 7 MD..... 127	
Figura 141. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 1 y 2 PM.. 127	
Figura 142. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 3 y 4 PM.. 128	
Figura 143. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 5 y 6 PM.. 128	
Figura 144. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 7 PM..... 129	
Figura 145. Estación del tramo para proyección	130
Figura 146. Información del tránsito y clasificación vehicular de las estaciones	130
Figura 147. Proyección Intersecciones 1 y 2 AM	131
Figura 148. Proyección Intersecciones 3 y 4 AM	131
Figura 149. Proyección Intersecciones 5 y 6 AM	132
Figura 150. Proyección Intersección 7 AM.....	132
Figura 151. Proyección Intersecciones 1 y 2 MD	133
Figura 152. Proyección Intersecciones 3 y 4 MD	133

Figura 153. Proyección Intersecciones 5 y 6 MD	134
Figura 154. Proyección Intersección 7 MD.....	134
Figura 155. Proyección Intersecciones 1 y 2 PM	135
Figura 156. Proyección Intersecciones 3 y 4 PM	135
Figura 157. Proyección Intersecciones 5 y 6 PM	136
Figura 158. Proyección Intersección 7 PM	136
Figura 159. Análisis de capacidad Global por intersección AM.....	137
Figura 160. Análisis de capacidad Global por intersección MD.....	137
Figura 161. Análisis de capacidad Global por intersección PM	138
Figura 162. Propuesta alternativa 1	139
Figura 163. Propuesta alternativa 2	140
Figura 164. Propuesta alternativa 3	141
Figura 165. Demoras promedio de los vehículos	142

Índice de Tablas

Tabla 1. Numeración de Intersecciones intervenidas	11
Tabla 2. Límites de Grecia.	14
Tabla 3. Ventajas y desventajas de los semáforos.....	32
Tabla 4. Variables dependientes e independientes	37
Tabla 5. Sujetos de información.....	38
Tabla 6. Maniobras en intersecciones	42
Tabla 7. Maniobras que se deben contabilizar	45
Tabla 8. Maniobras que se pueden calcular.....	45

INTRODUCCIÓN

El cantón de Grecia desde su fundación en 1838 ha venido en un constante crecimiento a nivel poblacional y socioeconómico, y esto implica que cada vez más personas, se movilizan y transitan desde y hacia el cantón. Esto implica la utilización de vehículos de todo tipo, desde vehículos en dos ruedas motorizados y no motorizados hasta vehículos de carga. Una de las principales rutas de comunicación de Grecia es la Ruta 118, ésta es la ruta directa hacia el cantón de Alajuela. Además, esta ruta atraviesa el casco central y comunica Grecia con el cantón de Sarchí.

Esta ruta es de suma importancia para el cantón, porque a pesar de ser una carretera clasificada como secundaria, es fundamental para el desarrollo y crecimiento interno del cantón, así como para la exportación de bienes y servicios producidos en el cantón. El aumento de tránsito sobre esta carretera ha resultado en grandes congestiones, principalmente en horas pico, y las carreteras adyacentes.

Este es un problema que de manera indirecta afecta el resto de las vías en el casco central del cantón Grecia, este problema además de los tiempos de cola, tiene impacto económico sobre el tema de gastos de combustibles, y contaminación ambiental para la ciudadanía que vive alrededor de esta ruta y alrededores.

Antecedentes

En los últimos años, en el casco central de Grecia se han trabajado algunos pequeños cambios de ordenamiento vial, en diferentes espacios temporales, se han realizado cambios sobre la ruta 154 en algunas intersecciones específicas entre las calles 1 y 12. También se realizaron trabajos sobre la ruta 118 específicamente en la intersección con la Calle 2 Lucas Fernández y la avenida 7. De acuerdo con una nota en el 2015 del periódico digital El Sol de Occidente:

Los vecinos de Grecia presentaron una solicitud para modificar algunas vías de Grecia y gracias a la tramitación que hizo el Gobierno Local ante el Ministerio

de Obras Públicas y Transporte, se llegó a la aprobación de estos cambios que aplican a partir de marzo. (Paniagua, 2015, párr. 1).

Se dan algunos registros de éstos ordenamientos viales en el casco central de Grecia. Sin embargo, no hay información accesible a estos trabajos realizados, por parte de la Municipalidad de Grecia, o por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

En el 2015, en el cantón de San Ramón de Alajuela, según un comunicado del sitio de la presidencia del gobierno de Costa Rica, se tiene el propósito de un plan de reordenamiento vial, que incluye casco central y las comunidades de Volio y San Juan. El desarrollo está a cargo de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, y la idea es intervenir puntos importantes de la ciudad. (2015, párr. 9).

En el 2011, también se plantea un ordenamiento vial en Alajuela, en la vía conocida como calle ancha, estuvo en un largo proceso hasta el 2017 en donde muchas personas que vivían y trabajaban cerca del sitio se opusieron a la propuesta planteada, porque se dio marcha atrás, se acusa de haber realizado grandes inversiones y se acusa de intereses políticos por encima de los reales beneficios a la ciudadanía. (Granados, 2019, p1). Por eso es muy importante que se realicen investigaciones a profundidad y que las propuestas vengan de la ciudadanía, que son los que se ven afectados con problemas viales.

A nivel internacional, en David de Panamá, el noticiero ecotvpanama publica un artículo que plantea un proyecto de ordenamiento vial, en el punto conocido como el parque de las madres, esto debido a que se dio un crecimiento significativo del flujo vehicular, y por ende esto también estaba perjudicando peatones en la zona. Para estas obras se contempla incorporar una rotonda, pasos peatonales y señalizaciones. (Milixia, 2022, p.1).

También en Colombia, a través de un artículo publicado en la página del gobierno de Cali, se contempla una serie de medidas de reordenamiento vial para la zona de Bochalema y Valle de Lili. Con estos trabajos lo que se quiere es prevenir accidentes, ya que es una zona que transitan vehículos, peatones y ciclistas. La página del gobierno además lo que busca es difundir los nuevos cambios sobre las vías y adjunta un croquis con los cambios aplicados. (Palacios, 2021, p.1).

En la figura 1, se puede observar el reordenamiento vial para la zona de Valle de Lili, en Cali, difundido por la página del gobierno de Colombia.

Figura 1. Reordenamiento vial Cali Colombia

Reordenamiento vial, Valle Lili, Cali, Colombia.



Nota. Croquis de ordenamiento vial, cada carretera tiene asignada una flecha con los derechos de vía establecidos. Tomada de: *Movilidad socializará reordenamiento vial en sectores de Bochalema y Valle del Lili* [Croquis], J. Palacios, 2021, <https://bit.ly/3TFz1sg>

Planteamiento del problema

A pesar de que el casco central de Grecia, en líneas generales tiene carreteras amplias, y recientemente ha implementado parquímetros y otras medidas para un buen flujo vial, la principal causa de que de todas maneras haya gran congestión vial, principalmente en horas pico, son las carreteras principales de salida o entrada del cantón, el principal problema que presenta es que hay gran cantidad de personas que entran y salen diariamente del cantón, por lo que muchas personas viajan en sus vehículos particulares y otras en transporte público.

Según Morera (1999), En Grecia hay una gran cantidad de la población que viaja todos los días fuera del cantón, el promedio de la tasa de crecimiento anual de todos los

vehículos es de 13,84%, de los cuales los vehículos livianos presentan un crecimiento de 14,26%, los autobuses presentan un crecimiento de 8,84%, los pesados presentan un 11,03%, las motos un 11,75% y vehículos especiales un 22,67%, para la ruta evaluada en ese estudio.

Además, Grecia se caracteriza porque es uno de los principales puntos de producción de caña de azúcar del país, y se le suma también gran cantidad de producción de café. "...el cultivo primero del café y luego de la caña de azúcar han sido fundamentales para la formación de la actual estructura social griega". (Castillo, 2022, párr. 12), todo esto en sus temporadas de producción, hacen que transiten gran cantidad de camiones de carga, que generan aún más altos tiempos de cola. Y por sus dimensiones, se ven obligados a transitar por los principales puntos de acceso o salida del cantón.

La ruta 118, se caracteriza porque es una carretera con una gran cantidad de curvas, por la topografía del terreno y está compuesta únicamente por dos carriles, uno para cada sentido, a esto se le suma que no posee islas para autobuses, y a sus alrededores se han establecido gran cantidad de viviendas y negocios, por lo que en varios tramos hay limitantes geométricas. En el caso del tramo en que se centra el proyecto que son los 300 metros más cercanos al casco central, esta limitante geométrica es la que prevalece ya que hay puntos en los que las dimensiones no permiten ampliación de carriles.

A todo esto, se le suma que en las intersecciones con la ruta 118 analizadas en este proyecto, hay una deficiente regulación vial, esto genera que, en casi todas las carreteras aledañas en horas pico, se presenten grandes tiempos de cola. Y hay intersecciones particularmente conflictivas, en las cuales hay problemas recurrentes de colisiones.

Este es un problema que afecta tanto a los usuarios de la ruta, como a los peatones que transitan por la zona, ya que se genera inseguridad, debido al volumen de vehículos que transitan y las maniobras que realizan. Además de la afectación a los vecinos de la zona.

Este proyecto presenta un enfoque cuantitativo, ya que se trabaja con la cantidad de vehículos que transitan diariamente esta carretera, y lo que busca es una mejor distribución del flujo vehicular con estas cantidades, de tal modo que haya una mejora en las demoras promedio por vehículo. Y finalmente realizar una proyección para conocer el impacto del reordenamiento a futuro.

¿Es posible mediante trabajos de reordenamiento vial en el tramo planteado de la ruta 118, repercutir de manera positiva la congestión vial en el casco central del cantón de Grecia?

Objetivos

Objetivo general

Proponer un reordenamiento vial sobre la ruta 118, en el tramo de acceso al casco central de Grecia, desde esta ruta.

Objetivos específicos

1. Realizar un análisis del estado actual del tramo en estudio, detectando los principales problemas de seguridad vial, mediante el Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010 y normativa SIECA.
2. Determinar para la situación actual las medidas de efectividad por movimiento vehicular, según la guía para la elaboración de un estudio de impacto funcional y seguridad vial, el HCM 2010 y Synchro 11.
3. Plantear los datos actuales y modelar una propuesta que contrarreste los problemas detectados, principalmente sobre la ruta 118; mediante el software Synchro 11.
4. Analizar si es necesario implementar señalización horizontal y vertical de tránsito en las intersecciones más problemáticas, mediante el software Synchro 11 y la normativa SIECA.
5. Presentar las intersecciones de la propuesta de reordenamiento vial, mediante una esquematización o representación gráfica.

Justificación

Ante el creciente problema de congestionamiento vial principalmente en horas pico, se busca solventar esta situación que afecta todos los días a todas las personas que transitan por el cantón. El casco central de Grecia es relativamente pequeño y las carreteras de acceso o salida como lo es la ruta 118, tiene un impacto directo sobre el resto de las vías del cantón.

El tramo de entrada al casco central de Grecia sobre la ruta 118, presenta deficiencias en la configuración actual, además de ciertos problemas puntuales para algunas intersecciones, que provocan afectaciones en demoras y longitudes de colas para los vehículos, esto ocasiona que los usuarios tengan que hacer maniobras peligrosas para poder incorporarse a esta carretera.

Es muy recurrente que se den colisiones a lo largo de las intersecciones con la ruta 118, es evidente que es necesario tomar medidas para una mejor regulación de flujo vial, y de esta manera disminuir la cantidad de accidentes.

Figura 2. Accidente vial en ruta 118

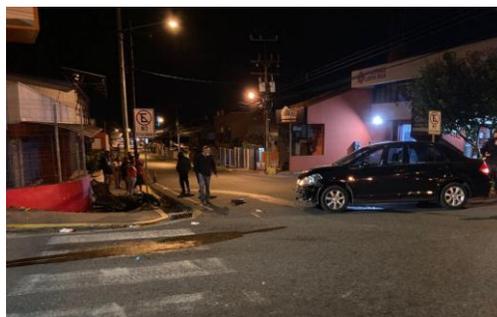
Fotografía de accidente vial en intersección con ruta 118.



Nota. Colisión entre dos vehículos, en la intersección ruta 154 (avenida 2, Ismael Valerio) y ruta 118. Tomada de: *Noticias Occidente*. (2021, 24 setiembre). Fotos [Página de Facebook], Facebook. Recuperado el 10 de octubre de 2022. <https://bit.ly/3GoSVFf>

Figura 3. Accidente vial en ruta 118

Fotografía de accidente vial en intersección con ruta 118.



Nota. Colisión entre dos vehículos, en la intersección Avenida central León Cortez Castro y ruta 118. Tomada de: *Noticias Occidente*. (2022, 8 enero). Fotos [Página de Facebook], Facebook. Recuperado el 10 de octubre de 2022. <https://bit.ly/3Oc0wbT>

Figura 4. Accidente vial en ruta 118

Fotografía de accidente vial en intersección con ruta 118.



Nota. Colisión entre dos vehículos, en la intersección Avenida 4 y ruta 118. Tomada de: *Noticias Occidente*. (2022, 27 julio). Fotos [Página de Facebook], Facebook. Recuperado el 11 de octubre de 2022. <https://bit.ly/3EbDFZB>

Como se mencionó anteriormente, la producción de caña y café es fundamental para el desarrollo del cantón; la principal refinadora de caña y café de Grecia es la Cooperativa Victoria, la cual se ubica sobre la ruta 107 con dirección a Poás. Y esta ruta parte justamente de la ruta 118, por lo que todos los transportes de carga deben transitar por la ruta 118, ya sea que hacen sus trayectos a través de la carretera 118 o que se incorporan de la otra vía de acceso y salida importante del cantón, la ruta 154 que también se une a la ruta 118. Este tipo de transporte por sus dimensiones, transitan a bajas velocidades, lo cual incrementa los colapsos viales.

Alcances y Limitaciones

Alcances

1. Realizar una propuesta de reordenamiento vial sobre la ruta 118, en su punto de llegada más importante al casco central, tomando en consideración principalmente 3 intersecciones sobre la ruta y sus intersecciones aledañas.
2. Realizar para cada intersección tres conteos y obtener las horas pico para mañana, medio día y tarde noche.
3. Obtener información cuantitativa valiosa relacionada a las medidas de efectividad por movimiento vehicular.
4. Generar una propuesta optimizada, que tenga la posibilidad de ser tomada en cuenta por el departamento vial de la Municipalidad de Grecia.
5. Generar una proyección de la propuesta brindada que muestre el impacto que tendría ésta a futuro.

Limitaciones

1. No se contempla reordenamiento vial para todo el casco central de Grecia. Se analizarán todas las intersecciones involucradas en el tramo especificado, sin embargo, es posible que no todas las intersecciones sean modificadas con el reordenamiento, solamente las que así lo requirieran.
2. No se tomará en cuenta parquímetros ni la movilidad peatonal.
3. Geométricamente, es complejo intervenir la ruta 118, ya que hay viviendas y comercios construidos alrededor de esta, por lo que no se contempla cambios geométricos en la vía.
4. No se contemplará la inclusión de islas de paradas de autobuses, ya que no se cumple con los requerimientos geométricos necesarios para la incorporación de éstos.

5. Se plantea que el reordenamiento vial se extienda solamente lo necesario a otras carreteras, para que la solución propuesta sea óptima y costeable.

Impacto

Sabiendo que el promedio de la tasa de crecimiento anual de todos los vehículos es de 13,84%, este es un dato importante, ya que es un crecimiento muy acelerado y las proyecciones para el año 2025 dan una cifra importante de 46.768 vehículos de todos los tipos. El proyecto de reordenamiento vial a partir de ese tramo de la ruta 118, lo que busca es aliviar el congestionamiento vial que se genera en esta zona del casco central de Grecia, en especial en horas de mayor flujo vehicular.

Los colapsos viales son un problema en temas ambientales, ya que hay más consumo de combustibles, se da contaminación sónica, se da un aumento de emisión de gases y todo esto afecta la salud de los peatones, los conductores, y las personas que viven y trabajan en esta zona. Al buscar un mejor flujo vehicular, se espera que haya una menor afectación ambiental, y también un impacto económico positivo al disminuir el gasto en combustibles.

El proyecto busca mejorar la seguridad de los usuarios que transitan, ingresan o salen del cantón, por esta ruta, tanto para peatones, como para los usuarios de todo tipo de vehículos. Se pretende reducir la cantidad de accidentes que se dan en la ruta y alrededores para todos los usuarios. En especial considerando que este tramo de la ruta presenta al menos 3 intersecciones con bastantes complicaciones para hacer maniobras, ya sea por falta de visibilidad o por la dificultad que genera la gran carga de tránsito hacer los distintos giros.

Además, es importante generar un mejor flujo vehicular para todos los vehículos pesados que necesitan circular por esta ruta, estos por sus dimensiones y capacidades, por lo general transitan a bajas velocidades. Y siempre tienen dificultades para realizar las maniobras, además, los otros usuarios tratan de evitar estos y por lo general prefieren no ceder el paso, lo cual genera aún más congestión para todo el flujo vial. Si se implementan mejoras en señalización habría mejores condiciones de flujo.

CAPÍTULO I

1.1 Marco situacional

El proyecto de reordenamiento vial para el sector seleccionado del casco central de Grecia, presenta condiciones actuales desfavorables, si bien Grecia cuenta con anchos de carretera aceptables, hay muchos otros factores que afectan la seguridad vial y el buen flujo vehicular, principalmente en horas pico.

Es importante mostrar la condición actual de la ruta 118, especialmente el tramo en estudio, para esto es necesario visitar la ruta y las carreteras aledañas para registrar el estado actual de cada una de ellas, los derechos de vía, las paradas de autobuses que transitan por la zona, y analizar todos los factores que de una u otra manera afectan a ésta. El tramo de la ruta 118 que se analizará y las intersecciones involucradas son las siguientes:

Tabla 1. Numeración de Intersecciones intervenidas

Tabla de intersecciones involucradas sobre la ruta 118.

# Intersección	Descripción
Intersección 1	Intersección ruta 118, Avenida 4.
Intersección 2	Intersección ruta 118, Ruta 154.
Intersección 3	Intersección ruta 118, Calle 5, Avenida Central (León Cortez Castro).
Intersección 4	Intersección ruta 107, Calle 5.
Intersección 5	Intersección ruta 107, Calle 7.
Intersección 6	Intersección ruta Calle 7, Avenida Central (León Cortez Castro).
Intersección 7	Intersección Avenida 2 Ismael Valerio, Calle 7.

Nota. Las intersecciones involucradas están descritas con los nombres de las otras carreteras que intersecan a la ruta 118.

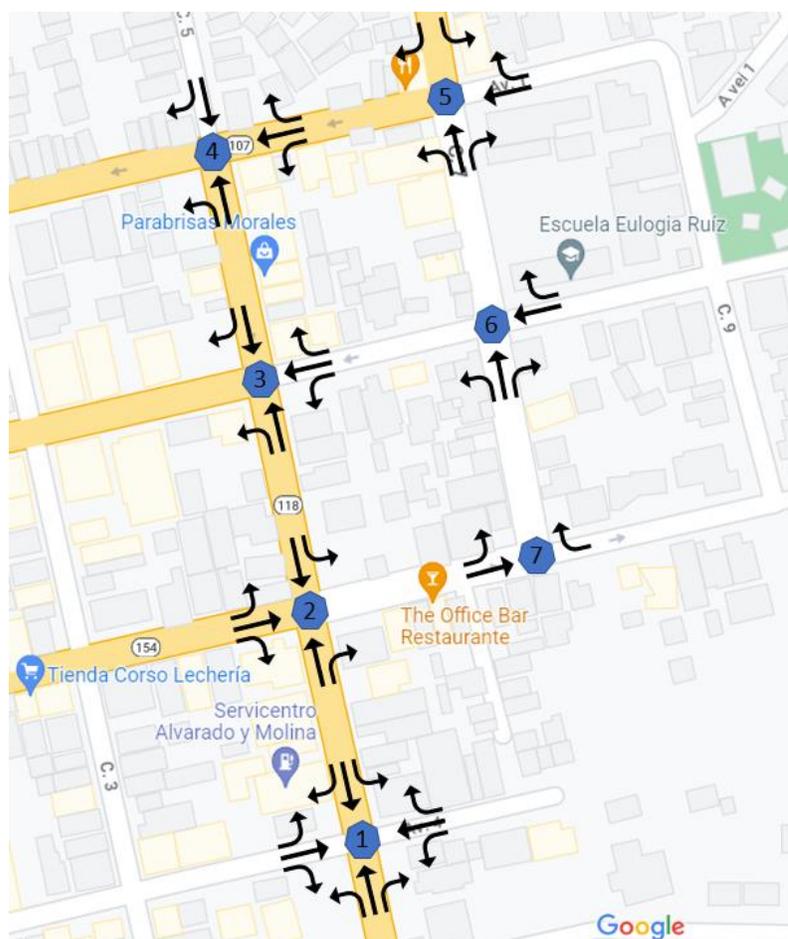
En la tabla 1 se pueden ver la lista de intersecciones involucradas para el tramo seleccionado. Como se menciona anteriormente, el reordenamiento vial, involucra una serie de acciones que repercuten en el flujo vehicular de otras carreteras cercanas, por lo cual se

debe de aclarar que hay un área o un radio de afectación que se debe considerar en el planteamiento.

En la figura 5, se puede apreciar el tramo de la ruta 118 en análisis, ésta es la que se representa con su respectivo número de ruta. También están numeradas con círculos azules las intersecciones descritas en la tabla 1, y se observan todas las maniobras que realizan actualmente las diferentes intersecciones, éstas están representadas mediante flechas negras.

Figura 5. Mapa de tramo, con las intersecciones involucradas.

Croquis de mapa satelital del tramo seleccionado sobre la ruta 118.



Nota. Tramo seleccionado sobre ruta 118 con las intersecciones numeradas. Adaptada de: [Grecia, Alajuela, Costa Rica], Google. (s.f.), <https://bit.ly/3EC53Bs>. Todos los derechos reservados 2022 por Google. Adaptado con permiso del autor.

1.1.1 Precedentes históricos

La historia de la colonización de Grecia, se da por personas que comenzaron a migrar desde el Valle Central, y se internaron hacia este sector, “El Gobierno del Estado de Costa Rica promulgó en el año de 1825 premios para quienes descubrieran veredas o hicieran picadas que comunicaran con tierras inexploradas el territorio nacional..”. (Jiménez, 2009, párr. 1).

Según Jiménez (2009) las tierras en donde se ubica Grecia, eran tierras vírgenes, y estos migrantes en búsqueda de caminos de comunicación hacia el norte del país, descubren este territorio, que para sorpresa de los nuevos colonizadores se topan con tierras muy fértiles, y libres, lo que provoca que muchos se establecieran en la región. (p.1).

En cuanto a la proveniencia de los migrantes al actual territorio griego, Jiménez (2009) comparte que los primeros pobladores, por lo general eran personas que vivían en San José, Heredia, y Alajuela, y cerca de del año 1828 realizan los trámites para establecer formalmente el pueblo de Grecia, sin embargo, no fue hasta el 27 de abril de 1838 que se concreta esto bajo el decreto legislativo N.69, aprobado por la Asamblea Constituyente. Finalmente, en 1867 se establece Grecia como un cantón de Alajuela. (p.1).

Desde sus primeros años, según Vargas (2020) Grecia fue conocido como un territorio muy valioso en el entorno agrícola ya que producía la mayoría de los artículos de necesidad básica del país. Grecia tenía gran reputación debido a la producción de caña de azúcar, contaba con cuatro ingenios grandes, y gracias a la producción de caña, se impulsa la construcción de una carretera asfaltada interprovincial entre el cantón de Grecia y el cantón de Alajuela. (párr.15).

Antecesora de la ruta 118. “Con la construcción de esta vía de comunicación se fortaleció el desarrollo económico de Grecia, pues se facilitó la instalación y la modernización de los primeros ingenios.” (Vargas, 2020).

Para el cantón de Grecia la construcción de esta nueva carretera fue de suma importancia, ya que esta nueva vía representaba más oportunidades de expandir el mercado de caña de azúcar, exportando el producto a otras partes del país. “A partir de 1933 se gravó el quintal de azúcar en un colón con el fin de destinar la mitad de lo recaudado a la reparación y a la construcción de carreteras, caminos y cañerías. Con los impuestos recaudados se buscó fortalecer y promover el desarrollo urbano local.” (Vargas, 2020).

1.1.2 Geografía

El cantón de Grecia geográficamente presenta una figura alargada de noreste a sureste, comprende un área superficial de 395.72 Km^2 , en su punto de mayor altitud presenta una altura de 2500 m s. n. m. En su punto más bajo presenta una altitud de 425 m s. n. m. Y su altura media ronda los 1000 m s. n. m.

Tabla 2. Límites de Grecia.

Tabla de límites geográficos del cantón de Grecia.

Punto Cardinal	Limita con
Norte	Poás y Sarchí
Sur	Alajuela y Atenas
Este	Alajuela y Poás
Oeste	Naranjo, Sarchí y Atenas

Nota. Límites geográficos del cantón de Grecia, con respecto a otros cantones de la provincia de Alajuela.

En el mapa de la Figura 7. Se puede apreciar la representación gráfica del mapa de Grecia, en conjunto con la Tabla 2. Se observan los límites del cantón en relación con otros cantones de la provincia de Alajuela, además se aprecia la división por distritos, Grecia está conformado por siete, que son: Grecia, San Isidro, San José, San Roque, Tacaes, Puente Piedra, y Bolívar.

Figura 6. Mapa de Grecia

Representación gráfica del cantón de Grecia.



Nota. Límites geográficos del cantón de Grecia, está dividido a su vez por los 7 distritos que conforman el cantón. Adaptada de: *Codigo-postal.org* [Mapa], Leaflet. (s.f.), <https://codigo-postal.org/en-us/costa-rica/alajuela/grecia/>

1.1.3 Demografía

Según los datos de INEC, que es una institución autónoma del estado del gobierno de Costa Rica, que se encarga de estadística y censos sobre diversos temas de interés nacional, en el año 2011 (Jinesta, 2018), el cantón de Grecia contaba con una cantidad de habitantes de 82.489, y según la proyección realizada para el año 2023, el cantón de Grecia tendría 97.310 habitantes. Y en cuanto a la densidad de población, para el año 2022 se establece una cantidad de 201.33 habitantes por kilómetro cuadrado.

1.2 Marco Conceptual

1.2.1 Antecedentes generales

1.2.1.1 Primeros registros de vías

Según Zorío (2014), es probable que la población de Sumeria, fuera la que inventara la rueda cerca de 3500 años a. C. ya que se han encontrado restos de vehículos en dos ruedas hechas en madera, cerca de las montañas del Cáucaso y los montes Tauro. Hay hallazgos de vehículos en cuatro redas que datan aproximadamente 2400 años a. C. La

rueda nace por la necesidad del transporte de cosechas desde el lugar en donde se cultivaban hasta el lugar de venta.

En cuanto a la necesidad de facilitar el recorrido de los primeros vehículos, los usuarios se veían obligados a trazar rutas, realizando trabajos de desmontes y pequeñas estabilizaciones en el terreno, Zorío (2014) la carretera Real Persa data aproximadamente 3500 años a. C. siendo conocida como la carretera de mayor extensión más antigua registrada. Esta iniciaba en la región de Susa y tras recorrer varios poblados, se extendía hasta la región de Esmirna.

En China las Carreteras Imperiales coexistieron con la Carretera Real Persa. Jugaron un papel importante en el sureste de Asia, análogo al de las calzadas romanas en Europa y Asia Menor. Eran amplias, bien construidas y cubiertas con piedra. Los ríos se cruzaban por medio de puentes o ferrys, los precipicios montañosos eran atravesados por escaleras de huella ancha y pequeño paso. (Zorío, 2014, párr. 12).

También hay registros de algunas carreteras más modernas que se construían para unir poblaciones importantes, estas utilizaban materiales como ladrillos, piedra e incluso algunas presentaban un mortero bituminoso. Además, Zorío (2014) menciona que en Europa aproximadamente entre 1900 a 300 a. C. existieron rutas que eran básicamente caminos naturales, y que se hacían pequeñas mejoras en secciones complicadas por montañas o ríos. En otras zonas de Europa que eran húmedas o con características pantanosas lo que hacían era formar caminos utilizando troncos.

Además, Cal y Mayor (2018) citan sobre la vía Appia que se extendía desde Roma hasta Hidruntum en el año 312 a. C. que es la carretera construida en base a un método científico. Y en América destacan a los mayas que creaban superficies de piedra caliza, los aztecas que construyeron caminos importantes con puentes levadizos, y los incas que se les da un gran reconocimiento por sus importantes obras de ingeniería, debido a la creación de caminos complicados por su topografía. (p.3).

1.2.1.2 Evolución del transporte

A través de la evolución de la humanidad, se ha dado una serie de avances en el ámbito del tránsito, el instinto y la necesidad de los humanos por comunicarse y buscar recursos para satisfacer las necesidades básicas, el comercio y, las conquistas que motivaron a grupos de personas a explorar y conquistar nuevas tierras.

En el siglo X, Cal y Mayor (2018) afirman que se ve reflejado un incremento importante en el tránsito, debido al crecimiento significativo de la población, y también la necesidad de comercializar productos, esto principalmente por vikingos del norte. Otro hecho que ocasionó el incremento en la generación de viajes y en creación de caminos, fueron las cruzadas en el siglo XI.

También hay factores que influyeron en la reducción del tránsito en caminos “la poca protección a los viajeros, la multiplicación de los asaltantes, la gran peste (1348-50) y la invasión de los turcos, en la parte sudoriental de Europa.” (Cal y Mayor 2018, p.4).

En el siglo XVI el tránsito en Europa aumenta y según Cal y Mayor (2018), esto se da por un crecimiento importante de la población, provocando que se desarrollen los primeros mapas de caminos y vuelven a surgir los vehículos, que durante un gran tiempo habían sido destituidos por los animales de tiro. En América se crea la primera carretera entre México y Veracruz. Además, comentan que, en el siglo XVIII con la llegada de la Era Moderna, se introducen los peajes para poder mejorar el estado de las vías.

En la Época de Oro, Cal y Mayor (2018) surge el ferrocarril, que tiene la característica que es un vehículo de auto propulsión, y también al surgir los vehículos de motor, se comenzó a dar uso privado de éstos, provocando cada vez más afectaciones de tránsito urbano, simultáneamente, también aparece el transporte público, ocasionando un impacto importante en el desarrollo de las principales ciudades. Finalmente, en el siglo XX los vehículos de combustión interna, como se conocen en la actualidad.

Para el siglo XXI, los vehículos de transporte han evolucionado tanto, que ocasionan la necesidad de la creación de vías en mejores condiciones, que además sean seguras para todos los usuarios, y que a su vez se perjudique lo menos posible el medio ambiente. La saturación de las carreteras es algo que cada día es más notorio, y es necesario satisfacer esta creciente demanda, mejorando las vías e implementando tecnologías y soluciones alternativas que reduzcan la congestión vehicular.

1.2.2 Conceptos Generales

1.2.2.1 Ingeniería de Tránsito

Esta rama de la ingeniería se encarga de analizar todo lo relacionado a la movilidad en un espacio determinado, todos los proyectos de infraestructura vial, contemplan las obras y condiciones existentes, ya sea un proyecto completamente nuevo, o bien un trabajo de mejora de las condiciones actuales, esta ingeniería vela principalmente por una movilidad optimizada, que sea eficaz, que contemple el impacto que las obras ocasionan al medio ambiente y la seguridad de todos los usuarios que utilizarán y transitarán esa obra.

Los objetos involucrados en las obras de tránsito, son todos los usuarios que utilicen la carretera, como lo son los conductores de cada vehículo, los peatones, pasajeros, incluso personas que habiten alrededor de la ruta; También están involucrados los vehículos, ya sea automóviles, motocicletas, bicicletas, camiones, buses; La infraestructura como tal, las carreteras y las calles; Todas las señalizaciones presentes en la vía, de todos los tipos existentes; Y el entorno en general, es decir, el impacto al ambiente.

La aceptación que ha tenido la Ingeniería de Tránsito a través de los resultados obtenidos en múltiples aplicaciones y, el alarmante saldo adverso que se presenta por pérdidas de vida y bienes en la vialidad, justifican, con creces, la atención que se le dé a esta nueva tecnología. (Cal y Mayor 2018, p.28).

1.2.2.2 Intensidad de tráfico

Este concepto se define como la cantidad de vehículos, que transitan por un tramo determinado de una ruta, por unidad de tiempo, es un concepto fundamental ya que esto describe el comportamiento del tráfico en todo momento, y las otras características de circulación, están relacionadas con este concepto. Si se trabaja por intensidad horaria entonces su unidad de medición son los vehículos por hora, y en el caso de medirse por intensidad diaria, se trabaja en vehículos por día.

Para su medición se deben seleccionar tramos de ruta y se debe hacer una cuantificación de valores de intensidad por períodos medianamente largos. “Generalmente el período de medida se extiende a un año y la intensidad media diaria (IMD) es la magnitud más utilizada para caracterizar a cualquier vía.” (Kraemer, 2003, p.64). El cálculo de la intensidad media diaria se realiza dividiendo el total de vehículos que atraviesan una sección en un año, entre 365 días del año.

Este parámetro es de gran importancia ya con él se clasifican las vías, y se define el nivel de importancia. Además de que se pueden hacer diversos estudios y estadísticas.

Según Kraemer (2003), la intensidad de tráfico en una vía, siempre se va a ver afectada por variaciones a lo largo del tiempo, él lo describe como oscilaciones cíclicas que pueden ser diarias, semanales y anuales, y estas varían entre una ruta y otra, además establece que debido al crecimiento poblacional y de circulación de vehículos, la tendencia es que haya un crecimiento de esta intensidad. Para poder suponer que la tasa de crecimiento es constante, es importante utilizar períodos cortos de años, si se utilizaran períodos largos, podría incurrir en una aproximación no aceptable. (p.64).

Otro factor a considerar para la medición de las intensidades es el espacio, es decir, las características particulares que presentan las carreteras y calles a analizar, Kraemer (2003), establece que, en carreteras de calzada única con solo dos carriles, si se trabaja con intensidades diarias, se hace una medición total entre los dos carriles, en el caso de ser

horario, no se puede realizar de esta manera ya que las variaciones pueden tener diferencias significativas. En el caso de que sean calzadas separadas, lo normal es que se consideren por separado.

1.2.2.3 Densidad del tráfico

La densidad de tráfico se define como la cantidad de vehículos ubicados en una longitud determinada de la ruta en estudio. Su valor máximo se da cuando no hay espacio para más vehículos en esa longitud de ruta, y todos están colocados en fila uno tras otro sin espacios. La densidad es un factor que influye el nivel de calidad de circulación, ya que a una mayor densidad mayor afectación a la manejabilidad, debido a que incurre mayor cantidad de maniobras, y disminución de la velocidad.

Según Kraemer (2003), en casos en los que la densidad se considera nula, entonces la intensidad también se hace nula, y en el caso contrario de que la densidad sea máxima, entonces se anula la velocidad media y por lo tanto la intensidad se hace nula de igual manera.

El hecho de que exista un valor máximo de la intensidad que puede circular por una carretera es de la mayor importancia. Este valor máximo se conoce como capacidad de la carretera y la densidad para la que se obtiene se llama densidad crítica. (Kraemer, 2003, p. 78).

1.2.2.4 Velocidad del tráfico

La velocidad en una sección de vía tiene una gran cantidad de variaciones entre vehículos, lo más recomendable es trabajar con medias de velocidad para un recorrido específico, y de esta manera estimar la calidad de circulación. Especialmente en análisis de rutas urbanas, en estos casos hay muchos factores que afectan la velocidad de flujo libre. En una adaptación al español del manual de capacidad de autopistas HCM 2010 se menciona cuatro factores:

- Anchos de carriles y obstrucciones laterales: en carreteras con anchos menores a 3.6 m o cuando hay obstrucciones a los lados de la vía, los conductores deben reducir la velocidad y a guardar mayor distancia con los otros vehículos.
- Intercambiadores: A mayor cantidad de intercambiadores, menor la velocidad de tránsito.
- Autobuses y camiones: son vehículos que presentan mayores dimensiones que otros vehículos, por lo tanto, necesitan mayor espacio para transitar, y la capacidad de operación es menor a la de los automóviles, y en casos de pendientes pronunciadas la velocidad también se disminuye considerablemente, todo esto afecta el flujo de tránsito.
- Conductores: Los conductores que transitan con frecuencia por una ruta, tienden a recorrerla a mayores velocidades, debido al conocimiento de la ruta y la experiencia adquirida, cuando es recorrida por personas que no están acostumbradas a recorrer esas rutas, se habla de una reducción entre un 10 y 15%. (Felizia y Felizia 2015).

1.2.2.5 Demanda vehicular y Oferta Vial

Todos los vehículos que circulan sobre una ruta particular se conocen como demanda vehicular, mientras que oferta vial es el espacio físico sobre el que pueden circular la máxima cantidad de vehículos, la oferta vial presenta dos características fundamentales que son las velocidades permisibles de desplazamiento según su ubicación y la otra característica es la cantidad de carriles.

En cuanto a la relación entre una y otra lo deseado es que la oferta vial sea mayor a la demanda vehicular, en caso de que se de lo contrario, habría un flujo saturado, y comenzarían los problemas de congestionamiento vial.

1.2.2.6 Capacidad

Según Kraemer (2003), la capacidad se define como la cantidad máxima de vehículos que poseen una probabilidad razonable de ser transitada en un período de tiempo, y que se da bajo ciertas condiciones del tráfico y la ruta, se trabaja como vehículos/hora. Sus condiciones son: demanda de tráfico suficiente ingresando en el tramo, que no haya secciones de menor capacidad a la entrada del tramo, y que no haya secciones de menor capacidad posteriores al tramo. (p.97).

El flujo máximo del tránsito de una carretera es su capacidad, que ocurre cuando se alcanza la densidad crítica y el tránsito se mueve a la velocidad crítica. Esto regularmente ocurre en la hora pico del volumen del tránsito, la hora pico es el período más crítico. (Moss, 2009, p.14).

Para la capacidad se puede contemplar tanto flujos vehiculares como personas, y lo usual es utilizar periodos de 15 minutos, que varían a lo largo de una hora. Es importante hacer el conteo en un periodo relativamente largo para disminuir las fluctuaciones del tráfico.

Las infraestructuras están categorizadas en dos tipos: Las que tienen flujo continuo (son las que no tienen elementos que interrumpan el flujo como por ejemplo semáforos, altos; el flujo es producto de las interacciones entre vehículos y el entrono), y las que tienen flujo interrumpido (Lo contrario al continuo, presenta elementos que interrumpen el flujo, como semáforos, paradas de autobuses, por lo general se da en espacios urbanos).

1.2.2.7 Demora Promedio

La demora promedio por vehículo es un parámetro que se utiliza para conocer el tiempo que tarda cada vehículo en realizar su maniobra, es de gran ayuda para saber cómo es el flujo en la intersección. Es habitual que las maniobras que tienen algún tipo de restricción posean mayores tiempos de demora que las que no poseen restricción, y cuando se realizan reordenamientos e intervenciones en las intersecciones, resulta de gran ayuda la

demora promedio vehicular, porque se puede conocer si los cambios planteados benefician o perjudican a la totalidad de la intersección.

El cálculo de éste parámetro se da por la suma de las demoras de todas las maniobras de la intersección, y se divide entre la suma de todos los vehículos que transitan la intersección. Su unidad de medida es segundos/vehículo.

1.2.2.8 Congestionamiento Vial

El congestionamiento vial se puede dar por una gran cantidad de factores, como se mencionaba anteriormente, si la demanda vehicular es mayor a la oferta vial, se va a dar una saturación de vehículos y se va a dar un flujo irregular; sin embargo, existen otros factores que causan el congestionamiento:

- El mal estado de las vías puede afectar la velocidad de circulación de los vehículos, por ejemplo, en pavimentos flexibles es común que se encuentren con grietas, deformaciones (ahuellamiento, hinchamiento, depresiones), problemas superficiales (desprendimiento de agregados, desgaste superficial), misceláneos (baches, huecos).
- La diversidad de vehículos que pueden transitar por una vía, por ejemplo, en un espacio rural, es común encontrarse en una misma vía con: automóviles, motocicletas, bicicletas, autobuses, camiones de carga, tractores; Y cada uno de ellos tiene distintas capacidades de velocidad y distintas dimensiones que pueden provocar un inestable flujo vehicular.
- Diseño inadecuado de la vía o con características complicadas, por ejemplo, carreteras con muchos giros y poca visibilidad, pendientes pronunciadas, falta de señalización, carreteras sin espaldón o muy angostas.
- Factores externos, por ejemplo, el estado del tiempo, si se presentan condiciones climáticas que dificultan la visibilidad de los usuarios, si hay objetos caídos sobre la vía, o un accidente de tránsito.

Todos los puntos citados anteriormente, pueden provocar disminución de velocidades en los vehículos, y en cuanto se comienzan a dar velocidades por debajo de la velocidad de diseño de una vía, se puede decir que el flujo vehicular es irregular, si esta irregularidad es constante, genera mayor saturación vial y por consiguiente el congestionamiento vial.

El congestionamiento vial, aparte de la repercusión de emisión de gases contaminantes que impactan el medio ambiente, y el aire que respiran los usuarios; hay estudios que revelan otros efectos del congestionamiento vial sobre la salud de éstos.

De acuerdo con un estudio del grupo Transport Reviews, publicado en la revista Routledge, el tránsito lento y la congestión vehicular generan importantes afectaciones de salud mental. Estas dificultades, que incluyen síntomas de depresión, estrés, y agotamiento, aplican tanto a los usuarios de transporte público, como a los conductores de automóviles. (El Periódico USA, 2022).

Además, el mismo artículo comparte que varios especialistas afirman otros síntomas como aislamiento, depresión, problemas físicos de dolores de espalda. En un estudio del año 2021 en una encuesta se obtuvo que el 58% de los usuarios, en materia de salud mental sufrieron al menos un accidente relacionado a una congestión vehicular. (El Periódico USA, 2022).

1.2.2.8.1 Congestión vial en la GAM Costa Rica

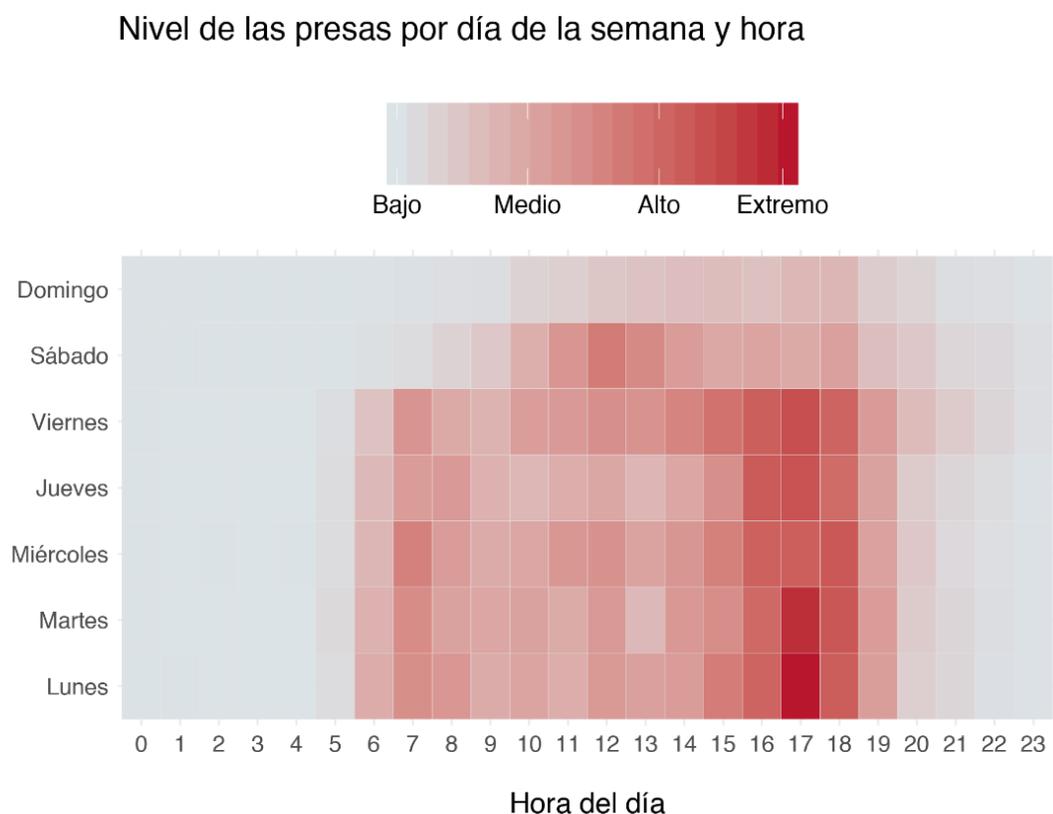
Como se mencionó anteriormente, la congestión vial se da cuando la densidad llega a su capacidad crítica, generando saturación y un flujo irregular, que usualmente sucede en la hora pico, en Costa Rica para zonas de la Gran Área Metropolitana, según Dcifra (s.f.) este fenómeno se da:

- De lunes a viernes en alguna hora de la mañana entre las 6 a.m. y las 8 a.m. y en la tarde entre las 4 p.m. y las 7 p.m.
- Los sábados se da a alguna hora entre las entre las 10 a.m. y la 1 p.m.
- Los domingos entre las 4 p.m. y las 6 p.m.

