



I NSTITUTO
U NIVERSITARIO
A ERONAUTICO

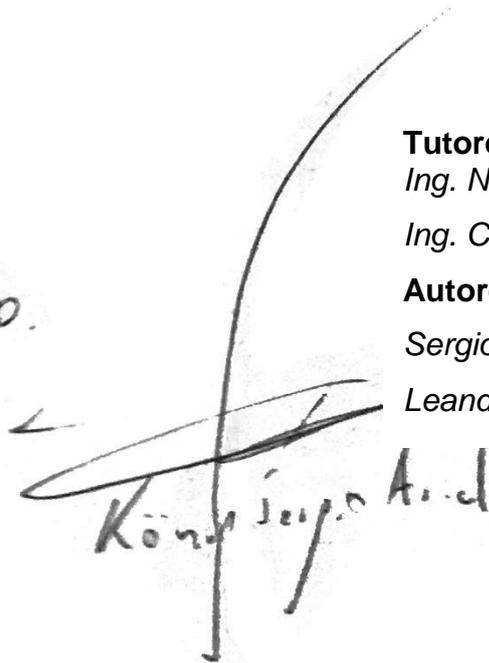
Facultad de Ciencias de la
Administración
Ingeniería de Sistemas

Tesis de Grado

Configuración Eficiente de Ciclos Semafóricos de la Ciudad de Córdoba – Enfoque Sistémico



Leuci Leandro.



König Sergio Ariel

Tutores:

Ing. Natalia Mira

Ing. Castro Sergio

Autores:

Sergio Ariel König

Leandro Matías Leuci

Declaración de derechos del autor

El presente trabajo es propiedad intelectual de los autores. Se encuentra prohibida su reproducción total o parcial, por cualquier medio. Quedan exceptuadas de la prohibición, aquellas reproducciones que cuenten con permiso escrito de los autores.

Dedicatoria

A mi hija Emma, a mis padres,
hermanos y abuelos. A mi mujer
Paula.-

Sergio Ariel König

A mis padres por la oportunidad que
me dieron de ser profesional. A mi
hermana por acompañarme en cada
momento.

Leandro Matías Leuci

Agradecimientos

A la Municipalidad de Córdoba, a la Div. Semáforos de la Dirección de Tránsito (Municipalidad de Córdoba) y su equipo de trabajo por brindarse plenamente hacia nuestro trabajo, es especial al Sr. Carlos Arraigada, y a nuestros entrañables compañeros de facultad que nos sostuvieron en los momentos difíciles y que sin ellos no hubiésemos llegado a estas instancias.

Sergio Ariel König
Leandro Matías Leuci

Resumen

El presente trabajo nació por la inquietud de los autores en dilucidar si la configuración de los semáforos de una ciudad podía ser mejorada a partir de la utilización del enfoque de sistemas y una metodología científica de cálculo de sus ciclos, fases y coordinación. Los objetivos de la mejora no sólo estaban relacionados con las demoras y pérdidas económicas, sino también con el cuidado del ambiente.

La investigación comenzó explorando los trabajos de diferentes autores, hasta que seleccionamos dos trabajos y dos metodologías que nos sirvieron como soporte teórico para el cálculo eficiente de ciclos de semáforos, reparto de tiempos en fases y metodologías de coordinación.

El paso siguiente fue delimitar una zona de estudio y hacer diversos relevamientos a los fines de obtener información necesaria para la construcción de un modelo de la realidad. El modelo de la realidad se concretó a partir de la centralización de la información en un software de modelado.

A continuación se confeccionaron variantes del modelo de la realidad y se construyeron una serie de modelos alternativos, a partir nuevas configuraciones de semáforos, tanto en sus tiempos como en su coordinación. Estos modelos fueron comparados entre sí a los fines de seleccionar el modelo más eficiente.

El modelo más eficiente fue comparado con el modelo de la realidad, y se pudo comprobar teóricamente que el modelo derivado era superior al modelo de la realidad.

En función de nuestra comprobación, es que sugerimos que el modelo alternativo superador sea comprobado empíricamente.