En el 2018 según un artículo de Dcifra (s.f.), se hace una clasificación de todos los 82 cantones de Costa Rica, según las congestiones viales que presenta cada cantón, en donde se encuentra San Jose en la posición número uno con un nivel extremo, y como dato relevante para este proyecto, Grecia se clasifica de número 17 con un nivel intermedio.

Figura 7. Gráfico horas pico en la GAM Costa Rica

Gráfico de horas pico en la GAM Costa Rica por días.



Nota. Se representan las horas de mayor congestión vial, de acuerdo a los días de la semana, mostrando las horas pico para cada día. Tomado de: <https://dcifra.cr/> [Gráfico], Dcifra. (s.f.), <https://bit.ly/3Ob1MMu>

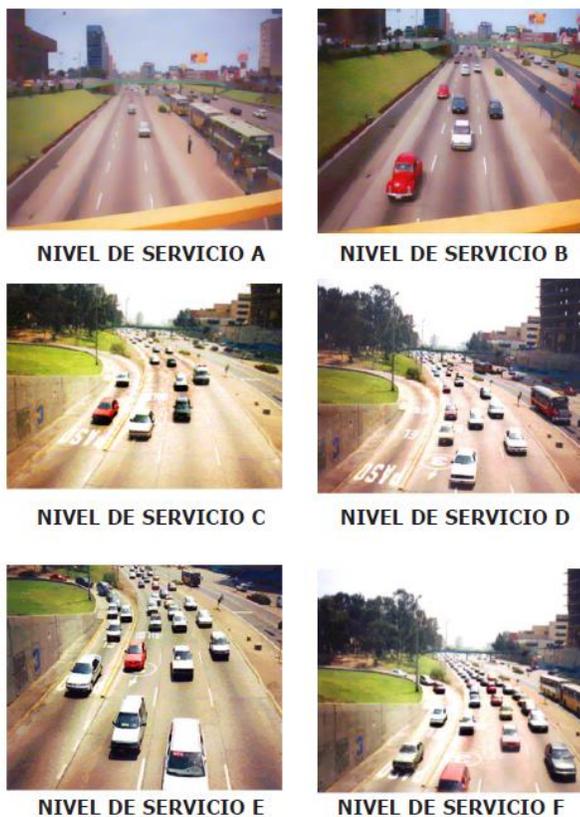
1.2.2.9 Nivel de Servicio

La capacidad de una infraestructura de transporte refleja su facultad para acomodar un flujo de vehículos o personas. Es una medida de la oferta de transporte. Así, al interactuar la oferta con la demanda se tendrán unas condiciones que definen la calidad del flujo; esto es, el nivel de servicio. (Cerquera, 2007).

La medición de niveles de servicio es de carácter cualitativo, describe el estado de operación del flujo de usuarios y la percepción por parte de los conductores y pasajeros. Está dividido en 6 niveles de servicio van desde A (el mejor) hasta F (el peor). Y cada una de ellas describe comodidad, seguridad vial, tiempo recorrido, velocidad, interrupciones, libertad de maniobras.

Figura 8. Niveles de Servicio

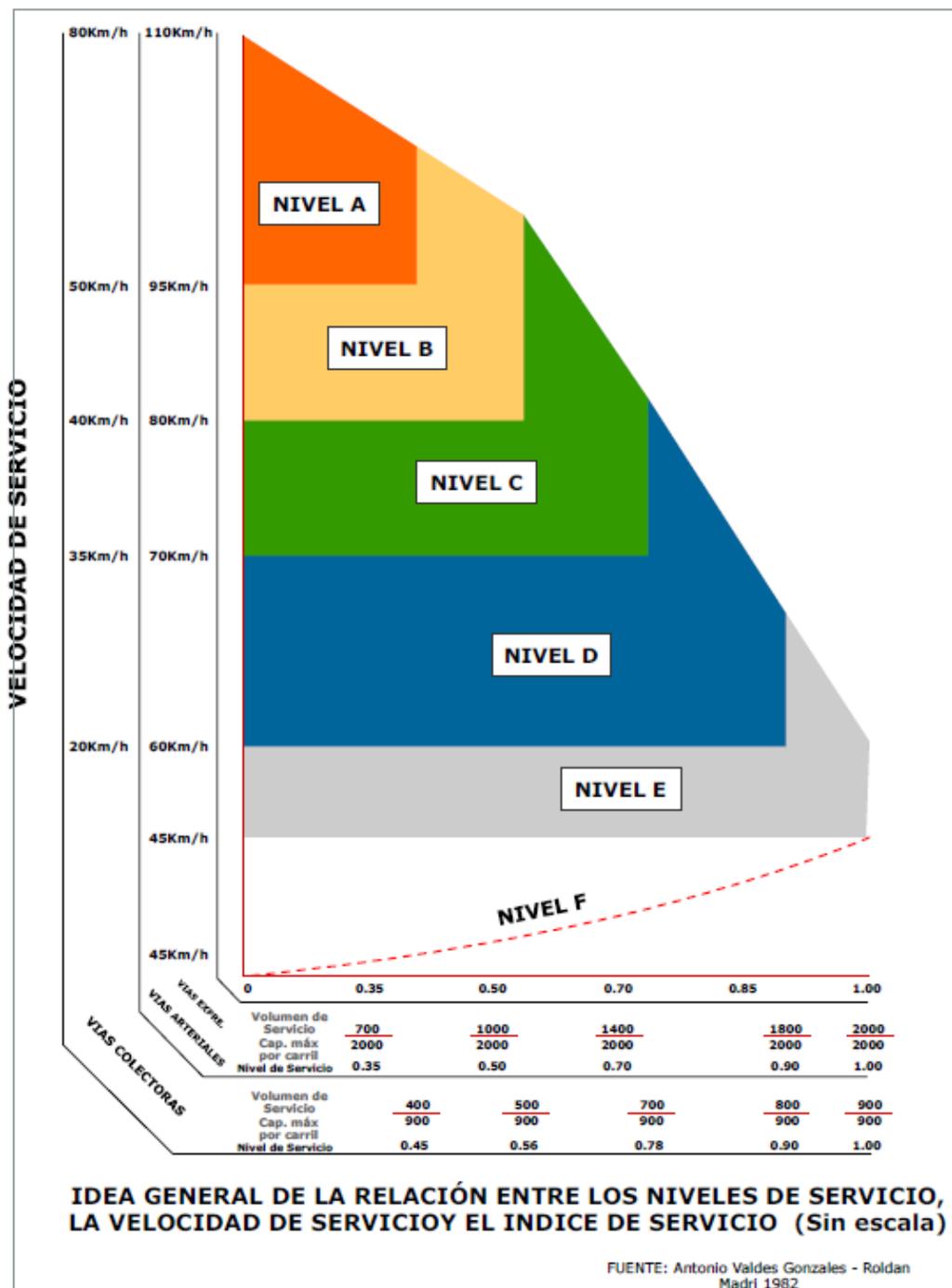
Fotografías de los 6 Niveles de Servicio.



Nota. Fotografías que representan los Niveles de Servicio desde el A hasta el F. Adaptada de: *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas*. [Fotografías], VCHI S.A. (2005).

Figura 9. Gráfico Niveles de Servicio

Gráfico Niveles de Servicio y Velocidades e índices de servicio.



Nota. Gráfico que relaciona niveles de servicio con velocidades e índices de servicio. Adaptada de: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. [Gráfico], VCHI S.A. (2005).

AASHTO recomienda que el nivel de servicio debe ir en función del tipo de terreno en donde se encuentra la vía. Esto con el fin de que la obra sea óptima y realista, de acuerdo a la inversión económica disponible y destinada para la vía. Entre menor nivel de importancia tengan estas rutas, se toleran niveles de servicio menores.

Figura 10. Nivel de servicio según el tipo de carretera

Tabla de Niveles de Servicio según el tipo de carretera.

Tipo de carretera	Tipo de Área y Nivel de Servicio Apropriado			
	Rural Plano	Rural Ondulado	Rural Montañoso	Urbano y Suburbano
Autopista	B	B	C	C
Arterial	B	B	C	C
Colectora	C	C	D	D
Locales	D	D	D	D

Nota. Tabla de niveles de servicio recomendados según el tipo de carretera. Adaptada de: *A policy on Geometric Design of Rural Highways and Streets*. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2011. AASHTO.

1.2.2.9.1 Nivel de servicio A

Representa una comodidad y confort de circulación excelente. Presenta flujo libre, es decir, los usuarios pueden ir a velocidades deseadas sin depender de la velocidad a la que transitan otros usuarios, y en caso de incidentes en carretera no se generan colas, fácilmente se vuelve al nivel A de circulación. “La demora de los conductores no es mayor al 35% del total del tiempo de viaje” (Moss, 2009).

1.2.2.9.2 Nivel de servicio B

Esta es una condición de circulación estable, la maniobrabilidad y velocidad comienzan a depender del tráfico presente en la ruta, pero a velocidades aceptables y aún hay nivel de confort elevado. “Los límites inferiores de velocidad e intensidad que define a

este nivel son análogos a los normalmente utilizados para el dimensionamiento de carreteras rurales.” (Montoya, 2005).

1.2.2.9.3 Nivel de servicio C

Presenta circulación estable y tolerable, pero hay restricciones considerables en velocidad y maniobrabilidad, Si se da una interrupción considerable, se pueden formar colas, son rutas que el conductor debe prestar mayor atención para transitar con seguridad. “El límite inferior de velocidad, que define este nivel, coincide en general con el que se recomienda para el dimensionamiento de arterias urbanas.” (Montoya, 2005).

1.2.2.9.4 Nivel de servicio D

Este nivel presenta una circulación con una alta densidad, acercándose a un flujo inestable. Los usuarios experimentan niveles de comodidad bajos, pero tolerable en períodos cortos. “...se producen cambios bruscos e imprevistos en la velocidad, y la maniobrabilidad de los conductores está ya muy restringida por el resto del tráfico.” (Montoya, 2005).

1.2.2.9.5 Nivel de servicio E

Flujo inestable, hay una densidad de circulación muy elevada, cerca del límite de su capacidad, hay bastantes problemas para maniobrar, hay una reducción importante en velocidades y presenta niveles de comodidad muy bajos, es común que los usuarios experimenten frustración, pequeñas interrupciones pueden producir colapsos importantes en la vía. (Cerquera, 2007).

1.2.2.9.6 Nivel de servicio F

Presenta una circulación forzada, con bajas velocidades y es frecuente que existan colas que ocasionan grandes tiempos de demora, se caracteriza por flujos inestables de parada y arranque. “El extremo de este nivel F es la absoluta congestión de la vía, lo que

normalmente se alcanza durante las horas punta en muchas vías céntricas de las grandes ciudades.” (Montoya, 2005).

Éste proyecto se rige bajo la adaptación de niveles de servicio del Highway Capacity Manual, de la Escuela de Ingeniería Civil de la UCR. (s.f.).

Figura 11. Nivel de servicio según la demora promedio por vehículo

Tabla de Niveles de Servicio según el tipo de carretera.

Rangos de Nivel de Servicio	
Nivel de Servicio (NS)	Demora Promedio por Vehículo (s)
A	≤ 10
B	$10 < d \leq 20$
C	$20 < d \leq 30$
D	$30 < d \leq 40$
E	$40 < d \leq 75$
F	$75 < d$

Nota. Tabla de niveles de servicio basado en las demoras promedio por cada vehículo. Adaptada de: *Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington, D.C.* Escuela de Ingeniería Civil, UCR. (s.f.).

1.2.3 Ordenamiento y reordenamiento vial

El ordenamiento vial, es un análisis que se realiza con la intención de mejorar la condición de una ruta, para que se dé un aprovechamiento máximo de la infraestructura vial que ya existe; es una gran herramienta que permite soluciones relativamente económicas, según las características del proyecto, y que no requiere tanto tiempo para el desarrollo de los cambios.

Según Vargas (2018), la diferencia que existe con los reordenamientos, es que estos análisis se realizan tomando en cuenta otros estudios previos que también buscan la mejora del problema que se quiere solucionar. (p.13).

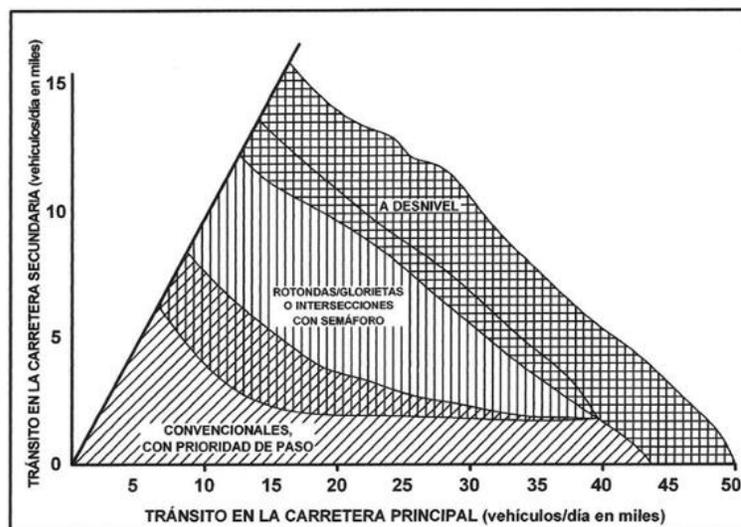
Un ordenamiento vial es un trabajo que debe ser coordinado entre el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y las municipalidades, donde también intervienen el Consejo de Transporte Público (CTP), el Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) y la Dirección de Ingeniería de Tránsito. (Vargas, 2018).

1.2.4 Implementación de semáforos

La implementación de semáforos puede afectar el flujo de tránsito de una intersección, por lo tanto, es importante que su instalación esté justificada por un análisis del comportamiento vehicular, peatonal y de seguridad en la zona, lo recomendable es que su justificación no sea solamente por los períodos de hora pico, ya que fuera de éste período solo afectaría de manera negativa al tránsito de la vía.

Figura 12. Tipos de intersecciones de acuerdo a los volúmenes vehiculares

Gráfico de volúmenes vehiculares y recomendación de intersecciones.



Nota. Los diferentes achurados muestran la recomendación de control de intersecciones de acuerdo a los volúmenes vehiculares. Tomado de: *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. [Gráfico], (Morales y Torres, 2011).

SIECA mediante el Manual de Normas para el diseño Geométrico de carreteras, presenta la figura 12, en la cual recomienda cómo debería ser controlada la intersección de acuerdo a los volúmenes vehiculares provenientes de carreteras principales y secundarias.

Además, el manual brinda una serie de aspectos positivos y negativos a causa de la implementación de un semáforo en una intersección, presentados en la siguiente tabla:

Tabla 3. Ventajas y desventajas de los semáforos

Tabla ventajas y desventajas de los semáforos en intersecciones.

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Reglas simples y universales. • Adaptación por medio de modificaciones de ciclo y fases, según las condiciones de tránsito. • No requiere mucho espacio físico y se integran bien en espacios urbanos. • Permiten coordinación de recorridos principales mediante semáforos cascada.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentan tiempos de espera en condiciones de escasa circulación. • Mantenimiento continuo y complejo en redes operadas por computadora. • Alta complejidad al asegurar todos los movimientos de la intersección. • No permiten el cambio de sentido.

Nota. Se citan algunas ventajas y desventajas por implementación de semáforos en una intersección. Adaptado de: *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. [Tabla], (Morales y Torres, 2011).

Además, Morales y Torres (2011), en el manual se establece que es adecuado el uso de semáforos cuando hay poca visibilidad, o peligro para peatones por la complejidad de la intersección; cuando hay afluencia peatonal y vehicular importante, escuelas, y centros de salud; cuando se necesita regular la velocidad de circulación para reducir el impacto a su entorno.

1.2.5 Plan Regulador Urbano y Rural del cantón de Grecia

El plan regular urbano y rural del cantón de Grecia, aprobado por la Municipalidad de Grecia, por la secretaria Leticia Alfaro Alfaro, fue publicado por el diario oficial Alcance número 37 en la Gaceta Número 116, el 16 de junio del 2006. Proporciona información muy importante para todo lo que tiene que ver con el diseño y desarrollo de infraestructura de todo tipo, tanto a nivel urbano como rural del cantón.

1.2.6 Bahías de Autobuses

Las bahías o paradas de autobuses, son espacios paralelos a una ruta que permiten a los autobuses estacionarse temporalmente para carga y descarga de pasajeros, lo que busca es evitar obstrucciones en la vía cada vez que hay un punto de carga y descarga. Al contar con este espacio se permite un flujo libre de los otros vehículos que circulan por la misma vía, así la ruta no pierde su nivel de servicio y además brinda seguridad a los usuarios.

En Costa Rica se trabajan las dimensiones de las bahías bajo el Manual SIECA de Normas para el diseño Geométrico de carreteras. También por decreto del Gobierno de Costa Rica número 116, en el alcance número 37 publicado en la Gaceta, Plan Regulador Urbano y Rural del Cantón de Grecia, se establece una serie de lineamientos para la implementación de éstas:

Las paradas de buses se ubicarán sobre las vías locales. No se permitirá la ubicación de paradas en espacios de recorrido de una misma ruta menores a medio kilómetro. La ubicación de las paradas debe realizarse al menos treinta metros de la cualquier esquina o intersección de vías, para evitar el congestionamiento en intersecciones y factores de riesgo de incidentes o accidentes. Además, no se podrán localizar en zonas destinadas a la carga y descarga de mercadería, ni directamente en la entrada de instituciones como centros de salud o de educación. (Plan regulador urbano y rural del cantón de Grecia, 2006).

Además, se establece que debe contar con caseta para resguardar personas, debe contar con al menos una banca, iluminación, y debe estar construida con materiales livianos y debe ser fácil de limpiar.

Con el fin de conocer las dimensiones propuestas por el Manual SIECA de Normas para el diseño Geométrico de carreteras, éste documento presenta la siguiente tabla de dimensiones:

Figura 13. Dimensiones de Bahías Manual de Diseño Geométrico de Carreteras

Tabla de dimensiones para bahías de autobuses SIECA.

Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Long. Total (m)
Para un bus	9	15	15	3	39
Para un bus	12	15	20	4	47
Para dos buses	9	30	15	3	54
Para dos buses	12	30	20	4	77
Para tres buses	12	45	20	4	77

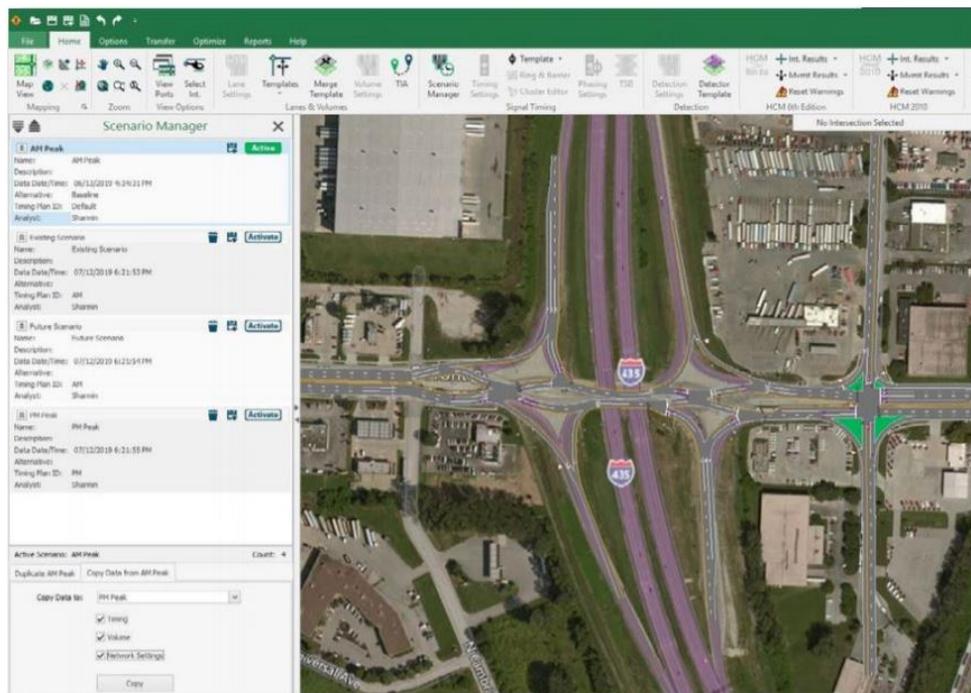
Nota. Tabla de dimensiones para bahías de autobuses, comprende paradas de 1 a 3 autobuses y varía por buses de 9 y de 12 metros. Tomada de: *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras*. [Tabla], (Morales y Torres, 2011).

1.2.7 SYNCHRO

Según la guía de usuario de Synchro Studio 11 de Cubic ITS, Inc. (2019), describe este software como una herramienta de optimización, modelado y simulación de sistemas de tráfico. El programa implementa (UCI) Utilización Intersección Capacidad del 2003, para capacidades de intersecciones. Y también trabaja con el HCM 2000 y también la versión actualizada HCM 2010 que es la base de la normativa SIECA que se utiliza en Costa Rica.

Además, el programa trabaja con SimTraffic que permite hacer micro simulaciones de tráfico y animaciones de circulación de vehículos y peatones. Se trabaja a partir de una entrada de datos que permite hacer modelos basados en las condiciones existentes de la vía que se quiere trabajar, permite hacer análisis de capacidad en intersecciones tanto con semáforo como sin él, se puede hacer optimización de tiempos de fase y longitudes de ciclo, el programa permite además generar diagramas de tiempo espacio y reportes automáticos de salida de información.

Figura 14. Software Synchro 11
 Interfaz del software Synchro 11.



Nota. Captura del software Synchro 11, se aprecia un modelo y la interfaz de trabajo. Tomada de: *traffic technology today: Cubic's Trafficware releases Version 11 of Synchro software suite.* [Captura], Frost. (2019). <https://bit.ly/3Y9E7AC>.

1.2.8 HCM 2010

El manual de capacidad de carreteras, es la traducción de Highway Capacity Manual (HCM), ésta es una actualización de la versión del año 2000. Este libro es una guía que para el análisis de todo tipo de infraestructura vial. Da una serie de pautas y recomendaciones para el diseño y evaluación de todo lo relacionado con tráfico vial, se trabajan capacidades y niveles de servicio. Este manual es la base de las normativas SIECA que son las que rigen en Costa Rica.

CAPÍTULO II

2. Marco Metodológico

2.1 Paradigma, enfoque metodológico y métodos de investigación

Como se ha desarrollado ampliamente en las primeras secciones de éste documento, este es un proyecto de reordenamiento vial para el caso central de Grecia, a partir de esta sección o área de la ruta 118, definida anteriormente, lo que se busca es reducir problemas de congestión vehicular, mayor seguridad para los usuarios y por ende lograr indirectamente un mejor impacto ambiental y económico.

El enfoque metodológico es experimental ya que es una condición controlada que busca replicar un fenómeno concreto, se está trabajando con un momento específico y se da una observación de comportamientos y consecuencias de las variables involucradas.

Para ésta investigación se utiliza la técnica de recolección de datos cuantitativa, ya que se trabaja con conteo de vehículos, dividido por tránsito liviano, tránsito de vehículos pesados y autobuses. Estos datos son fundamentales y el punto de partida para desarrollar la propuesta.

Se debe de seccionar esta etapa de recolección de datos, de tal manera que se realizan los conteos para cada una de las 7 intersecciones, y a su vez cada una de éstas intersecciones debe ser contabilizada en 3 momentos del día.

Una vez recolectada esta información, se desarrolla una serie de cálculos utilizando fórmulas matemáticas para obtener datos necesarios para desarrollar la propuesta en el software propuesto. Synchro 11 necesita como entrada toda ésta información recolectada y calculada para modelar la situación actual y a partir de esta base, ya se trabaja en la propuesta de reordenamiento que mejore las condiciones actuales.

2.2 Categorías de análisis de la investigación

Tabla 4. Variables dependientes e independientes

Tabla de variables dependientes e independientes.

Objetivos Específicos	Variables Independientes	Herramientas por utilizar	Variables Dependientes
Realizar un análisis del estado actual del tramo en estudio, detectando los principales problemas de seguridad vial.	Características físicas de la carretera, señalización vial, estado de los pavimentos, tipos de vehículos que transitan, factores externos.	Normativa SIECA, Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010.	Congestionamiento vial Seguridad vial
Determinar para la situación actual las medidas de efectividad por movimiento vehicular.	El volumen vehicular para cada maniobra en las intersecciones, las señalizaciones, la configuración de maniobras vehiculares en las intersecciones.	Guía para la elaboración de un estudio de impacto funcional y seguridad vial de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito y el Manual de Capacidad de carreteras HCM 2010 y normativa SIECA. Software Synchro 11.	Medidas de efectividad por movimiento vehicular. Nivel de servicio, demoras, longitudes de cola, relación volumen capacidad.
Plantear los datos actuales y modelar una propuesta que contrarreste los problemas detectados, principalmente sobre la ruta 118	Geometría de carretera e intersecciones en estudio, volumen de tráfico, nivel de servicio, factor de hora pico, porcentaje vehículos pesados, señalización vial	Software Synchro 11	Propuesta vial optimizada, con mejor flujo vehicular.
Analizar si es necesario implementar señalización horizontal o vertical de tránsito en las intersecciones más problemáticas.	Intersecciones con problemas importantes de flujo vehicular, seguridad, visibilidad.	Software Synchro 11 y normativa SIECA.	Implementación de semáforos y señalizaciones de tránsito.
Presentar las intersecciones de la propuesta de reordenamiento vial, mediante una esquematización o representación gráfica.	Datos finales de la propuesta de reordenamiento vial	AutoCAD y Civil 3D	Representación gráfica de la propuesta del reordenamiento vial.

Nota. A partir de los objetivos específicos se definen las variables dependientes e independientes.

Fuente propia.

2.3 Población y muestra, técnicas de muestreo

El proyecto se desarrolla basado en el tramo de la ruta 118 indicado anteriormente, esto involucra 3 intersecciones sobre la vía y por lo tanto también, un área de afectación que ésta comprende intersecciones aledañas, éstas son 4, para un total de 7 intersecciones. Al ser una ruta nacional de alto flujo vehicular, se trabaja con una muestra, es decir una parte significativa pero limitada de la población.

De esta muestra de población por cada intersección involucrada, se realiza el conteo de datos que será tabulado y utilizado para el análisis de cada una de las intersecciones, y trabaja como una muestra generalizada pero representativa de las condiciones reales de la ruta.

2.3.1 Sujetos de información

Tabla 5. Sujetos de información

Tabla de sujetos de información.

Nombre	Descripción profesional	Información consultada
Jose María Ulate Zárate	Ingeniero Civil, profesor en la Universidad Latina de Costa Rica.	Tutor del proyecto, consultas generales, documentación, normativas, códigos, desarrollo de cálculos.
Rolando Miranda Villegas	Ingeniero Civil, jefe del departamento de Ingeniería de la Municipalidad de Grecia.	Consultas de generalidades cantonales.
Allan Quesada Vargas	Ingeniero Civil a cargo del departamento de Gestión Vial en la Municipalidad de Grecia.	Consultas de la gestión vial del cantón de Grecia, estudios y documentación
José Pablo Torres	Ingeniero Civil, profesor en la Universidad Latina de Costa Rica.	Información general de documentación, normativas y códigos.

Nota. Profesionales consultados para el desarrollo del proyecto. Fuente propia.

2.3.2 Fuentes de información

En el desarrollo de este proyecto se utiliza una gran cantidad de fuentes de información, normativas que aplican en Costa Rica, y en otros países que también poseen las mismas bases y formas de trabajar, además de libros especializados en la ingeniería vial, proyectos de graduación, otros reordenamientos viales, revistas científicas, publicaciones periodísticas y códigos.

2.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Para la recolección de datos se trabaja bajo el manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la Red Vial Cantonal, creado en el año 2014, por el departamento de dirección y planificación sectorial del MOPT. En el capítulo cuatro de éste manual habla sobre inventarios del flujo vehicular y composición del tránsito.

Según el departamento de dirección y planificación del MOPT (2014) los formularios deben realizarse durante períodos de al menos 3 horas durante el día, en días y momentos representativos de la semana. Para conocer las horas de mayor concentración vehicular, se debe entrevistar a vecinos de la zona. Además, el manual establece:

- El conteo se realiza simultáneamente para los dos sentidos de la vía, las horas dependen del movimiento existente, y debe representar el flujo diario.
- Se debe indicar la hora la que se inicia el conteo e inmediatamente comenzar las anotaciones. Cada tipo de vehículo que transita debe ser contabilizado para obtener el tránsito promedio diario.
- Si el flujo vehicular es muy grande y se llenan los espacios de anotación, entonces se debe reducir el rango de tiempo según lo necesario.
- Si no se tiene contador manual, se recomienda registrar en la hoja cada vehículo equivalente a 1 raya, se deben agrupar cada 4 rayas verticales y una inclinada, contabilizando de cinco en cinco vehículos.

De acuerdo al manual de especificaciones técnicas se debe trabajar con 3 momentos de al menos 3 horas cada uno, por lo que se toma en consideración la sección 1.2.2.7.1 se

habla de las principales horas de congestión en la GAM, entre los días lunes a viernes se dan en la mañana entre las 6 a.m. y las 8 a.m. y en la tarde entre las 4 p.m. y las 7 p.m. Grecia es parte de GAM por lo tanto se toma este dato, y mediante una inspección al sitio se reconoce que esas horas son las más concurridas en esta vía.

Se trabaja entonces con el conteo vehicular de 7 intersecciones, y se define que los conteos se realizan: en la mañana entre las 6:00 a.m. y las 9:00 a.m. otro a medio día entre las 11:00 a.m. y las 2:00 p.m. y en la tarde noche entre las 4:00 p.m. y las 7:00 p.m. En la figura 15 se puede observar la hoja modelo realizada para el conteo de vehículos según las horas.

Obtenidos los resultados, de los conteos vehiculares, se debe de hacer el cálculo de porcentaje de vehículos pesados mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 1.

$$\%Pesados = \left(\frac{\text{Vehículos pesados} + \text{Autobuses}}{\text{Volumen total de hora pico}} \right) * 100$$

Además, se realiza el cálculo del factor de hora pico (FHP), este valor se calcula con la siguiente fórmula:

Fórmula 2.

$$FHP = \frac{\text{Volumen de hora pico de vehículos}}{4 * (\text{Tasa de flujo equivalente en automóviles en 15 minutos})}$$

Con estos datos calculados para cada sección, se crea el modelo en el software Synchro 11, y se ingresan los datos, de ésta manera con ayuda del programa, se recrea la situación actual de la vía, para obtener otros datos relevantes, que permiten ahora sí comenzar a ajustar y optimizar el flujo vial.

Figura 15. Machote para conteo vehicular

Hoja machote para conteo vehicular

Conteo Vehicular Intersección: _____ Nombre: _____ Hoja: _____

Maniobra																		
Hora	Liviano	Autobus	Pesado															
6:00																		
6:15																		
6:30																		
6:45																		
7:00																		
7:15																		
7:30																		
7:45																		
8:00																		
8:15																		
8:30																		
8:45																		

Nota. Hoja machote para conteo manual vehicular, se debe rellenar la información de acuerdo a la intersección en desarrollo. Fuente propia.

2.5 Técnicas e instrumentación para el procesamiento y análisis de los datos

Al completar toda la información de conteos de intersecciones, se ingresan los datos en tablas de Excel, divididas en 12 distintos tipos de movimiento para cada intersección, nombrados desde V1 hasta V12, que se describen en la tabla 6. En el caso de que una intersección no tenga las 12 maniobras, solamente se toman en cuenta los movimientos que aplican para ésta.

Tabla 6. Maniobras en intersecciones

Guía de maniobras para las intersecciones

Maniobra	Dirección de movimiento
V1	Oeste – Norte
V2	Oeste – Este
V3	Oeste – Sur
V4	Este – Sur
V5	Este – Oeste
V6	Este – Norte
V7	Sur – Oeste
V8	Sur – Norte
V9	Sur – Este
V10	Norte – Este
V11	Norte – Sur
V12	Norte – Oeste

Nota. De esta guía se debe verificar que tipo de intersección es para cada una, generalmente no se presentan todos los movimientos en una misma intersección. Fuente propia.

Una vez ingresados los datos, se debe identificar cual es la hora de mayor volumen vehicular, para cada uno de los momentos de conteo realizados (mañana, medio día, noche). Con la ayuda de estas hojas de cálculo de Excel, se realizan los cálculos mencionados en la sección 2.4. que incluye el porcentaje de pesados y también el valor de FHP, se replica rápidamente el cálculo de los conteos en los tres momentos del día. Y ya con ésta información se procede a trabajar con el software Synchro 11.

En Synchro 11, se debe modelar la condición actual del tramo en estudio, para conocer datos de longitud de cola, demoras, relación de capacidad volumen, el nivel de servicio, entre otros parámetros; éstos sirven como punto de comparación para la propuesta de reordenamiento final, evidenciando una mejora de la condición actual.

Finalmente, con la propuesta de reordenamiento definitivo, se hace una proyección a 10 años para conocer el comportamiento que el reordenamiento tendría a futuro.

CAPÍTULO III

3. Análisis de resultados

3.1 Gestión de conteos manuales

Se realiza el conteo manual en las 7 intersecciones planteadas, según lo descrito en la sección 2.4. Por temas de optimización en los conteos, se plantea un sistema en el que los volúmenes de algunas maniobras pueden ser calculadas, a partir del conteo de otras maniobras en las intersecciones adyacentes, como se puede apreciar en la figura 15. Las maniobras, están marcadas con flechas azules y rojas, en donde las azules representan volúmenes vehiculares que se pueden calcular, y las rojas son volúmenes que se deben contabilizar.

Figura 16. Intersecciones y distribución de conteos manuales

Intersecciones de la red y sus maniobras en la condición actual



Nota. Las maniobras se representan con las flechas rojas y azules para cada una de las intersecciones en la condición actual. Adaptada de: [Grecia, Alajuela, Costa Rica], Google. (s.f.), <https://bit.ly/3EC53Bs>. Todos los derechos reservados 2023 por Google. Adaptado con permiso del autor.

Tabla 7. Maniobras que se deben contabilizar

Cantidad de maniobras que se deben contabilizar por intersección

Intersección	Cantidad a contar	Maniobras
1	11	V1,V2,V3,V4,V5,V6,V7,V8,V9,V10,V12
2	5	V1,V2,V3,V9,V10
3	4	V4,V6,V8,V11
4	5	V4,V6,V8,V11,V12
5	6	V4,V6,V7,V9,V10,V12
6	4	V5,V6,V7,V9
7	2	V2,V6

Nota. Cantidad de maniobras que se deben contabilizar para cada una de las 7 intersecciones. Fuente propia.

Tabla 8. Maniobras que se pueden calcular

Formulación para el cálculo de maniobras

Intersección	A calcular	Formulación
1	V11 (1)	$V11(2)+V3(2)-V12(1)-V10(1)$
2	V8 (2)	$V1(1)+V6(1)+V8(1)-V9(2)$
2	V11 (2)	$V11(3)+V4(3)-V10(2)$
3	V5 (3)	$V5(6)+V7(6)-V4(3)-V6(3)$
3	V7 (3)	$V8(2)+V1(2)-V8(3)$
3	V12 (3)	$V4(4)+V11(4)-V11(3)$
4	V5 (4)	$V5(5)+V7(5)+V12(5)-V4(4)-V6(4)$
4	V7 (4)	$V8(3)+V6(3)-V8(4)$
5	V8 (5)	$V8(6)+V6(6)-V7(5)-V9(5)$
6	V8 (6)	$V1(7)+V6(7)-V7(6)-V9(6)$
7	V1 (7)	$V2(2)+V9(2)+V10(2)-V2(7)$

Nota. Para algunas intersecciones se pueden calcular varias maniobras, el número entre paréntesis hace referencia al número de intersección. Fuente propia.

Con la información obtenida según la tabla 7 se realiza el cálculo de las maniobras descritas en la tabla 8. Y finalmente se obtienen todas las maniobras para cada una de las 7 intersecciones.

Figura 17. Intersección 1, Maniobras V1, V2, V3

Tabla de datos de intersección 1 para las maniobras V1, V2, V3

V1					V2					V3				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	13	0	1	14	6:00 a 6:15	0	0	0	0	6:00 a 6:15	16	1	0	17
6:15 a 6:30	18	0	0	18	6:15 a 6:30	0	0	0	0	6:15 a 6:30	18	0	0	18
6:30 a 6:45	14	0	2	16	6:30 a 6:45	0	0	0	0	6:30 a 6:45	20	2	2	24
6:45 a 7:00	22	0	3	25	6:45 a 7:00	3	0	0	3	6:45 a 7:00	21	1	1	23
7:00 a 7:15	16	0	4	20	7:00 a 7:15	1	0	0	1	7:00 a 7:15	29	3	3	35
7:15 a 7:30	18	0	3	21	7:15 a 7:30	2	0	0	2	7:15 a 7:30	24	2	0	26
7:30 a 7:45	13	0	4	17	7:30 a 7:45	1	0	0	1	7:30 a 7:45	19	1	2	22
7:45 a 8:00	15	0	2	17	7:45 a 8:00	2	0	0	2	7:45 a 8:00	24	0	3	27
8:00 a 8:15	12	0	4	16	8:00 a 8:15	0	0	0	0	8:00 a 8:15	23	1	1	25
8:15 a 8:30	23	0	1	24	8:15 a 8:30	1	0	0	1	8:15 a 8:30	38	0	3	41
8:30 a 8:45	16	0	2	18	8:30 a 8:45	0	0	0	0	8:30 a 8:45	34	2	1	37
8:45 a 9:00	25	0	2	27	8:45 a 9:00	1	0	0	1	8:45 a 9:00	31	2	1	34
11:00 a 11:15	10	0	1	11	11:00 a 11:15	0	0	0	0	11:00 a 11:15	21	1	0	22
11:15 a 11:30	14	0	0	14	11:15 a 11:30	1	0	0	1	11:15 a 11:30	14	0	0	14
11:30 a 11:45	11	0	2	13	11:30 a 11:45	0	0	0	0	11:30 a 11:45	16	2	2	19
11:45 a 12:00	17	0	3	20	11:45 a 12:00	0	0	0	0	11:45 a 12:00	17	1	1	18
12:00 a 12:15	24	0	3	27	12:00 a 12:15	3	0	0	3	12:00 a 12:15	31	2	2	36
12:15 a 12:30	15	0	2	17	12:15 a 12:30	2	0	0	2	12:15 a 12:30	27	2	0	29
12:30 a 12:45	13	0	3	16	12:30 a 12:45	1	0	0	1	12:30 a 12:45	23	1	2	25
12:45 a 13:00	20	0	2	22	12:45 a 13:00	2	0	0	2	12:45 a 13:00	18	0	2	20
13:00 a 13:15	18	0	3	21	13:00 a 13:15	0	0	0	0	13:00 a 13:15	20	1	1	22
13:15 a 13:30	18	0	1	19	13:15 a 13:30	1	0	0	1	13:15 a 13:30	22	0	2	24
13:30 a 13:45	13	0	2	15	13:30 a 13:45	2	0	0	2	13:30 a 13:45	18	2	1	20
13:45 a 14:00	20	0	2	22	13:45 a 14:00	1	0	0	1	13:45 a 14:00	24	1	1	26
16:00 a 16:15	22	0	6	28	16:00 a 16:15	1	0	0	1	16:00 a 16:15	41	2	1	44
16:15 a 16:30	21	0	6	27	16:15 a 16:30	0	0	0	0	16:15 a 16:30	33	0	1	34
16:30 a 16:45	20	0	4	24	16:30 a 16:45	0	0	0	0	16:30 a 16:45	37	0	3	40
16:45 a 17:00	23	0	3	26	16:45 a 17:00	1	0	0	1	16:45 a 17:00	34	0	4	38
17:00 a 17:15	30	0	4	34	17:00 a 17:15	0	0	0	0	16:45 a 17:00	62	1	2	65
17:15 a 17:30	32	0	7	39	17:15 a 17:30	1	0	0	1	17:15 a 17:30	68	1	3	72
17:30 a 17:45	27	0	3	30	17:30 a 17:45	2	0	0	2	17:30 a 17:45	58	2	1	61
17:45 a 18:00	29	0	2	31	17:45 a 18:00	0	0	0	0	17:45 a 18:00	37	2	0	39
18:00 a 18:15	37	0	2	39	18:00 a 18:15	0	0	0	0	18:00 a 18:15	47	1	2	50
18:15 a 18:30	34	0	4	38	18:15 a 18:30	1	0	0	1	18:15 a 18:30	65	1	3	69
18:30 a 18:45	28	0	3	31	18:30 a 18:45	1	0	0	1	18:30 a 18:45	57	2	3	62
18:45 a 19:00	36	0	1	37	18:45 a 19:00	0	0	0	0	18:45 a 19:00	51	1	1	53

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 1. Fuente propia

Figura 18. Intersección 1, Maniobras V4, V5, V6

Tabla de datos de intersección 1 para las maniobras V4, V5, V6

V4					V5					V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	2	0	0	2	6:00 a 6:15	0	0	0	0	6:00 a 6:15	1	0	0	1
6:15 a 6:30	1	0	0	1	6:15 a 6:30	0	0	0	0	6:15 a 6:30	0	0	0	0
6:30 a 6:45	0	0	0	0	6:30 a 6:45	1	0	0	1	6:30 a 6:45	2	0	0	2
6:45 a 7:00	3	0	0	3	6:45 a 7:00	4	0	0	4	6:45 a 7:00	3	0	0	3
7:00 a 7:15	1	0	0	1	7:00 a 7:15	1	0	0	1	7:00 a 7:15	2	0	0	2
7:15 a 7:30	1	0	0	1	7:15 a 7:30	2	0	0	2	7:15 a 7:30	1	0	0	1
7:30 a 7:45	2	0	0	2	7:30 a 7:45	0	0	0	0	7:30 a 7:45	4	0	0	4
7:45 a 8:00	2	0	0	2	7:45 a 8:00	1	0	0	1	7:45 a 8:00	0	0	0	0
8:00 a 8:15	3	0	0	3	8:00 a 8:15	2	0	0	2	8:00 a 8:15	0	0	0	0
8:15 a 8:30	0	0	0	0	8:15 a 8:30	1	0	0	1	8:15 a 8:30	1	0	0	1
8:30 a 8:45	1	0	0	1	8:30 a 8:45	0	0	0	0	8:30 a 8:45	1	0	0	1
8:45 a 9:00	0	0	0	0	8:45 a 9:00	1	0	0	1	8:45 a 9:00	2	0	0	2
11:00 a 11:15	0	0	0	0	11:00 a 11:15	0	0	0	0	11:00 a 11:15	1	0	0	1
11:15 a 11:30	1	0	0	1	11:15 a 11:30	1	0	0	1	11:15 a 11:30	0	0	0	0
11:30 a 11:45	0	0	0	0	11:30 a 11:45	0	0	0	0	11:30 a 11:45	0	0	0	0
11:45 a 12:00	2	0	0	2	11:45 a 12:00	0	0	0	0	11:45 a 12:00	2	0	0	2
12:00 a 12:15	1	0	0	1	12:00 a 12:15	1	0	0	1	12:00 a 12:15	2	0	0	2
12:15 a 12:30	1	0	0	1	12:15 a 12:30	2	0	0	2	12:15 a 12:30	0	0	0	0
12:30 a 12:45	2	0	0	2	12:30 a 12:45	0	0	0	0	12:30 a 12:45	1	0	0	1
12:45 a 13:00	2	0	0	2	12:45 a 13:00	1	0	0	1	12:45 a 13:00	2	0	0	2
13:00 a 13:15	1	0	0	1	13:00 a 13:15	0	0	0	0	13:00 a 13:15	0	0	0	0
13:15 a 13:30	0	0	0	0	13:15 a 13:30	1	0	0	1	13:15 a 13:30	1	0	0	1
13:30 a 13:45	1	0	0	1	13:30 a 13:45	0	0	0	0	13:30 a 13:45	0	0	0	0
13:45 a 14:00	0	0	0	0	13:45 a 14:00	0	0	0	0	13:45 a 14:00	1	0	0	1
16:00 a 16:15	2	0	0	2	16:00 a 16:15	0	0	0	0	16:00 a 16:15	1	0	0	1
16:15 a 16:30	2	0	0	2	16:15 a 16:30	0	0	0	0	16:15 a 16:30	0	0	0	0
16:30 a 16:45	0	0	0	0	16:30 a 16:45	0	0	0	0	16:30 a 16:45	1	0	0	1
16:45 a 17:00	0	0	0	0	16:45 a 17:00	0	0	0	0	16:45 a 17:00	3	0	0	3
17:00 a 17:15	1	0	0	1	17:00 a 17:15	0	0	0	0	17:00 a 17:15	4	0	0	4
17:15 a 17:30	1	0	0	1	17:15 a 17:30	1	0	0	1	17:15 a 17:30	1	0	0	1
17:30 a 17:45	2	0	0	2	17:30 a 17:45	0	0	0	0	17:30 a 17:45	3	0	0	3
17:45 a 18:00	0	0	0	0	17:45 a 18:00	1	0	0	1	17:45 a 18:00	3	0	0	3
18:00 a 18:15	1	0	0	1	18:00 a 18:15	0	0	0	0	18:00 a 18:15	3	0	0	3
18:15 a 18:30	0	0	0	0	18:15 a 18:30	0	0	0	0	18:15 a 18:30	0	0	0	0
18:30 a 18:45	0	0	0	0	18:30 a 18:45	0	0	0	0	18:30 a 18:45	2	0	0	2
18:45 a 19:00	1	0	0	1	18:45 a 19:00	0	0	0	0	18:45 a 19:00	0	0	0	0

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 1. Fuente propia.

Figura 19. Intersección 1, Maniobras V7, V8, V9

Tabla de datos de intersección 1 para las maniobras V7, V8, V9

V7					V8					V9				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	17	0	0	17	6:00 a 6:15	64	0	2	66	6:00 a 6:15	0	0	0	0
6:15 a 6:30	20	0	0	20	6:15 a 6:30	61	5	4	70	6:15 a 6:30	1	0	0	1
6:30 a 6:45	26	0	0	26	6:30 a 6:45	72	3	4	79	6:30 a 6:45	0	0	0	0
6:45 a 7:00	27	0	0	27	6:45 a 7:00	106	2	1	109	6:45 a 7:00	1	0	0	1
7:00 a 7:15	25	0	1	26	7:00 a 7:15	92	3	4	99	7:00 a 7:15	0	0	0	0
7:15 a 7:30	23	0	1	24	7:15 a 7:30	95	0	1	96	7:15 a 7:30	2	0	0	2
7:30 a 7:45	32	0	3	35	7:30 a 7:45	93	4	3	100	7:30 a 7:45	0	0	0	0
7:45 a 8:00	27	0	3	30	7:45 a 8:00	90	3	8	101	7:45 a 8:00	2	0	0	2
8:00 a 8:15	26	0	2	28	8:00 a 8:15	92	2	12	106	8:00 a 8:15	0	0	1	1
8:15 a 8:30	30	0	1	31	8:15 a 8:30	103	3	5	111	8:15 a 8:30	1	0	0	1
8:30 a 8:45	23	0	1	24	8:30 a 8:45	98	0	7	105	8:30 a 8:45	0	0	0	0
8:45 a 9:00	30	0	3	33	8:45 a 9:00	91	2	7	100	8:45 a 9:00	1	0	0	1
11:00 a 11:15	14	0	0	14	11:00 a 11:15	51	0	2	53	11:00 a 11:15	0	0	0	0
11:15 a 11:30	16	0	0	16	11:15 a 11:30	49	4	3	56	11:15 a 11:30	1	0	0	0,8
11:30 a 11:45	27	0	0	27	11:30 a 11:45	67	2	3	73	11:30 a 11:45	1	0	0	1
11:45 a 12:00	28	0	1	29	11:45 a 12:00	71	2	1	73	11:45 a 12:00	2	0	0	2
12:00 a 12:15	24	0	2	26	12:00 a 12:15	75	2	4	81	12:00 a 12:15	1	0	0	1
12:15 a 12:30	22	0	1	23	12:15 a 12:30	70	0	1	71	12:15 a 12:30	3	0	0	3
12:30 a 12:45	19	0	1	20	12:30 a 12:45	73	3	2	79	12:30 a 12:45	1	0	0	1
12:45 a 13:00	22	0	2	24	12:45 a 13:00	72	2	3	77	12:45 a 13:00	2	0	0	2
13:00 a 13:15	28	0	1	29	13:00 a 13:15	74	2	10	85	13:00 a 13:15	0	0	1	1
13:15 a 13:30	18	0	1	19	13:15 a 13:30	82	2	4	89	13:15 a 13:30	1	0	0	1
13:30 a 13:45	24	0	1	25	13:30 a 13:45	78	0	6	84	13:30 a 13:45	0	0	0	0
13:45 a 14:00	22	0	2	24	13:45 a 14:00	73	2	6	80	13:45 a 14:00	1	0	0	1
16:00 a 16:15	28	0	1	29	16:00 a 16:15	135	1	5	141	16:00 a 16:15	2	0	0	2
16:15 a 16:30	36	0	1	37	16:15 a 16:30	109	2	3	114	16:15 a 16:30	2	0	0	2
16:30 a 16:45	31	0	0	31	16:30 a 16:45	136	1	6	143	16:30 a 16:45	0	0	0	0
16:45 a 17:00	32	0	2	34	16:45 a 17:00	138	2	8	148	16:45 a 17:00	1	0	0	1
17:00 a 17:15	28	0	0	28	17:00 a 17:15	123	1	3	127	17:00 a 17:15	5	0	0	5
17:15 a 17:30	35	0	1	36	17:15 a 17:30	141	3	3	147	17:15 a 17:30	4	0	0	4
17:30 a 17:45	28	0	0	28	17:30 a 17:45	148	6	7	161	17:30 a 17:45	4	0	0	4
17:45 a 18:00	49	0	0	49	17:45 a 18:00	167	3	4	174	17:45 a 18:00	1	0	0	1
18:00 a 18:15	29	0	2	31	18:00 a 18:15	126	1	3	130	18:00 a 18:15	0	0	0	0
18:15 a 18:30	33	0	1	34	18:15 a 18:30	117	3	4	124	18:15 a 18:30	0	0	0	0
18:30 a 18:45	22	0	2	24	18:30 a 18:45	122	2	3	127	18:30 a 18:45	0	0	0	0
18:45 a 19:00	30	0	1	31	18:45 a 19:00	100	4	2	106	18:45 a 19:00	0	0	0	0

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 1. Fuente propia.

Figura 20. Intersección 1, Maniobras V10, V11, V12

Tabla de datos de intersección 1 para las maniobras V10, V11, V12

Hora	V10				Hora	V11				Hora	V12			
	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	1	0	0	1	6:00 a 6:15	62	0	11	73	6:00 a 6:15	11	0	0	11
6:15 a 6:30	0	0	0	0	6:15 a 6:30	84	0	0	84	6:15 a 6:30	10	0	3	13
6:30 a 6:45	0	0	0	0	6:30 a 6:45	81	1	3	85	6:30 a 6:45	11	0	1	12
6:45 a 7:00	1	0	0	1	6:45 a 7:00	85	5	1	91	6:45 a 7:00	20	0	2	22
7:00 a 7:15	2	0	0	2	7:00 a 7:15	105	1	1	107	7:00 a 7:15	12	0	2	14
7:15 a 7:30	4	0	0	4	7:15 a 7:30	81	0	0	81	7:15 a 7:30	24	0	1	25
7:30 a 7:45	1	0	0	1	7:30 a 7:45	90	1	7	98	7:30 a 7:45	21	1	1	23
7:45 a 8:00	5	0	0	5	7:45 a 8:00	78	1	3	82	7:45 a 8:00	19	1	2	22
8:00 a 8:15	3	0	0	3	8:00 a 8:15	86	1	8	95	8:00 a 8:15	20	1	2	23
8:15 a 8:30	4	0	0	4	8:15 a 8:30	79	0	5	84	8:15 a 8:30	19	0	6	25
8:30 a 8:45	3	0	0	3	8:30 a 8:45	85	0	1	86	8:30 a 8:45	17	2	4	23
8:45 a 9:00	2	0	0	2	8:45 a 9:00	79	0	0	79	8:45 a 9:00	18	0	5	23
11:00 a 11:15	1	0	0	1	11:00 a 11:15	50	0	9	58	11:00 a 11:15	9	0	0	9
11:15 a 11:30	0	0	0	0	11:15 a 11:30	67	0	1	69	11:15 a 11:30	8	0	1	9
11:30 a 11:45	0	0	0	0	11:30 a 11:45	67	1	2	70	11:30 a 11:45	7	0	1	8
11:45 a 12:00	1	0	0	1	11:45 a 12:00	75	4	0	79	11:45 a 12:00	14	0	2	16
12:00 a 12:15	2	0	0	2	12:00 a 12:15	75	1	3	80	12:00 a 12:15	19	0	1	20
12:15 a 12:30	2	0	0	2	12:15 a 12:30	68	0	2	70	12:15 a 12:30	12	0	1	13
12:30 a 12:45	1	0	0	1	12:30 a 12:45	69	0	4	74	12:30 a 12:45	16	1	2	19
12:45 a 13:00	3	0	0	3	12:45 a 13:00	77	0	4	81	12:45 a 13:00	9	1	2	12
13:00 a 13:15	1	0	0	1	13:00 a 13:15	66	1	2	69	13:00 a 13:15	16	1	3	20
13:15 a 13:30	3	0	0	3	13:15 a 13:30	67	0	4	71	13:15 a 13:30	12	0	3	15
13:30 a 13:45	2	0	0	2	13:30 a 13:45	66	0	3	69	13:30 a 13:45	11	2	2	15
13:45 a 14:00	2	0	0	2	13:45 a 14:00	57	0	0	57	13:45 a 14:00	9	0	3	12
16:00 a 16:15	1	0	0	1	16:00 a 16:15	71	0	3	74	16:00 a 16:15	29	0	3	32
16:15 a 16:30	2	0	0	2	16:15 a 16:30	84	0	5	89	16:15 a 16:30	23	0	1	24
16:30 a 16:45	1	0	0	1	16:30 a 16:45	78	0	1	79	16:30 a 16:45	24	0	5	29
16:45 a 17:00	1	0	0	1	16:45 a 17:00	94	2	2	98	16:45 a 17:00	26	0	6	32
17:00 a 17:15	1	0	0	1	17:00 a 17:15	125	1	1	127	17:00 a 17:15	29	0	4	33
17:15 a 17:30	1	0	0	1	17:15 a 17:30	143	0	6	149	17:15 a 17:30	33	1	0	34
17:30 a 17:45	0	0	0	0	17:30 a 17:45	99	1	4	104	17:30 a 17:45	27	0	0	27
17:45 a 18:00	0	0	0	0	17:45 a 18:00	75	1	2	78	17:45 a 18:00	36	0	2	38
18:00 a 18:15	1	0	0	1	18:00 a 18:15	103	0	3	106	18:00 a 18:15	27	0	0	27
18:15 a 18:30	0	0	0	0	18:15 a 18:30	80	1	3	84	18:15 a 18:30	33	0	0	33
18:30 a 18:45	0	0	0	0	18:30 a 18:45	61	1	5	67	18:30 a 18:45	43	0	0	43
18:45 a 19:00	1	0	0	1	18:45 a 19:00	87	1	5	93	18:45 a 19:00	22	0	0	22

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 1. Fuente propia.

Figura 21. Intersección 2, Maniobras V1, V2, V3

Tabla de datos de intersección 2 para las maniobras V1, V2, V3

V1					V2					V3				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	6	0	0	6	6:00 a 6:15	29	2	0	31	6:00 a 6:15	42	0	0	42
6:15 a 6:30	8	0	1	9	6:15 a 6:30	43	0	1	44	6:15 a 6:30	55	0	0	55
6:30 a 6:45	7	0	0	7	6:30 a 6:45	49	3	0	52	6:30 a 6:45	52	1	0	53
6:45 a 7:00	13	0	0	13	6:45 a 7:00	53	0	2	55	6:45 a 7:00	58	1	1	60
7:00 a 7:15	7	0	2	9	7:00 a 7:15	60	3	2	65	7:00 a 7:15	67	1	0	68
7:15 a 7:30	11	0	0	11	7:15 a 7:30	51	1	0	52	7:15 a 7:30	59	0	0	59
7:30 a 7:45	9	0	0	9	7:30 a 7:45	57	2	2	61	7:30 a 7:45	68	1	3	72
7:45 a 8:00	8	0	0	8	7:45 a 8:00	43	3	1	47	7:45 a 8:00	55	1	2	58
8:00 a 8:15	9	0	0	9	8:00 a 8:15	45	3	2	50	8:00 a 8:15	68	2	6	76
8:15 a 8:30	7	0	0	7	8:15 a 8:30	43	3	2	48	8:15 a 8:30	54	0	6	60
8:30 a 8:45	12	0	0	12	8:30 a 8:45	48	1	3	52	8:30 a 8:45	58	2	3	63
8:45 a 9:00	14	1	0	15	8:45 a 9:00	56	2	5	63	8:45 a 9:00	46	0	4	50
11:00 a 11:15	5	0	0	5	11:00 a 11:15	23	2	0	25	11:00 a 11:15	34	0	0	34
11:15 a 11:30	6	0	1	7	11:15 a 11:30	34	0	1	35	11:15 a 11:30	44	0	0	44
11:30 a 11:45	1	0	0	1	11:30 a 11:45	25	2	0	27	11:30 a 11:45	42	1	0	42
11:45 a 12:00	10	0	0	10	11:45 a 12:00	31	0	1	32	11:45 a 12:00	46	1	1	48
12:00 a 12:15	6	0	2	8	12:00 a 12:15	32	2	2	36	12:00 a 12:15	54	1	1	55
12:15 a 12:30	4	0	0	4	12:15 a 12:30	38	1	0	39	12:15 a 12:30	47	0	0	47
12:30 a 12:45	7	0	0	7	12:30 a 12:45	46	2	2	49	12:30 a 12:45	47	1	2	50
12:45 a 13:00	3	0	0	3	12:45 a 13:00	34	2	0	37	12:45 a 13:00	52	1	4	57
13:00 a 13:15	2	0	0	2	13:00 a 13:15	29	2	1	32	13:00 a 13:15	49	2	2	53
13:15 a 13:30	2	0	0	2	13:15 a 13:30	30	2	0	32	13:15 a 13:30	43	0	3	46
13:30 a 13:45	3	0	0	3	13:30 a 13:45	28	1	1	30	13:30 a 13:45	46	2	2	50
13:45 a 14:00	4	1	0	5	13:45 a 14:00	25	2	2	29	13:45 a 14:00	37	0	2	39
16:00 a 16:15	12	0	0	12	16:00 a 16:15	53	2	1	56	16:00 a 16:15	63	0	1	64
16:15 a 16:30	6	0	1	7	16:15 a 16:30	51	2	3	56	16:15 a 16:30	59	0	2	61
16:30 a 16:45	6	0	0	6	16:30 a 16:45	62	2	4	68	16:30 a 16:45	59	0	3	62
16:45 a 17:00	3	0	0	3	16:45 a 17:00	55	2	2	59	16:45 a 17:00	64	1	2	67
17:00 a 17:15	7	0	0	7	17:00 a 17:15	63	1	1	65	17:00 a 17:15	65	1	2	68
17:15 a 17:30	5	0	1	6	17:15 a 17:30	78	1	5	84	17:15 a 17:30	98	0	4	102
17:30 a 17:45	11	0	1	12	17:30 a 17:45	83	3	2	88	17:30 a 17:45	89	1	4	94
17:45 a 18:00	4	0	0	4	17:45 a 18:00	59	3	1	63	17:45 a 18:00	55	1	2	58
18:00 a 18:15	8	0	0	8	18:00 a 18:15	62	2	3	67	18:00 a 18:15	64	0	2	66
18:15 a 18:30	6	0	0	6	18:15 a 18:30	57	1	2	60	18:15 a 18:30	57	1	1	59
18:30 a 18:45	4	0	0	4	18:30 a 18:45	51	3	2	56	18:30 a 18:45	51	0	4	55
18:45 a 19:00	7	0	0	7	18:45 a 19:00	46	1	1	48	18:45 a 19:00	62	1	3	66

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 2. Fuente propia.

Figura 22. Intersección 2, Maniobras V8, V9, V10, V11

Tabla de datos de intersección 2 para las maniobras V8, V9, V10, V11

V8					V9					V10					V11				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	61	0	3	64	6:00 a 6:15	17	0	0	17	6:00 a 6:15	1	0	0	1	6:00 a 6:15	32	0	11	43
6:15 a 6:30	50	5	2	57	6:15 a 6:30	29	0	2	31	6:15 a 6:30	0	0	0	0	6:15 a 6:30	39	0	3	42
6:30 a 6:45	43	3	1	47	6:30 a 6:45	45	0	5	50	6:30 a 6:45	1	0	0	1	6:30 a 6:45	40	0	4	44
6:45 a 7:00	76	2	1	79	6:45 a 7:00	55	0	3	58	6:45 a 7:00	1	0	0	1	6:45 a 7:00	48	4	2	54
7:00 a 7:15	57	3	2	62	7:00 a 7:15	53	0	6	59	7:00 a 7:15	4	0	1	5	7:00 a 7:15	52	0	3	55
7:15 a 7:30	72	0	3	75	7:15 a 7:30	42	0	1	43	7:15 a 7:30	1	0	0	1	7:15 a 7:30	50	0	1	51
7:30 a 7:45	62	4	3	69	7:30 a 7:45	48	0	4	52	7:30 a 7:45	3	0	0	3	7:30 a 7:45	44	1	5	50
7:45 a 8:00	54	3	7	64	7:45 a 8:00	51	0	3	54	7:45 a 8:00	1	0	0	1	7:45 a 8:00	47	1	3	51
8:00 a 8:15	61	2	11	74	8:00 a 8:15	43	0	5	48	8:00 a 8:15	3	0	0	3	8:00 a 8:15	41	0	4	45
8:15 a 8:30	87	3	0	90	8:15 a 8:30	40	0	6	46	8:15 a 8:30	3	0	0	3	8:15 a 8:30	48	0	5	53
8:30 a 8:45	68	0	5	73	8:30 a 8:45	47	0	4	51	8:30 a 8:45	2	0	0	2	8:30 a 8:45	47	0	2	49
8:45 a 9:00	74	2	1	77	8:45 a 9:00	44	0	8	52	8:45 a 9:00	0	0	0	0	8:45 a 9:00	53	0	1	54
11:00 a 11:15	48	0	2	51	11:00 a 11:15	14	0	0	14	11:00 a 11:15	1	0	0	1	11:00 a 11:15	26	0	9	34
11:15 a 11:30	40	4	2	45	11:15 a 11:30	23	0	2	25	11:15 a 11:30	0	0	0	0	11:15 a 11:30	31	0	2	34
11:30 a 11:45	42	2	1	45	11:30 a 11:45	36	0	4	40	11:30 a 11:45	1	0	0	1	11:30 a 11:45	32	0	3	35
11:45 a 12:00	52	2	1	54	11:45 a 12:00	38	0	3	41	11:45 a 12:00	1	0	0	1	11:45 a 12:00	43	3	1	48
12:00 a 12:15	65	2	2	70	12:00 a 12:15	36	0	5	41	12:00 a 12:15	2	0	1	3	12:00 a 12:15	42	0	3	46
12:15 a 12:30	52	0	2	54	12:15 a 12:30	33	0	1	34	12:15 a 12:30	2	0	0	2	12:15 a 12:30	35	0	3	38
12:30 a 12:45	50	3	2	55	12:30 a 12:45	37	0	3	40	12:30 a 12:45	1	0	0	1	12:30 a 12:45	39	0	4	43
12:45 a 13:00	49	2	2	54	12:45 a 13:00	45	0	2	47	12:45 a 13:00	3	0	0	3	12:45 a 13:00	37	0	2	39
13:00 a 13:15	58	2	9	68	13:00 a 13:15	34	0	4	38	13:00 a 13:15	1	0	0	1	13:00 a 13:15	34	0	3	37
13:15 a 13:30	69	2	0	72	13:15 a 13:30	32	0	5	37	13:15 a 13:30	0	0	0	0	13:15 a 13:30	39	0	4	43
13:30 a 13:45	58	0	4	62	13:30 a 13:45	33	0	3	36	13:30 a 13:45	1	0	0	1	13:30 a 13:45	33	0	3	36
13:45 a 14:00	64	2	1	66	13:45 a 14:00	30	0	6	36	13:45 a 14:00	0	0	0	0	13:45 a 14:00	31	0	1	31
16:00 a 16:15	102	1	5	108	16:00 a 16:15	56	0	6	62	16:00 a 16:15	10	0	1	11	16:00 a 16:15	38	0	5	43
16:15 a 16:30	65	1	3	69	16:15 a 16:30	65	1	6	72	16:15 a 16:30	6	0	0	6	16:15 a 16:30	50	0	4	54
16:30 a 16:45	90	0	2	92	16:30 a 16:45	67	2	8	77	16:30 a 16:45	0	0	0	0	16:30 a 16:45	44	0	3	47
16:45 a 17:00	93	2	6	101	16:45 a 17:00	71	0	5	76	16:45 a 17:00	5	0	0	5	16:45 a 17:00	57	1	6	64
17:00 a 17:15	93	1	2	96	17:00 a 17:15	64	0	5	69	17:00 a 17:15	3	0	0	3	17:00 a 17:15	90	0	3	93
17:15 a 17:30	74	2	8	84	17:15 a 17:30	100	1	2	103	17:15 a 17:30	4	0	0	4	17:15 a 17:30	79	1	2	82
17:30 a 17:45	89	5	5	99	17:30 a 17:45	89	1	5	95	17:30 a 17:45	0	0	0	0	17:30 a 17:45	37	0	0	37
17:45 a 18:00	130	3	2	135	17:45 a 18:00	69	0	4	73	17:45 a 18:00	3	0	0	3	17:45 a 18:00	56	0	2	58
18:00 a 18:15	88	1	2	91	18:00 a 18:15	78	0	3	81	18:00 a 18:15	0	0	0	0	18:00 a 18:15	67	0	1	68
18:15 a 18:30	79	2	1	82	18:15 a 18:30	72	1	7	80	18:15 a 18:30	2	0	0	2	18:15 a 18:30	56	0	2	58
18:30 a 18:45	81	2	1	84	18:30 a 18:45	71	0	5	76	18:30 a 18:45	4	0	0	4	18:30 a 18:45	53	1	1	55
18:45 a 19:00	68	3	0	71	18:45 a 19:00	68	1	3	72	18:45 a 19:00	1	0	0	1	18:45 a 19:00	48	0	2	50

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 2. Fuente propia.

Figura 23. Intersección 3, Maniobras V4, V5, V6

Tabla de datos de intersección 3 para las maniobras V4, V5, V6

V4					V5					V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	8	0	1	9	6:00 a 6:15	4	0	0	4	6:00 a 6:15	1	0	0	1
6:15 a 6:30	12	0	0	12	6:15 a 6:30	1	0	0	1	6:15 a 6:30	0	0	0	0
6:30 a 6:45	10	0	0	10	6:30 a 6:45	28	0	1	29	6:30 a 6:45	0	0	0	0
6:45 a 7:00	14	0	0	14	6:45 a 7:00	45	0	2	47	6:45 a 7:00	2	0	0	2
7:00 a 7:15	13	0	0	13	7:00 a 7:15	40	0	0	40	7:00 a 7:15	0	0	0	0
7:15 a 7:30	12	0	0	12	7:15 a 7:30	21	0	0	21	7:15 a 7:30	1	0	0	1
7:30 a 7:45	15	1	0	16	7:30 a 7:45	10	0	2	12	7:30 a 7:45	2	0	0	2
7:45 a 8:00	12	1	1	14	7:45 a 8:00	13	0	1	14	7:45 a 8:00	1	0	0	1
8:00 a 8:15	13	0	1	14	8:00 a 8:15	10	1	2	13	8:00 a 8:15	0	0	0	0
8:15 a 8:30	14	0	0	14	8:15 a 8:30	16	0	0	16	8:15 a 8:30	0	0	0	0
8:30 a 8:45	9	0	0	9	8:30 a 8:45	18	0	2	20	8:30 a 8:45	0	0	0	0
8:45 a 9:00	7	0	0	7	8:45 a 9:00	8	0	0	8	8:45 a 9:00	2	0	0	2
11:00 a 11:15	6	0	1	7	11:00 a 11:15	38	0	0	38	11:00 a 11:15	1	0	0	1
11:15 a 11:30	10	0	0	10	11:15 a 11:30	29	0	0	29	11:15 a 11:30	0	0	0	0
11:30 a 11:45	8	0	0	8	11:30 a 11:45	41	0	0	41	11:30 a 11:45	0	0	0	0
11:45 a 12:00	11	0	0	11	11:45 a 12:00	48	0	1	49	11:45 a 12:00	2	0	0	2
12:00 a 12:15	10	0	1	11	12:00 a 12:15	54	0	1	55	12:00 a 12:15	0	0	0	0
12:15 a 12:30	10	0	1	11	12:15 a 12:30	20	0	0	20	12:15 a 12:30	1	0	0	1
12:30 a 12:45	12	0	0	12	12:30 a 12:45	43	1	2	45	12:30 a 12:45	2	0	0	2
12:45 a 13:00	11	0	1	12	12:45 a 13:00	23	1	0	24	12:45 a 13:00	1	0	0	1
13:00 a 13:15	10	0	1	11	13:00 a 13:15	42	0	2	44	13:00 a 13:15	1	0	0	1
13:15 a 13:30	9	0	0	9	13:15 a 13:30	24	0	0	24	13:15 a 13:30	0	0	0	0
13:30 a 13:45	7	0	1	8	13:30 a 13:45	13	0	0	13	13:30 a 13:45	1	0	0	1
13:45 a 14:00	6	0	0	6	13:45 a 14:00	19	0	0	19	13:45 a 14:00	0	0	0	0
16:00 a 16:15	11	0	0	11	16:00 a 16:15	30	1	1	32	16:00 a 16:15	0	0	0	0
16:15 a 16:30	12	0	0	12	16:15 a 16:30	25	0	1	26	16:15 a 16:30	0	0	0	0
16:30 a 16:45	9	0	0	9	16:30 a 16:45	37	1	0	38	16:30 a 16:45	1	0	0	1
16:45 a 17:00	14	0	0	14	16:45 a 17:00	34	1	1	36	16:45 a 17:00	2	0	0	2
17:00 a 17:15	23	0	0	23	17:00 a 17:15	31	0	2	33	17:00 a 17:15	2	0	0	2
17:15 a 17:30	18	0	0	18	17:15 a 17:30	19	0	0	19	17:15 a 17:30	1	0	0	1
17:30 a 17:45	13	0	0	13	17:30 a 17:45	26	0	0	26	17:30 a 17:45	1	0	0	1
17:45 a 18:00	10	0	0	10	17:45 a 18:00	36	1	0	37	17:45 a 18:00	0	0	0	0
18:00 a 18:15	16	0	0	16	18:00 a 18:15	25	0	0	25	18:00 a 18:15	0	0	0	0
18:15 a 18:30	12	0	0	12	18:15 a 18:30	27	0	3	30	18:15 a 18:30	1	0	0	1
18:30 a 18:45	9	0	0	9	18:30 a 18:45	23	0	1	24	18:30 a 18:45	0	0	0	0
18:45 a 19:00	13	0	0	13	18:45 a 19:00	10	0	1	11	18:45 a 19:00	1	0	0	1

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 3. Fuente propia.

Figura 24. Intersección 3, Maniobras V7, V8, V11, V12

Tabla de datos de intersección 3 para las maniobras V7, V8, V11, V12

V7					V8					V11					V12				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	62	0	3	65	6:00 a 6:15	5	0	0	5	6:00 a 6:15	25	0	10	35	6:00 a 6:15	27	2	1	30
6:15 a 6:30	52	5	3	60	6:15 a 6:30	6	0	0	6	6:15 a 6:30	27	0	3	30	6:15 a 6:30	39	2	1	42
6:30 a 6:45	46	3	0	49	6:30 a 6:45	4	0	1	5	6:30 a 6:45	31	0	4	35	6:30 a 6:45	46	3	1	50
6:45 a 7:00	83	2	0	85	6:45 a 7:00	6	0	1	7	6:45 a 7:00	35	4	2	41	6:45 a 7:00	54	1	1	56
7:00 a 7:15	58	3	1	62	7:00 a 7:15	6	0	3	9	7:00 a 7:15	43	0	4	47	7:00 a 7:15	57	1	4	62
7:15 a 7:30	79	0	3	82	7:15 a 7:30	4	0	0	4	7:15 a 7:30	39	0	1	40	7:15 a 7:30	46	3	4	53
7:30 a 7:45	64	4	3	71	7:30 a 7:45	7	0	0	7	7:30 a 7:45	32	0	5	37	7:30 a 7:45	55	1	3	59
7:45 a 8:00	56	3	7	66	7:45 a 8:00	6	0	0	6	7:45 a 8:00	36	0	2	38	7:45 a 8:00	46	3	5	54
8:00 a 8:15	61	2	10	73	8:00 a 8:15	9	0	1	10	8:00 a 8:15	31	0	3	34	8:00 a 8:15	46	0	5	51
8:15 a 8:30	87	3	0	90	8:15 a 8:30	7	0	0	7	8:15 a 8:30	37	0	5	42	8:15 a 8:30	36	2	2	40
8:30 a 8:45	70	0	5	75	8:30 a 8:45	10	0	0	10	8:30 a 8:45	40	0	2	42	8:30 a 8:45	39	2	0	41
8:45 a 9:00	81	3	1	85	8:45 a 9:00	7	0	0	7	8:45 a 9:00	46	0	1	47	8:45 a 9:00	40	1	2	43
11:00 a 11:15	49	0	2	51	11:00 a 11:15	4	0	0	4	11:00 a 11:15	20	0	8	28	11:00 a 11:15	22	2	1	24
11:15 a 11:30	41	4	2	48	11:15 a 11:30	5	0	0	5	11:15 a 11:30	22	0	2	24	11:15 a 11:30	31	2	1	34
11:30 a 11:45	40	2	0	42	11:30 a 11:45	3	0	1	4	11:30 a 11:45	25	0	3	28	11:30 a 11:45	37	2	1	40
11:45 a 12:00	56	2	0	58	11:45 a 12:00	5	0	1	6	11:45 a 12:00	33	3	1	37	11:45 a 12:00	38	1	1	40
12:00 a 12:15	64	2	1	68	12:00 a 12:15	5	0	2	7	12:00 a 12:15	34	0	3	37	12:00 a 12:15	46	1	3	50
12:15 a 12:30	52	0	2	54	12:15 a 12:30	4	0	0	4	12:15 a 12:30	27	0	2	29	12:15 a 12:30	35	2	2	39
12:30 a 12:45	48	3	2	53	12:30 a 12:45	6	0	0	6	12:30 a 12:45	28	0	4	32	12:30 a 12:45	42	1	2	45
12:45 a 13:00	47	2	2	52	12:45 a 13:00	5	0	0	5	12:45 a 13:00	29	0	2	30	12:45 a 13:00	37	2	4	43
13:00 a 13:15	52	2	8	61	13:00 a 13:15	8	0	1	9	13:00 a 13:15	25	0	2	27	13:00 a 13:15	37	0	4	41
13:15 a 13:30	66	2	0	68	13:15 a 13:30	6	0	0	6	13:15 a 13:30	30	0	4	34	13:15 a 13:30	29	2	2	32
13:30 a 13:45	56	0	4	60	13:30 a 13:45	5	0	0	5	13:30 a 13:45	27	0	2	29	13:30 a 13:45	36	2	0	38
13:45 a 14:00	62	2	1	65	13:45 a 14:00	6	0	0	6	13:45 a 14:00	25	0	1	26	13:45 a 14:00	44	1	2	46
16:00 a 16:15	110	1	5	116	16:00 a 16:15	4	0	0	4	16:00 a 16:15	37	0	6	43	16:00 a 16:15	15	3	1	19
16:15 a 16:30	60	1	4	65	16:15 a 16:30	11	0	0	11	16:15 a 16:30	44	0	4	48	16:15 a 16:30	31	2	0	33
16:30 a 16:45	82	1	2	85	16:30 a 16:45	14	0	0	14	16:30 a 16:45	35	0	3	38	16:30 a 16:45	50	1	5	56
16:45 a 17:00	79	1	5	85	16:45 a 17:00	17	1	1	19	16:45 a 17:00	48	1	6	55	16:45 a 17:00	37	1	2	40
17:00 a 17:15	74	1	2	77	17:00 a 17:15	26	0	0	26	17:00 a 17:15	70	0	3	73	17:00 a 17:15	37	1	0	38
17:15 a 17:30	57	2	9	68	17:15 a 17:30	22	0	0	22	17:15 a 17:30	65	1	2	68	17:15 a 17:30	37	1	1	39
17:30 a 17:45	87	5	6	98	17:30 a 17:45	13	0	0	13	17:30 a 17:45	24	0	0	24	17:30 a 17:45	43	3	0	46
17:45 a 18:00	116	3	2	121	17:45 a 18:00	18	0	0	18	17:45 a 18:00	49	0	2	51	17:45 a 18:00	43	1	0	44
18:00 a 18:15	80	1	2	83	18:00 a 18:15	16	0	0	16	18:00 a 18:15	51	0	1	52	18:00 a 18:15	41	0	2	43
18:15 a 18:30	65	2	0	67	18:15 a 18:30	20	0	1	21	18:15 a 18:30	46	0	2	48	18:15 a 18:30	37	1	1	39
18:30 a 18:45	69	2	1	72	18:30 a 18:45	16	0	0	16	18:30 a 18:45	48	1	1	50	18:30 a 18:45	40	0	2	42
18:45 a 19:00	54	3	0	57	18:45 a 19:00	21	0	0	21	18:45 a 19:00	36	0	2	38	18:45 a 19:00	28	1	0	29

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 3. Fuente propia.

Figura 25. Intersección 4, Maniobras V4, V5, V6

Tabla de datos de intersección 4 para las maniobras V4, V5, V6

V4					V5					V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	52	2	11	65	6:00 a 6:15	39	0	0	39	6:00 a 6:15	0	0	0	0
6:15 a 6:30	65	2	4	71	6:15 a 6:30	36	4	12	52	6:15 a 6:30	0	0	0	0
6:30 a 6:45	76	3	5	84	6:30 a 6:45	55	1	1	57	6:30 a 6:45	0	0	0	0
6:45 a 7:00	89	5	3	97	6:45 a 7:00	56	0	7	63	6:45 a 7:00	1	0	0	1
7:00 a 7:15	100	1	8	109	7:00 a 7:15	66	2	4	72	7:00 a 7:15	1	0	0	1
7:15 a 7:30	84	3	5	92	7:15 a 7:30	45	0	5	50	7:15 a 7:30	2	0	0	2
7:30 a 7:45	87	1	8	96	7:30 a 7:45	62	1	4	67	7:30 a 7:45	0	0	0	0
7:45 a 8:00	81	3	7	91	7:45 a 8:00	41	0	4	45	7:45 a 8:00	0	0	0	0
8:00 a 8:15	77	0	8	85	8:00 a 8:15	33	1	2	36	8:00 a 8:15	1	0	0	1
8:15 a 8:30	73	2	7	82	8:15 a 8:30	46	1	0	47	8:15 a 8:30	0	0	0	0
8:30 a 8:45	78	2	2	82	8:30 a 8:45	33	0	2	35	8:30 a 8:45	2	0	0	2
8:45 a 9:00	85	1	3	89	8:45 a 9:00	28	2	8	38	8:45 a 9:00	1	0	0	1
11:00 a 11:15	42	2	9	52	11:00 a 11:15	27	0	0	27	11:00 a 11:15	0	0	0	0
11:15 a 11:30	52	2	3	57	11:15 a 11:30	29	3	9	41	11:15 a 11:30	0	0	0	0
11:30 a 11:45	61	2	4	67	11:30 a 11:45	43	0	2	45	11:30 a 11:45	0	0	0	0
11:45 a 12:00	71	4	2	78	11:45 a 12:00	47	0	6	53	11:45 a 12:00	1	0	0	1
12:00 a 12:15	80	1	6	87	12:00 a 12:15	61	2	3	66	12:00 a 12:15	1	0	0	1
12:15 a 12:30	61	2	4	67	12:15 a 12:30	47	1	4	52	12:15 a 12:30	2	0	0	2
12:30 a 12:45	70	1	6	77	12:30 a 12:45	51	1	3	55	12:30 a 12:45	0	0	0	0
12:45 a 13:00	65	2	6	73	12:45 a 13:00	36	0	3	39	12:45 a 13:00	0	0	0	0
13:00 a 13:15	62	0	6	68	13:00 a 13:15	28	1	1	29	13:00 a 13:15	2	0	0	2
13:15 a 13:30	58	2	6	66	13:15 a 13:30	42	1	0	43	13:15 a 13:30	0	0	0	0
13:30 a 13:45	62	2	2	66	13:30 a 13:45	31	0	3	34	13:30 a 13:45	1	0	0	1
13:45 a 14:00	68	1	2	71	13:45 a 14:00	25	2	6	33	13:45 a 14:00	0	0	0	0
16:00 a 16:15	52	3	7	62	16:00 a 16:15	87	1	11	99	16:00 a 16:15	0	0	0	0
16:15 a 16:30	75	2	4	81	16:15 a 16:30	61	0	5	66	16:15 a 16:30	2	0	0	2
16:30 a 16:45	81	1	8	90	16:30 a 16:45	73	1	0	74	16:30 a 16:45	1	0	0	1
16:45 a 17:00	84	2	8	94	16:45 a 17:00	59	-1	9	67	16:45 a 17:00	0	0	0	0
17:00 a 17:15	104	1	3	108	17:00 a 17:15	28	0	4	32	17:00 a 17:15	1	0	0	1
17:15 a 17:30	100	2	3	105	17:15 a 17:30	51	0	2	53	17:15 a 17:30	2	0	0	2
17:30 a 17:45	66	3	0	69	17:30 a 17:45	101	2	4	107	17:30 a 17:45	1	0	0	1
17:45 a 18:00	92	1	2	95	17:45 a 18:00	58	0	0	58	17:45 a 18:00	1	0	0	1
18:00 a 18:15	90	0	3	93	18:00 a 18:15	49	1	0	50	18:00 a 18:15	0	0	0	0
18:15 a 18:30	83	1	3	87	18:15 a 18:30	39	0	0	39	18:15 a 18:30	1	0	0	1
18:30 a 18:45	87	1	3	91	18:30 a 18:45	49	1	1	51	18:30 a 18:45	0	0	0	0
18:45 a 19:00	64	1	2	67	18:45 a 19:00	32	0	0	32	18:45 a 19:00	1	0	0	1

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 4. Fuente propia.

Figura 26. Intersección 4, Maniobras V7, V8, V11, V12

Tabla de datos de intersección 4 para las maniobras V7, V8, V11, V12

V7					V8					V11					V12				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	6	0	0	6	6:00 a 6:15	0	0	0	0	6:00 a 6:15	0	0	0	0	6:00 a 6:15	0	0	0	0
6:15 a 6:30	6	0	0	6	6:15 a 6:30	0	0	0	0	6:15 a 6:30	1	0	0	1	6:15 a 6:30	1	0	0	1
6:30 a 6:45	4	0	1	5	6:30 a 6:45	0	0	0	0	6:30 a 6:45	1	0	0	1	6:30 a 6:45	1	0	0	1
6:45 a 7:00	7	0	1	8	6:45 a 7:00	1	0	0	1	6:45 a 7:00	0	0	0	0	6:45 a 7:00	1	0	0	1
7:00 a 7:15	6	0	3	9	7:00 a 7:15	0	0	0	0	7:00 a 7:15	0	0	0	0	7:00 a 7:15	1	0	0	1
7:15 a 7:30	5	0	0	5	7:15 a 7:30	0	0	0	0	7:15 a 7:30	1	0	0	1	7:15 a 7:30	0	0	0	0
7:30 a 7:45	8	0	0	8	7:30 a 7:45	1	0	0	1	7:30 a 7:45	0	0	0	0	7:30 a 7:45	1	0	0	1
7:45 a 8:00	6	0	0	6	7:45 a 8:00	1	0	0	1	7:45 a 8:00	1	0	0	1	7:45 a 8:00	0	0	0	0
8:00 a 8:15	8	0	1	9	8:00 a 8:15	1	0	0	1	8:00 a 8:15	0	0	0	0	8:00 a 8:15	2	0	0	2
8:15 a 8:30	7	0	0	7	8:15 a 8:30	0	0	0	0	8:15 a 8:30	0	0	0	0	8:15 a 8:30	0	0	0	0
8:30 a 8:45	10	0	0	10	8:30 a 8:45	0	0	0	0	8:30 a 8:45	1	0	0	1	8:30 a 8:45	1	0	0	1
8:45 a 9:00	8	0	0	8	8:45 a 9:00	1	0	0	1	8:45 a 9:00	1	0	0	1	8:45 a 9:00	1	0	0	1
11:00 a 11:15	5	0	0	5	11:00 a 11:15	0	0	0	0	11:00 a 11:15	0	0	0	0	11:00 a 11:15	0	0	0	0
11:15 a 11:30	5	0	0	5	11:15 a 11:30	0	0	0	0	11:15 a 11:30	1	0	0	1	11:15 a 11:30	1	0	0	1
11:30 a 11:45	3	0	1	4	11:30 a 11:45	0	0	0	0	11:30 a 11:45	1	0	0	1	11:30 a 11:45	1	0	0	1
11:45 a 12:00	6	0	1	7	11:45 a 12:00	0	0	0	0	11:45 a 12:00	0	0	0	0	11:45 a 12:00	1	0	0	1
12:00 a 12:15	4	0	2	6	12:00 a 12:15	1	0	0	1	12:00 a 12:15	0	0	0	0	12:00 a 12:15	0	0	0	0
12:15 a 12:30	5	0	0	5	12:15 a 12:30	0	0	0	0	12:15 a 12:30	1	0	0	1	12:15 a 12:30	0	0	0	0
12:30 a 12:45	6	0	0	6	12:30 a 12:45	1	0	0	1	12:30 a 12:45	0	0	0	0	12:30 a 12:45	1	0	0	1
12:45 a 13:00	6	0	0	6	12:45 a 13:00	0	0	0	0	12:45 a 13:00	1	0	0	1	12:45 a 13:00	0	0	0	0
13:00 a 13:15	9	0	1	10	13:00 a 13:15	0	0	0	0	13:00 a 13:15	0	0	0	0	13:00 a 13:15	2	0	0	2
13:15 a 13:30	6	0	0	6	13:15 a 13:30	0	0	0	0	13:15 a 13:30	0	0	0	0	13:15 a 13:30	0	0	0	0
13:30 a 13:45	6	0	0	6	13:30 a 13:45	0	0	0	0	13:30 a 13:45	1	0	0	1	13:30 a 13:45	1	0	0	1
13:45 a 14:00	5	0	0	5	13:45 a 14:00	1	0	0	1	13:45 a 14:00	1	0	0	1	13:45 a 14:00	0	0	0	0
16:00 a 16:15	3	0	0	3	16:00 a 16:15	1	0	0	1	16:00 a 16:15	0	0	0	0	16:00 a 16:15	0	0	0	0
16:15 a 16:30	11	0	0	11	16:15 a 16:30	0	0	0	0	16:15 a 16:30	0	0	0	0	16:15 a 16:30	0	0	0	0
16:30 a 16:45	15	0	0	15	16:30 a 16:45	0	0	0	0	16:30 a 16:45	4	0	0	4	16:30 a 16:45	1	0	0	1
16:45 a 17:00	17	1	1	19	16:45 a 17:00	2	0	0	2	16:45 a 17:00	1	0	0	1	16:45 a 17:00	0	0	0	0
17:00 a 17:15	28	0	0	28	17:00 a 17:15	0	0	0	0	17:00 a 17:15	3	0	0	3	17:00 a 17:15	0	0	0	0
17:15 a 17:30	23	0	0	23	17:15 a 17:30	0	0	0	0	17:15 a 17:30	2	0	0	2	17:15 a 17:30	0	0	0	0
17:30 a 17:45	13	0	0	13	17:30 a 17:45	1	0	0	1	17:30 a 17:45	1	0	0	1	17:30 a 17:45	1	0	0	1
17:45 a 18:00	18	0	0	18	17:45 a 18:00	0	0	0	0	17:45 a 18:00	0	0	0	0	17:45 a 18:00	0	0	0	0
18:00 a 18:15	16	0	0	16	18:00 a 18:15	0	0	0	0	18:00 a 18:15	2	0	0	2	18:00 a 18:15	0	0	0	0
18:15 a 18:30	20	0	1	21	18:15 a 18:30	1	0	0	1	18:15 a 18:30	0	0	0	0	18:15 a 18:30	1	0	0	1
18:30 a 18:45	16	0	0	16	18:30 a 18:45	0	0	0	0	18:30 a 18:45	1	0	0	1	18:30 a 18:45	0	0	0	0
18:45 a 19:00	21	0	0	21	18:45 a 19:00	1	0	0	1	18:45 a 19:00	0	0	0	0	18:45 a 19:00	1	0	0	1

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 4. Fuente propia.