Índice de contenidos

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Situación problemática	1
1.3.	Problema.....	1
1.4.	Objeto de estudio	1
1.5.	Campo de acción	2
1.6.	Objetivos	2
1.6.1.	Objetivo general.....	2
1.6.2.	Objetivos específicos.....	2
1.7.	Solución a comprobar	3
1.8.	Delimitación del Proyecto.....	4
1.9.	Aporte Teórico.....	6
1.10.	Aporte Práctico.....	6
1.11.	Métodos de Investigación.....	6
1.12.	Enfoque Metodológico.....	7
1.12.1.	Tipo de investigación	7
1.12.1.1.	Investigación de Campo	7
1.12.1.2.	Investigación teórica	7
1.12.2.	Técnicas de recolección de datos.....	7
1.12.2.1.	Observación.....	7
1.12.2.2.	Filmación	7
1.12.2.3.	Entrevista.....	7
1.12.2.4.	Revisión documental.....	8
2.	MARCO CONTEXTUAL.....	9
2.1.	Entorno del objeto de estudio.....	9
2.2.	Relación tesista y objeto de estudio.....	9
2.3.	Análisis de los problemas observados	9

2.4.	Antecedentes de proyecto similares.....	10
2.4.1.	Un nuevo modelo para el problema de control óptimo de semáforos	10
2.4.1.1.	Autores:	10
2.4.1.2.	Objeto de estudio:.....	10
2.4.1.3.	Metodología usada:	10
2.4.1.4.	Herramienta:	10
2.4.1.5.	Enlace:.....	10
2.4.2.	Método para obtener planes de tiempo semafóricas óptimos en intersecciones congestionadas	11
2.4.2.1.	Autores:	11
2.4.2.2.	Objeto de estudio:.....	11
2.4.2.3.	Metodología usada:	11
2.4.2.4.	Herramienta:	11
2.4.2.5.	Enlace:.....	11
2.4.3.	Modelo de optimización con restricciones de equilibrio para el control de semáforos	11
2.4.3.1.	Autores:	11
2.4.3.2.	Objeto de estudio:.....	11
2.4.3.3.	Metodología usada:	12
2.4.3.4.	Herramienta:	12
2.4.3.5.	Enlace:.....	12
2.4.4.	Un análisis de los modelos y métodos de optimización del tráfico urbano	12
2.4.4.1.	Autores:	12
2.4.4.2.	Objeto de estudio:.....	12
2.4.4.3.	Metodología usada:	12
2.4.4.4.	Herramienta:	12
2.4.4.5.	Enlace:.....	13
2.4.5.	Estudio de la Optimización del Tráfico Rodado Mediante el Ajuste de los Ciclos de Semáforos por Algoritmos Genéticos en Dispositivos de Computación Paralela Usando Modelización Discreta: Ejemplos de Aplicación	13
2.4.5.1.	Autores:	13
2.4.5.2.	Objeto de estudio:.....	13
2.4.5.3.	Metodología usada:	13
2.4.5.4.	Herramienta:	13
2.4.5.5.	Enlace:.....	13
2.4.6.	Metodología para la óptima coordinación de corredores viales semaforizados utilizando software especializado (Implementado en el Corredor Vial Avenida Sexta Norte de la Ciudad de Cali)	14
2.4.6.1.	Autores:	14
2.4.6.2.	Objeto de estudio:.....	14
2.4.6.3.	Metodología usada:	14
2.4.6.4.	Herramienta:	14
2.4.6.5.	Enlace:.....	14
2.4.7.	Desarrollo de un generador de modelos lineales para la coordinación semafórica mediante maximización de banda.....	14