Figura 27. Intersección 5, Maniobras V5, V6, V7

Tabla de datos de intersección 5 para las maniobras V5, V6, V7

V5					V6					V7				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	7	0	0	7	6:00 a 6:15	2	0	0	2	6:00 a 6:15	6	0	0	6
6:15 a 6:30	6	0	0	6	6:15 a 6:30	4	0	0	4	6:15 a 6:30	4	0	1	5
6:30 a 6:45	11	0	0	11	6:30 a 6:45	6	0	0	6	6:30 a 6:45	4	1	0	5
6:45 a 7:00	14	0	0	14	6:45 a 7:00	8	0	0	8	6:45 a 7:00	9	0	0	9
7:00 a 7:15	12	0	0	12	7:00 a 7:15	9	0	0	9	7:00 a 7:15	6	0	0	6
7:15 a 7:30	8	0	0	8	7:15 a 7:30	11	0	0	11	7:15 a 7:30	4	0	0	4
7:30 a 7:45	10	0	0	10	7:30 a 7:45	8	0	0	8	7:30 a 7:45	7	0	0	7
7:45 a 8:00	5	0	0	5	7:45 a 8:00	6	0	0	6	7:45 a 8:00	8	0	0	8
8:00 a 8:15	3	0	2	5	8:00 a 8:15	5	0	0	5	8:00 a 8:15	6	0	1	7
8:15 a 8:30	6	0	0	6	8:15 a 8:30	0	0	0	0	8:15 a 8:30	2	0	0	2
8:30 a 8:45	1	0	0	1	8:30 a 8:45	1	0	0	1	8:30 a 8:45	5	0	0	5
8:45 a 9:00	4	0	0	4	8:45 a 9:00	2	0	0	2	8:45 a 9:00	5	0	0	5
11:00 a 11:15	1	0	0	1	11:00 a 11:15	2	0	0	2	11:00 a 11:15	5	0	0	5
11:15 a 11:30	5	0	0	5	11:15 a 11:30	1	0	0	1	11:15 a 11:30	3	0	0	3
11:30 a 11:45	8	0	0	8	11:30 a 11:45	5	0	0	5	11:30 a 11:45	3	0	1	4
11:45 a 12:00	11	0	0	11	11:45 a 12:00	1	0	0	1	11:45 a 12:00	7	0	0	7
12:00 a 12:15	11	0	0	11	12:00 a 12:15	12	0	0	12	12:00 a 12:15	13	0	0	13
12:15 a 12:30	8	0	0	8	12:15 a 12:30	8	0	0	8	12:15 a 12:30	7	1	0	8
12:30 a 12:45	8	0	0	8	12:30 a 12:45	6	0	0	6	12:30 a 12:45	6	0	0	6
12:45 a 13:00	7	0	0	7	12:45 a 13:00	4	0	0	4	12:45 a 13:00	6	0	0	6
13:00 a 13:15	5	0	2	7	13:00 a 13:15	3	0	0	3	13:00 a 13:15	5	0	0	5
13:15 a 13:30	9	0	0	9	13:15 a 13:30	0	0	0	0	13:15 a 13:30	3	0	0	3
13:30 a 13:45	4	0	0	4	13:30 a 13:45	1	0	0	1	13:30 a 13:45	5	0	1	6
13:45 a 14:00	3	0	0	3	13:45 a 14:00	0	0	0	0	13:45 a 14:00	6	0	0	6
16:00 a 16:15	13	0	0	13	16:00 a 16:15	3	0	0	3	16:00 a 16:15	7	0	1	8
16:15 a 16:30	2	0	0	2	16:15 a 16:30	4	0	0	4	16:15 a 16:30	9	0	1	10
16:30 a 16:45	7	0	0	7	16:30 a 16:45	6	0	0	6	16:30 a 16:45	7	1	0	8
16:45 a 17:00	3	0	0	3	16:45 a 17:00	3	0	0	3	16:45 a 17:00	8	0	0	8
17:00 a 17:15	4	0	0	4	17:00 a 17:15	4	0	0	4	17:00 a 17:15	8	0	0	8
17:15 a 17:30	7	0	0	7	17:15 a 17:30	5	0	0	5	17:15 a 17:30	8	0	0	8
17:30 a 17:45	5	0	0	5	17:30 a 17:45	6	0	0	6	17:30 a 17:45	11	0	0	11
17:45 a 18:00	3	0	0	3	17:45 a 18:00	5	0	0	5	17:45 a 18:00	6	0	0	6
18:00 a 18:15	6	0	0	6	18:00 a 18:15	7	0	0	7	18:00 a 18:15	5	0	0	5
18:15 a 18:30	5	0	0	5	18:15 a 18:30	9	0	0	9	18:15 a 18:30	6	0	0	6
18:30 a 18:45	4	0	0	4	18:30 a 18:45	10	0	0	10	18:30 a 18:45	8	0	0	8
18:45 a 19:00	3	0	0	3	18:45 a 19:00	6	0	0	6	18:45 a 19:00	3	0	0	3

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 5. Fuente propia.

Figura 28. Intersección 5, Maniobras V8, V9, V10, V12

Tabla de datos de intersección 5 para las maniobras V8, V9, V10, V12

V8					V9					V10					V12				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	37	2	0	39	6:00 a 6:15	1	0	0	1	6:00 a 6:15	18	0	0	18	6:00 a 6:15	78	2	11	91
6:15 a 6:30	63	0	2	65	6:15 a 6:30	4	0	0	4	6:15 a 6:30	21	0	0	21	6:15 a 6:30	91	6	15	112
6:30 a 6:45	59	2	5	66	6:30 a 6:45	19	0	0	19	6:30 a 6:45	42	0	0	42	6:30 a 6:45	116	3	6	125
6:45 a 7:00	64	0	5	69	6:45 a 7:00	8	0	0	8	6:45 a 7:00	56	0	0	56	6:45 a 7:00	123	5	10	138
7:00 a 7:15	68	3	9	80	7:00 a 7:15	6	0	0	6	7:00 a 7:15	46	0	0	46	7:00 a 7:15	149	3	12	164
7:15 a 7:30	63	1	1	65	7:15 a 7:30	4	0	0	4	7:15 a 7:30	39	0	0	39	7:15 a 7:30	119	3	10	132
7:30 a 7:45	84	2	5	91	7:30 a 7:45	3	0	0	3	7:30 a 7:45	27	0	0	27	7:30 a 7:45	132	2	12	146
7:45 a 8:00	72	3	4	79	7:45 a 8:00	2	0	0	2	7:45 a 8:00	15	0	0	15	7:45 a 8:00	109	3	11	123
8:00 a 8:15	75	1	5	81	8:00 a 8:15	1	0	0	1	8:00 a 8:15	9	0	0	9	8:00 a 8:15	102	1	7	110
8:15 a 8:30	68	2	8	78	8:15 a 8:30	1	0	0	1	8:15 a 8:30	17	0	0	17	8:15 a 8:30	111	3	7	121
8:30 a 8:45	79	1	6	86	8:30 a 8:45	3	0	0	3	8:30 a 8:45	11	0	2	13	8:30 a 8:45	107	2	4	113
8:45 a 9:00	80	2	13	95	8:45 a 9:00	1	0	0	1	8:45 a 9:00	9	0	0	9	8:45 a 9:00	105	3	11	119
11:00 a 11:15	28	2	0	29	11:00 a 11:15	1	0	0	1	11:00 a 11:15	14	0	0	14	11:00 a 11:15	62	2	9	73
11:15 a 11:30	49	0	2	51	11:15 a 11:30	3	0	0	3	11:15 a 11:30	17	0	0	17	11:15 a 11:30	73	5	12	90
11:30 a 11:45	41	2	2	45	11:30 a 11:45	6	0	0	6	11:30 a 11:45	29	0	0	29	11:30 a 11:45	93	2	5	100
11:45 a 12:00	38	0	4	42	11:45 a 12:00	9	0	0	9	11:45 a 12:00	31	0	0	31	11:45 a 12:00	101	4	8	113
12:00 a 12:15	23	1	8	33	12:00 a 12:15	11	0	0	11	12:00 a 12:15	25	0	0	25	12:00 a 12:15	118	2	10	130
12:15 a 12:30	39	0	0	39	12:15 a 12:30	3	0	0	3	12:15 a 12:30	27	0	0	27	12:15 a 12:30	95	2	8	105
12:30 a 12:45	66	2	5	72	12:30 a 12:45	2	0	0	2	12:30 a 12:45	20	0	0	20	12:30 a 12:45	107	2	10	118
12:45 a 13:00	50	2	2	55	12:45 a 13:00	2	0	0	2	12:45 a 13:00	24	0	0	24	12:45 a 13:00	87	2	9	98
13:00 a 13:15	42	2	4	48	13:00 a 13:15	1	0	0	1	13:00 a 13:15	19	0	0	19	13:00 a 13:15	82	1	6	88
13:15 a 13:30	46	2	5	52	13:15 a 13:30	1	0	0	1	13:15 a 13:30	14	0	0	14	13:15 a 13:30	89	2	6	97
13:30 a 13:45	45	1	1	48	13:30 a 13:45	2	0	0	2	13:30 a 13:45	9	0	2	10	13:30 a 13:45	86	2	3	90
13:45 a 14:00	35	2	8	45	13:45 a 14:00	3	0	0	3	13:45 a 14:00	14	0	0	14	13:45 a 14:00	84	2	9	95
16:00 a 16:15	73	1	6	80	16:00 a 16:15	4	0	0	4	16:00 a 16:15	18	0	0	18	16:00 a 16:15	119	4	17	140
16:15 a 16:30	82	3	8	93	16:15 a 16:30	0	0	0	0	16:15 a 16:30	8	0	0	8	16:15 a 16:30	127	2	8	137
16:30 a 16:45	84	3	11	98	16:30 a 16:45	0	0	0	0	16:30 a 16:45	8	0	0	8	16:30 a 16:45	141	1	8	150
16:45 a 17:00	87	1	7	95	16:45 a 17:00	0	0	0	0	16:45 a 17:00	17	0	0	17	16:45 a 17:00	132	1	17	150
17:00 a 17:15	94	1	5	100	17:00 a 17:15	4	0	0	4	17:00 a 17:15	19	0	0	19	17:00 a 17:15	121	1	7	129
17:15 a 17:30	152	2	6	160	17:15 a 17:30	0	0	0	0	17:15 a 17:30	13	0	0	13	17:15 a 17:30	138	2	5	145
17:30 a 17:45	141	4	7	152	17:30 a 17:45	2	0	0	2	17:30 a 17:45	16	0	0	16	17:30 a 17:45	152	5	4	161
17:45 a 18:00	92	3	5	100	17:45 a 18:00	1	0	0	1	17:45 a 18:00	12	0	1	13	17:45 a 18:00	142	1	2	145
18:00 a 18:15	93	2	6	101	18:00 a 18:15	4	0	0	4	18:00 a 18:15	18	0	0	18	18:00 a 18:15	128	1	3	132
18:15 a 18:30	84	2	6	92	18:15 a 18:30	2	0	1	3	18:15 a 18:30	12	0	0	12	18:15 a 18:30	112	1	3	116
18:30 a 18:45	85	3	6	94	18:30 a 18:45	3	0	0	3	18:30 a 18:45	9	0	0	9	18:30 a 18:45	124	2	4	130
18:45 a 19:00	81	2	4	87	18:45 a 19:00	2	0	0	2	18:45 a 19:00	9	0	0	9	18:45 a 19:00	91	1	2	94

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 5. Fuente propia.

Figura 29. Intersección 6, Maniobras V5, V6

Tabla de datos de intersección 6 para las maniobras V5, V6

V5					V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	11	0	1	12	6:00 a 6:15	2	0	0	2
6:15 a 6:30	8	0	0	8	6:15 a 6:30	5	0	0	5
6:30 a 6:45	30	0	1	31	6:30 a 6:45	16	0	0	16
6:45 a 7:00	40	0	2	42	6:45 a 7:00	25	0	0	25
7:00 a 7:15	28	0	0	28	7:00 a 7:15	20	0	0	20
7:15 a 7:30	23	0	0	23	7:15 a 7:30	6	0	0	6
7:30 a 7:45	20	1	2	23	7:30 a 7:45	4	0	0	4
7:45 a 8:00	18	1	2	21	7:45 a 8:00	1	0	0	1
8:00 a 8:15	20	0	3	23	8:00 a 8:15	4	0	1	5
8:15 a 8:30	23	0	0	23	8:15 a 8:30	2	0	0	2
8:30 a 8:45	18	0	2	20	8:30 a 8:45	2	0	0	2
8:45 a 9:00	11	0	0	11	8:45 a 9:00	5	0	0	5
11:00 a 11:15	9	0	1	10	11:00 a 11:15	2	0	0	2
11:15 a 11:30	6	0	0	6	11:15 a 11:30	4	0	0	4
11:30 a 11:45	24	0	0	24	11:30 a 11:45	13	0	0	13
11:45 a 12:00	32	0	1	33	11:45 a 12:00	28	0	0	28
12:00 a 12:15	22	0	2	24	12:00 a 12:15	19	0	1	20
12:15 a 12:30	18	0	0	18	12:15 a 12:30	5	0	0	5
12:30 a 12:45	16	1	2	18	12:30 a 12:45	20	0	0	20
12:45 a 13:00	14	1	1	16	12:45 a 13:00	1	0	0	1
13:00 a 13:15	16	0	2	18	13:00 a 13:15	3	0	1	4
13:15 a 13:30	18	0	0	18	13:15 a 13:30	2	0	0	2
13:30 a 13:45	14	0	0	14	13:30 a 13:45	2	0	0	2
13:45 a 14:00	9	0	0	9	13:45 a 14:00	4	0	0	4
16:00 a 16:15	24	1	1	26	16:00 a 16:15	7	0	0	7
16:15 a 16:30	23	0	1	24	16:15 a 16:30	8	0	0	8
16:30 a 16:45	24	1	0	25	16:30 a 16:45	4	0	0	4
16:45 a 17:00	23	1	1	25	16:45 a 17:00	7	0	0	7
17:00 a 17:15	35	0	1	36	17:00 a 17:15	7	0	0	7
17:15 a 17:30	21	0	0	21	17:15 a 17:30	12	0	0	12
17:30 a 17:45	24	0	0	24	17:30 a 17:45	8	0	0	8
17:45 a 18:00	28	1	0	29	17:45 a 18:00	4	0	0	4
18:00 a 18:15	18	0	0	18	18:00 a 18:15	6	0	0	6
18:15 a 18:30	21	0	1	22	18:15 a 18:30	3	0	0	3
18:30 a 18:45	16	0	0	16	18:30 a 18:45	5	0	0	5
18:45 a 19:00	13	0	1	14	18:45 a 19:00	2	0	0	2

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 6. Fuente propia.

Figura 30. Intersección 6, Maniobras V7, V8, V9

Tabla de datos de intersección 6 para las maniobras V7, V8, V9

V7					V8					V9				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	2	0	0	2	6:00 a 6:15	42	2	0	44	6:00 a 6:15	0	0	0	0
6:15 a 6:30	5	0	0	5	6:15 a 6:30	66	0	3	69	6:15 a 6:30	0	0	0	0
6:30 a 6:45	8	0	0	8	6:30 a 6:45	66	3	5	74	6:30 a 6:45	4	0	0	4
6:45 a 7:00	21	0	0	21	6:45 a 7:00	56	0	5	61	6:45 a 7:00	3	0	0	3
7:00 a 7:15	25	0	0	25	7:00 a 7:15	60	3	9	72	7:00 a 7:15	6	0	0	6
7:15 a 7:30	11	0	0	11	7:15 a 7:30	65	1	1	67	7:15 a 7:30	3	0	0	3
7:30 a 7:45	7	0	0	7	7:30 a 7:45	90	2	5	97	7:30 a 7:45	4	0	1	5
7:45 a 8:00	8	0	0	8	7:45 a 8:00	81	3	4	88	7:45 a 8:00	1	0	0	1
8:00 a 8:15	3	1	0	4	8:00 a 8:15	78	1	5	84	8:00 a 8:15	5	1	0	6
8:15 a 8:30	7	0	0	7	8:15 a 8:30	69	2	8	79	8:15 a 8:30	0	1	0	1
8:30 a 8:45	9	0	0	9	8:30 a 8:45	85	1	6	92	8:30 a 8:45	1	0	0	1
8:45 a 9:00	6	0	0	6	8:45 a 9:00	81	2	13	96	8:45 a 9:00	1	0	0	1
11:00 a 11:15	4	0	0	4	11:00 a 11:15	32	2	0	33	11:00 a 11:15	0	0	0	0
11:15 a 11:30	3	0	0	3	11:15 a 11:30	51	0	2	54	11:15 a 11:30	0	0	0	0
11:30 a 11:45	6	0	0	6	11:30 a 11:45	37	2	3	42	11:30 a 11:45	6	0	0	6
11:45 a 12:00	9	0	0	9	11:45 a 12:00	26	0	4	30	11:45 a 12:00	12	0	0	12
12:00 a 12:15	10	0	0	10	12:00 a 12:15	28	1	7	37	12:00 a 12:15	8	1	0	9
12:15 a 12:30	12	0	1	13	12:15 a 12:30	44	1	0	45	12:15 a 12:30	3	0	0	3
12:30 a 12:45	17	0	0	17	12:30 a 12:45	54	2	5	60	12:30 a 12:45	2	0	0	2
12:45 a 13:00	20	0	0	20	12:45 a 13:00	58	2	2	62	12:45 a 13:00	1	0	0	1
13:00 a 13:15	11	0	0	11	13:00 a 13:15	44	2	3	49	13:00 a 13:15	4	1	0	5
13:15 a 13:30	5	0	0	5	13:15 a 13:30	48	2	5	55	13:15 a 13:30	0	1	0	1
13:30 a 13:45	7	0	1	8	13:30 a 13:45	51	1	2	54	13:30 a 13:45	2	0	0	2
13:45 a 14:00	5	0	0	5	13:45 a 14:00	40	2	8	50	13:45 a 14:00	1	0	0	1
16:00 a 16:15	17	0	0	17	16:00 a 16:15	77	1	7	85	16:00 a 16:15	4	0	0	4
16:15 a 16:30	14	0	0	14	16:15 a 16:30	83	3	9	95	16:15 a 16:30	0	0	0	0
16:30 a 16:45	23	0	0	23	16:30 a 16:45	87	4	11	102	16:30 a 16:45	1	0	0	1
16:45 a 17:00	27	0	0	27	16:45 a 17:00	88	1	7	96	16:45 a 17:00	2	0	0	2
17:00 a 17:15	21	0	1	22	17:00 a 17:15	99	1	5	105	17:00 a 17:15	1	0	0	1
17:15 a 17:30	17	0	0	17	17:15 a 17:30	148	2	6	156	17:15 a 17:30	3	0	0	3
17:30 a 17:45	16	0	0	16	17:30 a 17:45	146	4	7	157	17:30 a 17:45	2	0	0	2
17:45 a 18:00	18	0	0	18	17:45 a 18:00	95	3	5	103	17:45 a 18:00	4	0	0	4
18:00 a 18:15	23	0	0	23	18:00 a 18:15	96	2	6	104	18:00 a 18:15	1	0	0	1
18:15 a 18:30	19	0	2	21	18:15 a 18:30	89	2	7	98	18:15 a 18:30	0	0	0	0
18:30 a 18:45	16	0	1	17	18:30 a 18:45	91	3	6	100	18:30 a 18:45	3	0	0	3
18:45 a 19:00	11	0	0	11	18:45 a 19:00	84	2	4	90	18:45 a 19:00	1	0	0	1

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 6. Fuente propia.

Figura 31. Intersección 7, Maniobras V1, V2, V6

Tabla de datos de intersección 7 para las maniobras V1, V2, V6

V1					V2					V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:00 a 6:15	37	2	0	39	6:00 a 6:15	10	0	0	10	6:00 a 6:15	7	0	0	7
6:15 a 6:30	63	0	3	66	6:15 a 6:30	9	0	0	9	6:15 a 6:30	8	0	0	8
6:30 a 6:45	72	3	5	80	6:30 a 6:45	23	0	0	23	6:30 a 6:45	6	0	0	6
6:45 a 7:00	71	0	5	76	6:45 a 7:00	38	0	0	38	6:45 a 7:00	9	0	0	9
7:00 a 7:15	82	3	9	94	7:00 a 7:15	35	0	0	35	7:00 a 7:15	9	0	0	9
7:15 a 7:30	72	1	0	73	7:15 a 7:30	22	0	1	23	7:15 a 7:30	7	0	1	8
7:30 a 7:45	91	2	6	99	7:30 a 7:45	17	0	0	17	7:30 a 7:45	10	0	0	10
7:45 a 8:00	81	3	4	88	7:45 a 8:00	14	0	0	14	7:45 a 8:00	9	0	0	9
8:00 a 8:15	79	3	5	87	8:00 a 8:15	12	0	2	14	8:00 a 8:15	7	0	0	7
8:15 a 8:30	70	3	8	81	8:15 a 8:30	16	0	0	16	8:15 a 8:30	6	0	0	6
8:30 a 8:45	87	1	6	94	8:30 a 8:45	10	0	1	11	8:30 a 8:45	8	0	0	8
8:45 a 9:00	84	2	13	99	8:45 a 9:00	16	0	0	16	8:45 a 9:00	4	0	0	4
11:00 a 11:15	30	2	0	32	11:00 a 11:15	8	0	0	8	11:00 a 11:15	6	0	0	6
11:15 a 11:30	50	0	2	53	11:15 a 11:30	7	0	0	7	11:15 a 11:30	4	0	0	4
11:30 a 11:45	43	2	3	49	11:30 a 11:45	18	0	1	19	11:30 a 11:45	6	0	0	6
11:45 a 12:00	39	0	4	43	11:45 a 12:00	31	0	0	31	11:45 a 12:00	8	0	0	8
12:00 a 12:15	42	2	7	52	12:00 a 12:15	28	0	0	28	12:00 a 12:15	4	0	0	4
12:15 a 12:30	55	1	1	57	12:15 a 12:30	18	0	0	18	12:15 a 12:30	4	0	0	4
12:30 a 12:45	70	2	5	76	12:30 a 12:45	14	0	0	14	12:30 a 12:45	3	0	0	3
12:45 a 13:00	71	2	2	76	12:45 a 13:00	11	0	0	11	12:45 a 13:00	7	0	0	7
13:00 a 13:15	54	2	3	60	13:00 a 13:15	10	0	2	11	13:00 a 13:15	5	0	0	5
13:15 a 13:30	49	2	5	56	13:15 a 13:30	13	0	0	13	13:15 a 13:30	4	0	0	4
13:30 a 13:45	54	1	3	58	13:30 a 13:45	8	0	1	9	13:30 a 13:45	6	0	0	6
13:45 a 14:00	42	2	8	52	13:45 a 14:00	13	0	0	13	13:45 a 14:00	3	0	0	3
16:00 a 16:15	97	1	7	105	16:00 a 16:15	22	1	1	24	16:00 a 16:15	1	0	0	1
16:15 a 16:30	95	3	9	107	16:15 a 16:30	27	0	0	27	16:15 a 16:30	2	0	0	2
16:30 a 16:45	109	4	11	124	16:30 a 16:45	20	0	1	21	16:30 a 16:45	2	0	0	2
16:45 a 17:00	115	1	7	123	16:45 a 17:00	16	1	0	17	16:45 a 17:00	2	0	0	2
17:00 a 17:15	118	1	6	125	17:00 a 17:15	12	0	0	12	17:00 a 17:15	3	0	0	3
17:15 a 17:30	167	2	6	175	17:15 a 17:30	15	0	1	16	17:15 a 17:30	1	0	0	1
17:30 a 17:45	161	4	7	172	17:30 a 17:45	11	0	0	11	17:30 a 17:45	3	0	0	3
17:45 a 18:00	116	3	5	124	17:45 a 18:00	15	0	0	15	17:45 a 18:00	1	0	0	1
18:00 a 18:15	118	2	6	126	18:00 a 18:15	22	0	0	22	18:00 a 18:15	2	0	0	2
18:15 a 18:30	106	2	9	117	18:15 a 18:30	25	0	0	25	18:15 a 18:30	2	0	0	2
18:30 a 18:45	107	3	7	117	18:30 a 18:45	19	0	0	19	18:30 a 18:45	3	0	0	3
18:45 a 19:00	95	2	4	101	18:45 a 19:00	20	0	0	20	18:45 a 19:00	1	0	0	1

Nota. Tabla realizada en Excel para el ingreso de datos obtenidos, a partir de los conteos manuales en la intersección 7. Fuente propia.

3.2 Análisis de horas pico

Tabulados los datos se procede a establecer las horas pico para cada uno de los 3 momentos analizados, es importante que el conjunto de intersecciones en estudio trabaje como una red. Como se puede observar en las tablas de conteos hay variaciones de volúmenes entre intersecciones, e incluso entre maniobras. La manera en que se elige la hora pico para cada momento, es mediante una sumatoria de volúmenes vehiculares, en los cuales se contemplan todas las maniobras en todas las intersecciones, según los intervalos de 15 minutos para cada momento.

Figura 32. Selección de horas pico para la red

Tabla de sumatoria de volúmenes vehiculares de la red

Intervalos	Int 1	Int 2	Int 3	Int 4	Int 5	Int 6	Int 7	Total Red
6:00 a 6:15	202	204	149	110	164	60	56	945
6:15 a 6:30	225	238	151	131	217	87	83	1132
6:30 a 6:45	245	254	178	148	274	133	109	1341
6:45 a 7:00	312	320	252	171	302	152	123	1632
7:00 a 7:15	308	323	233	192	323	151	138	1668
7:15 a 7:30	285	292	213	150	263	110	104	1417
7:30 a 7:45	303	316	204	173	292	136	126	1550
7:45 a 8:00	291	283	193	144	238	119	111	1379
8:00 a 8:15	302	305	195	134	218	122	108	1384
8:15 a 8:30	324	307	209	136	225	112	103	1416
8:30 a 8:45	298	302	197	131	222	124	113	1387
8:45 a 9:00	303	311	199	139	235	119	119	1425
11:00 a 11:15	116	163	153	83	125	48	45	734
11:15 a 11:30	128	190	149	104	170	67	64	871
11:30 a 11:45	140	192	163	118	197	92	74	975
11:45 a 12:00	167	234	203	139	214	112	82	1151
12:00 a 12:15	199	258	229	161	235	100	84	1265
12:15 a 12:30	156	218	158	127	198	84	79	1020
12:30 a 12:45	160	246	195	140	233	118	93	1184
12:45 a 13:00	168	240	166	118	197	100	94	1084
13:00 a 13:15	172	231	194	111	170	88	76	1042
13:15 a 13:30	154	232	172	114	176	80	73	1001
13:30 a 13:45	152	219	154	108	162	81	73	949
13:45 a 14:00	148	206	168	111	166	68	68	935
16:00 a 16:15	355	356	225	165	266	139	130	1636
16:15 a 16:30	331	325	195	160	254	141	136	1542
16:30 a 16:45	348	351	239	185	277	155	147	1702
16:45 a 17:00	382	375	251	183	276	157	142	1766
17:00 a 17:15	425	401	272	172	268	171	140	1849
17:15 a 17:30	486	465	235	185	338	209	192	2110
17:30 a 17:45	422	425	221	193	353	207	186	2007
17:45 a 18:00	414	394	281	172	273	158	140	1832
18:00 a 18:15	388	381	235	161	273	152	150	1740
18:15 a 18:30	383	347	218	150	243	144	144	1629
18:30 a 18:45	357	334	213	159	258	141	139	1601
18:45 a 19:00	344	315	170	123	204	118	122	1396

Nota. Los datos marcados, representan el intervalo de una hora con mayor volumen vehicular para cada momento. Fuente propia.

Como se observa en la figura 31, se realiza una sumatoria de volúmenes según las maniobras, para cada intersección en todos los intervalos de 15 minutos, seguidamente se realiza una sumatoria de los volúmenes vehiculares contemplando todas las intersecciones según los intervalos de tiempo, y de ésta manera se identifica cuáles son los volúmenes

totales de la red. Finalmente se eligen los 4 intervalos de 15 minutos consecutivos que sumados dan la hora de mayor volumen vehicular de la red.

En el horario de 6:00 am a 9:00 am se obtiene la hora pico para toda la red, ésta se da entre las 6:45 y las 7:45. Para el horario de medio día de 11:00 am a 2:00 pm la hora pico para toda la red, corresponde entre las 11:45 y 12:45 y para el horario tarde de 4:00 pm a 7:00 pm la hora pico de la red es de 5:00 pm a 6:00 pm.

3.3 Factores de hora pico y porcentaje de pesados

Establecidas las horas pico para cada momento, se realiza el cálculo del factor de hora pico (FHP) y el porcentaje de pesados, éstos sí son cálculos que varían para cada maniobra, según sus volúmenes y la cantidad de vehículos pesados que transitan. El cálculo de éstos parámetros se realiza mediante una tabla programada en Excel según lo descrito en la sección 2.4.

Figura 33. FHP y %Pesados, Int. 1, V1-V2

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V1			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
Mayor	6:45 a 7:00	22	0	3	25
	7:00 a 7:15	16	0	4	20
	7:15 a 7:30	18	0	3	21
	7:30 a 7:45	13	0	4	17
Total hp		69	0	14	83
% Pesados		17			
FHP		0,78			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
Mayor	11:45 a 12:00	17	0	3	20
	12:00 a 12:15	24	0	3	27
	12:15 a 12:30	15	0	2	17
	12:30 a 12:45	13	0	3	16
Total hp		69	0	11	80
% Pesados		14			
FHP		0,72			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
Mayor	17:00 a 17:15	30	0	4	34
	17:15 a 17:30	32	0	7	39
	17:30 a 17:45	27	0	3	30
	17:45 a 18:00	29	0	2	31
Total hp		118	0	16	134
% Pesados		12			
FHP		0,92			

		V2			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
Mayor	6:45 a 7:00	3	0	0	3
	7:00 a 7:15	1	0	0	1
	7:15 a 7:30	2	0	0	2
	7:30 a 7:45	1	0	0	1
Total hp		7	0	0	7
% Pesados		0			
FHP		0,58			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
Mayor	11:45 a 12:00	0	0	0	0
	12:00 a 12:15	3	0	0	3
	12:15 a 12:30	2	0	0	2
	12:30 a 12:45	1	0	0	1
Total hp		6	0	0	6
% Pesados		0			
FHP		0,47			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
Mayor	17:00 a 17:15	0	0	0	0
	17:15 a 17:30	1	0	0	1
	17:30 a 17:45	2	0	0	2
	17:45 a 18:00	0	0	0	0
Total hp		3	0	0	3
% Pesados		0			
FHP		0,38			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 34. FHP y %Pesados, Int. 1, V3-V4

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V3				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	21	1	1	23
7:00 a 7:15	29	3	3	35
7:15 a 7:30	24	2	0	26
7:30 a 7:45	19	1	2	22
Total hp	93	7	6	106
% Pesados	12			
FHP	0,80			

V4				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	3	0	0	3
7:00 a 7:15	1	0	0	1
7:15 a 7:30	1	0	0	1
7:30 a 7:45	2	0	0	2
Total hp	7	0	0	7
% Pesados	0			
FHP	0,58			

V3				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	17	1	1	18
12:00 a 12:15	31	2	2	36
12:15 a 12:30	27	2	0	29
12:30 a 12:45	23	1	2	25
Total hp	98	6	5	108
% Pesados	10			
FHP	0,79			

V4				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	2	0	0	2
12:00 a 12:15	1	0	0	1
12:15 a 12:30	1	0	0	1
12:30 a 12:45	2	0	0	2
Total hp	6	0	0	6
% Pesados	0			
FHP	0,65			

V3				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	62	1	2	65
17:15 a 17:30	68	1	3	72
17:30 a 17:45	58	2	1	61
17:45 a 18:00	37	2	0	39
Total hp	225	6	6	237
% Pesados	5			
FHP	0,83			

V4				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	1	0	0	1
17:15 a 17:30	1	0	0	1
17:30 a 17:45	2	0	0	2
17:45 a 18:00	0	0	0	0
Total hp	4	0	0	4
% Pesados	0			
FHP	0,5			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 35. FHP y %Pesados, Int. 1, V5-V6

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V5				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	4	0	0	4
7:00 a 7:15	1	0	0	1
7:15 a 7:30	2	0	0	2
7:30 a 7:45	0	0	0	0
Total hp	7	0	0	7
% Pesados	0			
FHP	0,44			

V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	3	0	0	3
7:00 a 7:15	2	0	0	2
7:15 a 7:30	1	0	0	1
7:30 a 7:45	4	0	0	4
Total hp	10	0	0	10
% Pesados	0			
FHP	0,625			

V5				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	0	0	0	0
12:00 a 12:15	1	0	0	1
12:15 a 12:30	2	0	0	2
12:30 a 12:45	0	0	0	0
Total hp	3	0	0	3
% Pesados	0			
FHP	0,41			

V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	2	0	0	2
12:00 a 12:15	2	0	0	2
12:15 a 12:30	0	0	0	0
12:30 a 12:45	1	0	0	1
Total hp	5	0	0	5
% Pesados	0			
FHP	0,625			

V5				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	0	0	0	0
17:15 a 17:30	1	0	0	1
17:30 a 17:45	0	0	0	0
17:45 a 18:00	1	0	0	1
Total hp	2	0	0	2
% Pesados	0			
FHP	0,5			

V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	4	0	0	4
17:15 a 17:30	1	0	0	1
17:30 a 17:45	3	0	0	3
17:45 a 18:00	3	0	0	3
Total hp	11	0	0	11
% Pesados	0			
FHP	0,6875			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 36. FHP y %Pesados, Int. 1, V7-V8

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V7			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	27	0	0	27	
7:00 a 7:15	25	0	1	26	
7:15 a 7:30	23	0	1	24	
7:30 a 7:45	32	0	3	35	
Total hp	107	0	5	112	
% Pesados	4				
FHP	0,84				

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	106	2	1	109	
7:00 a 7:15	92	3	4	99	
7:15 a 7:30	95	0	1	96	
7:30 a 7:45	93	4	3	100	
Total hp	386	9	9	404	
% Pesados	4				
FHP	0,91				

		V7			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	28	0	1	29	
12:00 a 12:15	24	0	2	26	
12:15 a 12:30	22	0	1	23	
12:30 a 12:45	19	0	1	20	
Total hp	93	0	5	98	
% Pesados	5				
FHP	0,83				

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	71	2	1	73	
12:00 a 12:15	75	2	4	81	
12:15 a 12:30	70	0	1	71	
12:30 a 12:45	73	3	2	79	
Total hp	289	7	8	304	
% Pesados	5				
FHP	0,96				

		V7			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	28	0	0	28	
17:15 a 17:30	35	0	1	36	
17:30 a 17:45	28	0	0	28	
17:45 a 18:00	49	0	0	49	
Total hp	140	0	1	141	
% Pesados	1				
FHP	0,71				

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	123	1	3	127	
17:15 a 17:30	141	3	3	147	
17:30 a 17:45	148	6	7	161	
17:45 a 18:00	167	3	4	174	
Total hp	579	13	17	609	
% Pesados	5				
FHP	0,87				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 37. FHP y %Pesados, Int. 1, V9-V10

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V9			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	1	0	0	1	
7:00 a 7:15	0	0	0	0	
7:15 a 7:30	2	0	0	2	
7:30 a 7:45	0	0	0	0	
Total hp	3	0	0	3	
% Pesados	0				
FHP	0,38				

		V10			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	1	0	0	1	
7:00 a 7:15	2	0	0	2	
7:15 a 7:30	4	0	0	4	
7:30 a 7:45	1	0	0	1	
Total hp	8	0	0	8	
% Pesados	0				
FHP	0,5				

		V9			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	2	0	0	2	
12:00 a 12:15	1	0	0	1	
12:15 a 12:30	3	0	0	3	
12:30 a 12:45	1	0	0	1	
Total hp	7	0	0	7	
% Pesados	0				
FHP	0,58				

		V10			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	1	0	0	1	
12:00 a 12:15	2	0	0	2	
12:15 a 12:30	2	0	0	2	
12:30 a 12:45	1	0	0	1	
Total hp	5	0	0	5	
% Pesados	0				
FHP	0,65				

		V9			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	5	0	0	5	
17:15 a 17:30	4	0	0	4	
17:30 a 17:45	4	0	0	4	
17:45 a 18:00	1	0	0	1	
Total hp	14	0	0	14	
% Pesados	0				
FHP	0,7				

		V10			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	1	0	0	1	
17:15 a 17:30	1	0	0	1	
17:30 a 17:45	0	0	0	0	
17:45 a 18:00	0	0	0	0	
Total hp	2	0	0	2	
% Pesados	0				
FHP	0,5				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 38. FHP y %Pesados, Int. 1, V11-V12

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V11			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	85	5	1	91	
7:00 a 7:15	105	1	1	107	
7:15 a 7:30	81	0	0	81	
7:30 a 7:45	90	1	7	98	
Total hp	361	7	9	377	
% Pesados	4				
FHP	0,86				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	75	4	0	79	
12:00 a 12:15	75	1	3	80	
12:15 a 12:30	68	0	2	70	
12:30 a 12:45	69	0	4	74	
Total hp	288	5	10	303	
% Pesados	5				
FHP	0,95				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	125	1	1	127	
17:15 a 17:30	143	0	6	149	
17:30 a 17:45	99	1	4	104	
17:45 a 18:00	75	1	2	78	
Total hp	442	3	13	458	
% Pesados	3				
FHP	0,77				

		V12			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	20	0	2	22	
7:00 a 7:15	12	0	2	14	
7:15 a 7:30	24	0	1	25	
7:30 a 7:45	21	1	1	23	
Total hp	77	1	6	84	
% Pesados	8				
FHP	0,80				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	14	0	2	16	
12:00 a 12:15	19	0	1	20	
12:15 a 12:30	12	0	1	13	
12:30 a 12:45	16	1	2	19	
Total hp	61	1	5	67	
% Pesados	11				
FHP	0,80				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	29	0	4	33	
17:15 a 17:30	33	1	0	34	
17:30 a 17:45	27	0	0	27	
17:45 a 18:00	36	0	2	38	
Total hp	125	1	6	132	
% Pesados	5				
FHP	0,87				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 39. FHP y %Pesados, Int. 2, V1-V2

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V1			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	13	0	0	13	
7:00 a 7:15	7	0	2	9	
7:15 a 7:30	11	0	0	11	
7:30 a 7:45	9	0	0	9	
Total hp	40	0	2	42	
% Pesados	5				
FHP	0,77				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	10	0	0	10	
12:00 a 12:15	6	0	2	8	
12:15 a 12:30	4	0	0	4	
12:30 a 12:45	7	0	0	7	
Total hp	28	0	2	29	
% Pesados	5				
FHP	0,66				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	7	0	0	7	
17:15 a 17:30	5	0	1	6	
17:30 a 17:45	11	0	1	12	
17:45 a 18:00	4	0	0	4	
Total hp	27	0	2	29	
% Pesados	7				
FHP	0,61				

		V2			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	53	0	2	55	
7:00 a 7:15	60	3	2	65	
7:15 a 7:30	51	1	0	52	
7:30 a 7:45	57	2	2	61	
Total hp	221	6	6	233	
% Pesados	5				
FHP	0,92				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	31	0	1	32	
12:00 a 12:15	32	2	2	36	
12:15 a 12:30	38	1	0	39	
12:30 a 12:45	46	2	2	49	
Total hp	147	5	4	156	
% Pesados	6				
FHP	0,80				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	63	1	1	65	
17:15 a 17:30	78	1	5	84	
17:30 a 17:45	83	3	2	88	
17:45 a 18:00	59	3	1	63	
Total hp	283	8	9	300	
% Pesados	6				
FHP	0,85				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 40. FHP y %Pesados, Int. 2, V3-V8

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V3			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	58	1	1	60	
7:00 a 7:15	67	1	0	68	
7:15 a 7:30	59	0	0	59	
7:30 a 7:45	68	1	3	72	
Total hp	252	3	4	259	
% Pesados	3				
FHP	0,93				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	46	1	1	48	
12:00 a 12:15	54	1	1	55	
12:15 a 12:30	47	0	0	47	
12:30 a 12:45	47	1	2	50	
Total hp	194	2	4	201	
% Pesados	3				
FHP	0,91				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	65	1	2	68	
17:15 a 17:30	98	0	4	102	
17:30 a 17:45	89	1	4	94	
17:45 a 18:00	55	1	2	58	
Total hp	307	3	12	322	
% Pesados	5				
FHP	0,78				

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	76	2	1	79	
7:00 a 7:15	57	3	2	62	
7:15 a 7:30	72	0	3	75	
7:30 a 7:45	62	4	3	69	
Total hp	267	9	9	285	
% Pesados	6				
FHP	0,88				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	52	2	1	54	
12:00 a 12:15	65	2	2	70	
12:15 a 12:30	52	0	2	54	
12:30 a 12:45	50	3	2	55	
Total hp	219	6	6	223	
% Pesados	5				
FHP	0,84				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	93	1	2	96	
17:15 a 17:30	74	2	8	84	
17:30 a 17:45	89	5	5	99	
17:45 a 18:00	68	3	0	71	
Total hp	324	11	15	350	
% Pesados	7				
FHP	0,62				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 41. FHP y %Pesados, Int. 2, V9-V10

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V9			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	55	0	3	58	
7:00 a 7:15	53	0	6	59	
7:15 a 7:30	42	0	1	43	
7:30 a 7:45	48	0	4	52	
Total hp	198	0	14	212	
% Pesados	7				
FHP	0,9				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	38	0	3	41	
12:00 a 12:15	36	0	5	41	
12:15 a 12:30	33	0	1	34	
12:30 a 12:45	37	0	3	40	
Total hp	144	0	12	156	
% Pesados	8				
FHP	0,95				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	64	0	5	69	
17:15 a 17:30	100	1	2	103	
17:30 a 17:45	89	1	5	95	
17:45 a 18:00	68	1	3	72	
Total hp	321	3	15	339	
% Pesados	5				
FHP	0,80				

		V10			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	1	0	0	1	
7:00 a 7:15	4	0	1	5	
7:15 a 7:30	1	0	0	1	
7:30 a 7:45	3	0	0	3	
Total hp	9	0	1	10	
% Pesados	10				
FHP	0,56				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	1	0	0	1	
12:00 a 12:15	2	0	1	3	
12:15 a 12:30	2	0	0	2	
12:30 a 12:45	1	0	0	1	
Total hp	6	0	1	7	
% Pesados	13				
FHP	0,73				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	3	0	0	3	
17:15 a 17:30	4	0	0	4	
17:30 a 17:45	0	0	0	0	
17:45 a 18:00	1	0	0	1	
Total hp	8	0	0	8	
% Pesados	0				
FHP	0,50				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 42. FHP y %Pesados, Int. 2, V11

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V11				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	48	4	2	54
7:00 a 7:15	52	0	3	55
7:15 a 7:30	50	0	1	51
7:30 a 7:45	44	1	5	50
Total hp	194	5	11	210
% Pesados	8			
FHP	0,93			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	43	3	1	48
12:00 a 12:15	42	0	3	46
12:15 a 12:30	35	0	3	38
12:30 a 12:45	39	0	4	43
Total hp	160	3	11	174
% Pesados	9			
FHP	0,92			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	90	0	3	93
17:15 a 17:30	79	1	2	82
17:30 a 17:45	37	0	0	37
17:45 a 18:00	48	0	2	50
Total hp	254	1	7	262
% Pesados	3			
FHP	0,71			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 43. FHP y %Pesados, Int. 3, V4-V5

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V4				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	14	0	0	14
7:00 a 7:15	13	0	0	13
7:15 a 7:30	12	0	0	12
7:30 a 7:45	15	1	0	16
Total hp	54	1	0	55
% Pesados	2			
FHP	0,9			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	11	0	0	11
12:00 a 12:15	10	0	1	11
12:15 a 12:30	10	0	1	11
12:30 a 12:45	12	0	0	12
Total hp	44	0	2	46
% Pesados	5			
FHP	0,91			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	23	0	0	23
17:15 a 17:30	18	0	0	18
17:30 a 17:45	13	0	0	13
17:45 a 18:00	10	0	0	10
Total hp	64	0	0	64
% Pesados	0			
FHP	0,70			

V5				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	45	0	2	47
7:00 a 7:15	40	0	0	40
7:15 a 7:30	21	0	0	21
7:30 a 7:45	10	0	2	12
Total hp	116	0	4	120
% Pesados	3			
FHP	0,64			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	48	0	1	49
12:00 a 12:15	54	0	1	55
12:15 a 12:30	20	0	0	20
12:30 a 12:45	43	1	2	45
Total hp	165	1	4	169
% Pesados	3			
FHP	0,76			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	31	0	2	33
17:15 a 17:30	19	0	0	19
17:30 a 17:45	26	0	0	26
17:45 a 18:00	36	1	0	37
Total hp	112	1	2	115
% Pesados	3			
FHP	0,78			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 44. FHP y %Pesados, Int. 3, V6-V7

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V6			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	2	0	0	2	
7:00 a 7:15	0	0	0	0	
7:15 a 7:30	1	0	0	1	
7:30 a 7:45	2	0	0	2	
Total hp	5	0	0	5	
% Pesados		0			
FHP	0,63				

		V7			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	83	2	0	85	
7:00 a 7:15	58	3	1	62	
7:15 a 7:30	79	0	3	82	
7:30 a 7:45	64	4	3	71	
Total hp	284	9	7	300	
% Pesados		5			
FHP	0,86				

		V6			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	2	0	0	2	
12:00 a 12:15	0	0	0	0	
12:15 a 12:30	1	0	0	1	
12:30 a 12:45	2	0	0	2	
Total hp	4	0	0	4	
% Pesados		0			
FHP	0,63				

		V7			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	56	2	0	58	
12:00 a 12:15	64	2	1	68	
12:15 a 12:30	52	0	2	54	
12:30 a 12:45	48	3	2	53	
Total hp	220	7	6	233	
% Pesados		6			
FHP	0,86				

		V6			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	2	0	0	2	
17:15 a 17:30	1	0	0	1	
17:30 a 17:45	1	0	0	1	
17:45 a 18:00	0	0	0	0	
Total hp	4	0	0	4	
% Pesados		0			
FHP	0,5				

		V7			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	74	1	2	77	
17:15 a 17:30	57	2	9	68	
17:30 a 17:45	87	5	6	98	
17:45 a 18:00	116	3	2	121	
Total hp	334	11	19	364	
% Pesados		8			
FHP	0,72				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 45. FHP y %Pesados, Int. 3, V8-V11

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	6	0	1	7	
7:00 a 7:15	6	0	3	9	
7:15 a 7:30	4	0	0	4	
7:30 a 7:45	7	0	0	7	
Total hp	23	0	4	27	
% Pesados		15			
FHP	0,82				

		V11			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	35	4	2	41	
7:00 a 7:15	43	0	4	47	
7:15 a 7:30	39	0	1	40	
7:30 a 7:45	32	0	5	37	
Total hp	149	0	11	165	
% Pesados		7			
FHP	0,87				

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	5	0	1	6	
12:00 a 12:15	5	0	2	7	
12:15 a 12:30	4	0	0	4	
12:30 a 12:45	6	0	0	6	
Total hp	19	0	3	22	
% Pesados		15			
FHP	0,86				

		V11			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	33	3	1	37	
12:00 a 12:15	34	0	3	37	
12:15 a 12:30	27	0	2	29	
12:30 a 12:45	28	0	4	32	
Total hp	122	3	10	135	
% Pesados		10			
FHP	0,90				

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	26	0	0	26	
17:15 a 17:30	22	0	0	22	
17:30 a 17:45	13	0	0	13	
17:45 a 18:00	18	0	0	18	
Total hp	79	0	0	79	
% Pesados		0			
FHP	0,76				

		V11			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	70	0	3	73	
17:15 a 17:30	65	1	2	68	
17:30 a 17:45	24	0	0	24	
17:45 a 18:00	49	0	2	51	
Total hp	208	1	7	216	
% Pesados		4			
FHP	0,74				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 46. FHP y %Pesados, Int. 3, V12

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V12				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	54	1	1	56
7:00 a 7:15	57	1	4	62
7:15 a 7:30	46	3	4	53
7:30 a 7:45	55	1	3	59
Total hp	212	6	12	230
% Pesados	8			
FHP	0,93			
V12				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	38	1	1	40
12:00 a 12:15	46	1	3	50
12:15 a 12:30	35	2	2	39
12:30 a 12:45	42	1	2	45
Total hp	161	5	9	174
% Pesados	8			
FHP	0,87			
V12				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	37	1	0	38
17:15 a 17:30	37	1	1	39
17:30 a 17:45	43	3	0	46
17:45 a 18:00	43	1	0	44
Total hp	160	6	1	167
% Pesados	4			
FHP	0,57			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 47. FHP y %Pesados, Int. 4, V4-V5

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V4				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	89	5	3	97
7:00 a 7:15	100	1	8	109
7:15 a 7:30	84	3	5	92
7:30 a 7:45	87	1	8	96
Total hp	360	10	24	394
% Pesados	9			
FHP	0,9			
V4				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	71	4	2	78
12:00 a 12:15	80	1	6	87
12:15 a 12:30	61	2	4	67
12:30 a 12:45	70	1	6	77
Total hp	282	8	19	309
% Pesados	9			
FHP	0,88			
V4				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	104	1	3	108
17:15 a 17:30	100	2	3	105
17:30 a 17:45	66	3	0	69
17:45 a 18:00	92	1	2	95
Total hp	362	7	8	377
% Pesados	4			
FHP	0,87			

V5				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	56	0	7	63
7:00 a 7:15	66	2	4	72
7:15 a 7:30	45	0	5	50
7:30 a 7:45	62	1	4	67
Total hp	229	3	20	252
% Pesados	9			
FHP	0,87			
V5				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	47	0	6	53
12:00 a 12:15	61	2	3	66
12:15 a 12:30	47	1	4	52
12:30 a 12:45	51	1	3	55
Total hp	207	3	16	226
% Pesados	9			
FHP	0,85			
V5				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	28	0	4	32
17:15 a 17:30	51	0	2	53
17:30 a 17:45	101	2	4	107
17:45 a 18:00	58	0	0	58
Total hp	238	2	10	250
% Pesados	5			
FHP	0,59			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 48. FHP y %Pesados, Int. 4, V6-V7

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V6					V7				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	1	0	0	1	6:45 a 7:00	7	0	1	8
7:00 a 7:15	1	0	0	1	7:00 a 7:15	6	0	3	9
7:15 a 7:30	2	0	0	2	7:15 a 7:30	5	0	0	5
7:30 a 7:45	0	0	0	0	7:30 a 7:45	8	0	0	8
Total hp	4	0	0	4	Total hp	26	0	4	30
% Pesados	0				% Pesados	13			
FHP	0,5				FHP	0,81			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	1	0	0	1	11:45 a 12:00	6	0	1	7
12:00 a 12:15	1	0	0	1	12:00 a 12:15	4	0	2	6
12:15 a 12:30	2	0	0	2	12:15 a 12:30	5	0	0	5
12:30 a 12:45	0	0	0	0	12:30 a 12:45	6	0	0	6
Total hp	3	0	0	3	Total hp	21	0	1	27
% Pesados	0				% Pesados	4			
FHP	0,53				FHP	0,83			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	1	0	0	1	17:00 a 17:15	28	0	0	28
17:15 a 17:30	2	0	0	2	17:15 a 17:30	23	0	0	23
17:30 a 17:45	1	0	0	1	17:30 a 17:45	13	0	0	13
17:45 a 18:00	1	0	0	1	17:45 a 18:00	18	0	0	18
Total hp	5	0	0	5	Total hp	82	0	0	82
% Pesados	0				% Pesados	0			
FHP	0,63				FHP	0,73			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 49. FHP y %Pesados, Int. 4, V8-V11

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V8					V11				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	1	0	0	1	6:45 a 7:00	0	0	0	0
7:00 a 7:15	0	0	0	0	7:00 a 7:15	0	0	0	0
7:15 a 7:30	0	0	0	0	7:15 a 7:30	1	0	0	1
7:30 a 7:45	1	0	0	1	7:30 a 7:45	0	0	0	0
Total hp	2	0	0	2	Total hp	1	0	0	1
% Pesados	0				% Pesados	0			
FHP	0,5				FHP	0,25			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	0	0	0	0	11:45 a 12:00	0	0	0	0
12:00 a 12:15	1	0	0	1	12:00 a 12:15	0	0	0	0
12:15 a 12:30	0	0	0	0	12:15 a 12:30	1	0	0	1
12:30 a 12:45	1	0	0	1	12:30 a 12:45	0	0	0	0
Total hp	2	0	0	2	Total hp	1	0	0	1
% Pesados	0				% Pesados	0			
FHP	0,5				FHP	0,25			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	0	0	0	0	17:00 a 17:15	3	0	0	3
17:15 a 17:30	0	0	0	0	17:15 a 17:30	2	0	0	2
17:30 a 17:45	1	0	0	1	17:30 a 17:45	1	0	0	1
17:45 a 18:00	0	0	0	0	17:45 a 18:00	0	0	0	0
Total hp	1	0	0	1	Total hp	6	0	0	6
% Pesados	0				% Pesados	0			
FHP	0,25				FHP	0,5			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 50. FHP y %Pesados, Int. 4, V12

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V12				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	1	0	0	1
7:00 a 7:15	1	0	0	1
7:15 a 7:30	0	0	0	0
7:30 a 7:45	1	0	0	1
Total hp	3	0	0	3
% Pesados	0			
FHP	0,75			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	1	0	0	1
12:00 a 12:15	0	0	0	0
12:15 a 12:30	0	0	0	0
12:30 a 12:45	1	0	0	1
Total hp	2	0	0	2
% Pesados	0			
FHP	0,5			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	0	0	0	0
17:15 a 17:30	0	0	0	0
17:30 a 17:45	1	0	0	1
17:45 a 18:00	0	0	0	0
Total hp	1	0	0	1
% Pesados	0			
FHP	0,25			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 51. FHP y %Pesados, Int. 5, V5-V6

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V5				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	14	0	0	14
7:00 a 7:15	12	0	0	12
7:15 a 7:30	8	0	0	8
7:30 a 7:45	10	0	0	10
Total hp	44	0	0	44
% Pesados	0			
FHP	0,79			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	11	0	0	11
12:00 a 12:15	11	0	0	11
12:15 a 12:30	8	0	0	8
12:30 a 12:45	8	0	0	8
Total hp	38	0	0	38
% Pesados	0			
FHP	0,85			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	4	0	0	4
17:15 a 17:30	7	0	0	7
17:30 a 17:45	5	0	0	5
18:45 a 19:00	3	0	0	3
Total hp	19	0	0	19
% Pesados	0			
FHP	0,68			

V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	8	0	0	8
7:00 a 7:15	9	0	0	9
7:15 a 7:30	11	0	0	11
7:30 a 7:45	8	0	0	8
Total hp	36	0	0	36
% Pesados	0			
FHP	0,82			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	1	0	0	1
12:00 a 12:15	12	0	0	12
12:15 a 12:30	8	0	0	8
12:30 a 12:45	6	0	0	6
Total hp	27	0	0	27
% Pesados	0			
FHP	0,57			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	4	0	0	4
17:15 a 17:30	5	0	0	5
17:30 a 17:45	6	0	0	6
18:45 a 19:00	6	0	0	6
Total hp	20	0	0	20
% Pesados	0			
FHP	0,50			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 52. FHP y %Pesados, Int. 5, V7-V8

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V7			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	9	0	0	9	
7:00 a 7:15	6	0	0	6	
7:15 a 7:30	4	0	0	4	
7:30 a 7:45	7	0	0	7	
Total hp	26	0	0	26	
% Pesados	0				
FHP	0,72				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	7	0	0	7	
12:00 a 12:15	13	0	0	13	
12:15 a 12:30	7	1	0	8	
12:30 a 12:45	6	0	0	6	
Total hp	33	1	0	34	
% Pesados	3				
FHP	0,63				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	8	0	0	8	
17:15 a 17:30	8	0	0	8	
17:30 a 17:45	11	0	0	11	
17:45 a 18:00	6	0	0	6	
Total hp	33	0	0	33	
% Pesados	0				
FHP	0,75				

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	64	0	5	69	
7:00 a 7:15	68	3	9	80	
7:15 a 7:30	63	1	1	65	
7:30 a 7:45	84	2	5	91	
Total hp	279	6	20	305	
% Pesados	9				
FHP	0,83				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	23	0	4	42	
12:00 a 12:15	38	1	8	33	
12:15 a 12:30	39	0	0	39	
12:30 a 12:45	66	2	5	72	
Total hp	166	3	17	186	
% Pesados	12				
FHP	0,63				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	94	1	5	100	
17:15 a 17:30	152	2	6	160	
17:30 a 17:45	141	4	7	152	
17:45 a 18:00	92	3	5	100	
Total hp	479	10	23	512	
% Pesados	6				
FHP	0,79				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 53. FHP y %Pesados, Int. 5, V9-V10

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V9			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	8	0	0	8	
7:00 a 7:15	6	0	0	6	
7:15 a 7:30	4	0	0	4	
7:30 a 7:45	3	0	0	3	
Total hp	21	0	0	21	
% Pesados	0				
FHP	0,66				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	9	0	0	9	
12:00 a 12:15	11	0	0	11	
12:15 a 12:30	3	0	0	3	
12:30 a 12:45	2	0	0	2	
Total hp	25	0	0	25	
% Pesados	0				
FHP	0,58				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	4	0	0	4	
17:15 a 17:30	0	0	0	0	
17:30 a 17:45	2	0	0	2	
17:45 a 18:00	1	0	0	1	
Total hp	7	0	0	7	
% Pesados	0				
FHP	0,44				

		V10			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	56	0	0	56	
7:00 a 7:15	46	0	0	46	
7:15 a 7:30	39	0	0	39	
7:30 a 7:45	27	0	0	27	
Total hp	168	0	0	168	
% Pesados	0				
FHP	0,75				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	31	0	0	31	
12:00 a 12:15	25	0	0	25	
12:15 a 12:30	27	0	0	27	
12:30 a 12:45	20	0	0	20	
Total hp	103	0	0	103	
% Pesados	0				
FHP	0,83				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	19	0	0	19	
17:15 a 17:30	13	0	0	13	
17:30 a 17:45	16	0	0	16	
17:45 a 18:00	12	0	1	13	
Total hp	60	0	1	61	
% Pesados	2				
FHP	0,79				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 54. FHP y %Pesados, Int. 5, V12

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V12				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	123	5	10	138
7:00 a 7:15	149	3	12	164
7:15 a 7:30	119	3	10	132
7:30 a 7:45	132	2	12	146
Total hp	523	13	44	580
% Pesados	10			
FHP	0,88			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	101	4	8	113
12:00 a 12:15	118	2	10	130
12:15 a 12:30	95	2	8	105
12:30 a 12:45	107	2	10	118
Total hp	421	10	35	467
% Pesados	10			
FHP	0,89			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	121	1	7	129
17:15 a 17:30	138	2	5	145
17:30 a 17:45	152	5	4	161
17:45 a 18:00	142	1	2	145
Total hp	553	9	18	580
% Pesados	5			
FHP	0,91			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 55. FHP y %Pesados, Int. 6, V5-V6

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V5				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	40	0	2	42
7:00 a 7:15	28	0	0	28
7:15 a 7:30	23	0	0	23
7:30 a 7:45	20	1	2	23
Total hp	111	1	4	116
% Pesados	4			
FHP	0,69			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	32	0	1	33
12:00 a 12:15	22	0	2	24
12:15 a 12:30	18	0	0	18
12:30 a 12:45	16	1	2	18
Total hp	89	1	5	94
% Pesados	5			
FHP	0,69			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	35	0	1	36
17:15 a 17:30	21	0	0	21
17:30 a 17:45	24	0	0	24
17:45 a 18:00	28	1	0	29
Total hp	108	1	1	110
% Pesados	2			
FHP	0,77			

V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	25	0	0	25
7:00 a 7:15	20	0	0	20
7:15 a 7:30	6	0	0	6
7:30 a 7:45	4	0	0	4
Total hp	55	0	0	55
% Pesados	0			
FHP	0,55			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	28	0	0	28
12:00 a 12:15	19	0	1	20
12:15 a 12:30	5	0	0	5
12:30 a 12:45	20	0	0	20
Total hp	72	0	1	66
% Pesados	2			
FHP	0,64			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	7	0	0	7
17:15 a 17:30	12	0	0	12
17:30 a 17:45	8	0	0	8
17:45 a 18:00	4	0	0	4
Total hp	31	0	0	31
% Pesados	0			
FHP	0,65			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 56. FHP y %Pesados, Int. 6, V7-V8

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V7			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	21	0	0	21	
7:00 a 7:15	25	0	0	25	
7:15 a 7:30	11	0	0	11	
7:30 a 7:45	7	0	0	7	
Total hp	64	0	0	64	
% Pesados	0				
FHP	0,64				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	9	0	0	9	
12:00 a 12:15	10	0	0	10	
12:15 a 12:30	12	0	1	13	
12:30 a 12:45	17	0	0	17	
Total hp	48	0	1	49	
% Pesados	3				
FHP	0,71				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	21	0	1	22	
17:15 a 17:30	17	0	0	17	
17:30 a 17:45	16	0	0	16	
17:45 a 18:00	18	0	0	18	
Total hp	72	0	1	73	
% Pesados	1				
FHP	0,86				

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	56	0	5	61	
7:00 a 7:15	60	3	9	72	
7:15 a 7:30	65	1	1	67	
7:30 a 7:45	90	2	5	97	
Total hp	271	6	20	297	
% Pesados	9				
FHP	0,75				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	26	0	4	30	
12:00 a 12:15	28	1	7	37	
12:15 a 12:30	44	1	0	45	
12:30 a 12:45	54	2	5	60	
Total hp	152	4	16	172	
% Pesados	13				
FHP	0,70				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	99	1	5	105	
17:15 a 17:30	148	2	6	156	
17:30 a 17:45	146	4	7	157	
17:45 a 18:00	95	3	5	103	
Total hp	488	10	23	521	
% Pesados	6				
FHP	0,82				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 57. FHP y %Pesados, Int. 6, V9

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

		V9			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	3	0	0	3	
7:00 a 7:15	6	0	0	6	
7:15 a 7:30	3	0	0	3	
7:30 a 7:45	4	0	1	5	
Total hp	16	0	1	17	
% Pesados	6				
FHP	0,67				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	12	0	0	12	
12:00 a 12:15	8	1	0	9	
12:15 a 12:30	3	0	0	3	
12:30 a 12:45	2	0	0	2	
Total hp	25	1	0	26	
% Pesados	3				
FHP	0,52				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	1	0	0	1	
17:15 a 17:30	3	0	0	3	
17:30 a 17:45	2	0	0	2	
17:45 a 18:00	4	0	0	4	
Total hp	10	0	0	10	
% Pesados	0				
FHP	0,63				

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 58. FHP y %Pesados, Int. 7, V1-V2

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V1				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	71	0	5	76
7:00 a 7:15	82	3	9	94
7:15 a 7:30	72	1	0	73
7:30 a 7:45	91	2	6	99
Total hp	316	6	20	342
% Pesados	8			
FHP	0,87			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	39	0	4	43
12:00 a 12:15	42	2	7	52
12:15 a 12:30	55	1	1	57
12:30 a 12:45	70	2	5	76
Total hp	206	5	17	228
% Pesados	9			
FHP	0,74			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	118	1	6	125
17:15 a 17:30	167	2	6	175
17:30 a 17:45	161	4	7	172
17:45 a 18:00	116	3	5	124
Total hp	562	10	24	596
% Pesados	6			
FHP	0,84			

V2				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	38	0	0	38
7:00 a 7:15	35	0	0	35
7:15 a 7:30	22	0	1	23
7:30 a 7:45	17	0	0	17
Total hp	112	0	1	113
% Pesados	1			
FHP	0,74			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	31	0	0	31
12:00 a 12:15	28	0	0	28
12:15 a 12:30	18	0	0	18
12:30 a 12:45	14	0	0	14
Total hp	90	0	0	90
% Pesados	0			
FHP	0,73			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	12	0	0	12
17:15 a 17:30	15	0	1	16
17:30 a 17:45	11	0	0	11
17:45 a 18:00	15	0	0	15
Total hp	53	0	1	54
% Pesados	2			
FHP	0,88			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

Figura 59. FHP y %Pesados, Int. 7, V6

Cálculo de factor de hora pico y porcentaje de pesados

V6				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	9	0	0	9
7:00 a 7:15	9	0	0	9
7:15 a 7:30	7	0	1	8
7:30 a 7:45	10	0	0	10
Total hp	35	0	1	36
% Pesados	3			
FHP	0,88			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	8	0	0	8
12:00 a 12:15	4	0	0	4
12:15 a 12:30	4	0	0	4
12:30 a 12:45	3	0	0	3
Total hp	19	0	0	19
% Pesados	0			
FHP	0,59			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	3	0	0	3
17:15 a 17:30	1	0	0	1
17:30 a 17:45	3	0	0	3
17:45 a 18:00	1	0	0	1
Total hp	8	0	0	8
% Pesados	0			
FHP	0,67			

Nota. La flecha naranja, representa el intervalo de 15 minutos con mayor volumen vehicular, necesario para el cálculo del FHP. Fuente propia.

En los casos en que el factor de hora pico es menor a 0,8 se debe utilizar el factor de hora pico con un valor de 0,8 ya que éste es el valor mínimo establecido por la guía para la elaboración de un estudio de impacto funcional y seguridad vial. (Procuraduría General de la República, 2019).

3.4 Condición actual en Synchro 11

De acuerdo con los valores calculados en la sección 3.3 se modela la situación actual del tramo en análisis en el software Synchro 11, para los tres momentos en análisis. Se trabaja con un flujo saturación ideal de 2000 vehículos/hora. Basado con la guía para la elaboración de un estudio de impacto funcional y seguridad vial. (Procuraduría General de la República, 2019). De ésta misma guía, también se toman los valores que se deben utilizar para los intervalos críticos y de seguimiento, para las intersecciones controladas por altos y cedas.

Figura 60. Tabla de valores de intervalos críticos y de seguimiento

Intervalos críticos y de seguimiento para altos y cedas

Intervalo	Vía Principal	Vía Secundaria		
	Izquierdo	Izquierdo	Directo	Derecho
Crítico	4,1	5,0	4,2	3,9
Seguimiento	2,1	3,1	3,2	3,2

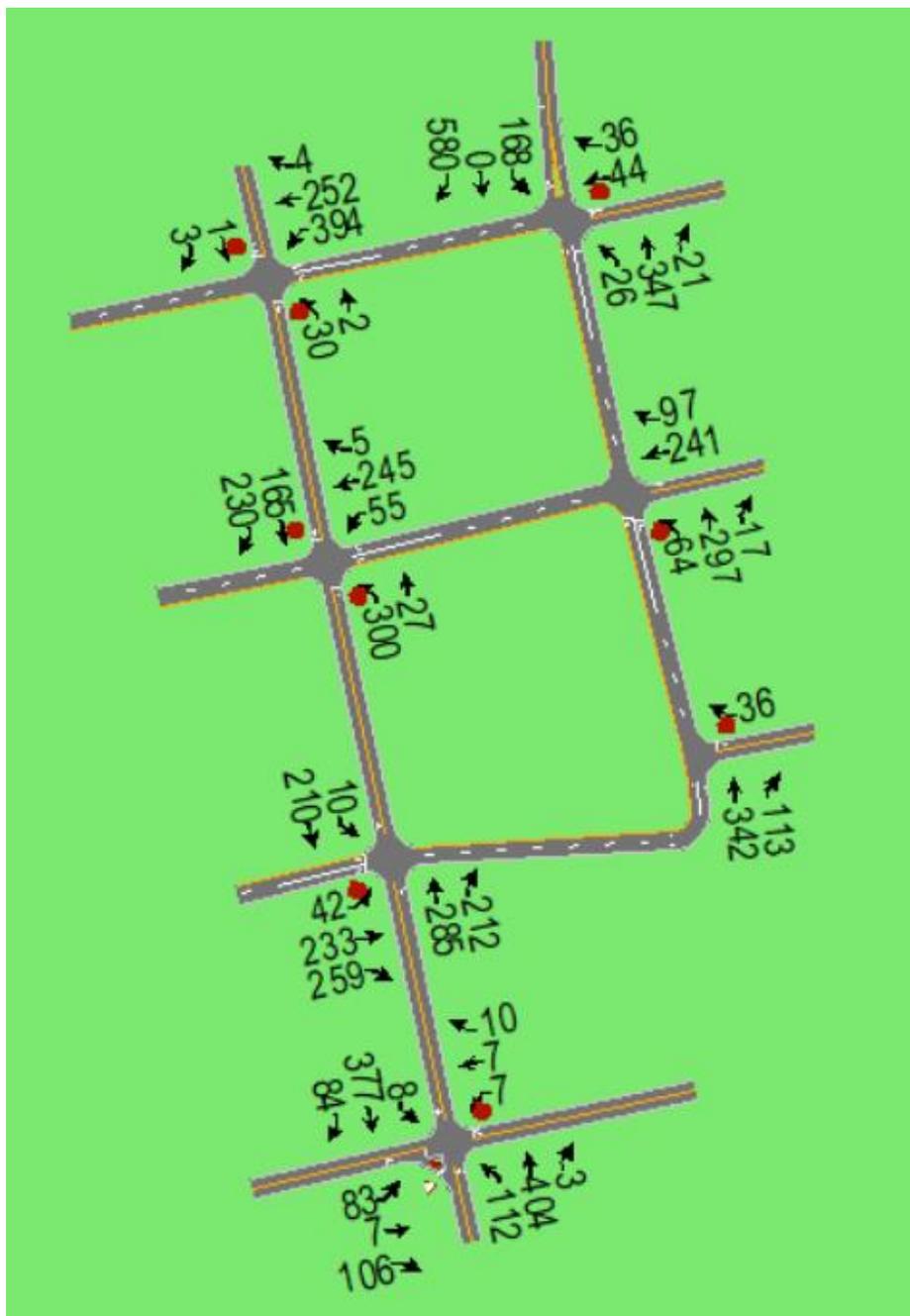
Nota. Se trabaja con distintos valores para vías principales y para vías secundarias. Tomada de: *Guía para la elaboración de un estudio de impacto funcional y seguridad vial.* [Tabla], (Procuraduría General de la República, 2019).

El software Synchro arroja resultados de “Volume Capacity ratio” (relación de volumen a capacidad), “Delay” (Demora), “Queue length” (longitud de cola), “Level of service” (Nivel de servicio), éste último se trabaja de acuerdo a la figura 12. Entre otros cálculos.

3.4.1 Condición actual AM

Figura 61. Modelo condición actual AM en Synchro 11

Condición actual AM modelada en Synchro



Nota. Cada intersección presenta los volúmenes vehiculares para cada maniobra, además de las señalizaciones existentes. Fuente propia.

Figura 62. Intersección 1 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="2"/>											
Traffic Volume (vph)	83	7	106	7	7	10	112	404	3	8	377	84
Future Volume (vph)	83	7	106	7	7	10	112	404	3	8	377	84
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—									
Right Turn Channelized	—	—	Yield	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	5.0	4.2	3.9	5.0	4.2	3.9	4.1	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	2.1	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	0.53	0.53	0.53	0.07	0.07	0.07	0.13	0.13	0.13	0.01	0.01	0.01
Control Delay (s)	21.3	21.3	21.3	14.7	14.7	14.7	1.5	3.2	3.2	0.1	0.2	0.2
Level of Service	C	C	C	B	B	B	A	A	A	A	A	A
Queue Length 95th (m)	24.1	24.1	24.1	1.9	1.9	1.9	3.4	3.4	3.4	0.2	0.2	0.2
Approach Delay (s)	—	21.3	—	—	14.7	—	—	3.2	—	—	0.2	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 63. Intersección 2 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="2"/>											
Traffic Volume (vph)	42	233	259	0	0	0	0	285	212	10	210	0
Future Volume (vph)	42	233	259	0	0	0	0	285	212	10	210	0
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—									
Right Turn Channelized	—	—	None									
Critical Gap, tC (s)	5.0	4.2	3.9	—	—	—	—	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	3.1	3.2	3.2	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	0.30	0.50	0.50	—	—	—	—	0.33	0.33	0.01	0.01	—
Control Delay (s)	13.6	13.6	13.7	—	—	—	—	0.0	0.0	0.1	0.5	—
Level of Service	B	B	B	—	—	—	—	A	A	A	A	—
Queue Length 95th (m)	10.0	22.7	22.7	—	—	—	—	0.0	0.0	0.3	0.3	—
Approach Delay (s)	—	13.7	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.5	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 64. Intersección 3 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	55	245	5	300	27	0	0	165	230
Future Volume (vph)	0	0	0	55	245	5	300	27	0	0	165	230
Sign Control	—	Free	—	—	Free	—	—	Stop	—	—	Stop	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	4.1	—	—	5.0	4.2	—	—	4.2	3.9
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	2.1	—	—	3.1	3.2	—	—	3.2	3.2
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	0.04	0.09	0.09	0.98	0.98	—	—	0.49	0.49
Control Delay (s)	—	—	—	0.3	1.1	0.0	72.2	72.2	—	—	12.7	12.7
Level of Service	—	—	—	A	A	A	E	E	—	—	B	B
Queue Length 95th (m)	—	—	—	0.9	0.9	0.0	91.7	91.7	—	—	21.9	21.9
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	1.3	—	—	72.2	—	—	12.7	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

Figura 65. Intersección 4 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	394	252	4	30	2	0	0	1	3
Future Volume (vph)	0	0	0	394	252	4	30	2	0	0	1	3
Sign Control	—	Free	—	—	Free	—	—	Stop	—	—	Stop	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	4.1	—	—	5.0	4.2	—	—	4.2	3.9
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	2.1	—	—	3.1	3.2	—	—	3.2	3.2
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	0.26	0.26	0.09	0.12	0.12	—	—	0.01	0.01
Control Delay (s)	—	—	—	2.2	3.2	0.0	17.1	17.1	—	—	9.9	9.9
Level of Service	—	—	—	A	A	A	B	B	—	—	A	A
Queue Length 95th (m)	—	—	—	8.2	8.2	0.0	3.1	3.1	—	—	0.2	0.2
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	5.1	—	—	17.1	—	—	9.9	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

Figura 66. Intersección 5 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	44	36	26	347	21	168	0	580
Future Volume (vph)	0	0	0	0	44	36	26	347	21	168	0	580
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	3.2	—	—	3.2	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	4.2	3.9	4.1	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	3.2	3.2	2.1	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.26	0.26	0.03	0.27	0.27	0.18	—	0.18
Control Delay (s)	—	—	—	—	18.1	18.1	8.8	0.0	0.0	2.6	—	4.1
Level of Service	—	—	—	—	B	B	A	A	A	A	—	A
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	8.4	8.4	0.8	0.0	0.0	5.3	—	5.3
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	18.1	—	—	0.6	—	—	4.1	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 67. Intersección 6 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	241	97	64	297	17	0	0	0
Future Volume (vph)	0	0	0	0	241	97	64	297	17	0	0	0
Sign Control	—	Free	—	—	Free	—	—	Stop	—	—	Stop	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	—	—	5.0	4.2	3.9	—	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	—	—	3.1	3.2	3.2	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.24	0.24	0.32	0.32	0.24	—	—	—
Control Delay (s)	—	—	—	—	0.0	0.0	11.3	10.9	10.5	—	—	—
Level of Service	—	—	—	—	A	A	B	B	B	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	0.0	0.0	11.0	11.0	7.5	—	—	—
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	11.0	—	—	0.0	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 68. Intersección 7 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS	 WBL	 WBR	 NBT	 NBR	 SBL	 SBT
∞ Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="342"/>	<input type="text" value="113"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
∞ Traffic Volume (vph)	0	36	342	113	0	0
∞ Future Volume (vph)	0	36	342	113	0	0
∞ Sign Control	Stop	—	Free	—	—	Free
∞ Median Width (m)	0.0	—	0.0	—	—	0.0
∞ TWLTL Median	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>
∞ Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
∞ Critical Gap, IC (s)	—	3.9	—	—	—	—
∞ Follow Up Time, TF (s)	—	3.2	—	—	—	—
∞ Volume to Capacity Ratio	—	0.05	0.25	0.08	—	—
∞ Control Delay (s)	—	9.4	0.0	0.0	—	—
∞ Level of Service	—	A	A	A	—	—
∞ Queue Length 95th (m)	—	1.2	0.0	0.0	—	—
∞ Approach Delay (s)	9.4	—	0.0	—	—	0.0

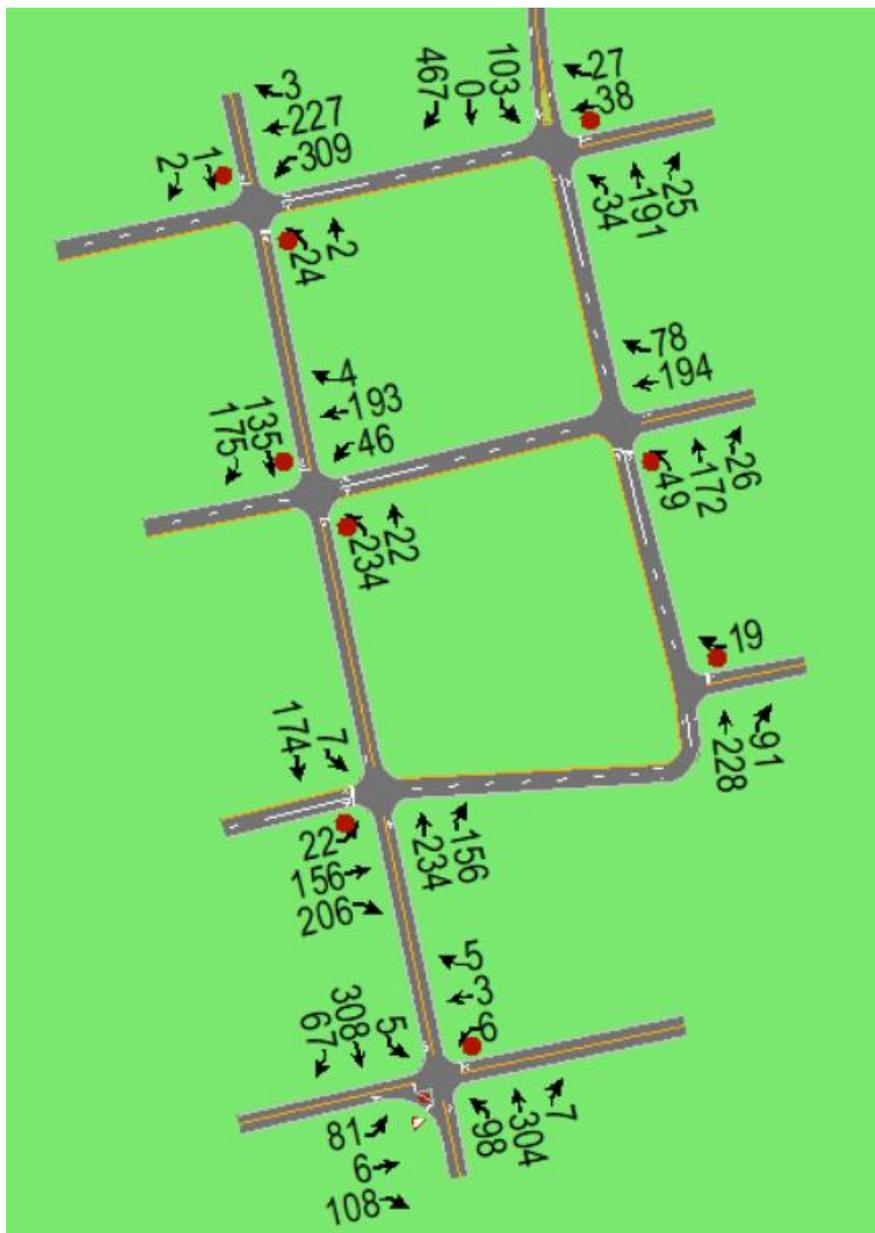
Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

3.4.2 Condición actual MD

Figura 69. Modelo condición actual MD en Synchro 11

Condición actual MD modelada en Synchro



Nota. Cada intersección presenta los volúmenes vehiculares para cada maniobra, además de las señalizaciones existentes. Fuente propia.

Figura 70. Intersección 1 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	81	6	108	6	3	5	98	304	7	5	308	67
Future Volume (vph)	81	6	108	6	3	5	98	304	7	5	308	67
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—									
Right Turn Channelized	—	—	Yield	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	5.0	4.2	3.9	5.0	4.2	3.9	4.1	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	2.1	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	0.42	0.42	0.42	0.04	0.04	0.04	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00
Control Delay (s)	15.7	15.7	15.7	13.0	13.0	13.0	1.0	3.0	3.0	0.0	0.2	0.2
Level of Service	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A
Queue Length 95th (m)	16.6	16.6	16.6	1.0	1.0	1.0	2.7	2.7	2.7	0.1	0.1	0.1
Approach Delay (s)	—	15.7	—	—	13.0	—	—	3.0	—	—	0.2	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 71. Intersección 2 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	↕			—			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	22	156	206	0	0	0	0	234	156	7	174	0
Future Volume (vph)	22	156	206	0	0	0	0	234	156	7	174	0
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	5.0	4.2	3.9	—	—	—	—	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	3.1	3.2	3.2	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	0.18	0.37	0.37	—	—	—	—	0.25	0.25	0.01	0.01	—
Control Delay (s)	11.4	11.4	11.4	—	—	—	—	0.0	0.0	0.1	0.4	—
Level of Service	B	B	B	—	—	—	—	A	A	A	A	—
Queue Length 95th (m)	5.2	13.5	13.5	—	—	—	—	0.0	0.0	0.2	0.2	—
Approach Delay (s)	—	11.4	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.4	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 72. Intersección 3 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	46	193	4	234	22	0	0	135	175
Future Volume (vph)	0	0	0	46	193	4	234	22	0	0	135	175
Sign Control	—	Free	—	—	Free	—	—	Stop	—	—	Stop	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	4.2	—	—	5.0	4.2	—	—	4.2	3.9
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	2.1	—	—	3.1	3.2	—	—	3.2	3.2
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	0.03	0.07	0.07	0.58	0.58	—	—	0.37	0.37
Control Delay (s)	—	—	—	0.2	1.2	0.0	21.3	21.3	—	—	10.9	10.9
Level of Service	—	—	—	A	A	A	C	C	—	—	B	B
Queue Length 95th (m)	—	—	—	0.7	0.7	0.0	29.3	29.3	—	—	13.6	13.6
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	1.4	—	—	21.3	—	—	10.9	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 73. Intersección 4 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	309	227	3	24	2	0	0	1	2
Future Volume (vph)	0	0	0	309	227	3	24	2	0	0	1	2
Sign Control	—	Free	—	—	Free	—	—	Stop	—	—	Stop	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	4.1	—	—	5.0	4.2	—	—	4.2	3.9
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	2.1	—	—	3.1	3.2	—	—	3.2	3.2
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	0.20	0.20	0.08	0.07	0.07	—	—	0.00	0.00
Control Delay (s)	—	—	—	1.7	3.0	0.0	14.1	14.1	—	—	10.2	10.2
Level of Service	—	—	—	A	A	A	B	B	—	—	B	B
Queue Length 95th (m)	—	—	—	6.2	6.2	0.0	1.9	1.9	—	—	0.1	0.1
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	4.6	—	—	14.1	—	—	10.2	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 74. Intersección 5 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="1"/>											
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	38	27	34	191	25	103	0	467
Future Volume (vph)	0	0	0	0	38	27	34	191	25	103	0	467
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	3.2	—	—	3.2	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	4.2	3.9	4.1	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	3.2	3.2	2.1	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.14	0.14	0.04	0.16	0.16	0.09	—	0.09
Control Delay (s)	—	—	—	—	12.5	12.5	8.4	0.0	0.0	1.0	—	2.4
Level of Service	—	—	—	—	B	B	A	A	A	A	—	A
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	3.9	3.9	1.0	0.0	0.0	2.4	—	2.4
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	12.5	—	—	1.1	—	—	2.4	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 75. Intersección 6 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="1"/>											
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	194	78	49	172	26	0	0	0
Future Volume (vph)	0	0	0	0	194	78	49	172	26	0	0	0
Sign Control	—	Free	—	—	Free	—	—	Stop	—	—	Stop	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	—	—	5.0	4.2	3.9	—	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	—	—	3.1	3.2	3.2	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.19	0.19	0.19	0.19	0.15	—	—	—
Control Delay (s)	—	—	—	—	0.0	0.0	10.0	9.8	9.6	—	—	—
Level of Service	—	—	—	—	A	A	A	A	A	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	0.0	0.0	5.6	5.6	4.2	—	—	—
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	9.8	—	—	0.0	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 76. Intersección 7 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS	 WBL	 WBR	 NBT	 NBR	 SBL	 SBT
∞ Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="19"/>	<input type="text" value="228"/>	<input type="text" value="91"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
⊖ Traffic Volume (vph)	0	19	228	91	0	0
⊖ Future Volume (vph)	0	19	228	91	0	0
⊖ Sign Control	Stop	—	Free	—	—	Free
∞ Median Width (m)	0.0	—	0.0	—	—	0.0
∞ TWLTL Median	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>
∞ Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
⊖ Critical Gap, tC (s)	—	3.9	—	—	—	—
⊖ Follow Up Time, tF (s)	—	3.2	—	—	—	—
⊖ Volume to Capacity Ratio	—	0.03	0.17	0.07	—	—
⊖ Control Delay (s)	—	9.0	0.0	0.0	—	—
⊖ Level of Service	—	A	A	A	—	—
⊖ Queue Length 95th (m)	—	0.6	0.0	0.0	—	—
⊖ Approach Delay (s)	9.0	—	0.0	—	—	0.0

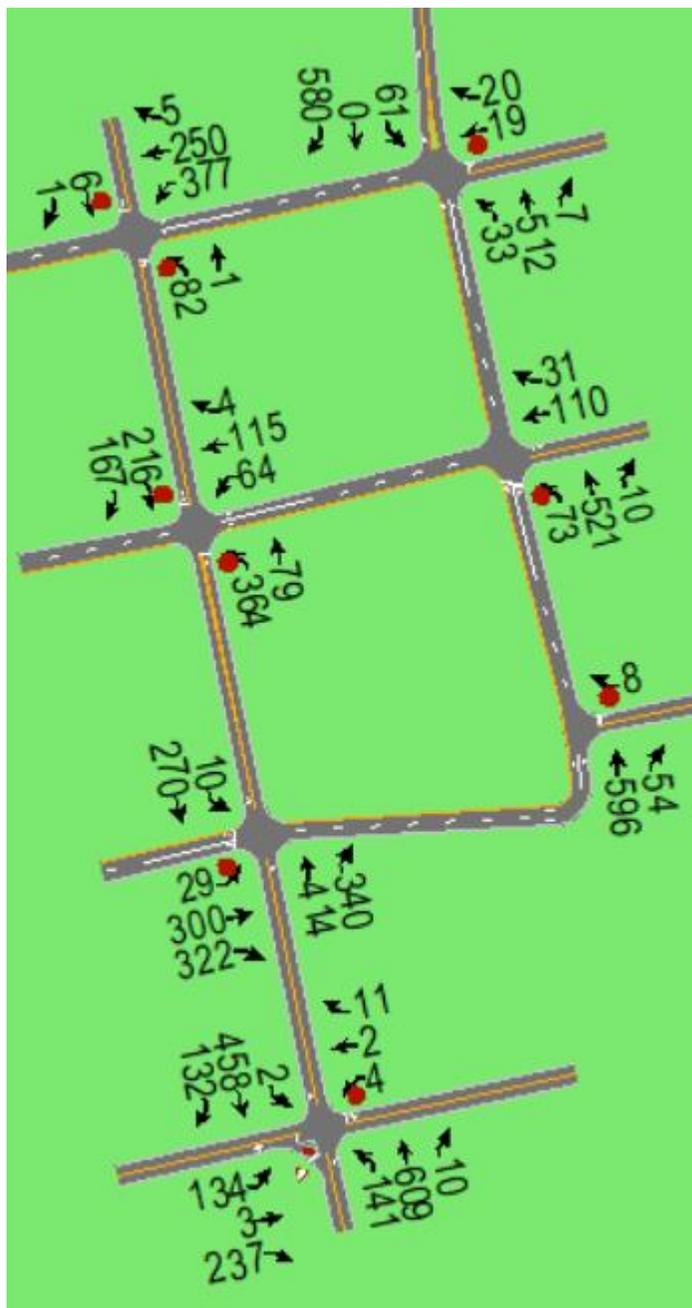
Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

3.4.3 Condición actual PM

Figura 77. Modelo condición actual PM en Synchro 11

Condición actual PM modelada en Synchro



Nota. Cada intersección presenta los volúmenes vehiculares para cada maniobra, además de las señalizaciones existentes. Fuente propia.

Figura 78. Intersección 1 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Traffic Volume (vph)	134	3	237	4	2	11	141	609	10	2	458	132
Future Volume (vph)	134	3	237	4	2	11	141	609	10	2	458	132
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	Yield	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	5.0	4.2	3.9	5.0	4.2	3.9	4.2	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	2.1	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	1.28	1.28	1.28	0.08	0.08	0.08	0.19	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00
Control Delay (s)	180.0	180.0	180.0	19.2	19.2	19.2	3.3	4.6	4.6	0.0	0.1	0.1
Level of Service	F	F	F	B	B	B	A	A	A	A	A	A
Queue Length 95th (m)	161.1	161.1	161.1	2.0	2.0	2.0	5.7	5.7	5.7	0.1	0.1	0.1
Approach Delay (s)	—	180.0	—	—	19.2	—	—	4.6	—	—	0.1	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 79. Intersección 2 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Traffic Volume (vph)	29	300	322	0	0	0	0	414	340	10	270	0
Future Volume (vph)	29	300	322	0	0	0	0	414	340	10	270	0
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	5.0	4.2	3.9	—	—	—	—	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	3.1	3.2	3.2	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	0.55	0.90	0.90	—	—	—	—	0.55	0.55	0.02	0.02	—
Control Delay (s)	24.1	32.1	40.1	—	—	—	—	0.0	0.0	0.2	0.5	—
Level of Service	C	D	E	—	—	—	—	A	A	A	A	—
Queue Length 95th (m)	25.4	90.0	90.0	—	—	—	—	0.0	0.0	0.4	0.4	—
Approach Delay (s)	—	35.7	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.5	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 80. Intersección 3 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	64	115	4	364	79	0	0	216	167
Future Volume (vph)	0	0	0	64	115	4	364	79	0	0	216	167
Sign Control	—	Free	—	—	Free	—	—	Stop	—	—	Stop	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	4.1	—	—	5.0	4.2	—	—	4.2	3.9
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	2.1	—	—	3.1	3.2	—	—	3.2	3.2
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	0.05	0.05	0.04	1.27	1.27	—	—	0.50	0.50
Control Delay (s)	—	—	—	0.3	2.1	0.0	163.6	163.6	—	—	12.6	12.6
Level of Service	—	—	—	A	A	A	F	F	—	—	B	B
Queue Length 95th (m)	—	—	—	1.2	1.2	0.0	187.1	187.1	—	—	23.3	23.3
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	2.8	—	—	163.6	—	—	12.6	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 81. Intersección 4 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	377	250	5	82	1	0	0	6	1
Future Volume (vph)	0	0	0	377	250	5	82	1	0	0	6	1
Sign Control	—	Free	—	—	Free	—	—	Stop	—	—	Stop	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	4.1	—	—	5.0	4.2	—	—	4.2	3.9
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	2.1	—	—	3.1	3.2	—	—	3.2	3.2
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	0.25	0.25	0.10	0.31	0.31	—	—	0.02	0.02
Control Delay (s)	—	—	—	2.2	3.2	0.0	20.6	20.6	—	—	15.0	15.0
Level of Service	—	—	—	A	A	A	C	C	—	—	B	B
Queue Length 95th (m)	—	—	—	8.1	8.1	0.0	10.3	10.3	—	—	0.6	0.6
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	5.0	—	—	20.6	—	—	15.0	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 82. Intersección 5 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="1"/>											
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	19	20	33	512	7	61	0	580
Future Volume (vph)	0	0	0	0	19	20	33	512	7	61	0	580
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	3.2	—	—	3.2	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	4.2	3.9	4.1	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	3.2	3.2	2.1	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.11	0.11	0.04	0.38	0.38	0.08	—	0.08
Control Delay (s)	—	—	—	—	14.2	14.2	8.8	0.0	0.0	1.1	—	2.0
Level of Service	—	—	—	—	B	B	A	A	A	A	—	A
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	3.0	3.0	1.0	0.0	0.0	2.0	—	2.0
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	14.2	—	—	0.5	—	—	2.0	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 83. Intersección 6 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="1"/>											
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	110	31	73	521	10	0	0	0
Future Volume (vph)	0	0	0	0	110	31	73	521	10	0	0	0
Sign Control	—	Free	—	—	Free	—	—	Stop	—	—	Stop	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	—	—	5.0	4.2	3.9	—	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	—	—	3.1	3.2	3.2	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.10	0.10	0.41	0.41	0.34	—	—	—
Control Delay (s)	—	—	—	—	0.0	0.0	11.2	10.8	10.5	—	—	—
Level of Service	—	—	—	—	A	A	B	B	B	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	0.0	0.0	16.5	16.5	12.1	—	—	—
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	10.8	—	—	0.0	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 84. Intersección 7 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS	 WBL	 WBR	 NBT	 NBR	 SBL	 SBT
Lanes and Sharing (#RL)	0	8	596	54	0	0
Traffic Volume (vph)	0	8	596	54	0	0
Future Volume (vph)	0	8	596	54	0	0
Sign Control	Stop	—	Free	—	—	Free
Median Width (m)	0.0	—	0.0	—	—	0.0
TWLT Median	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	3.9	—	—	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	3.2	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.01	0.42	0.04	—	—
Control Delay (s)	—	10.2	0.0	0.0	—	—
Level of Service	—	B	A	A	—	—
Queue Length 95th (m)	—	0.3	0.0	0.0	—	—
Approach Delay (s)	10.2	—	0.0	—	—	0.0

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

CAPÍTULO IV

4. Propuesta

4.1 Descripción de la propuesta

4.1.1 Identificación de problemas

Como se ha mencionado a lo largo de los primeros capítulos, el proyecto busca mejorar las condiciones de tránsito en el tramo especificado, si bien el capítulo 3 es de suma importancia por que brinda el respaldo numérico de la condición actual, se debe de realizar un análisis a profundidad de los puntos más conflictivos, detallando problemas que solo se pueden detectar en el sitio, por condiciones específicas, características de la zona, y otros factores externos que pueden afectar el tramo en estudio.