2.4.7.1.	Autores:	14
2.4.7.2.	Objeto de estudio:.....	14
2.4.7.3.	Metodología usada:	15
2.4.7.4.	Herramienta:	15
2.4.7.5.	Enlace:.....	15
3.	MARCO TEÓRICO.....	16
3.1.	Marco teórico de objeto de estudio	16
3.1.1.	Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones.	16
3.1.1.1.	Cálculo de los tiempos del semáforo	17
3.1.1.1.1.	Intervalo de cambio de fase	18
3.1.1.1.2.	Longitud del ciclo	19
3.1.1.1.3.	Vehículos equivalentes	20
3.1.1.1.4.	Flujo de saturación y tiempo perdido	21
3.1.1.1.5.	Asignación de tiempos verdes	23
3.1.1.2.	Coordinación de semáforos	24
3.1.1.2.1.	Sistema simultáneo.....	24
3.1.1.2.2.	Sistema alternado	25
3.1.1.2.3.	Sistema progresivo simple o limitado.....	26
3.1.2.	Ingeniería de Tránsito y Carreteras.	29
3.1.2.1.	Sincronización del semáforo para diferentes cambios de color	29
3.1.2.1.1.	Objetivos de la sincronización de semáforos	31
3.1.2.1.2.	Sincronización de semáforos en intersecciones aisladas.	31
3.1.2.1.2.1.	Intervalo amarillo	31
3.1.2.1.2.2.	Duraciones de ciclo para señales fijas	34
3.1.2.1.2.2.1.	Método Webster	35
3.1.2.1.2.2.2.	Método de Capacidad de Carreteras.....	39
3.1.2.1.3.	Sincronización de semáforos para rutas principales	42
3.1.2.1.3.1.	Sistema simultáneo	43
3.1.2.1.3.2.	Sistema alterno	43
3.1.2.1.3.3.	Sistema progresivo.....	44
3.1.2.2.	Capacidad y nivel de servicio en intersecciones con semáforos	44
3.1.2.2.1.	Análisis de operación	45
3.1.2.2.1.1.	Procedimiento metodológico para el análisis de operación.....	47
3.1.2.2.1.1.1.	Parámetros de entrada	48
3.1.2.2.1.1.2.	Agrupamiento de carriles y tasa de flujo de demanda	50
3.1.2.2.1.1.3.	Flujo de saturación	51
3.1.2.2.1.1.4.	Capacidad y análisis v/c	51
3.1.2.2.1.1.5.	Medidas de desempeño	51
3.1.3.	Manual de Capacidad de Carreteras	52
3.1.3.1.	Análisis de vías urbanas	52
3.1.3.1.1.	Metodología	52
3.1.3.1.1.1.	Niveles de servicio	52

3.1.3.1.1.2.	Clase de calle urbana.....	53
3.1.3.1.1.3.	Tiempo de marcha	53
3.1.3.1.1.4.	Demoras.....	54
3.1.3.1.1.4.1.	Demora uniforme.....	54
3.1.3.1.1.4.2.	Demora incremental	54
3.1.3.1.1.4.3.	Demora inicial de cola	54
3.1.3.1.1.4.4.	Tipo de llegada y relación de pelotón	55
3.1.3.1.1.5.	Determinación de los niveles de servicio.....	55
4.	MODELO TEÓRICO	56
4.1.	Introducción al modelo teórico	56
4.2.	La ciudad como supra sistema.....	56
4.3.	Subsistema objeto de estudio	57
4.4.	Definición del sistema	58
4.4.1.	Objetivos del sistema.....	58
4.4.1.1.	Establecer el plano de análisis.....	58
4.4.1.2.	Fijar objetivos en función del plano de análisis	58
4.4.2.	Relevamiento de datos	59
4.4.2.1.	Estudio de volumen	59
4.4.2.1.1.	Metodología de relevamiento	59
4.4.2.1.2.	Características del estudio de volumen	59
4.4.2.1.3.	Registración de datos	59
4.4.2.2.	Condiciones geométricas.....	60
4.4.2.3.	Señalización.....	61
4.4.3.	Medio del sistema.....	61
4.4.4.	Recursos del sistema	61
4.4.5.	Componentes del sistema	62
4.4.6.	Sinergia.....	62
4.5.	Herramienta de software	62
4.5.1.	Modelados macroscópicos	63
4.5.2.	Modelados microscópicos.....	63
4.5.3.	Modelado del sistema con Synchro Studio 7	64
4.5.3.1.	Informe de medidas de efectividad por intersección	64
4.5.3.2.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	65
4.5.3.3.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema	66
4.5.3.4.	Informe de nivel de servicio de la arteria	67
4.6.	Modificaciones al sistema	68
4.6.1.	Elección de la intersección base.....	68
4.6.2.	Cálculo de nuevos tiempos de semáforos	68