En la intersección 1, la principal complicación es que ésta presenta las 12 maniobras posibles, con un fuerte flujo vehicular en los sentidos Norte y Sur; desde el sentido Sur, se da la característica que los vehículos que buscan realizar la maniobra 7, provocan que se interrumpa el flujo vehicular para la maniobra 8. Y desde el Oeste hay un flujo importante que busca incorporarse, principalmente hacia el norte y el Sur; éste flujo se caracteriza por la presencia de tránsito constante de vehículos pesados. Desde el este, se da la característica que es una carretera sin salida, lo que hace que sea poco transitada.

Además, ésta intersección se caracteriza por que es controlada por altos y cedas, y presenta una deficiente demarcación y en una sección hay un fuerte ahuellamiento en la calzada que provoca disminución de velocidad para realizar las respectivas maniobras.

Figura 85. Fotografía ahuellamiento en intersección 1

Fotografía de la intersección 1



Nota. Se observa el ahuellamiento y la deficiente demarcación. Fuente propia.

En la intersección 2, la característica que más prevalece es la falta de visibilidad desde el acceso Oeste, esto debido a una sección de una antigua vivienda que se encuentra construida sobre la acera, esto dificulta la visibilidad y provoca que los vehículos tengan que hacer maniobras arriesgadas para todos los usuarios de la intersección. Además, esta carretera es parte de la ruta 154, carretera que se comunica con la Autopista Bernardo Soto.

Con respecto a la situación de la antigua vivienda invadiendo la acera que es espacio público, existe la Ley No. 7600 vigente desde el 29 de mayo de 1996, y en la sección del transitorio II dice lo siguiente:

El espacio físico construido, sea de propiedad pública o privada, que implique concurrencia o atención al público, deberá ser modificado en un plazo no mayor a diez años a partir de la vigencia de esta ley. Estas modificaciones quedarán estipuladas en el contrato de arrendamiento y correrán a cargo del propietario, o del arrendatario cuando se trate de oficinas públicas o establecimientos comerciales. (Procuraduría General de la República, 1996).

Con ésta ley se dicta que es un deber de las municipalidades velar por el cumplimiento de ésta, para que las aceras cumplan con las especificaciones técnicas reglamentadas. Esta ley ésta dirigida con la finalidad de igualdad y accesibilidad a discapacitados, sin embargo, también aplica como posible solución a la obstaculización de visibilidad.

Figura 86. Fotografía intersección 2 (Norte-Sur)

Fotografía de la intersección 2



Nota. Se puede apreciar el problema de visibilidad del autobús, y la vivienda invadiendo la acera. Fuente propia.

Figura 87. Fotografía intersección 2 (Sur-Norte)

Fotografía de la intersección 2



Nota. Se puede apreciar el problema de visibilidad y la vivienda invadiendo la acera. Fuente propia.

Otro punto importante es que ésta es la intersección en la cual la mayoría de vehículos transitan para dirigirse hacia el cantón de Poás, y otros distritos de Grecia.

En la intersección 3, se da la característica de que es un punto de encuentro de todos los vehículos que vienen desde la carretera 118 (Alajuela-Grecia) desde el Sur, y los vehículos que vienen de la ruta 107 (Poás-Grecia) desde el Norte. Y en el sentido Este a Oeste la avenida central León Cortés Castro. Una observación interesante es que los flujos Norte y Sur son los de mayor volumen, sin embargo, éstos están controlados por altos y los vehículos que ingresan desde el Este tienen la vía libre, y por lo general presentan menor volumen vehicular.

Figura 88. Fotografía intersección 3 (Este-Oeste)

Fotografía de la intersección 3



Nota. Fotografía tomada desde la avenida central León cortés Castro. Fuente propia.

Las intersecciones 5 y 6, no son parte de la ruta 118, sin embargo, son parte de la red analizada; una observación importante es que mientras se hacían los conteos manuales para éstas intersecciones, gran cantidad de vehículos transitaban contravía en sentido Norte a Sur.

4.1.2 Solución propuesta

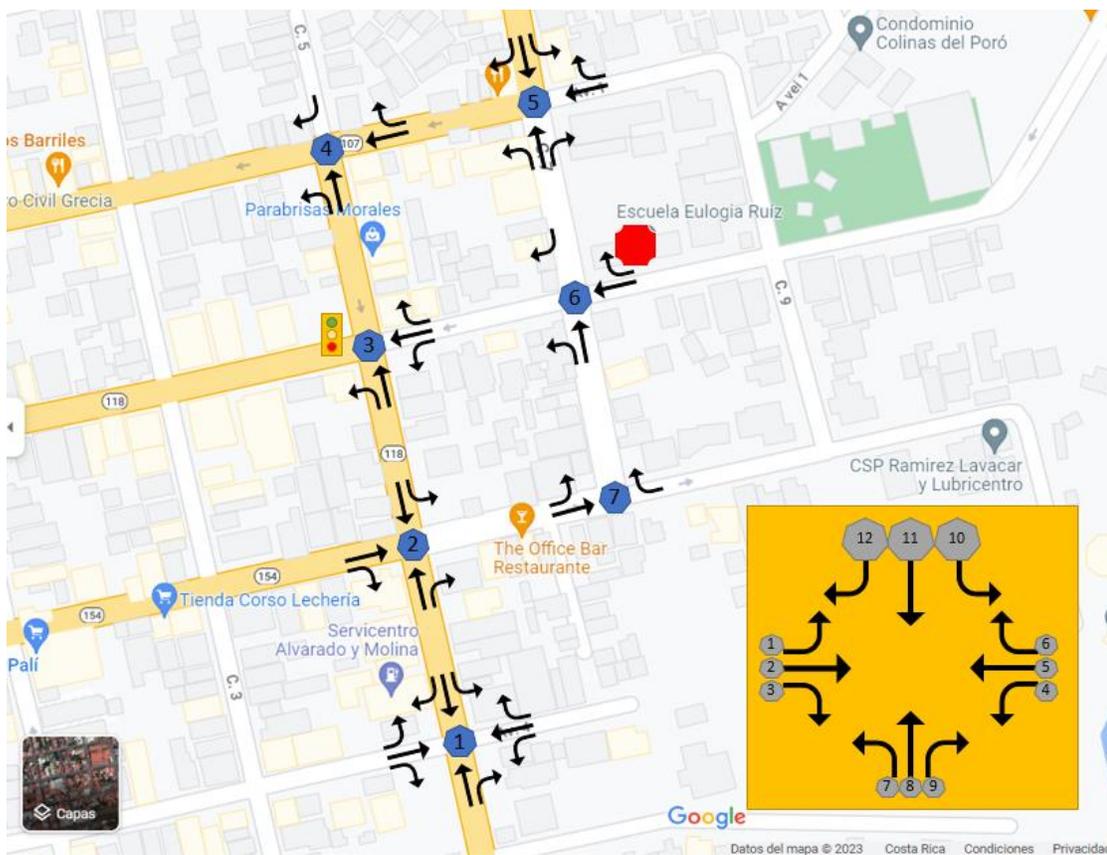
Ante los problemas detectados, se busca mejorar las condiciones para todos los usuarios que transitan por éstas intersecciones, partiendo de que siempre van a existir limitantes tanto físicas del sitio, como económicas para el desarrollo de éstas. Por lo que inicialmente se busca proponer cambios de vías, eliminación de maniobras, y seguidamente la consideración de semáforos u otros recursos.

Se debe tomar en consideración que, ante la eliminación o adición de una maniobra, se va a dar un cambio en los volúmenes vehiculares en las intersecciones, sin embargo, para la red, el volumen total siempre va a ser el mismo que de la condición actual. Otro punto importante es que la adición o eliminación de señalización puede provocar mejores tiempos de demora y longitudes de cola para unas maniobras, pero puede repercutir éstos parámetros negativamente para otras maniobras. Lo que se busca es un balance en el cuál hay una mejora global para las intersecciones y por ende para la red.

En la figura 89, se muestra la propuesta planteada.

Figura 89. Propuesta de reordenamiento vial

Propuesta de reordenamiento vial



Nota. Las flechas indican las maniobras permitidas para cada intersección, además se muestra la incorporación de un semáforo y un alto. Adaptada de: [Grecia, Alajuela, Costa Rica], Google. (s.f.), <https://bit.ly/3EC53Bs>. Todos los derechos reservados 2023 por Google. Adaptado con permiso del autor.

En la intersección 1, se elimina la maniobra 7, ésta es la que ingresa desde el sentido Sur con giro hacia el Oeste. En la intersección 2, se elimina la maniobra 1, ésta es la que ingresa desde el Oeste y gira hacia el Norte. En la intersección 3, se eliminan las maniobras 11 y 12, y se coloca un semáforo, para controlar la intersección.

En la intersección 4, se eliminan las maniobras 4 y 11, ya que ahora desde el sur solamente habría derecho de vía hacia el Norte y el Oeste, dejando de ésta manera una vía de 2 carriles entre las intersecciones 3 y 4.

En la intersección 5, se añade la maniobra 11, que es la ingresa del Norte y se dirige al Sur. Además, se elimina la maniobra 7, ésta es la que ingresa desde el Sur y gira al Oeste.

En la intersección 6, se habilita la maniobra 12, que es la que ingresa desde el Norte y gira hacia el Oeste. También, se elimina la maniobra 9, ésta es la que ingresa del Sur y gira al Este, lo que provoca que ahora la parte Este de ésta intersección ahora sea de 2 carriles. Adicionalmente ahora el Norte y Sur tienen libre la vía y las maniobras 5 y 6 ahora son controladas por alto y ceda.

Finalmente, la intersección 7 no presenta ningún cambio en la configuración de maniobras.

4.2 Factores de hora pico y porcentajes de pesados

Debido a que se hacen reajustes de volúmenes para las intersecciones, se deben de recalcular los valores de factor de hora pico y los porcentajes de pesados, se debe tomar en consideración que la hora pico se mantiene igual que la condición actual.

Figura 90. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 1 V8

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

		V8			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	133	2	1	136	
7:00 a 7:15	117	3	5	125	
7:15 a 7:30	118	0	2	120	
7:30 a 7:45	125	4	6	135	
Total hp	493	9	14	516	
% Pesados	4				
FHP	0,93				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	99	2	2	102	
12:00 a 12:15	99	2	6	107	
12:15 a 12:30	92	0	2	94	
12:30 a 12:45	92	3	6	101	
Total hp	382	7	16	405	
% Pesados	6				
FHP	0,96				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	151	1	3	155	
17:15 a 17:30	176	3	4	183	
17:30 a 17:45	176	6	7	189	
17:45 a 18:00	216	3	4	223	
Total hp	719	13	18	750	
% Pesados	4				
FHP	0,83				

Nota. Debido a que se elimina la maniobra 7, sus valores de vehículos se suman a la maniobra 8.
Fuente propia.

Figura 91. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 2 V2

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

Hora	V2			TOTAL
	Liviano	Autobus	Pesado	
6:45 a 7:00	66	0	2	68
7:00 a 7:15	67	3	4	74
7:15 a 7:30	62	1	0	63
7:30 a 7:45	66	2	2	70
Total hp	261	6	8	275
% Pesados	5			
FHP	0,97			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	41	0	1	42
12:00 a 12:15	38	2	3	44
12:15 a 12:30	42	1	0	43
12:30 a 12:45	53	2	2	56
Total hp	175	5	6	185
% Pesados	6			
FHP	0,82			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	70	1	1	72
17:15 a 17:30	83	1	6	90
17:30 a 17:45	94	3	3	100
17:45 a 18:00	63	3	1	67
Total hp	310	8	11	329
% Pesados	6			
FHP	0,82			

Nota. Debido a que se elimina la maniobra 1, sus valores de vehículos se suman a la maniobra 2.

Fuente propia.

Figura 92. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 2 V8

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

Hora	V8			TOTAL
	Liviano	Autobus	Pesado	
6:45 a 7:00	103	2	1	106
7:00 a 7:15	82	3	3	88
7:15 a 7:30	95	0	4	99
7:30 a 7:45	94	4	6	104
Total hp	374	9	14	397
% Pesados	6			
FHP	0,91			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	80	2	2	84
12:00 a 12:15	89	2	4	96
12:15 a 12:30	76	0	4	80
12:30 a 12:45	70	3	6	79
Total hp	316	6	11	332
% Pesados	5			
FHP	0,89			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	121	1	2	124
17:15 a 17:30	109	2	9	120
17:30 a 17:45	117	5	5	127
17:45 a 18:00	179	3	2	184
Total hp	526	11	18	555
% Pesados	5			
FHP	0,73			

Nota. Se reajusta debido al nuevo valor proveniente de la intersección 1, V8. Fuente propia.

Figura 93. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 4 V5

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

		V5			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00		56	0	7	63
7:00 a 7:15	Mayor	66	2	4	72
7:15 a 7:30		45	0	5	50
7:30 a 7:45		62	1	4	67
Total hp		229	3	20	252
% Pesados		9			
FHP		0,87			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00		47	0	6	53
12:00 a 12:15	Mayor	61	1	4	66
12:15 a 12:30		47	1	4	53
12:30 a 12:45		51	1	4	55
Total hp		206	3	17	227
% Pesados		9			
FHP		0,85			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15		28	0	4	32
17:15 a 17:30		51	0	2	53
17:30 a 17:45	Mayor	101	2	4	107
17:45 a 18:00		32	0	0	32
Total hp		212	2	10	224
% Pesados		5			
FHP		0,52			

Nota. Se restan los vehículos de la intersección 5, V11. Fuente propia.

Figura 94. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 4 V12

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

		V12			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00		1	0	0	1
7:00 a 7:15	Mayor	1	0	0	1
7:15 a 7:30		1	0	0	1
7:30 a 7:45		1	0	0	1
Total hp		4	0	0	4
% Pesados		0			
FHP		1			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00		1	0	0	1
12:00 a 12:15		0	0	0	0
12:15 a 12:30		1	0	0	1
12:30 a 12:45	Mayor	1	0	0	1
Total hp		2	0	0	2
% Pesados		0			
FHP		0,75			
Hora		Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15		3	0	0	3
17:15 a 17:30		2	0	0	2
17:30 a 17:45		2	0	0	2
17:45 a 18:00	Mayor	1	0	0	1
Total hp		8	0	0	8
% Pesados		0			
FHP		0,67			

Nota. Se suman los vehículos de la maniobra V11. Fuente propia.

Figura 95. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 5 V11

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

V11				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	89	5	3	97
7:00 a 7:15	100	1	8	109
7:15 a 7:30	84	3	5	92
7:30 a 7:45	87	1	8	96
Total hp	360	10	24	394
% Pesados	9			
FHP	0,9			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	71	4	2	77
12:00 a 12:15	80	1	6	87
12:15 a 12:30	61	2	4	67
12:30 a 12:45	70	1	6	77
Total hp	282	8	18	308
% Pesados	9			
FHP	0,88			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	104	1	3	108
17:15 a 17:30	100	2	3	105
17:30 a 17:45	66	3	0	69
17:45 a 18:00	92	1	2	95
Total hp	362	7	8	377
% Pesados	4			
FHP	0,87			

Nota. Se restan los vehículos de la maniobra V12. Fuente propia.

Figura 96. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 5 V12

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

V12				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	34	0	7	41
7:00 a 7:15	49	2	4	55
7:15 a 7:30	35	0	5	40
7:30 a 7:45	45	1	4	50
Total hp	163	3	20	186
% Pesados	12			
FHP	0,83			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	30	0	6	36
12:00 a 12:15	38	1	4	43
12:15 a 12:30	34	0	4	38
12:30 a 12:45	37	1	4	41
Total hp	139	2	17	159
% Pesados	13			
FHP	0,91			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	17	0	4	21
17:15 a 17:30	38	0	2	40
17:30 a 17:45	86	2	4	92
17:45 a 18:00	50	0	0	50
Total hp	191	2	10	203
% Pesados	6			
FHP	0,56			

Nota. Se restan los vehículos de la maniobra V11. Fuente propia.

Figura 97. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 6 V7

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

V7				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	34	0	0	34
7:00 a 7:15	32	0	2	34
7:15 a 7:30	22	0	0	22
7:30 a 7:45	16	0	0	16
Total hp	104	0	2	106
% Pesados	2			
FHP	0,76			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	19	0	0	19
12:00 a 12:15	16	0	2	18
12:15 a 12:30	16	0	1	17
12:30 a 12:45	24	0	0	24
Total hp	76	0	3	78
% Pesados	4			
FHP	0,78			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	28	0	1	29
17:15 a 17:30	22	0	1	23
17:30 a 17:45	27	0	1	28
17:45 a 18:00	22	0	0	22
Total hp	99	0	3	102
% Pesados	3			
FHP	0,88			

Nota. Se suman los vehículos de la intersección 2, V1. Fuente propia.

Figura 98. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 6 V8

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

V8				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
6:45 a 7:00	56	0	5	61
7:00 a 7:15	60	3	9	72
7:15 a 7:30	65	1	1	67
7:30 a 7:45	90	2	5	97
Total hp	271	6	20	297
% Pesados	9			
FHP	0,75			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
11:45 a 12:00	26	0	4	30
12:00 a 12:15	28	1	7	37
12:15 a 12:30	44	1	0	45
12:30 a 12:45	54	2	5	61
Total hp	153	4	16	172
% Pesados	13			
FHP	0,70			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL
17:00 a 17:15	98	1	5	104
17:15 a 17:30	145	2	6	153
17:30 a 17:45	144	4	7	155
17:45 a 18:00	91	3	5	99
Total hp	478	10	23	511
% Pesados	6			
FHP	0,82			

Nota. Se reajusta debido al nuevo valor proveniente de la intersección 7, V1. Fuente propia.

Figura 99. Porcentaje de pesados y FHP. Int. 7 V2

Cálculo del porcentaje de pesados y el Factor de hora pico

		V2			
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
6:45 a 7:00	41	0	0	41	
7:00 a 7:15	41	0	0	41	
7:15 a 7:30	25	0	1	26	
7:30 a 7:45	21	0	1	22	
Total hp	128	0	2	130	
% Pesados	2				
FHP	0,780487805				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
11:45 a 12:00	43	0	0	43	
12:00 a 12:15	36	1	0	37	
12:15 a 12:30	21	0	0	21	
12:30 a 12:45	16	0	0	16	
Total hp	115	1	0	116	
% Pesados	1				
FHP	0,669767442				
Hora	Liviano	Autobus	Pesado	TOTAL	
17:00 a 17:15	13	0	0	13	
17:15 a 17:30	18	0	1	19	
17:30 a 17:45	13	0	0	13	
17:45 a 18:00	19	0	0	19	
Total hp	63	0	1	64	
% Pesados	2				
FHP	0,828947368				

Nota. Se suman los vehículos de la intersección 6, V9. Fuente propia.

4.3 Análisis de propuesta en Synchro 11

Se realiza el análisis mediante el software Synchro 11, de acuerdo con los cálculos obtenidos de porcentajes de pesados, factores de hora pico, y el reajuste de volúmenes vehiculares de los cambios planteados. Los parámetros generales se trabajan igual que en el análisis de la condición actual, con un flujo saturación ideal de 2000 vehículos/hora, y de igual manera, los intervalos críticos y de seguimiento, son los descritos en la sección 3.4.

4.3.1 Propuesta AM

Figura 100. Modelo de propuesta AM en Synchro 11

Propuesta AM modelada en Synchro



Nota. Cada intersección presenta los volúmenes vehiculares para cada maniobra, y las señalizaciones.
Fuente propia.

Figura 101. Intersección 1 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	↕		↕	↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	83	7	106	7	7	10	0	516	3	8	377	84
Future Volume (vph)	83	7	106	7	7	10	0	516	3	8	377	84
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	Yield	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	5.0	4.2	3.9	5.0	4.2	3.9	—	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	—	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	0.44	0.44	0.44	0.06	0.06	0.06	—	0.33	0.33	0.01	0.01	0.01
Control Delay (s)	16.8	16.8	16.8	12.9	12.9	12.9	—	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3
Level of Service	B	B	B	B	B	B	—	A	A	A	A	A
Queue Length 95th (m)	18.1	18.1	18.1	1.6	1.6	1.6	—	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2
Approach Delay (s)	—	16.8	—	—	12.9	—	—	0.0	—	—	0.3	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 102. Intersección 2 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	↕		↕	↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	275	259	0	0	0	0	397	212	10	210	0
Future Volume (vph)	0	275	259	0	0	0	0	397	212	10	210	0
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	4.2	3.9	—	—	—	—	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	3.2	3.2	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.47	0.47	—	—	—	—	0.40	0.40	0.01	0.01	—
Control Delay (s)	—	14.5	13.3	—	—	—	—	0.0	0.0	0.1	0.6	—
Level of Service	—	B	B	—	—	—	—	A	A	A	A	—
Queue Length 95th (m)	—	20.3	20.3	—	—	—	—	0.0	0.0	0.3	0.3	—
Approach Delay (s)	—	13.9	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.6	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 103. Intersección 3 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (#RL)					↕↕			↕↕						
Traffic Volume (vph)	0	0	0	220	349	47	370	27	0	0	0	0		
Future Volume (vph)	0	0	0	220	349	47	370	27	0	0	0	0		
Turn Type				Split			Split							
Protected Phases				3	3		1	1						
Permitted Phases														
Permitted Flashing Yellow														
Detector Phases				3	3		1	1						
Switch Phase				0	0		0	0						
Leading Detector (m)					10.0			10.0						
Trailing Detector (m)					0.0			0.0						
Minimum Initial (s)				5.0	5.0		5.0	5.0						
Minimum Split (s)				23.0	23.0		23.0	23.0						
Total Split (s)				23.0	23.0		27.0	27.0						
Yellow Time (s)				3.0	3.0		3.0	3.0						
All-Red Time (s)				2.0	2.0		2.0	2.0						
Lost Time Adjust (s)					0.0			0.0						
Lagging Phase?														
Allow Lead/Lag Optimize?														
Recall Mode				Max	Max		Max	Max						
Actuated Effect. Green (s)					18.0			22.0						
Actuated g/C Ratio					0.36			0.44						
Volume to Capacity Ratio					0.60			0.58						
Control Delay (s)					15.3			14.4						
Queue Delay (s)					0.0			0.0						
Total Delay (s)					15.3			14.4						
Level of Service					B			B						
Approach Delay (s)					15.3			14.4						
Approach LOS					B			B						
Queue Length 50th (m)					27.4			29.3						
Queue Length 95th (m)					36.9			45.5						
Stops (vph)					459			285						
Fuel Used (l/hr)					23			14						

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11. Fuente propia.

Figura 104. Intersección 4 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)					↕↕			↕↕				↕
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	252	4	72	2	0	0	0	4
Future Volume (vph)	0	0	0	0	252	4	72	2	0	0	0	4
Sign Control		Free			Free			Stop			Stop	
Median Width (m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
TWLT Median		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
Right Turn Channelized			None			None		None				None
Critical Gap, tC (s)							5.0	4.2				3.9
Follow Up Time, tF (s)							3.1	3.2				3.2
Volume to Capacity Ratio					0.11	0.06	0.09	0.09				0.00
Control Delay (s)					0.0	0.0	9.0	9.0				8.5
Level of Service					A	A	A	A				A
Queue Length 95th (m)					0.0	0.0	2.3	2.3				0.1
Approach Delay (s)		0.0			0.0			9.0				8.5

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11. Fuente propia.

Figura 105. Intersección 5 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	44	36	26	305	21	168	394	186
Future Volume (vph)	0	0	0	0	44	36	26	305	21	168	394	186
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	4.2	3.9	4.1	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	3.2	3.2	2.1	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.25	0.25	0.03	0.03	0.03	0.17	0.17	0.17
Control Delay (s)	—	—	—	—	17.0	17.0	0.4	1.0	1.0	2.4	3.9	3.9
Level of Service	—	—	—	—	B	B	A	A	A	A	A	A
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	7.7	7.7	0.8	0.8	0.8	4.9	4.9	4.9
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	17.0	—	—	1.0	—	—	3.9	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

Figura 106. Intersección 6 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	116	55	106	297	0	0	0	394
Future Volume (vph)	0	0	0	0	116	55	106	297	0	0	0	394
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	3.2	—	—	3.2	—
TwLTL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	6.5	6.2	5.0	—	—	—	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	4.0	3.3	3.1	—	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.54	0.37	0.18	0.22	—	—	—	0.29
Control Delay (s)	—	—	—	—	41.2	23.6	11.1	0.0	—	—	—	0.0
Level of Service	—	—	—	—	E	C	B	A	—	—	—	A
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	22.1	13.4	5.3	0.0	—	—	—	0.0
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	35.3	—	—	2.9	—	—	0.0	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

Figura 107. Intersección 7 AM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

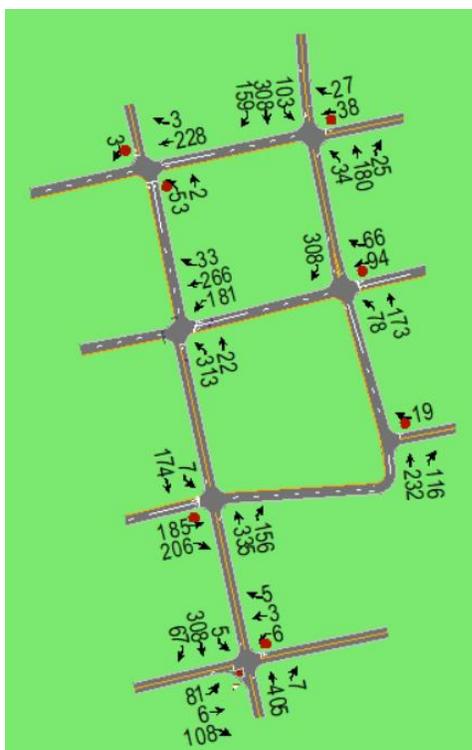
HCM 2000 SIGNING SETTINGS	↙	↘	↖	↗	↔	↕
	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
◊ Lanes and Sharing (#RL)	3	3	3	3	3	3
◊ Traffic Volume (vph)	0	36	367	130	0	0
◊ Future Volume (vph)	0	36	367	130	0	0
◊ Sign Control	Stop	—	Free	—	—	Free
◊ Median Width (m)	0.0	—	0.0	—	—	0.0
◊ TW/LTL Median	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>
◊ Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
◊ Critical Gap, IC (s)	—	3.9	—	—	—	—
◊ Follow Up Time, tF (s)	—	3.2	—	—	—	—
◊ Volume to Capacity Ratio	—	0.05	0.24	0.10	—	—
◊ Control Delay (s)	—	9.4	0.0	0.0	—	—
◊ Level of Service	—	A	A	A	—	—
◊ Queue Length 95th (m)	—	1.2	0.0	0.0	—	—
◊ Approach Delay (s)	9.4	—	0.0	—	—	0.0

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

4.3.2 Propuesta MD

Figura 108. Modelo de propuesta MD en Synchro 11

Propuesta MD modelada en Synchro



Nota. Cada intersección presenta los volúmenes vehiculares para cada maniobra, y las señalizaciones.
Fuente propia.

Figura 109. Intersección 1 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)		↕			↕			↕			↕	
Traffic Volume (vph)	81	6	108	6	3	5	0	405	7	5	308	67
Future Volume (vph)	81	6	108	6	3	5	0	405	7	5	308	67
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	Yield	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	5.0	4.2	3.9	5.0	4.2	3.9	—	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	—	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	0.37	0.37	0.37	0.03	0.03	0.03	—	0.25	0.25	0.01	0.01	0.01
Control Delay (s)	13.6	13.6	13.6	11.8	11.8	11.8	—	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2
Level of Service	B	B	B	B	B	B	—	A	A	A	A	A
Queue Length 95th (m)	13.6	13.6	13.6	0.8	0.8	0.8	—	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Approach Delay (s)	—	13.6	—	—	11.8	—	—	0.0	—	—	0.2	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

Figura 110. Intersección 2 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)		↕						↕			↕	
Traffic Volume (vph)	0	185	206	0	0	0	0	335	156	7	174	0
Future Volume (vph)	0	185	206	0	0	0	0	335	156	7	174	0
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	4.2	3.9	—	—	—	—	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	3.2	3.2	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.34	0.34	—	—	—	—	0.32	0.32	0.01	0.01	—
Control Delay (s)	—	12.0	11.3	—	—	—	—	0.0	0.0	0.1	0.5	—
Level of Service	—	B	B	—	—	—	—	A	A	A	A	—
Queue Length 95th (m)	—	12.3	12.3	—	—	—	—	0.0	0.0	0.2	0.2	—
Approach Delay (s)	—	11.7	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.5	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

Figura 111. Intersección 3 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (HRL)	▼			↕			↕							
Traffic Volume (vph)	0	0	0	181	266	33	313	22	0	0	0	0		
Future Volume (vph)	0	0	0	181	266	33	313	22	0	0	0	0		
Turn Type	Split			Split			Split							
Protected Phases	-			3	3	-	1	1	-	-				
Permitted Phases	-			-			-			-				
Permitted Flashing Yellow	-			-			-			-				
Detector Phases	-			3	3	-	1	1	-	-				
Switch Phase	-			0	0	-	0	0	-	-				
Leading Detector (m)	-			10.0			10.0			-				
Trailing Detector (m)	-			0.0			0.0			-				
Minimum Initial (s)	-			5.0	5.0	-	5.0	5.0	-	-				
Minimum Split (s)	-			23.0	23.0	-	23.0	23.0	-	-				
Total Split (s)	-			23.0	23.0	-	27.0	27.0	-	-				
Yellow Time (s)	-			3.0	3.0	-	3.0	3.0	-	-				
All-Red Time (s)	-			2.0	2.0	-	2.0	2.0	-	-				
Lost Time Adjust (s)	-			0.0			0.0			-				
Lagging Phase?	-			-			-			-				
Allow Lead/Lag Optimize?	-			-			-			-				
Recall Mode	-			Max	Max	-	Max	Max	-	-				
Actuated Effct. Green (s)	-			18.0			22.0			-				
Actuated g/C Ratio	-			0.36			0.44			-				
Volume to Capacity Ratio	-			0.48			0.51			-				
Control Delay (s)	-			13.6			13.1			-				
Queue Delay (s)	-			0.0			0.0			-				
Total Delay (s)	-			13.6			13.1			-				
Level of Service	-			B			B			-				
Approach Delay (s)	-			13.6			13.1			-				
Approach LOS	-			B			B			-				
Queue Length 50th (m)	-			20.2			24.1			-				
Queue Length 95th (m)	-			27.3			40.4			-				
Stops (vph)	-			336			230			-				
Fuel Used (l/hr)	-			17			12			-				

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11. Fuente propia.

Figura 112. Intersección 4 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (HRL)				↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	228	3	53	2	0	0	0	3
Future Volume (vph)	0	0	0	0	228	3	53	2	0	0	0	3
Sign Control	Free			Free			Stop			Stop		
Median Width (m)	0.0			0.0			0.0			0.0		
TWLT Median	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Right Turn Channelized	None			None			None			None		
Critical Gap, IC (s)	-			-			5.0	4.2	-	3.9		
Follow Up Time, IF (s)	-			-			3.1	3.2	-	3.2		
Volume to Capacity Ratio	-			0.11			0.06	0.07	0.07	0.00		
Control Delay (s)	-			0.0			0.0	8.8	8.9	8.5		
Level of Service	-			A			A	A	A	A		
Queue Length 95th (m)	-			0.0			0.0	1.7	1.7	0.1		
Approach Delay (s)	0.0			0.0			8.8			8.5		

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11. Fuente propia.

Figura 113. Intersección 5 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↑			↑			↑		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	38	27	34	180	25	103	308	159
Future Volume (vph)	0	0	0	0	38	27	34	180	25	103	308	159
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	4.2	3.9	4.1	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	3.2	3.2	2.1	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.14	0.14	0.04	0.04	0.04	0.09	0.09	0.09
Control Delay (s)	—	—	—	—	12.4	12.4	0.4	1.5	1.5	1.0	2.3	2.3
Level of Service	—	—	—	—	B	B	A	A	A	A	A	A
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	3.9	3.9	1.0	1.0	1.0	2.4	2.4	2.4
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	12.4	—	—	1.5	—	—	2.3	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 114. Intersección 6 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↑			↑			↑		
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	94	66	78	173	0	0	0	308
Future Volume (vph)	0	0	0	0	94	66	78	173	0	0	0	308
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	3.2	—	—	3.2	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	4.2	3.9	4.1	—	—	—	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	3.2	3.2	2.1	—	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.15	0.15	0.08	0.13	—	—	—	0.21
Control Delay (s)	—	—	—	—	11.5	10.3	8.1	0.0	—	—	—	0.0
Level of Service	—	—	—	—	B	B	A	A	—	—	—	A
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	4.2	4.2	2.0	0.0	—	—	—	0.0
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	11.0	—	—	2.5	—	—	0.0	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 115. Intersección 7 MD

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	0	19	232	116	0	0
Future Volume (vph)	0	19	232	116	0	0
Sign Control	Stop	—	Free	—	—	Free
Median Width (m)	0.0	—	0.0	—	—	0.0
TWLT Median	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Critical Gap, IC (s)	—	3.9	—	—	—	—
Follow Up Time, IF (s)	—	3.2	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.03	0.17	0.09	—	—
Control Delay (s)	—	9.0	0.0	0.0	—	—
Level of Service	—	A	A	A	—	—
Queue Length 95th (m)	—	0.6	0.0	0.0	—	—
Approach Delay (s)	9.0	—	0.0	—	—	0.0

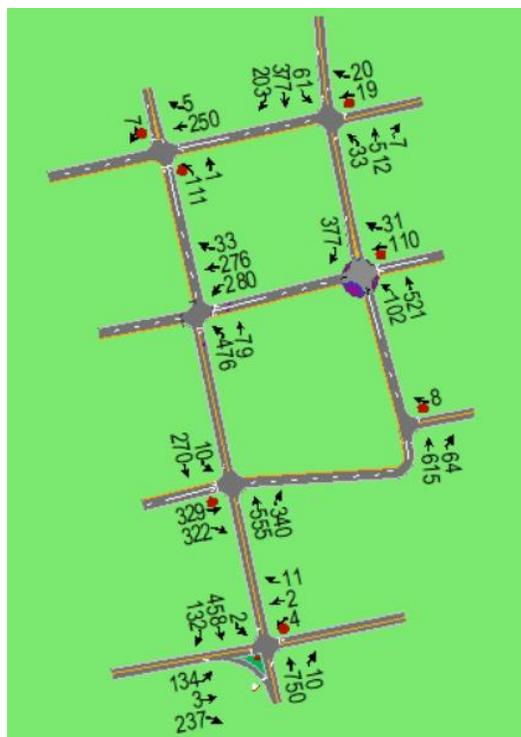
Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

4.3.3 Propuesta PM

Figura 116. Modelo de propuesta PM en Synchro 11

Propuesta PM modelada en Synchro



Nota. Cada intersección presenta los volúmenes vehiculares para cada maniobra, y las señalizaciones.

Fuente propia.

Figura 117. Intersección 1 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	134	3	237	4	2	11	0	750	10	2	458	132
Future Volume (vph)	134	3	237	4	2	11	0	750	10	2	458	132
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TW/TL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	Yield	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	5.0	4.2	3.9	5.0	4.2	3.9	—	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	—	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	1.04	1.04	1.04	0.06	0.06	0.06	—	0.54	0.54	0.00	0.00	0.00
Control Delay (s)	85.1	85.1	85.1	16.6	16.6	16.6	—	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Level of Service	F	F	F	B	B	B	—	A	A	A	A	A
Queue Length 95th (m)	110.0	110.0	110.0	1.6	1.6	1.6	—	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Approach Delay (s)	—	85.1	—	—	16.6	—	—	0.0	—	—	0.1	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 118. Intersección 2 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	0	329	322	0	0	0	0	555	340	10	270	0
Future Volume (vph)	0	329	322	0	0	0	0	555	340	10	270	0
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TW/TL Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	4.2	3.9	—	—	—	—	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	3.2	3.2	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.82	0.82	—	—	—	—	0.66	0.66	0.02	0.02	—
Control Delay (s)	—	37.7	31.1	—	—	—	—	0.0	0.0	0.2	0.6	—
Level of Service	—	D	D	—	—	—	—	A	A	A	A	—
Queue Length 95th (m)	—	69.8	69.8	—	—	—	—	0.0	0.0	0.4	0.4	—
Approach Delay (s)	—	34.4	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.6	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 119. Intersección 3 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)														
Traffic Volume (vph)	0	0	0	280	276	33	476	79	0	0	0	0		
Future Volume (vph)	0	0	0	280	276	33	476	79	0	0	0	0		
Turn Type				Split			Split							
Protected Phases				3	3		1	1						
Permitted Phases														
Permitted Flashing Yellow														
Detector Phases				3	3		1	1						
Switch Phase				0	0		0	0						
Leading Detector (m)					10.0			10.0						
Trailing Detector (m)					0.0			0.0						
Minimum Initial (s)				5.0	5.0		5.0	5.0						
Minimum Split (s)				23.0	23.0		23.0	23.0						
Total Split (s)				23.0	23.0		37.0	37.0						
Yellow Time (s)				3.0	3.0		3.0	3.0						
All-Red Time (s)				2.0	2.0		2.0	2.0						
Lost Time Adjust (s)					0.0			0.0						
Lagging Phase?														
Allow Lead/Lag Optimize?														
Recall Mode				Max	Max		Max	Max						
Actuated Effect. Green (s)					18.0			32.0						
Actuated g/C Ratio					0.30			0.53						
Volume to Capacity Ratio					0.70			0.75						
Control Delay (s)					22.8			17.4						
Queue Delay (s)					0.0			0.0						
Total Delay (s)					22.8			17.4						
Level of Service					C			B						
Approach Delay (s)					22.8			17.4						
Approach LOS					C			B						
Queue Length 50th (m)					37.8			56.5						
Queue Length 95th (m)					50.3			76.7						
Stops (vph)					492			409						
Fuel Used (l/hr)					27			22						

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11. Fuente propia.

Figura 120. Intersección 4 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	250	5	111	1	0	0	0	7
Future Volume (vph)	0	0	0	0	250	5	111	1	0	0	0	7
Sign Control		Free			Free			Stop			Stop	
Median Width (m)		0.0			0.0			3.2			3.2	
TWLT Median		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
Right Turn Channelized			None			None			None			None
Critical Gap, IC (s)							5.0	4.2				3.9
Follow Up Time, IF (s)							3.1	3.2				3.2
Volume to Capacity Ratio					0.12	0.06	0.14	0.00				0.01
Control Delay (s)					0.0	0.0	9.3	9.0				8.6
Level of Service					A	A	A	A				A
Queue Length 95th (m)					0.0	0.0	3.9	0.0				0.2
Approach Delay (s)		0.0			0.0			9.3				8.6

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11. Fuente propia.

Figura 121. Intersección 5 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	19	20	33	512	7	61	377	203
Future Volume (vph)	0	0	0	0	19	20	33	512	7	61	377	203
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	4.2	3.9	4.1	—	—	4.1	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	3.2	3.2	2.1	—	—	2.1	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.12	0.12	0.04	0.04	0.04	0.08	0.08	0.08
Control Delay (s)	—	—	—	—	14.5	14.5	0.6	1.1	1.1	1.2	1.9	1.9
Level of Service	—	—	—	—								
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	3.1	3.1	1.1	1.1	1.1	2.0	2.0	2.0
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	14.5	—	—	1.1	—	—	1.9	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 122. Intersección 6 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="checkbox"/>											
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	110	31	102	521	0	0	0	377
Future Volume (vph)	0	0	0	0	110	31	102	521	0	0	0	377
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—
Median Width (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	3.2	—	—	3.2	—
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	—	None	—	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	4.2	3.9	4.1	—	—	—	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	3.2	3.2	2.1	—	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	0.25	0.17	0.10	0.38	—	—	—	0.25
Control Delay (s)	—	—	—	—	16.6	14.2	8.4	0.0	—	—	—	0.0
Level of Service	—	—	—	—					—	—	—	
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	7.7	5.0	2.6	0.0	—	—	—	0.0
Approach Delay (s)	—	0.0	—	—	16.1	—	—	1.3	—	—	0.0	—

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.
Fuente propia.

Figura 123. Intersección 7 PM

Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento

HCM 2000 SIGNING SETTINGS	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lanes and Sharing (#RL)	0	8	615	64	0	0
Traffic Volume (vph)	0	8	615	64	0	0
Future Volume (vph)	0	8	615	64	0	0
Sign Control	Stop	—	Free	—	—	Free
Median Width (m)	0.0	—	0.0	—	—	0.0
TwLTL Median	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Critical Gap, IC (s)	—	3.9	—	—	—	—
Follow Up Time, IF (s)	—	3.2	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.01	0.43	0.05	—	—
Control Delay (s)	—	10.2	0.0	0.0	—	—
Level of Service	—	B	A	A	—	—
Queue Length 95th (m)	—	0.3	0.0	0.0	—	—
Approach Delay (s)	10.2	—	0.0	—	—	0.0

Nota. Cálculo de las medidas de efectividad por movimiento mediante el software Synchro 11.

Fuente propia.

4.4 Configuración de intersecciones y señalización

A continuación, se detallan cada una de las intersecciones de la propuesta, con los sentidos de vía, y las señalizaciones correspondientes.

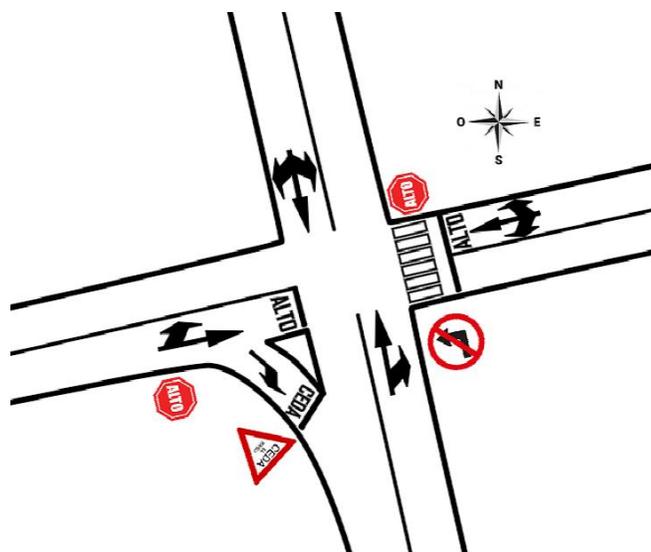
4.4.1 Intersección 1

Esta es la intersección entre la ruta 118 y la avenida 4. Desde el acceso Norte, no hay ningún cambio, las maniobras V12 y V11, poseen el derecho de vía; la maniobra V10, es controlada por ceda. Desde el acceso Oeste, para las maniobras V1 y V2 éstas se controlan por un alto; la maniobra V3 es controlada por ceda en un carril de incorporación de 15 metros de radio.

Desde el acceso Sur, se elimina la maniobra V7; y las maniobras V8 y V9 poseen el derecho de vía. Finalmente, el acceso Este, queda igual que la configuración actual, las maniobras V4, V5 y V6 son controladas por un alto.

Figura 124. Esquema de propuesta - intersección 1

Esquema de señalización y maniobras de la propuesta



Nota. Representación gráfica del señalamiento vial en la intersección. Fuente propia.