4.6.3.	Coordinación de semáforos de la arteria principal.....	69
4.7.	Comparación de modelos	69
4.7.1.	Criterios de comparación.....	70
4.8.	Conclusión	70
5.	CONCRECIÓN DEL MODELO	72
5.1.	Diseño del sistema representativo de la realidad.....	72
5.1.1.	Objetivos del sistema.....	72
5.1.1.1.	Plano de análisis.....	72
5.1.1.2.	Objetivos.....	72
5.1.2.	Relevamiento de datos	72
5.1.2.1.	Estudio de volumen	72
5.1.2.1.1.	Delimitación geográfica del estudio de volumen	73
5.1.2.1.2.	Delimitación temporal del estudio de volumen.....	73
5.1.2.1.3.	Metodología de relevamiento	74
5.1.2.1.4.	Registración de datos	74
5.1.3.	Relevamiento de las condiciones geométricas.....	76
5.1.4.	Relevamiento de la señalización	77
5.1.5.	Medio del sistema.....	78
5.1.6.	Recursos del sistema	78
5.1.7.	Componentes del sistema	79
5.1.8.	Sinergia.....	79
5.1.9.	Modelado del sistema con Synchro Studio 7	80
5.1.9.1.	Medidas de efectividad por arterias	80
5.1.9.2.	Nivel de efectividad de la arteria principal.....	82
5.1.9.3.	Nivel de efectividad de todo el sistema.....	83
5.1.9.4.	Nivel de servicio de la arteria	83
5.2.	Modelos alternativos	83
5.2.1.	Selección de intersección base	84
5.2.2.	Cálculo de ciclos y fases.....	85
5.2.2.1.	Sarmiento y Roma – Tiempos Webster	85
5.2.2.2.	Sarmiento y Roma – Tiempos MCC	85
5.2.2.3.	Sarmiento y Esquiú – Tiempos Webster.....	86
5.2.2.4.	Sarmiento y Esquiú – Tiempos MCC.....	86
5.2.3.	Coordinación de semáforos	87
5.2.3.1.	Modelo 1: Sarmiento y Roma – Webster – Simultáneo	87
5.2.3.1.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	88
5.2.3.1.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	88
5.2.3.1.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	89
5.2.3.2.	Modelo 2: Sarmiento y Roma – Webster – Alternado	89

5.2.3.2.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	89
5.2.3.2.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	89
5.2.3.2.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	90
5.2.3.3.	Modelo 3: Sarmiento y Roma – Webster – Progresivo	90
5.2.3.3.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	90
5.2.3.3.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	91
5.2.3.3.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	91
5.2.3.4.	Modelo 4: Sarmiento y Roma – MCC – Simultáneo.....	92
5.2.3.4.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	92
5.2.3.4.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	92
5.2.3.4.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	93
5.2.3.5.	Modelo 5: Sarmiento y Roma – MCC – Alternado	93
5.2.3.5.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	93
5.2.3.5.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	93
5.2.3.5.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	94
5.2.3.6.	Modelo 6: Sarmiento y Roma – MCC – Progresivo	94
5.2.3.6.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	94
5.2.3.6.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	95
5.2.3.6.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	95
5.2.3.7.	Modelo 7: Sarmiento y Esquiú – Webster – Simultáneo	96
5.2.3.7.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	96
5.2.3.7.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	96
5.2.3.7.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	97
5.2.3.8.	Modelo 8: Sarmiento y Esquiú – Webster – Alternado.....	97
5.2.3.8.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	97
5.2.3.8.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	97
5.2.3.8.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	98
5.2.3.9.	Modelo 9: Sarmiento y Esquiú – Webster – Progresivo.....	98
5.2.3.9.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	98
5.2.3.9.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	99
5.2.3.9.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	99
5.2.3.10.	Modelo 10: Sarmiento y Esquiú – MCC – Simultáneo	100
5.2.3.10.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	100
5.2.3.10.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	100
5.2.3.10.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	101
5.2.3.11.	Modelo 11: Sarmiento y Esquiú – MCC – Alternado.....	101
5.2.3.11.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	101
5.2.3.11.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	101
5.2.3.11.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	102
5.2.3.12.	Modelo 12: Sarmiento y Esquiú – MCC – Progresivo.....	102
5.2.3.12.1.	Informe de nivel de efectividad de la arteria principal	102
5.2.3.12.2.	Informe de nivel de efectividad de todo el sistema.....	103
5.2.3.12.3.	Informe de nivel de servicio de la arteria.....	103