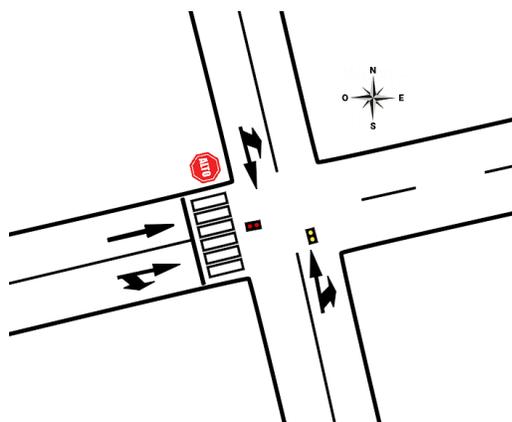
4.4.2 Intersección 2

Esta es la intersección entre la ruta 118 y la ruta 154, también identificada como avenida 2 Ismael Valerio. Desde el acceso Norte, no hay ningún cambio, las maniobras V10 (controlado por un ceda) y V11, poseen el derecho de vía. Desde el acceso Oeste, la maniobra V1 es eliminada, y las maniobras V2 y V3 se mantienen igual, controladas por alto, además, para éste acceso desde la condición actual hay un semáforo en intermitente en rojo (preventivo) que se mantiene.

Desde el acceso Sur, las maniobras V8 y V9 poseen el derecho de vía, desde éste acceso se mantiene también el semáforo intermitente en amarillo (preventivo). Finalmente, el acceso Este, es colector, es decir, no posee maniobras.

Figura 125. Esquema de propuesta - intersección 2

Esquema de señalización y maniobras de la propuesta



Nota. Representación gráfica del señalamiento vial en la intersección. Fuente propia.

4.4.3 Intersección 3

Esta es la intersección entre la ruta 118 y la avenida Central León Cortés Castro. Desde el acceso Norte, se eliminan las maniobras. Desde el acceso Oeste, no hay maniobras. Desde el acceso Sur, las maniobras V8 y V9 son controladas por semáforo, y también poseen

alto entre las 10:00 pm y las 5:00 am. Finalmente, el acceso Este, posee la misma configuración, pero es controlado por semáforo entre las 5:00 am y las 10:00 pm.

Para los semáforos de ésta intersección, se realiza el cálculo y la optimización a través del software Synchro 11, en el cuál se programan para operar en dos fases; una para cada acceso de la intersección (Sur y Este). Además, éstos trabajan con varias configuraciones de duración de ciclo; según el momento del día, para evitar generar mayores congestiones.

Figura 126. Fases semáforos intersección 3 AM

Tabla de duración de fases para la intersección 3

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕↕			↕							
Traffic Volume (vph)	0	0	0	220	349	47	370	27	0	0	0	0	—	—
Future Volume (vph)	0	0	0	220	349	47	370	27	0	0	0	0	—	—
Turn Type	—	—	—	Split	—	—	Split	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	—	—	3	3	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Permitted Flashing Yellow	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	—	—	3	3	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Switch Phase	—	—	—	0	0	—	0	0	—	—	—	—	—	—
Leading Detector (m)	—	—	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	—	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	—	—	5.0	5.0	—	5.0	5.0	—	—	—	—	—	—
Minimum Split (s)	—	—	—	23.0	23.0	—	23.0	23.0	—	—	—	—	—	—
Total Split (s)	—	—	—	23.0	23.0	—	27.0	27.0	—	—	—	—	—	—
Yellow Time (s)	—	—	—	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—	—	—	—
All-Red Time (s)	—	—	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—	—	—	—	—

Nota. Debajo de la tabla se grafican las fases, la de arriba corresponde a la del acceso Sur y la inferior la del acceso Este. Fuente propia.

Figura 127. Fases semáforos intersección 3 MD

Tabla de duración de fases para la intersección 3

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕			↕							
Traffic Volume (vph)	0	0	0	181	266	33	313	22	0	0	0	0		
Future Volume (vph)	0	0	0	181	266	33	313	22	0	0	0	0		
Turn Type				Split			Split							
Protected Phases				3	3		1	1						
Permitted Phases														
Permitted Flashing Yellow														
Detector Phases				3	3		1	1						
Switch Phase				0	0		0	0						
Leading Detector (m)					10.0			10.0						
Trailing Detector (m)					0.0			0.0						
Minimum Initial (s)				5.0	5.0		5.0	5.0						
Minimum Split (s)				23.0	23.0		23.0	23.0						
Total Split (s)				23.0	23.0		27.0	27.0						
Yellow Time (s)				3.0	3.0		3.0	3.0						
All-Red Time (s)				2.0	2.0		2.0	2.0						

Nota. Debajo de la tabla se grafican las fases, la de arriba corresponde a la del acceso Sur y la inferior la del acceso Este. Fuente propia.

Figura 128. Fases semáforos intersección 3 PM

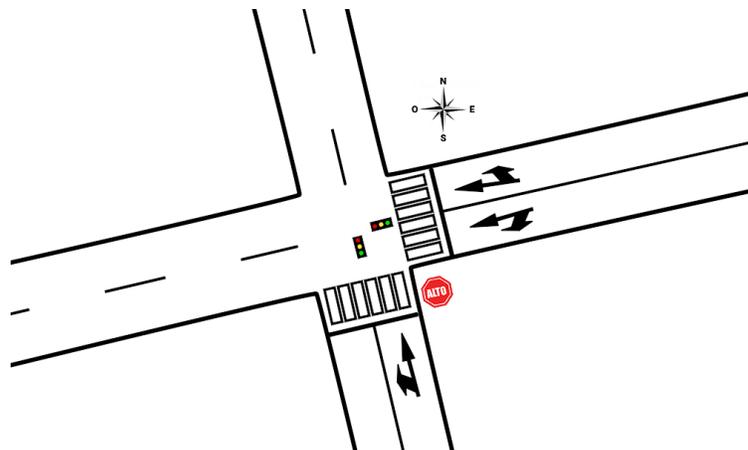
Tabla de duración de fases para la intersección 3

TIMING SETTINGS														
Lanes and Sharing (#RL)	▼			↕			↕							
Traffic Volume (vph)	0	0	0	280	276	33	476	79	0	0	0	0		
Future Volume (vph)	0	0	0	280	276	33	476	79	0	0	0	0		
Turn Type				Split			Split							
Protected Phases				3	3		1	1						
Permitted Phases														
Permitted Flashing Yellow														
Detector Phases				3	3		1	1						
Switch Phase				0	0		0	0						
Leading Detector (m)					10.0			10.0						
Trailing Detector (m)					0.0			0.0						
Minimum Initial (s)				5.0	5.0		5.0	5.0						
Minimum Split (s)				23.0	23.0		23.0	23.0						
Total Split (s)				23.0	23.0		37.0	37.0						
Yellow Time (s)				3.0	3.0		3.0	3.0						
All-Red Time (s)				2.0	2.0		2.0	2.0						

Nota. Debajo de la tabla se grafican las fases, la de arriba corresponde a la del acceso Sur y la inferior la del acceso Este. Fuente propia.

Figura 129. Esquema de propuesta - intersección 3

Esquema de señalización y maniobras de la propuesta



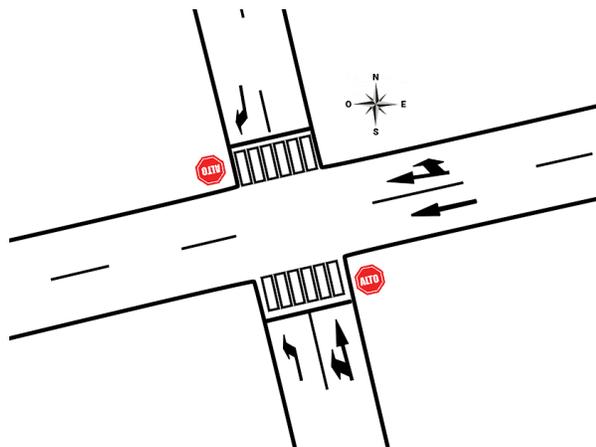
Nota. Representación gráfica del señalamiento vial en la intersección. Fuente propia.

4.4.4 Intersección 4

Esta es la intersección entre la ruta 107 y la calle 5. Desde el acceso Norte, se elimina la maniobra V11, y la maniobra 12 no presenta cambios, ésta es controlada por alto. Desde el acceso Oeste, No hay maniobras. Desde el acceso Sur, ahora se convierte en una vía de dos carriles, con maniobras V7 y V8, éstas están controladas por alto. Finalmente, el acceso Este, presenta las maniobras V5 y V6 con derecho de vía.

Figura 130. Esquema de propuesta - intersección 4

Esquema de señalización y maniobras de la propuesta



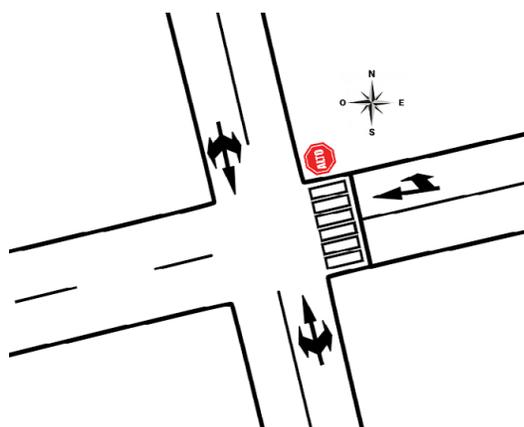
Nota. Representación gráfica del señalamiento vial en la intersección. Fuente propia.

4.4.5 Intersección 5

Esta es la intersección entre la ruta 107 y la calle 7. Desde el acceso Norte, se agrega la maniobra V11, y las maniobras 10 (controlada por un ceda) y 12 no presentan cambios, éste acceso presenta el derecho de vía. Desde el acceso Oeste, No hay maniobras. Desde el acceso Sur, ahora se convierte en una vía de un carril, con maniobras V7, V8 y V9 (controlada por un ceda), éstas también presentan el derecho de vía. Finalmente, el acceso Este, presenta las maniobras V5 y V6 controladas por un alto.

Figura 131. Esquema de propuesta - intersección 5

Esquema de señalización y maniobras de la propuesta



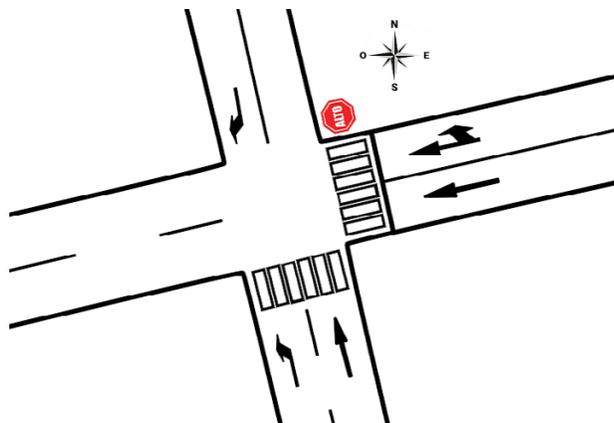
Nota. Representación gráfica del señalamiento vial en la intersección. Fuente propia.

4.4.6 Intersección 6

Esta es la intersección entre la avenida Central León Cortez Castro y la calle 7. Desde el acceso Norte, se agrega la maniobra V12 ésta presenta el derecho de vía. Desde el acceso Oeste, No hay maniobras. Desde el acceso Sur, se elimina la maniobra V9, y las maniobras V7 y V8 se mantienen, solamente que ahora poseen el derecho de vía. Finalmente, el acceso Este, presenta las maniobras V5 y V6 controladas por un alto.

Figura 132. Esquema de propuesta - intersección 6

Esquema de señalización y maniobras de la propuesta



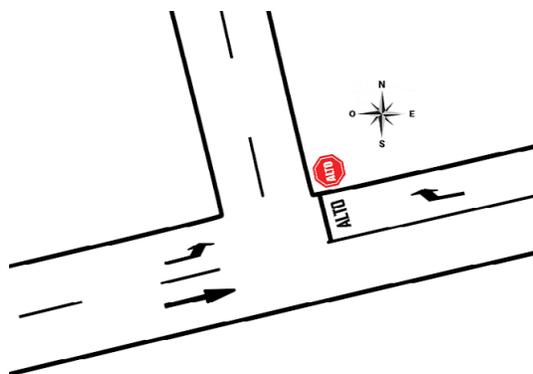
Nota. Representación gráfica del señalamiento vial en la intersección. Fuente propia.

4.4.7 Intersección 7

Esta es la intersección entre la avenida 2 Ismael Valerio y la calle 7. Desde el acceso Norte, se agrega la maniobra V12 ésta presenta el derecho de vía. Desde el acceso Oeste, No hay maniobras. Desde el acceso Sur, se elimina la maniobra V9, y las maniobras V7 y V8 se mantienen, solamente que ahora poseen el derecho de vía. Finalmente, el acceso Este, presenta las maniobras V5 y V6 controladas por un alto.

Figura 131. Esquema de propuesta - intersección 7

Esquema de señalización y maniobras de la propuesta



Nota. Representación gráfica del señalamiento vial en la intersección. Fuente propia.

4.5 Análisis comparativo de la propuesta a la configuración actual

En las siguientes tablas se realiza una síntesis comparativa de las medidas de efectividad por movimiento vehicular, entre la configuración actual del tramo, y la configuración de la propuesta, para los 3 momentos medidos.

Figura 133. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 1 y 2 AM

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 1 AM					Intersección 2 AM				
Condición	ACTUAL				Condición	ACTUAL			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	83+7+106	7+7+10	112+404+3	8+377+84	Volumen HP	42+233+259	-	0+285+212	10+210+0
Rela. Vol-cap	0,53	0,07	0,13	0,01	Rela. Vol-cap	0,3+0,5+0,5	-	0,33	0,01
Nivel de servicio	C+C+C	B+B+B	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	F+F+F	-	A+A+A	B+A+0
Demora (s)	21,3	14,7	1,5+3,2+3,2	0,1+0,2+0,2	Demora (s)	99,2	-	0,6+0,8+0,8	10,6+0+0
Longitud de cola (m)	24,1	1,9	3,4	0,2	Longitud de cola (m)	66,2	-	0,6	0,6
Demora global (s)	5,4				Demora global (s)	5,9			
Condición	PROPUESTA				Condición	PROPUESTA			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	83+7+106	7+7+10	0+516+3	8+377+84	Volumen HP	0+275+259	-	0+397+212	10+210+0
Rela. Vol-cap	0,44	0,06	0,33	0,01	Rela. Vol-cap	0,47	-	0,4	0,01
Nivel de servicio	B+B+B	B+B+B	0+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	0+B+B	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	16,8	12,9	0	0,1+0,3+0,3	Demora (s)	14,5	-	0	0,1+0,6+0
Longitud de cola (m)	18,1	1,6	0	0,2	Longitud de cola (m)	20,3	-	0	0,3
Demora global (s)	3,3				Demora global (s)	5,5			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 1 y 2. Fuente propia.

Figura 134. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 3 y 4 AM

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 3 AM					Intersección 4 AM				
Condición	ACTUAL				Condición	ACTUAL			
	Oeste	Este	Sur	Norte		Oeste	Este	Sur	Norte
Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	55+245+5	300+27+0	0+165+230	Volumen HP	-	394+252+4	30+2+0	0+1+3
Rela. Vol-cap	-	0,4+0,9+0,9	0,98	0,49	Rela. Vol-cap	-	0,26+0,26+0,09	0,12	0,01
Nivel de servicio	-	A+A+A	E+E+0	0+B+B	Nivel de servicio	-	A+A+A	B+B+0	0+A+A
Demora (s)	-	0,3+1,1+0,0	72,2	12,7	Demora (s)	-	2,2+3,2+0	17,1	9,9
Longitud de cola (m)	-	0,9+0,9+0	91,7	21,9	Longitud de cola (m)	-	8,2+8,2+0	3,1	0,2
Demora global (s)	28,3				Demora global (s)	5,7			
Condición	PROPUESTA				Condición	PROPUESTA			
	Oeste	Este	Sur	Norte		Oeste	Este	Sur	Norte
Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	220+349+47	370+27+0	-	Volumen HP	-	0+252+4	72+2+0	0+0+4
Rela. Vol-cap	-	0,6	0,58	-	Rela. Vol-cap	-	0+0,11+0,06	0,09	0
Nivel de servicio	-	B	B	-	Nivel de servicio	-	0+A+A	A+A+0	A
Demora (s)	-	15,3	14,4	-	Demora (s)	-	0	9	8,5
Longitud de cola (m)	-	36,9	45,5	-	Longitud de cola (m)	-	0	2,3	0,1
Demora global (s)	15				Demora global (s)	2,2			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 3 y 4. Fuente propia.

Figura 135. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 5 y 6 AM

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 5 AM					Intersección 6 AM				
Condición	ACTUAL				Condición	ACTUAL			
	Oeste	Este	Sur	Norte		Oeste	Este	Sur	Norte
Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+44+36	26+347+21	168+0+580	Volumen HP	-	0+241+97	64+297+17	-
Rela. Vol-cap	-	0,26	0,03+0,27+0,27	0,18	Rela. Vol-cap	-	0,24	0,32+0,32+0,24	-
Nivel de servicio	-	0+B+B	A+A+A	A+0+A	Nivel de servicio	-	0+A+A	B+B+B	-
Demora (s)	-	18,1	8,8+0+0	2,6+0+4,1	Demora (s)	-	0	11,3+10,9+10,5	-
Longitud de cola (m)	-	8,4	0,8+0+0	5,3	Longitud de cola (m)	-	0	11+11+7,5	-
Demora global (s)	3,9				Demora global (s)	5,9			
Condición	PROPUESTA				Condición	PROPUESTA			
	Oeste	Este	Sur	Norte		Oeste	Este	Sur	Norte
Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+44+36	26+305+21	168+394+186	Volumen HP	-	0+116+55	106+297+0	394
Rela. Vol-cap	-	0,25	0,03	0,17	Rela. Vol-cap	-	0+0,21+0,18	0,12+0,22+0	0,29
Nivel de servicio	-	0+B+B	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	-	0+B+B	A+A+0	A
Demora (s)	-	17	0,4+1+1	2,4+3,9+3,9	Demora (s)	-	0+14,6+12,1	8,6+0+0	0
Longitud de cola (m)	-	7,7	0,8	4,9	Longitud de cola (m)	-	0+6,4+5,4	3,2+0+0	0
Demora global (s)	3,9				Demora global (s)	3,3			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 5 y 6. Fuente propia.

Figura 136. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 7 AM

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 7 AM				
Condición	ACTUAL			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	342+113+0	0+0+36	-	-
Rela. Vol-cap	0,25+0,08+0	0,05	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+A	-	-
Demora (s)	0	9,4	-	-
Longitud de cola (m)	0	1,2	-	-
Demora global (s)	0,6			
Condición	PROPUESTA			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	367+130+0	0+0+36	-	-
Rela. Vol-cap	0,24+0,1+0	0,05	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+A	-	-
Demora (s)	0	9,4	-	-
Longitud de cola (m)	0	1,2	-	-
Demora global (s)	0,6			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para la intersección 7. Fuente propia.

Figura 137. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 1 y 2 MD

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 1 MD					Intersección 2 MD				
Condición	ACTUAL				Condición	ACTUAL			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	81+6+108	6+3+5	98+304+7	5+308+67	Volumen HP	22+156+206	-	0+234+156	7+174+0
Rela. Vol-cap	0,42	0,04	0,1	0	Rela. Vol-cap	0,18+0,37+0,37	-	0,25	0,01
Nivel de servicio	B+B+B	B+B+B	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	B+B+B	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	15,7	13	1+3+3	0+0,2+0,2	Demora (s)	11,4	-	0	0,1+0,4+0
Longitud de cola (m)	16,6	1	2,7	0,1	Longitud de cola (m)	5,2+13,5+13,5	-	0	0,2
Demora global (s)	4,8				Demora global (s)	4,8			
Condición	PROPUESTA				Condición	PROPUESTA			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	81+6+108	6+3+5	0+405+7	5+308+67	Volumen HP	0+185+206	-	0+335+156	7+174+0
Rela. Vol-cap	0,37	0,03	0,25	0,01	Rela. Vol-cap	0,34	-	0,32	0,01
Nivel de servicio	B+B+B	B+B+B	0+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	0+B+B	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	13,6	11,8	0	0,1+0,2+0,2	Demora (s)	0+12+11,3	-	0	0,1+0,5+0
Longitud de cola (m)	13,6	0,8	0	0,1	Longitud de cola (m)	12,3	-	0	0,2
Demora global (s)	3,2				Demora global (s)	4,5			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 1 y 2. Fuente propia.

Figura 138. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 3 y 4 MD

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 3 MD					Intersección 4 MD				
Condición	ACTUAL				Condición	ACTUAL			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	46+193+4	234+22+0	0+135+175	Volumen HP	-	309+227+3	24+2+0	0+1+2
Rela. Vol-cap	-	0,03+0,07+0,07	0,58	0,37	Rela. Vol-cap	-	0,2+0,2+0,08	0,07	0
Nivel de servicio	-	A+A+A	C+C+0	0+B+B	Nivel de servicio	-	A+A+A	B+B+0	0+B+B
Demora (s)	-	0,2+1,2+0	21,3	10,9	Demora (s)	-	1,7+3+0	14,1	10,2
Longitud de cola (m)	-	0,7+0,7+0	29,3	13,6	Longitud de cola (m)	-	6,2+6,2+0	1,9	0,1
Demora global (s)	11,4				Demora global (s)	5,1			
Condición	PROPUESTA				Condición	PROPUESTA			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	181+325+33	313+22+0	-	Volumen HP	-	0+228+3	53+2+0	0+0+3
Rela. Vol-cap	-	0,48	0,51	-	Rela. Vol-cap	-	0+0,11+0,06	0,07	0
Nivel de servicio	-	B	B	-	Nivel de servicio	-	0+A+A	A+A+0	A
Demora (s)	-	13,6	13,1	-	Demora (s)	-	0	8,8+8,9+0	8,5
Longitud de cola (m)	-	27,3	40,4	-	Longitud de cola (m)	-	0	1,7	0,1
Demora global (s)	13,4				Demora global (s)	1,8			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 3 y 4. Fuente propia.

Figura 139. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 5 y 6 MD

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 5 MD					Intersección 6 MD				
Condición	ACTUAL				Condición	ACTUAL			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+38+27	34+191+25	103+0+467	Volumen HP	-	0+194+78	49+172+26	-
Rela. Vol-cap	-	0,14	0,04+0,16+0,16	0,09	Rela. Vol-cap	-	0,19	0,19+0,19+0,15	-
Nivel de servicio	-	0+B+B	A+A+A	A+0+A	Nivel de servicio	-	0+A+A	A+A+A	-
Demora (s)	-	12,5	8,4+0+0	1+0+2,4	Demora (s)	-	0	10+9,8+9,6	-
Longitud de cola (m)	-	3,9	1+0+0	2,4	Longitud de cola (m)	-	0	5,6+5,6+4,2	-
Demora global (s)	2,8				Demora global (s)	4,7			
Condición	PROPUESTA				Condición	PROPUESTA			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+38+27	34+180+25	103+308+159	Volumen HP	-	0+94+66	78+173+0	0+0+308
Rela. Vol-cap	-	0,14	0,04	0,09	Rela. Vol-cap	-	0,15	0,08+0,13+0	0,21
Nivel de servicio	-	0+B+B	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	-	0+B+B	A+A+0	A
Demora (s)	-	12,5	0,4+1,5+1,5	1+2,3+2,3	Demora (s)	-	0+11,5+10,3	8,1+0+0	0
Longitud de cola (m)	-	3,9	1	2,4	Longitud de cola (m)	-	4,2	2+0+0	0
Demora global (s)	2,9				Demora global (s)	3,5			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 5 y 6. Fuente propia.

Figura 140. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 7 MD

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 7 MD				
Condición	ACTUAL			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	228+91+0	0+0+19	-	-
Rela. Vol-cap	0,19+0,07+0	0,03	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+A	-	-
Demora (s)	0	9	-	-
Longitud de cola (m)	0	0,6	-	-
Demora global (s)	0,5			
Condición	PROPUESTA			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	232+116+0	0+0+19	-	-
Rela. Vol-cap	0,17+0,09+0	0,03	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+A	-	-
Demora (s)	0	9	-	-
Longitud de cola (m)	0	0,6	-	-
Demora global (s)	0,5			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para la intersección 7. Fuente propia.

Figura 141. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 1 y 2 PM

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 1 PM					Intersección 2 PM				
Condición	ACTUAL				Condición	ACTUAL			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	134+3+237	4+2+11	141+609+10	2+458+132	Volumen HP	29+300+322	-	0+414+340	10+270+0
Rela. Vol-cap	1,28	0,08	0,19	0	Rela. Vol-cap	0,55+0,9+0,9	-	0,55	0,02
Nivel de servicio	F+F+F	B+B+B	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	C+D+E	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	180	19,2	3,3+4,6+4,6	0+0,1+0,1	Demora (s)	24,1+32,1+40,1	-	0	0,2+0,5+0
Longitud de cola (m)	161,1	2	5,7	0,1	Longitud de cola (m)	25,4+90+90	-	0	0,4
Demora global (s)	40				Demora global (s)	13,8			
Condición	PROPUESTA				Condición	PROPUESTA			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	134+3+237	4+2+11	0+750+10	2+458+132	Volumen HP	0+329+322	-	0+555+340	10+270+0
Rela. Vol-cap	1,04	0,06	0,54	0	Rela. Vol-cap	0,82	-	0,66	0,02
Nivel de servicio	F+F+F	B+B+B	0+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	0+D+D	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	85,1	16,6	0	0+0,1+0,1	Demora (s)	0+37,7+37,1	-	0	0,2+0,6+0
Longitud de cola (m)	110	1,6	0	0,1	Longitud de cola (m)	69,8	-	0	0,4
Demora global (s)	17,9				Demora global (s)	12,2			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 1 y 2. Fuente propia.

Figura 142. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 3 y 4 PM

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 3 PM					Intersección 4 PM				
Condición	ACTUAL				Condición	ACTUAL			
	Oeste	Este	Sur	Norte		Oeste	Este	Sur	Norte
Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Maniobra	-	64+115+4	364+79+0	0+216+167	Maniobra	-	377+250+5	82+1	0+6+1
Volumen HP	-	0,05+0,05+0,04	1,27	0,5	Volumen HP	-	0,25+0,25+0,1	0,31	0,02
Rela. Vol-cap	-	A+A+A	F+F+0	0+B+B	Rela. Vol-cap	-	A+A+A	C+C+0	0+B+B
Nivel de servicio	-	0,3+2,1+0	163,6	12,6	Nivel de servicio	-	2,2+3,2+0	20,6	15
Demora (s)	-	1,2+1,2+0	187,1	23,3	Demora (s)	-	8,1+8,1+0	10,3	0,6
Longitud de cola (m)	-				Longitud de cola (m)	-			
Demora global (s)	78,2				Demora global (s)	6,9			
Condición	PROPUESTA				Condición	PROPUESTA			
	Oeste	Este	Sur	Norte		Oeste	Este	Sur	Norte
Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Maniobra	-	280+276+0	476+79+0	-	Maniobra	-	0+250+5	111+1+0	0+0+7
Volumen HP	-	0,7	0,75	-	Volumen HP	-	0+0,12+0,06	0+14+0+0	0,01
Rela. Vol-cap	-	C	B	-	Rela. Vol-cap	-	0+A+A	A+A+0	A
Nivel de servicio	-	22,8	17,4	-	Nivel de servicio	-	0	9,3+9+0	8,6
Demora (s)	-	50,3	76,7	-	Demora (s)	-	0	3,9+0+0	0,2
Longitud de cola (m)	-				Longitud de cola (m)	-			
Demora global (s)	20,1				Demora global (s)	2,9			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 3 y 4. Fuente propia.

Figura 143. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 5 y 6 PM

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 5 PM					Intersección 6 PM				
Condición	ACTUAL				Condición	ACTUAL			
	Oeste	Este	Sur	Norte		Oeste	Este	Sur	Norte
Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Maniobra	-	0+19+20	33+512+7	61+0+580	Maniobra	-	0+110+31	73+521+10	-
Volumen HP	-	0,11	0,04+0,38+0,38	0,08	Volumen HP	-	0,1	0,41+0,41+0,34	-
Rela. Vol-cap	-	0+B+B	A+A+A	A+0+A	Rela. Vol-cap	-	0+A+A	B+B+B	-
Nivel de servicio	-	14,2	8,8+0+0	1,1+0+2	Nivel de servicio	-	0	11,2+10,8+10,5	-
Demora (s)	-	3	1+0+0	2	Demora (s)	-	0	16,5+16,5+12,1	-
Longitud de cola (m)	-				Longitud de cola (m)	-			
Demora global (s)	1,7				Demora global (s)	8,8			
Condición	PROPUESTA				Condición	PROPUESTA			
	Oeste	Este	Sur	Norte		Oeste	Este	Sur	Norte
Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Acceso	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Maniobra	-	0+19+20	33+512+7	61+377+203	Maniobra	-	0+110+31	102+521+0	0+0+377
Volumen HP	-	0,12	0,04	0,08	Volumen HP	-	0+0,25+0,17	0,1+0,38+0	0,25
Rela. Vol-cap	-	0+B+B	A+A+A	A+A+A	Rela. Vol-cap	-	0+B+B	A+A+0	A
Nivel de servicio	-	14,5	0,6+1,1+1,1	1,2+1,9+1,9	Nivel de servicio	-	0+16,6+14,2	8,4+0+0	0
Demora (s)	-	3,1	1,1	2	Demora (s)	-	0+7,7+5	2,6+0+0	0
Longitud de cola (m)	-				Longitud de cola (m)	-			
Demora global (s)	2				Demora global (s)	2,7			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 5 y 6. Fuente propia.

Figura 144. Comparación entre la configuración actual y la propuesta. Inter. 7 PM

Tabla comparativa de la configuración actual y la de la propuesta

Intersección 7 PM				
Condición	ACTUAL			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	596+54+0	0+0+8	-	-
Rela. Vol-cap	0,42+0,04+0	0,01	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+B	-	-
Demora (s)	0	10,2	-	-
Longitud de cola (m)	0	0,3	-	-
Demora global (s)	0,1			
Condición	PROPUESTA			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	615+64+0	0+0+8	-	-
Rela. Vol-cap	0,43+0,05+0	0,01	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+B	-	-
Demora (s)	0	10,2	-	-
Longitud de cola (m)	0	0,3	-	-
Demora global (s)	0,1			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para la intersección 7. Fuente propia.

Como se puede observar en las tablas a nivel general, la propuesta presenta mejores resultados que condición actual, se puede afirmar que efectivamente para las 3 intersecciones que involucran directamente la ruta 118; exceptuando la intersección 3 a medio día (que de igual manera hay una mejoría en demoras del acceso Sur), hay una mejoría en cuanto a longitudes de cola, demoras, relación volumen a capacidad. Y en cuanto a niveles de servicio algunas no cambian su clasificación, sin embargo, si hay una disminución en la demora.

La intersección que se ve más afectada negativamente por la propuesta es la 6 desde su acceso Este, sin embargo, es un punto de menor importancia en cuanto al flujo vehicular, ya que por lo general a ésta llega un tránsito vehicular muy específico de dos urbanizaciones sin conexión a otras carreteras; Por otra parte, los accesos Norte y Sur presentan muy buen flujo vehicular, y éstas direcciones si conectan con otras carreteras secundarias y terciarias de alto tránsito.

4.6 Proyección a 10 años

De la propuesta planteada se realiza una proyección a 10 años, para conocer el posible impacto que tendrá el proyecto a futuro, para esto se trabaja con el anuario de información

de tránsito 2015, elaborado por el proceso de planificación estratégica multimodal de servicios de infraestructura y de transporte, el MOPT, y secretaría de planificación sectorial.

Figura 145. Estación del tramo para proyección

Identificación de la estación del tramo de la propuesta

RUTA	SECCIÓN	ESTACIÓN	TRAMO	UBICACIÓN	FUENTE	TIPO
116	40170	604	LTE CANT.SAN ISIDRO/SAN RAFAEL(CALLE CRUCES)-SAN RAFAEL(R.113)	SALIDA DE SAN ISIDRO A SAN RAFAEL, 200 M DESPUES DE ENTRADA A RESIDENCIAL SAN ISIDRO		PRINCIPAL
117	19035	758	EL LÍMITE(R.102)-LTE PROV.SAN JOSÉ/HEREDIA(R.VIRILLA)	PUENTE RIO VIRILLA (COPELIBERTAD)		PRINCIPAL
117	40420	758	LTE PROV.SAN JOSÉ/HEREDIA(R.VIRILLA)-MONTERO O SAN MIGUEL(R.32)	++ ESTA SECCIÓN SE ASOCIÓ A LA 19035 ++		ASOCIADA
118	20150	526	BARRIO SAN JOSÉ(R.3)-EL CACAO (RÍO CANTONAL)(LTE CANTONAL)	PUENTE RIO ITIQUIS		PRINCIPAL
118	21620	525	CACAO (RÍO POÁS)(LTE CANTONAL)-CARRILLOS(RÍO PRENDAS)(LTE CANTONAL)	ENTRADA A CARRILLOS PUENTE RIO POAS		PRINCIPAL
118	20160	524	CARRILLO (RÍO PRENDAS)(LTE CANTONAL)-GRECIA (RUTA 154)	PUENTE RIO ROSALES		PRINCIPAL
118	20170	523	GRECIA(R.154)-BARRIO VIRGENCITA(RÍO SARCHI)(LTE CANTONAL)	RIO AGUALOTE		PRINCIPAL
118	21630	0	BARRIO VIRGENCITA (RÍO SARCHI)(LTE CANTONAL)-SARCHI NORTE(RÍO COLORADO)(LTE CANTONAL)	SALIDA DE GRECIA A SARCHI		PRINCIPAL

Nota. Se debe identificar el tramo en el que se encuentra el proyecto, para conocer el número de estación. Adaptado del anuario de información de tránsito 2015 [Tabla], por el proceso de Planificación Estratégica Multimodal de Servicios de Infraestructura y de Transporte, 2016. <https://bit.ly/3IOvOvG>

Figura 146. Información del tránsito y clasificación vehicular de las estaciones

Identificación del porcentaje de crecimiento del tramo del proyecto

RUTA	SECCIÓN	ESTACIÓN	AÑO	TPD	LIVIANO	CARGA LIV.	BUS	C.2 EJES	C.3 EJES	C.4 EJES	C.5+ EJES	TPD estim 2014	% CRECIMIENTO	TIPO
118	20150	526	2009	11682	62,39	20,94	3,78	10,34	1,65	0	0,9	13025	1,01	PRINCIPAL
118	21620	525	2010	6104	67,26	19,59	3,57	8,01	1,5	0	0,07	7149	3,19	PRINCIPAL
118	20160	524	2009	3837	68,85	20,99	2,32	7,07	0,66	0	0,11	4754	3,83	PRINCIPAL
118	20170	523	2009	13775	70,6	20,19	1,85	6,53	0,68	0	0,15	16384	1,86	PRINCIPAL
118	21630	0	2009	5888	64,01	22,81	2,5	9,72	0,38	0	0,58	6993	4,08	PRINCIPAL
118	20180	521	2009	5131	63,8	25,59	2,23	7,71	0,56	0	0,11	6391	3,71	PRINCIPAL
119	40350	733	2006	6325	54,96	29,91	8,26	6,32	0,5	0	0,05	11222	2,54	PRINCIPAL
119	40620	732	2006	5311	59,14	28,71	5,07	6,24	0,63	0	0,21	9180	3,66	PRINCIPAL

Nota. De acuerdo con el número de estación, se identifica el porcentaje de crecimiento. Adaptado del anuario de información de tránsito 2015 [Tabla], por el proceso de Planificación Estratégica Multimodal de Servicios de Infraestructura y de Transporte, 2016. <https://bit.ly/3IOvOvG>

Con éste valor de porcentaje de crecimiento para el tramo del proyecto de 3,83, se realizan dos cálculos mediante el software Synchro 11, en el cuál se hace la proyección a 10 años de la condición actual y otra proyección a 10 años de la propuesta planteada. A continuación, se muestran las tablas comparativas de la proyección según la configuración actual original y la proyección para la propuesta al 2033.

Figura 147. Proyección Intersecciones 1 y 2 AM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 1 AM					Intersección 2 AM				
Condición	Configuración actual 2033				Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	120+10+154	10+10+15	162+586+4	12+547+122	Volumen HP	61+338+376	-	0+413+307	15+305+0
Rela. Vol-cap	1,36	0,21	0,23	0,01	Rela. Vol-cap	0,59+0,86+0,86	-	0,48	0,02
Nivel de servicio	F+F+F	C+C+C	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	C+C+C	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	221,3	26,6	3,8+5,3+5,3	0,2+0,4+0,4	Demora (s)	221,3	-	0	0,2+0,7+0
Longitud de cola (m)	148,5	6,1	7	0,3	Longitud de cola (m)	29,6+79,7+79,7	-	0	0,5
Demora global (s)	40,9				Demora global (s)	13			
Condición	Configuración de propuesta 2033				Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	120+10+154	10+10+15	0+748+4	12+547+122	Volumen HP	0+399+376	-	0+576+307	15+305+0
Rela. Vol-cap	0,97	0,15	0,48	0,02	Rela. Vol-cap	0,82	-	0,58	0,02
Nivel de servicio	E+E+E	B+B+B	0+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	0+D+D	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	74,9	19	0	0,3+0,4+0,4	Demora (s)	0+33,8+29,6	-	0	0,3+0,8+0
Longitud de cola (m)	86,6	4,1	0	0,4	Longitud de cola (m)	68,8	-	0	0,6
Demora global (s)	13,6				Demora global (s)	12,5			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 1 y 2. Fuente propia.

Figura 148. Proyección Intersecciones 3 y 4 AM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 3 AM					Intersección 4 AM				
Condición	Configuración actual 2033				Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	80+355+7	435+39+0	0+239+334	Volumen HP	-	571+365+6	44+3+0	4+1+0
Rela. Vol-cap	-	0,05+0,14+0,14	2,69	0,79	Rela. Vol-cap	-	0,37+0,37+0,13	0,32	0,02
Nivel de servicio	-	A+A+A	F+F+0	0+C+C	Nivel de servicio	-	A+A+A	D+D+0	0+B+B
Demora (s)	-	0,4+1,2+0	811,7	23,7	Demora (s)	-	3,5+3,6+0	33,4	13,2
Longitud de cola (m)	-	1,3+1,3+0	386,9	64,7	Longitud de cola (m)	-	13,9+13,9+0	10,2	0,4
Demora global (s)	270,1				Demora global (s)	7,1			
Condición	Configuración de propuesta 2033				Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	319+506+68	537+39+0	-	Volumen HP	-	0+365+6	104+3+0	0+0+6
Rela. Vol-cap	-	0,88	0,85	-	Rela. Vol-cap	-	0+0,17+0,09	9,5+9,4+0	0,01
Nivel de servicio	-	C	C	-	Nivel de servicio	-	0+A+A	A+A+0	A
Demora (s)	-	25,5	26,3	-	Demora (s)	-	0	9,5	8,7
Longitud de cola (m)	-	62	89,6	-	Longitud de cola (m)	-	0	3,8	0,2
Demora global (s)	25,8				Demora global (s)	2,3			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 3 y 4. Fuente propia.

Figura 149. Proyección Intersecciones 5 y 6 AM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 5 AM					Intersección 6 AM				
Condición	Configuración actual 2033				Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+64+52	38+503+30	244+0+841	Volumen HP	-	0+349+141	93+431+25	-
Rela. Vol-cap	-	0,79	0,06+0,39+0,39	0,31	Rela. Vol-cap	-	0,35	0,53+0,53+0,4	-
Nivel de servicio	-	0+E+E	B+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	-	0+A+A	B+B+B	-
Demora (s)	-	72,8	10,2+0+0	7,6+0+8,2	Demora (s)	-	0	15,6+14,2+12,9	-
Longitud de cola (m)	-	42,4	1,6+0+0	10,8	Longitud de cola (m)	-	0	25,6+25,6+15,4	-
Demora global (s)	10,1				Demora global (s)	7,7			
Condición	Configuración de propuesta 2033				Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+64+52	38+442+30	244+571+270	Volumen HP	-	0+168+80	154+430+0	0+0+571
Rela. Vol-cap	-	0,7	0,06	0,29	Rela. Vol-cap	-	0+1,97+1,17	0,33+0,32+0	0,42
Nivel de servicio	-	0+E+E	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	-	0+F+F	B+A+0	A
Demora (s)	-	55,1	1+1,7+1,7	6,5+7,3+7,3	Demora (s)	-	0+452,6+188,8	14,3+0+0	0
Longitud de cola (m)	-	35,4	1,6	9,6	Longitud de cola (m)	-	0+96,6+75,8	11,6+0+0	0
Demora global (s)	9				Demora global (s)	63,4			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 5 y 6. Fuente propia.

Figura 150. Proyección Intersección 7 AM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 7 AM				
Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	-
Volumen HP	496+164+0	0+0+52	-	-
Rela. Vol-cap	0,36+0,12+0	0,08	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+B	-	-
Demora (s)	0	10,2	-	-
Longitud de cola (m)	0	2,1	-	-
Demora global (s)	0,7			
Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	-
Volumen HP	532+189+0	0+0+52	-	-
Rela. Vol-cap	0,35+0,14+0	0,08	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+B	-	-
Demora (s)	0	10,2	-	-
Longitud de cola (m)	0	2,1	-	-
Demora global (s)	0,7			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para la intersección 7. Fuente propia.

Figura 151. Proyección Intersecciones 1 y 2 MD

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 1 MD					Intersección 2 MD				
Condición	Configuración actual 2033				Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	117+9+157	9+4+7	142+441+10	7+447+97	Volumen HP	32+226+299	-	0+339+226	10+252+0
Rela. Vol-cap	0,9	0,09	0,17	0,01	Rela. Vol-cap	0,33+0,6+0,6	-	0,37	0,01
Nivel de servicio	E+E+E	B+B+B	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	B+B+B	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	56,9	19	2,2+4,1+4,1	0,1+0,2+0,2	Demora (s)	14,8+15,6+16,4	-	0	0,1+0,5+0
Longitud de cola (m)	74,9	2,3	5	0,2	Longitud de cola (m)	11,4+32,7+32,7	-	0	0,3
Demora global (s)	14,1				Demora global (s)	6,7			
Condición	Configuración de propuesta 2033				Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	117+9+157	9+4+7	0+587+10	7+447+97	Volumen HP	0+268+299	-	0+486+226	10+252+0
Rela. Vol-cap	0,72	0,07	0,37	0,01	Rela. Vol-cap	0,57	-	0,46	0,01
Nivel de servicio	C	B+B+B	0+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	0+B+B	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	28,5	15,4	0	0,1+0,2+0,2	Demora (s)	0+17,5+15,8	-	0	0,2+0,4+0
Longitud de cola (m)	45,5	1,7	0	0,2	Longitud de cola (m)	29,2	-	0	0,4
Demora global (s)	6,5				Demora global (s)	6,4			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 1 y 2. Fuente propia.

Figura 152. Proyección Intersecciones 3 y 4 MD

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 3 MD					Intersección 4 MD				
Condición	Configuración actual 2033				Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	67+280+6	339+32+0	0+196+254	Volumen HP	-	448+329+4	35+3+0	0+1+3
Rela. Vol-cap	-	0,04+0,1+0,1	0,58	0,37	Rela. Vol-cap	-	0,3+0,3+0,12	0,18	0,01
Nivel de servicio	-	A+A+A	C+C+0	0+B+B	Nivel de servicio	-	A+A+A	C+C+0	0+B+B
Demora (s)	-	0,3+1,3+0	21,3	10,9	Demora (s)	-	2,7+3,2+0	21,6	12
Longitud de cola (m)	-	1,1+1,1+0	29,3	13,6	Longitud de cola (m)	-	10,1+10,1+0	5	0,3
Demora global (s)	69,4				Demora global (s)	5,9			
Condición	Configuración de propuesta 2033				Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	262+386+48	454+32+0	-	Volumen HP	-	0+331+4	77+3+0	0+0+4
Rela. Vol-cap	-	0,69	0,73	-	Rela. Vol-cap	-	0+0,16+0,08	0,1	0,01
Nivel de servicio	-	B	B	-	Nivel de servicio	-	0+A+A	A+A+0	A
Demora (s)	-	17	19,4	-	Demora (s)	-	0	9,2+9,3+0	8,7
Longitud de cola (m)	-	41,5	65,5	-	Longitud de cola (m)	-	0	2,7	0,1
Demora global (s)	18				Demora global (s)	1,9			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 3 y 4. Fuente propia.

Figura 153. Proyección Intersecciones 5 y 6 MD

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 5 MD					Intersección 6 MD				
Condición	Configuración actual 2033				Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+55+39	49+277+36	149+0+677	Volumen HP	-	0+281+113	71+249+38	-
Rela. Vol-cap	-	0,31	0,07+0,23+0,23	0,15	Rela. Vol-cap	-	0,28	0,31+0,31+0,24	-
Nivel de servicio	-	0+B+B	A+A+A	A+0+A	Nivel de servicio	-	0+A+A	B+B+B	-
Demora (s)	-	19,1	9,4+0+0	2,2+0+3,4	Demora (s)	-	0	11,6+11,1+10,6	-
Longitud de cola (m)	-	10,3	1,8+0+0	4,1	Longitud de cola (m)	-	0	10,6+10,6+7,4	-
Demora global (s)	4				Demora global (s)	5,4			
Condición	Configuración de propuesta 2033				Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+55+39	49+261+36	149+447+231	Volumen HP	-	0+136+96	113+251+0	0+0+447
Rela. Vol-cap	-	0,3	0,07	0,14	Rela. Vol-cap	-	0+0,68+0,5	0,2+0,18+0	0,3
Nivel de servicio	-	0+B+B	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	-	0+E+C	B+A+0	A
Demora (s)	-	18,7	0,8+2,1+2,1	2,2+3,4+3,4	Demora (s)	-	0+50,4+25,3	11,3+0+0	0
Longitud de cola (m)	-	10,1	1,8	4	Longitud de cola (m)	-	31,8	5,9+0+0	0
Demora global (s)	4,2				Demora global (s)	10,5			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 5 y 6. Fuente propia.

Figura 154. Proyección Intersección 7 MD

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 7 MD				
Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	331+132+0	0+0+28	-	-
Rela. Vol-cap	0,24+00,1+0	0,04	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+A	-	-
Demora (s)	0	9,4	-	-
Longitud de cola (m)	0	1	-	-
Demora global (s)	0,5			
Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	336+168+0	0+0+28	-	-
Rela. Vol-cap	0,25+0,12+0	0,04	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	A	-	-
Demora (s)	0	9,4	-	-
Longitud de cola (m)	0	1	-	-
Demora global (s)	0,5			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para la intersección 7. Fuente propia.

Figura 155. Proyección Intersecciones 1 y 2 PM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 1 PM					Intersección 2 PM				
Condición	Configuración actual 2033				Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	194+4+344	6+3+16	204+883+15	3+664+191	Volumen HP	42+435+467	-	0+600+493	15+392+0
Rela. Vol-cap	4,47	0,46	0,38	0,01	Rela. Vol-cap	1,32+1,8+1,8	-	0,8	0,03
Nivel de servicio	F+F+F	F+F+F	B+B+B	A+A+A	Nivel de servicio	F+F+F	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	Error	98,1	13,1+13,2+13,2	0,2	Demora (s)	208,7+299,2+389,7	-	0	0,6+1+0
Longitud de cola (m)	Error	14,6	14	0,1	Longitud de cola (m)	134,7+427,2+427,2	-	0	0,9
Demora global (s)	Error				Demora global (s)	131,2			
Condición	Configuración de propuesta 2033				Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	194+4+344	6+3+16	0+1088+15	3+664+191	Volumen HP	0+477+467	-	0+805+493	15+392+0
Rela. Vol-cap	2,76	0,27	0,78	0,01	Rela. Vol-cap	0+1,97+1,7	-	0,95	0,04
Nivel de servicio	F+F+F	E+E+E	0+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	0+F+F	-	0+A+A	A+A+0
Demora (s)	836,6	48,2	0	0,2+0,3+0,3	Demora (s)	0+444,4+345,7	-	0	0,8+1,3+0
Longitud de cola (m)	436,4	8,2	0	0,2	Longitud de cola (m)	370,6	-	0	1,1
Demora global (s)	173,8				Demora global (s)	140			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 1 y 2. En la intersección 1 de configuración actual, el software presenta un error debido a que se supera la capacidad. Fuente propia.

Figura 156. Proyección Intersecciones 3 y 4 PM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 3 PM					Intersección 4 PM				
Condición	Configuración actual 2033				Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	93+167+6	528+115+0	0+313+242	Volumen HP	-	547+363+7	119+1	0+9+1
Rela. Vol-cap	-	0,07+0,07+0,06	3,31	0,79	Rela. Vol-cap	-	0,37+0,37+0,14	0,85	0,06
Nivel de servicio	-	A+A+A	F+F+0	0+C+C	Nivel de servicio	-	A+A+A	F+F+0	0+C+C
Demora (s)	-	0,5+2,2+0	Error	22,9	Demora (s)	-	3,5+3,5+0	85,2	22,8
Longitud de cola (m)	-	1,7+1,7+0	Error	67,3	Longitud de cola (m)	-	13,7+13,7+0	48,1	1,5
Demora global (s)	Error				Demora global (s)	15,3			
Condición	Configuración de propuesta 2033				Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	406+400+48	690+115+0	-	Volumen HP	-	0+363+7	161+1+0	0+0+10
Rela. Vol-cap	-	1,02	1,08	-	Rela. Vol-cap	-	0+0,18+0,09	0,22+0+0	0,01
Nivel de servicio	-	E	E	-	Nivel de servicio	-	0+A+A	B+A+0	A
Demora (s)	-	56,8	72,7	-	Demora (s)	-	0	10,1+9,5+0	8,8
Longitud de cola (m)	-	93,5	56,5	-	Longitud de cola (m)	-	0	6,7+0,1+0	0,3
Demora global (s)	64,6				Demora global (s)	3,2			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 3 y 4. En la intersección 3 de configuración actual, el software presenta un error debido a que se supera la capacidad. Fuente propia. Fuente propia.

Figura 157. Proyección Intersecciones 5 y 6 PM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 5 PM					Intersección 6 PM				
Condición	Configuración actual 2033				Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+28+29	48+742+10	88+0+841	Volumen HP	-	0+160+45	106+755+15	-
Rela. Vol-cap	-	0,28	0,08+0,55+0,55	0,15	Rela. Vol-cap	-	0,15	0,64+0,64+0,52	-
Nivel de servicio	-	0+C+C	A+A+A	A+0+A	Nivel de servicio	-	0+A+A	B+B+B	-
Demora (s)	-	24,8	10+0+0	3,4+4,2	Demora (s)	-	0	15,4+14,1+12,9	-
Longitud de cola (m)	-	8,9	2+0+0	4,1	Longitud de cola (m)	-	0	38+38+24,7	-
Demora global (s)	3,2				Demora global (s)	11,6			
Condición	Configuración de propuesta 2033				Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte	Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12	Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	V10 V11 V12
Volumen HP	-	0+28+29	48+742+10	88+547+294	Volumen HP	-	0+160+45	148+755+0	547
Rela. Vol-cap	-	0,29	0,08	0,15	Rela. Vol-cap	-	0+0,71+0,44	0,26+0,56+0	0,37
Nivel de servicio	-	0+C+C	A+A+A	A+A+A	Nivel de servicio	-	0+E+C	B+A+0	A
Demora (s)	-	26,4	1,9+2,4+2,4	3,7+4,4+4,4	Demora (s)	-	0+50,6+28,8	12,8+0+0	0
Longitud de cola (m)	-	9,5	2,2	4,1	Longitud de cola (m)	-	0+35,7+17,1	8,5+0+0	0
Demora global (s)	4,2				Demora global (s)	6,9			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para las intersecciones 5 y 6. Fuente propia.

Figura 158. Proyección Intersección 7 PM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para medidas de efectividad por movimiento vehicular

Intersección 7 PM				
Condición	Configuración actual 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	-
Volumen HP	864+78+0	0+0+12	-	-
Rela. Vol-cap	0,61+0,05+0	0,03	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+B	-	-
Demora (s)	0	11,6	-	-
Longitud de cola (m)	0	0,6	-	-
Demora global (s)	0,1			
Condición	Configuración de propuesta 2033			
Acceso	Oeste	Este	Sur	Norte
Maniobra	V1 V2 V3	V4 V5 V6	V7 V8 V9	-
Volumen HP	892+93+0	0+0+12	-	-
Rela. Vol-cap	0,62+0,07+0	0,03	-	-
Nivel de servicio	A+A+0	0+0+B	-	-
Demora (s)	0	11,7	-	-
Longitud de cola (m)	0	0,6	-	-
Demora global (s)	0,1			

Nota. Medidas de efectividad por movimiento vehicular según la configuración actual (superior) y según la propuesta (inferior) para la intersección 7. Fuente propia.

Figura 159. Análisis de capacidad Global por intersección AM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para análisis de capacidad Global AM

AM GLOBAL 2023					
Configuración actual			Configuración Propuesta		
Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)	Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)
Intersección 1	A	5,4	Intersección 1	A	3,3
Intersección 2	A	5,9	Intersección 2	A	5,5
Intersección 3	C	28,3	Intersección 3	B	15
Intersección 4	A	5,7	Intersección 4	A	2,2
Intersección 5	A	3,9	Intersección 5	A	3,9
Intersección 6	A	5,9	Intersección 6	A	3,3
Intersección 7	A	0,6	Intersección 7	A	0,6
AM GLOBAL 2033					
Configuración actual			Configuración Propuesta		
Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)	Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)
Intersección 1	D	40,9	Intersección 1	B	13,6
Intersección 2	B	13	Intersección 2	B	12,5
Intersección 3	F	270,1	Intersección 3	C	25,8
Intersección 4	A	7,1	Intersección 4	A	2,3
Intersección 5	B	10,1	Intersección 5	A	9
Intersección 6	A	7,7	Intersección 6	E	63,4
Intersección 7	A	0,7	Intersección 7	A	0,7

Nota. En la parte superior se encuentran los resultados en el 2023 y en la parte inferior la proyección al 2033. Fuente propia.

Figura 160. Análisis de capacidad Global por intersección MD

Tabla comparativa de proyección al 2033 para análisis de capacidad Global MD

MD GLOBAL 2023					
Configuración actual			Configuración Propuesta		
Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)	Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)
Intersección 1	A	4,8	Intersección 1	A	3,2
Intersección 2	A	4,8	Intersección 2	A	4,5
Intersección 3	B	11,4	Intersección 3	B	13,4
Intersección 4	A	5,1	Intersección 4	A	1,8
Intersección 5	A	2,8	Intersección 5	A	2,9
Intersección 6	A	4,7	Intersección 6	A	3,5
Intersección 7	A	0,5	Intersección 7	A	0,5
MD GLOBAL 2033					
Configuración actual			Configuración Propuesta		
Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)	Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)
Intersección 1	B	14,1	Intersección 1	A	6,5
Intersección 2	A	6,7	Intersección 2	A	6,4
Intersección 3	E	69,4	Intersección 3	B	18
Intersección 4	A	5,9	Intersección 4	A	1,9
Intersección 5	A	4	Intersección 5	A	4,2
Intersección 6	A	5,4	Intersección 6	B	10,5
Intersección 7	A	0,5	Intersección 7	A	0,5

Nota. En la parte superior se encuentran los resultados en el 2023 y en la parte inferior la proyección al 2033. Fuente propia.

Figura 161. Análisis de capacidad Global por intersección PM

Tabla comparativa de proyección al 2033 para análisis de capacidad Global PM

PM GLOBAL 2023					
Configuración actual			Configuración Propuesta		
Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)	Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)
Intersección 1	D	40	Intersección 1	B	17,9
Intersección 2	B	13,8	Intersección 2	B	12,2
Intersección 3	F	78,2	Intersección 3	C	20,1
Intersección 4	A	6,9	Intersección 4	A	2,9
Intersección 5	A	1,7	Intersección 5	A	2
Intersección 6	A	8,8	Intersección 6	A	2,7
Intersección 7	A	0,1	Intersección 7	A	0,1
PM GLOBAL 2033					
Configuración actual			Configuración Propuesta		
Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)	Intersección	Nivel de Servicio	Demora (s)
Intersección 1	F	Error	Intersección 1	F	173,8
Intersección 2	F	131,2	Intersección 2	F	140
Intersección 3	F	Error	Intersección 3	E	64,6
Intersección 4	B	15,3	Intersección 4	A	3,2
Intersección 5	A	3,2	Intersección 5	A	4,2
Intersección 6	B	11,6	Intersección 6	A	6,9
Intersección 7	A	0,1	Intersección 7	A	0,1

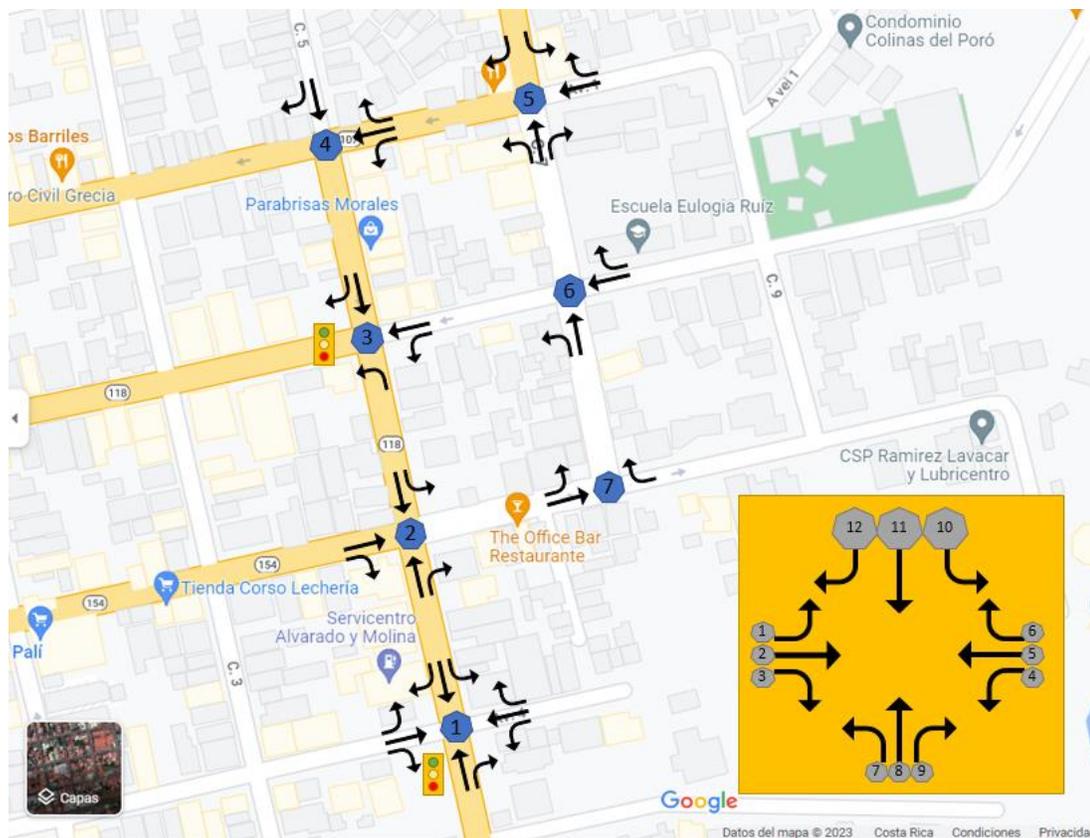
Nota. En la parte superior se encuentran los resultados en el 2023 y en la parte inferior la proyección al 2033. Fuente propia.

Los errores obtenidos en la configuración actual PM, se deben a que el programa no puede realizar los cálculos ya a que son valores muy altos, por lo tanto, se asume que esa una demora muy alta y esto quiere decir que es un nivel de servicio F.

4.7 Análisis comparativo a otras posibilidades

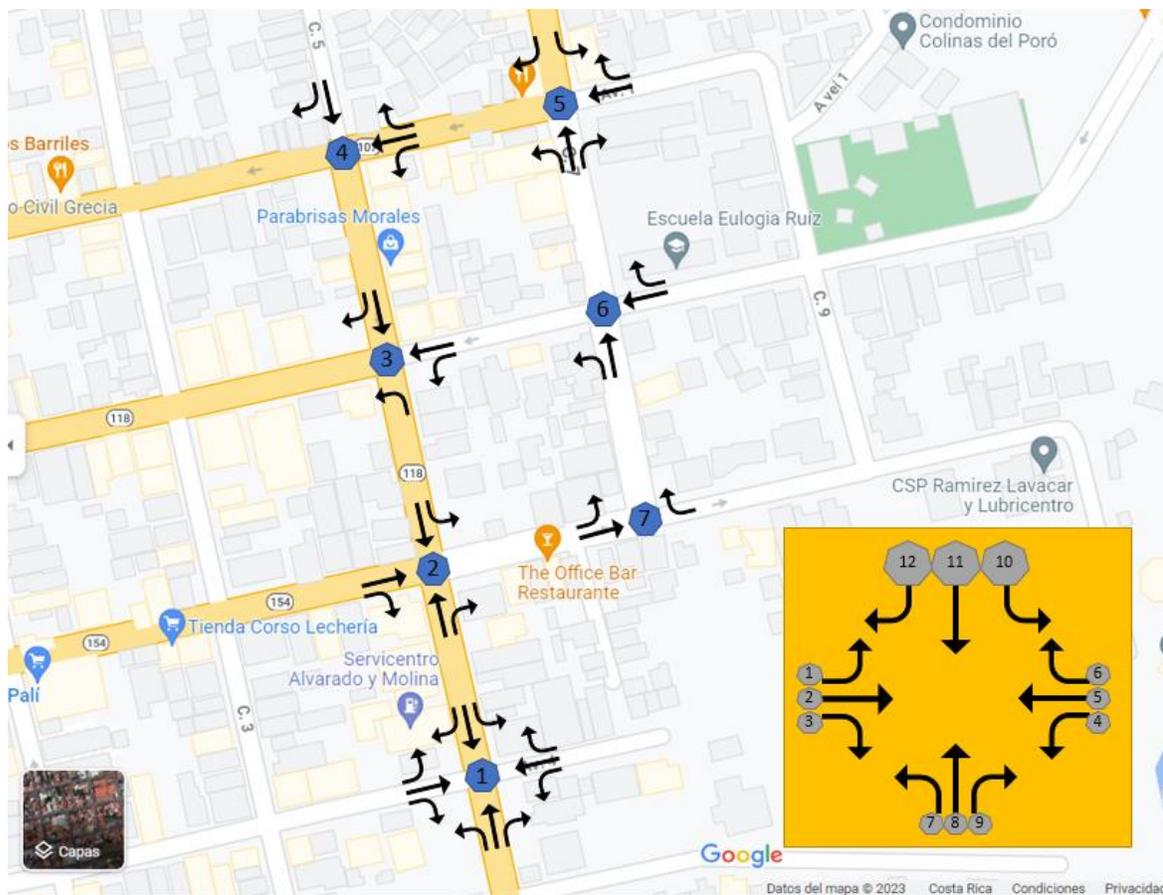
Es evidente que existe la posibilidad de trabajar con varias alternativas, cada intersección tiene la posibilidad de plantear distintas posibilidades de configuración, esto da lugar a que el problema planteado pueda tener variedad de soluciones, sin embargo, como se plantea desde los primeros capítulos, lo que se busca es la mejor alternativa para solucionar el problema, la más óptima y económica posible. Por lo que se muestran otras propuestas consideradas, éstas se nombraron: propuesta alternativa 1, propuesta alternativa 2, y propuesta alternativa 3.

Figura 162. Propuesta alternativa 1

Planteamiento de propuesta alternativa 1

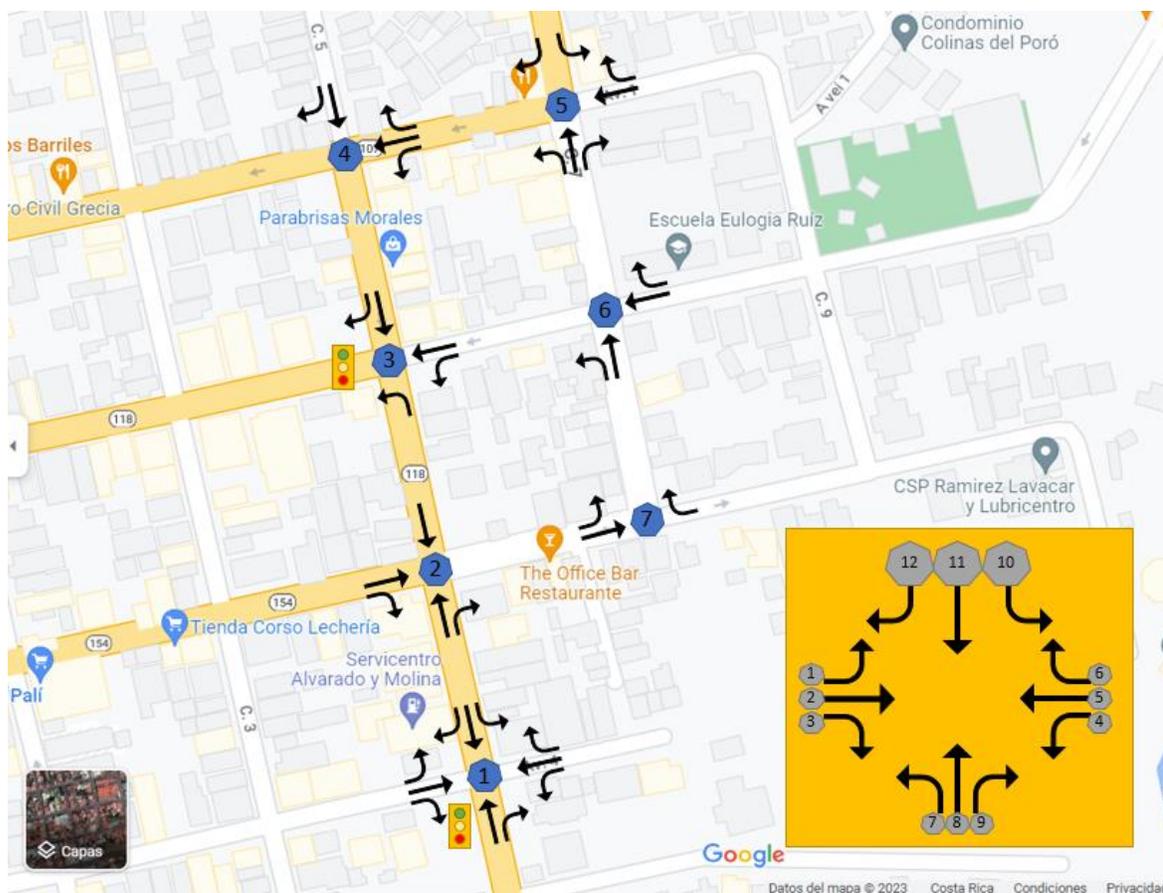
Nota. Las flechas indican las maniobras permitidas para cada intersección, además se muestran las señalizaciones planteadas. Adaptada de: [Grecia, Alajuela, Costa Rica], Google. (s.f.), <https://bit.ly/3EC53Bs>. Todos los derechos reservados 2023 por Google. Adaptado con permiso del autor.

Figura 163. Propuesta alternativa 2

Planteamiento de propuesta alternativa 2

Nota. Las flechas indican las maniobras permitidas para cada intersección, además se muestran las señalizaciones planteadas. Adaptada de: [Grecia, Alajuela, Costa Rica], Google. (s.f.), <https://bit.ly/3EC53Bs>. Todos los derechos reservados 2023 por Google. Adaptado con permiso del autor.

Figura 164. Propuesta alternativa 3

Planteamiento de propuesta alternativa 3

Nota. Las flechas indican las maniobras permitidas para cada intersección, además se muestran las señalizaciones planteadas. Adaptada de: [Grecia, Alajuela, Costa Rica], Google. (s.f.), <https://bit.ly/3EC53Bs>. Todos los derechos reservados 2023 por Google. Adaptado con permiso del autor.

Para todas éstas alternativas, se realizan nuevamente las redistribuciones de volúmenes vehiculares, el cálculo de porcentaje de pesados, factores de hora pico, se realizan los análisis en el software Synchro 11. En la figura 125, se observa una tabla de comparación de las demoras promedio de los vehículos, esto está medido por intersección, en cada uno de los 3 momentos medidos.

Figura 165. Demoras promedio de los vehículos

Tabla comparativa de demoras promedio para la situación actual, propuesta del proyecto y alternativas

Demora Promedio por vehículo					
Momento-Intersección	ACTUAL (seg/veh)	Propuesta (seg/veh)	Alternativa 1 (seg/veh)	Alternativa 2 (seg/veh)	Alternativa 3 (seg/veh)
AM 1	0,094	0,065	0,082	0,092	0,074
MD 1	0,094	0,066	0,100	0,089	0,103
PM 1	0,350	0,185	0,104	0,160	0,094
AM 2	0,033	0,021	0,020	0,021	0,019
MD 2	0,036	0,022	0,022	0,024	0,021
PM 2	0,058	0,038	0,054	0,033	0,048
AM 3	0,167	0,029	0,081	0,059	0,094
MD 3	0,081	0,031	0,130	0,069	0,140
PM 3	0,352	0,035	0,097	0,134	0,111
AM 4	0,087	0,079	0,037	0,037	0,037
MD 4	0,086	0,091	0,042	0,042	0,042
PM 4	0,106	0,072	0,051	0,051	0,051
AM 5	0,042	0,040	0,043	0,043	0,043
MD 5	0,042	0,039	0,042	0,042	0,042
PM 5	0,033	0,030	0,035	0,035	0,035
AM 6	0,046	0,036	0,033	0,013	0,034
MD 6	0,057	0,042	0,043	0,044	0,044
PM 6	0,044	0,034	0,026	0,026	0,026
AM 7	0,019	0,018	0,017	0,017	0,017
MD 7	0,027	0,025	0,023	0,023	0,023
PM 7	0,016	0,015	0,014	0,014	0,014
Sumatoria	1,867	1,013	1,097	1,066	1,114

Nota. Los cuadros en verde representan las demoras promedio más bajas para cada momento, y los números en rojo, representan mayores tiempos de demora promedio que la condición actual. Fuente propia.

Como se puede observar en la figura 162, se puede apreciar que los tiempos de demora promedio por vehículo, en la propuesta y en las alternativas son mejores que la condición actual, sin embargo, matemáticamente se hace muy evidente cuál de las 4 opciones (contando la propuesta del proyecto), es la que presenta menores tiempos de demora promedio por vehículo a nivel de toda la red, con una disminución del 46%.

Como se aprecia en la figura, los números en rojo son los que sobrepasan los valores de la condición actual, y la opción de la propuesta es la única que solamente presenta un aumento en uno de todos los valores de la condición actual, en las otras alternativas hay dos o más números sobrepasando los valores de la configuración actual.

CONCLUSIONES

De los múltiples análisis en sitio de la propuesta, se identifican problemas existentes en el tramo, puntualmente problemas de seguridad vial, principalmente la configuración de maniobras existente representa riesgos para la ejecución de ciertos giros y movimientos, la regulación en cada intersección presenta deficiencia, hay problemas de visibilidad en puntos específicos, así como ahuellamientos, señalización horizontal en mal estado y también falta de señalización vertical.

Basado en los conteos vehiculares, y los cálculos realizados mediante el software Synchro 11, se obtienen las medidas de efectividad por movimiento vehicular de la configuración actual del tramo del proyecto: nivel de servicio, demoras, longitudes de cola, relación volumen a capacidad, demoras globales y demoras promedio por vehículo y se confirma numéricamente que hay problemas en demoras y longitudes de cola que afectan a los usuarios.

Se concluye que la propuesta para el tramo del proyecto, numéricamente presenta mejores condiciones que la situación actual, principalmente en las horas de mayor flujo vehicular, y en las intersecciones de principal interés que son las que se ubican sobre la ruta 118. En términos generales la red presenta una disminución de demoras promedio por vehículo de un 46%. Y en la proyección a 10 años realizada, a pesar de que hay importantes aumentos de ciertos parámetros, hay una gran diferencia numérica con respecto a la proyección en el caso en que no se haga ninguna intervención al tramo planteado.

Se concluye de acuerdo a la propuesta que fue necesario implementar un semáforo de dos fases, a pesar de que según la figura 12 los volúmenes no entran en el rango recomendado; la implementación de éste para ésta intersección, fue lo que hizo que se obtuvieran los mejores tiempos de demora promedio por vehículo de todas las alternativas, reduciendo en un 84% el valor actual de esa intersección. También, según la propuesta sería necesario implementar algunas señalizaciones tanto horizontales como verticales según lo planteado en la sección 4.4.

RECOMENDACIONES

Para que el trabajo desarrollado tenga aún mayor impacto en todo el casco central, se recomienda que se continúe realizando otros análisis, por parte de estudiantes y profesionales en otros sectores importantes del casco central de Grecia, ya que hay varias zonas en las que el congestionamiento es evidente, y se pueden desarrollar propuestas importantes que beneficiarían a todos los usuarios.

Hay ciertos problemas puntuales que afectan el flujo y la seguridad vial, específicamente el problema de obstaculización de visibilidad en la intersección 2, sí bien se elimina la maniobra de giro a la izquierda desde el acceso Oeste, las otras maniobras de igual manera presentan inconvenientes por la falta de visibilidad, por lo que se recomienda al departamento de gestión vial Municipal, realizar un estudio del caso en particular, con el objetivo de llegar a un acuerdo con el propietario y eliminar esa infraestructura que por su antigüedad no se construyó bajo los lineamientos de los códigos de construcción vigentes, o bien, realizar un recurso de amparo de acuerdo con la Ley 7600 y solicitar al propietario eliminar esa infraestructura en espacio público.

Se recomienda dar mejor mantenimiento a la señalización horizontal, ya que en muchos casos ya no existe demarcación, o es casi imperceptible, lo que puede provocar confusión e inseguridad. Además de corregir algunos problemas de ahuellamiento detectados principalmente en la intersección 1. Estos problemas que son relativamente sencillos de corregir y que pueden beneficiar en muchos sentidos a todos los usuarios.

De acuerdo con el análisis de la proyección al 2033, el tramo en estudio bajo la condición actual, presentaría graves problemas de congestión vehicular, al punto en el que en horas pico se podrían dar colapsos importantes, y con el proyecto se nota una clara mejoría numérica para la mayor parte de la red, sin embargo, antes de los 10 años, se deberá realizar nuevamente un estudio para intervenir las intersecciones 1, 2 y 3.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (2011). A policy on Geometric Design of Highways and Streets: *The Green Book*. (6a ed.). AASHTO.
- Cal, R. Mayor, R. S. (2018, abril). Ingeniería de tránsito: *Fundamentos y aplicaciones*. (9a ed.). Alfaomega.
- Castillo, L. (2022, 10 de junio). Reseña histórica. *Municipalidad de Grecia*. <https://www.grecia.go.cr/articulo/196/resena-historica>.
- Cerquera, F. (2007, octubre). Capacidad y niveles de servicio de la infraestructura vial. *Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías*. Educación Virtual.
- Cubic ITS, Inc. (2019, 12 de diciembre). Synchro Studio 11: *Traffic Signal Optimization and Simulation Modeling Software*.
- Dcifra. (s.f.). Las presas de su cantón: *Contexto nacional*. *Dcifra.cr*. <https://bit.ly/3Ob1MMu>
- El periódico USA. (2022, 30 de octubre). Congestión vehicular afecta la salud mental de los mexicanos. *El Periódico USA*. <https://bit.ly/3TDxAdZ>
- Felizia, J. Felizia, L (2015). Highway capacity Manual 2010 Autopistas: *Especialización en Ingeniería Vial*. UNCUIYO. Obtenido de <https://bit.ly/3EcZqYP>
- Frost, A. (2019, 21 de noviembre). Traffic technology today: *Cubic's Trafficware releases Version 11 of Synchro software suite*. <https://bit.ly/3Y9E7AC>.
- Guía para la elaboración de un estudio de impacto funcional y seguridad vial*. Decreto No 41727-MOPT. (2019, 12 de abril). Costa Rica. Procuraduría General de la República.

- Google. (s.f.). [Grecia, Alajuela, Costa Rica]. Recuperado el 11 de octubre de 2022. <https://bit.ly/3EC53Bs>
- Granados, G. (2019, 08 de octubre). Fracasa ordenamiento vial en Calle Ancha. *Diarioextra*. <https://bit.ly/3oZoa2Y>
- Islas, V., y Lelis, M. (2009, 24 de octubre). ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE. *Secretaría de comunicación y transportes*. <https://bit.ly/2DX4kv5>
- Jiménez, J. (2009, 25 de abril). *Historia de la ciudad de Grecia*. Historia Genealógica de Costa Rica. <https://historiacostarica.wordpress.com/2009/04/26/historia-de-la-ciudad-de-grecia/>
- Jinesta, K. (2018, 19 de julio). *Estadísticas demográficas. 2011 – 2025. Proyecciones nacionales. Población total proyectada al 30 de junio por grupos de edades, según provincia, cantón, distrito y sexo*. INEC. <https://bit.ly/3OaguTQ>
- Kraemer, C. (2003). *Ingeniería de carreteras*. (vol. 1). McGraw-Hill.
- Milixia, A. (2022, 31 de enero). Inicia plan de reordenamiento vial en David. *ecotvpanama*. <https://bit.ly/3GkzywT>
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (s.f.). Misión. *Ministerio de Obras Públicas y Transportes*. <https://bit.ly/3Ob1uoS>
- Montoya, G. (2005, noviembre). *Tema 05: Ingeniería de tránsito*. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. <https://bit.ly/2sjVMsd>
- Morales, I. Torres, E. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial*. (3ra. ed.).

- Morera, J. (1999). *Caracterización del uso del suelo y el tráfico de transporte en los principales accesos de la ciudad de Grecia: balance y perspectivas*. (Licenciatura en Ingeniería en Ingeniería Civil). Universidad de Costa Rica. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.
- Moss, G. (2009 agosto). *Aplicación del Manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2.000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras multicarriles*. (1) [Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3023_C.pdf
- Navarro, A. (2011). Influencia de los parámetros de una vía en la determinación de su capacidad. researchgate.org. <https://bit.ly/3Aj1PQN>
- Noticias Occidente. (2021, 24 setiembre). Fotos [Página de Facebook], Facebook. Recuperado el 10 de octubre de 2022. <https://bit.ly/3GoSVFf>
- Noticias Occidente. (2022, 14 febrero). Fotos [Página de Facebook], Facebook. Recuperado el 10 de octubre de 2022. <https://bit.ly/3hP10eE>
- Noticias Occidente. (2022, 8 enero). Fotos [Página de Facebook], Facebook. Recuperado el 10 de octubre de 2022. <https://bit.ly/3Oc0wbT>
- Noticias Occidente. (2022, 27 julio). Fotos [Página de Facebook], Facebook. Recuperado el 10 de octubre de 2022. <https://bit.ly/3EbDFZB>
- Leaflet. (s.f.). Grecia, Alajuela ZIP Code – Costa Rica. *Location of Grecia, Alajuela – Costa Rica*. [Mapa] <https://codigo-postal.org/en-us/costa-rica/alajuela/grecia/>.
- Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad*. Ley n° 7600. (1996). Costa Rica. Procuraduría General de la República. <https://bit.ly/3nNHijF>

Paniagua, J. (2015, 19 de marzo). Cambios de vías en Grecia. *El Sol de Occidente*. <https://elsoldeoccidente.com/cantones/cambios-de-vias-en-grecia>.

Palacios, J. (2021, 25 de agosto). Movilidad socializará reordenamiento vial en sectores de Bochalema y Valle del Lili. [Comunicado de prensa]. <https://bit.ly/3TFz1sg>

Pérez, J. y Gardey, A. (2012). *Definición de capacidad - Definicion.de*. Definición.de. <https://definicion.de/capacidad/>

Plan Regulador Urbano y Rural del Cantón de Grecia. Alcance No 37 a La Gaceta No 116. (2006, 16 de junio). Costa Rica. Procuraduría General de la República.

Planificación Estratégica Multimodal de Servicios de Infraestructura y de Transporte. (2016). Anuario de información de tránsito 2015. MOPT y Secretaría de Planificación Sectorial. <https://bit.ly/3lOvOvG>

Presidencia gobierno de Costa Rica. (2015, 25 de junio). $\$5.750$ MILLONES EN OBRAS VIALES PARA SAN RAMÓN, ALAJUELA. [Comunicado de prensa]. <https://bit.ly/3hHdmml>

Rangos de Nivel de Servicio. (s.f.). Highway Capacity Manual, Transportation Research Board. Washington D.C. Escuela de Ingeniería Civil, UCR.

Vargas, R. (2018, noviembre). *Ordenamiento vial en el área central de San Vito de Coto Brus*. (Licenciatura en Ingeniería en Construcción). Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://hdl.handle.net/2238/10491>

Vargas, Y. (2020, Julio). Una peseta para el teatro y en el pecho una flor para escuchar la retreta: entretenimientos de la sociedad griega en la primera mitad del siglo XX, Costa Rica. *Revista de Historia*. N.º 82, 1. <http://dx.doi.org/10.15359/rh.82>.

VCHI S.A. (2005). Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI. (Edición 2004). Instituto de la construcción y gerencia.

Zorío, V. (2014). *Historia de las carreteras*. Vialidad y Transporte latinoamericano. <http://vialidadytransporte.com/noticia/10-historia-carreteras>

Monitoreo Vehicular Intersección: 1 Nombre: José David Soto Hoja: 1c

Maniobra	V1			V2			V3			V4			V5			V6		
	Liviano	Autobus	Pesado															
16:00	II		I				II	I										
16:15	I		I															
16:30			IIII															
16:45			II															
17:00			IIII															
17:15			IIII															
17:30			II															
17:45			I															
18:00			II															
18:15			IIII															
18:30			III															
18:45			I															

Monitoreo Vehicular Intersección: 1 Nombre: José David Soto Hoja: 1f

Maniobra	V7			V8			V9			V10			V12		
	Liviano	Autobus	Pesado												
16:00	II		I	IIII		I	IIII		I				IIII		IIII
16:15	I		I	IIII		II	IIII		II				I		I
16:30			I	IIII		I	IIII		I				IIII		IIII
16:45			II	IIII		II	IIII		I				I		I
17:00			IIII	IIII		I	IIII		I				IIII		IIII
17:15			I	IIII		II	IIII		I				I		I
17:30			II	IIII		IIII	IIII		IIII				IIII		IIII
17:45			IIII	IIII		IIII	IIII		I				IIII		IIII
18:00			II	IIII		I	IIII		I				IIII		IIII
18:15			I	IIII		IIII	IIII						IIII		IIII
18:30			II	IIII		II	IIII						IIII		IIII
18:45			I	IIII		II	IIII		I				IIII		IIII

Control Vehicular Intersección: Z Nombre: Jose David Soto Hoja: 2a

Maniobra	V1			V2			V3			V9			V10					
	Liviano	Autobus	Pesado															
6:00	1			1			1			1			1					
6:15	1			1			1			1			1					
6:30	1			1			1			1			1					
6:45	1			1			1			1			1					
7:00	1			1			1			1			1					
7:15	1			1			1			1			1					
7:30	1			1			1			1			1					
7:45	1			1			1			1			1					
8:00	1			1			1			1			1					
8:15	1			1			1			1			1					
8:30	1			1			1			1			1					
8:45	1			1			1			1			1					

Control Vehicular Intersección: Z Nombre: Jose David Soto Hoja: 2b

Maniobra	V1			V2			V3			V9			V10					
	Liviano	Autobus	Pesado															
11:00	1			1			1			1			1					
11:15	1			1			1			1			1					
11:30	1			1			1			1			1					
11:45	1			1			1			1			1					
12:00	1			1			1			1			1					
12:15	1			1			1			1			1					
12:30	1			1			1			1			1					
12:45	1			1			1			1			1					
13:00	1			1			1			1			1					
13:15	1			1			1			1			1					
13:30	1			1			1			1			1					
13:45	1			1			1			1			1					

Control Vehicular Intersección: 2 Nombre: Jose David Soto Hoja: 20

Maniobra	V1			V2			V3			V9			V10		
	Liviano	Autobus	Pesado												
16:00	II			III	I		II			III			II		
16:15	I			II	III		III			I	II				
16:30	I			II	III		III			II	III				
16:45	III			II	III		I	II		III			II	III	
17:00	II			I	I		I	II		III			III		
17:15	III			I	III		III			I	II		III		
17:30	II	I		III	II		II			I	III		I	III	
17:45	III			III	I		I	II		III			III	II	
18:00	III			II	III		II			II			II		
18:15	I			I	II		I	I		I	II		II		
18:30	III			II	II		III			III			III	III	
18:45	II			I	I		I	II		I	III		I		

Control Vehicular Intersección: 3 Nombre: Jose David Soto Hoja: 30

Maniobra	V4			V6			V8			V11		
	Liviano	Autobus	Pesado									
6:00	III		I				III			III		
6:15	II						I			III		
6:30	III						III	I		III		
6:45	III			II			I			III	II	
7:00	III						I	III		III		
7:15	II						III			I		
7:30	II	I		II			II			III		
7:45	II	I		I			I			II		
8:00	III	I					III	I		III		
8:15	III						II			III		
8:30	III						III			II		
8:45	II			II			II			I		

Conteo Vehicular Intersección: 5 Nombre: Jose David Soto Hoja: 5a

Maniobra	V5			V6			V7			V9			V10			V12		
	Liviano	Autobus	Pesado															
6:00	II			II			III			I			II			II		
6:15	II			II			III			I			II			II		
6:30	II			II			III			I			II			II		
6:45	II			II			III			I			II			II		
7:00	II			II			III			I			II			II		
7:15	II			II			III			I			II			II		
7:30	II			II			III			I			II			II		
7:45	II			II			III			I			II			II		
8:00	II			II			III			I			II			II		
8:15	II			II			III			I			II			II		
8:30	I			I			II			III			II			II		
8:45	II			II			III			I			II			II		

Conteo Vehicular Intersección: 5 Nombre: Jose David Soto Hoja: 5b

Maniobra	V5			V6			V7			V9			V10			V12		
	Liviano	Autobus	Pesado															
11:00	I			II			III			I			II			II		
11:15	II			I			III			III			II			II		
11:30	III			II			II			I			II			II		
11:45	II			I			II			III			II			II		
12:00	II			II			II			I			II			II		
12:15	II			II			II			I			II			II		
12:30	II			I			II			II			II			II		
12:45	II			III			II			II			II			II		
13:00	II			II			II			I			II			II		
13:15	III						III			I			II			II		
13:30	III			I			II			I			II			II		
13:45	II						II			II			II			II		

Conteo Vehicular Intersección: _____ Fecha: _____ Nombre: _____ Hoja: 5C

Maniobra	V5			V6			V7			V9			V10			V12			
	Liviano	Autobus	Pesado																
16:00	III			II			II		I	III			III			III			III
16:15				III			III		I				III			III			III
16:30	II			III			II		I				III			III			III
16:45	III			III			III						III			III			III
17:00	III			III															
17:15	III			III			III						III			III			III
17:30	III			III			III		I				III			III			III
17:45	III			III			III		I				III			III			III
18:00	III			III															
18:15	III			III			III			III		I	III			III			III
18:30	III			III															
18:45	III			III															

Conteo Vehicular Intersección: 6 Nombre: Jose David Soto Hoja: 6a

Maniobra	V5			V6			V7			V9									
	Liviano	Autobus	Pesado																
6:00	III		I	II			II												
6:15	III			III			III												
6:30	III		I	III			III			III									
6:45	III		II	III			III			III									
7:00	III			III			III			III									
7:15	III			III			III			III									
7:30	III	I	II	III			III			III		I							
7:45	III	I	II	III			III			III									
8:00	III		III	III		I	III	I		III	I								
8:15	III			III			III			III									
8:30	III		II	III			III			III		I							
8:45	III			III			III			III		I							

Conteo Vehicular Intersección: 6 Nombre: José David Soto Hoja: 6b

Maniobra	V5			V6			V7			V9								
	Liviano	Autobus	Pesado															
11:00			I															
11:15																		
11:30																		
11:45			I															
12:00			II			I						I						
12:15									I									
12:30		I	II									II						
12:45		I	I									I						
13:00			II			I						I						
13:15												I						
13:30									I			II						
13:45												I						

Conteo Vehicular Intersección: 6 Nombre: José David Soto Hoja: 6c

Maniobra	V5			V6			V7			V9								
	Liviano	Autobus	Pesado															
16:00		I	I															
16:15			I															
16:30		I										I						
16:45		I	I									II						
17:00			I						I			I						
17:15																		
17:30												II						
17:45		I																
18:00												I						
18:15			I									II						
18:30									I									
18:45		I										I						

GLOSARIO

Asfalto: Es un material viscoso compuesto de petróleo, es uno de los componentes del pavimento que se encarga de mantener adheridos los otros agregados.

Calzada: Sección de la vía, ya sea una calle o una carretera por la que circulan los vehículos, puede estar seccionada por una cantidad variable de carriles.

Cuneta: Sección a los costados de la calzada cuando no hay espaldón o a los costados del espaldón que puede ser tipo zanja o superficie con pendiente, para la evacuación de la escorrentía en la ruta.

Espaldón: Secciones adyacentes a la calzada de rodamiento, funcionan para proporcionar un espacio adicional en caso de emergencias, estacionamiento temporal, además de área adicional para maniobras.

Flujo vehicular: Es la cantidad de vehículos que transitan una sección de vía en particular en un tiempo determinado.

Gestión Vial Municipal: Es un departamento encargado de todo lo relacionado a las obras viales en un cantón.

Hora pico: En el ámbito de transportes, se comprende cómo el momento de mayor tránsito en un tramo o vía.

Intersección: Cruce entre dos o más caminos en una estructura vial.

MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes): Es el "... Ministerio que gestiona, regula y controla las obras de infraestructura pública y servicios de transporte eficientes, seguros y resilientes para la contribución del desarrollo sostenible del país." (MOPT, s.f.).

Pavimento: Estructura compuesta por una mezcla de materiales que se utilizan en la mayoría de carreteras, para la superficie de rodamiento del tránsito.

Peatón: Personas que transitan las vías a pie, o en caso de tener algún impedimento también se consideran peatones, personas en sillas de ruedas.

Rutas primarias: Son las vías que unen las carreteras principales y puntos importantes del país.

Rutas secundarias: Comunican centros poblacionales, en la mayoría de casos unen cantones, y se caracterizan por ser estrechas y tener intersecciones directas sobre ella.

Rutas terciarias: Rutas que reciben el tránsito de las rutas secundarias y terciarias, por lo general, son rutas de distritos.

Tránsito: “es el fenómeno físico de pasar por un punto o lugar específico” (Islas y Lelis, 2009, p.21).