5.3.	Comparación de modelos	104
5.4.	Conclusión	105
6.	ANEXOS	107
6.1.	Antecedentes de los Autores	108
6.2.	Relevamiento de flujo vehicular.....	111

Índice de figuras

Figura 1: Esquema de trabajo	3
Figura 2: Zona en estudio	5
Figura 3: Intervalo de cambio de fase	19
Figura 4 : Modelo básico del flujo de saturación	21
Figura 5 Sistema alternado doble	25
Figura 6 : Sistema alternado sencillo	25
Figura 7: Cálculo de desfases	27
Figura 8: Ejemplo de Diagrama espacio - tiempo	28
Figura 9: Zona dilema en una intersección	32
Figura 10: Evolución de la tasa de desalojo de vehículos a lo largo del intervalo verde	35
Figura 11: Carriles críticos Y en los accesos a una intersección	37
Figura 12: Niveles de servicio	45
Figura 13: Diagrama del procedimiento de análisis de operación.	47
Figura 14: Hoja de trabajo de registro de información para el análisis de operación	49
Figura 15: Diagrama de fases. Ejemplo.	50
Figura 16: Nivel de servicio de calles urbanas por clase	53
Figura 17: Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación	60
Figura 18: Imagen de modelador microscópico	64
Figura 19: Modelo de informe de medidas de efectividad por intersección	65
Figura 20: Modelo de informe de medidas de efectividad de la arteria principal	66
Figura 21: Modelo de informe de medidas de efectividad de todo el sistema	67
Figura 22: Modelo de informe de nivel de servicio de la arteria	68
Figura 23: Ramificación de modelos derivados	69
Figura 24: Modelo de plantilla de comparación de NDS	70
Figura 25: Modelo de tabla comparativa del Modelo Real y el mejor Modelo Derivado	71
Figura 26: Intersecciones comprendidas en el estudio de volumen	73
Figura 27: Relevamiento intersección Sarmiento y Roma	74
Figura 28: Relevamiento intersección Sarmiento y Viamonte	75
Figura 29: Relevamiento intersección Sarmiento y Jacinto Ríos	75
Figura 30: Relevamiento intersección Sarmiento y Pringles	75
Figura 31: Relevamiento intersección Sarmiento y David Luque	75
Figura 32: Relevamiento intersección Sarmiento y Félix Frías	76
Figura 33: Relevamiento intersección Sarmiento y David Luque	76
Figura 34: Condiciones geométricas de las arterias	76
Figura 35: Distancia entre intersecciones	77
Figura 36: Diagrama de fases	77
Figura 37: Esquema de componentes del sistema y sus relaciones	79
Figura 38: Medidas de efectividad de Sarmiento y Roma	80
Figura 39: Medidas de efectividad de Sarmiento y Viamonte	80
Figura 40: Medidas de efectividad de Sarmiento y Jacinto Ríos	81
Figura 41: Medidas de efectividad de Sarmiento y Pringles	81
Figura 42: Medidas de efectividad de Sarmiento y David Luque	81

Figura 43: Medidas de efectividad de Sarmiento y Félix Frías	82
Figura 44: Medidas de efectividad de Sarmiento y Esquiú	82
Figura 45: Informe de medidas de efectividad de la arteria principal	82
Figura 46: Informe de medidas de efectividad de todo el sistema	83
Figura 47: Informe de niveles de servicio de toda la arteria	83
Figura 48: Esquema de modelado a partir de dos intersecciones	84
Figura 49: Ciclo y fases de Sarmiento y Roma - Webster	85
Figura 50: Esquema de ciclo y fases de Sarmiento y Roma - Webster	85
Figura 51: Ciclo y fases de Sarmiento y Roma - MCC	85
Figura 52: Esquema de ciclo y fases de Sarmiento y Roma - MCC	86
Figura 53: Ciclo y fases de Sarmiento y Esquiú - Webster	86
Figura 54: Esquema de ciclo y fases de Sarmiento y Esquiú - Webster	86
Figura 55: Ciclo y fases de Sarmiento y Esquiú - MCC	87
Figura 56: Esquema de ciclo y fases de Sarmiento y Esquiú - MCC	87
Figura 57: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Simultáneo)	88
Figura 58: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, Webster y Simultáneo)	88
Figura 59: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Simultáneo)	89
Figura 60: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Alternado)	89
Figura 61: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, Webster y Alternado)	90
Figura 62: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Alternado)	90
Figura 63: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Progresivo)	91
Figura 64: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, Webster y Progresivo)	91
Figura 65: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Progresivo)	91
Figura 66: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Simultáneo)	92
Figura 67: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, MCC y Simultáneo)	92
Figura 68: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Simultáneo)	93
Figura 69: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Alternado)	93
Figura 70: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, MCC y Alternado)	94
Figura 71: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Alternado)	94
Figura 72: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Progresivo)	95
Figura 73: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, MCC y Progresivo)	95
Figura 74: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Progresivo)	95
Figura 75: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Simultáneo)	96
Figura 76: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, Webster y Simultáneo)	96
Figura 77: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Simultáneo)	97
Figura 78: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Alternado)	97
Figura 79: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, Webster y Alternado)	98
Figura 80: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Alternado)	98
Figura 81: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Progresivo)	99
Figura 82: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, Webster y Progresivo)	99
Figura 83: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Progresivo)	99
Figura 84: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Simultáneo)	100
Figura 85: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, MCC y Simultáneo)	100
Figura 86: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Simultáneo)	101

Figura 87: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Alternado)	101
Figura 88: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, MCC y Alternado)	102
Figura 89: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Alternado)	102
Figura 90: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Progresivo)	103
Figura 91: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, MCC y Progresivo)	103
Figura 92: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Progresivo)	103
Figura 93: Tabla de comparación de niveles de servicio	104
Figura 94: Tabla comparativa de la demora/vehículo de cada sistema	105
Figura 95: Tabla comparativa del Modelo Real y el mejor modelo derivado	105

1. Introducción

1.1. Antecedentes

El presente proyecto se origina a raíz de nuestro deseo de colaborar con la comunidad donde vivimos, a través de un trabajo de investigación que aporte a la solución de alguna de sus dificultades. Es en ese marco, que elegimos estudiar un problema tan complejo como fascinante como lo es la sistematización del tránsito vehicular a través de semáforos.

La configuración de los ciclos de los semáforos en las grandes ciudades, influye no solo en la fluidez del tránsito vehicular, sino también en otras áreas relevantes para una comunidad como lo son la seguridad, la contaminación o el consumo/ahorro de energía por mencionar algunos.

Por tal motivo, nuestra investigación se centrará en la búsqueda de eficiencia del sistema semafórico de la ciudad de Córdoba (Argentina), a través de la configuración de sus ciclos.

1.2. Situación problemática

La ciudad de Córdoba sufre de un grave problema de congestión del tránsito vehicular en determinadas zonas, días y horarios. Tal problema se evidencia con especial énfasis en el microcentro de la ciudad, calles y avenidas que comunican el microcentro con los barrios y vías de acceso y salida de la ciudad.

1.3. Problema

La falta de fluidez del transporte automotor genera problemas de seguridad para conductores, peatones y bienes materiales. Además produce importantes demoras en el tránsito, con su respectivo costo económico y ambiental.

1.4. Objeto de estudio

Existen diversos factores que influyen en la fluidez del tránsito vehicular, entre ellos podemos mencionar el número de vehículos que circulan por una determinada vía, el ancho de calzada o la regulación de los ciclos de los semáforos. Los dos primeros factores, son de muy difícil control. Es por ello que nosotros nos centraremos

en el último factor mencionado, a los fines de corroborar, mediante su estudio, si los ciclos actuales de los semáforos instalados en la ciudad de Córdoba son eficientes.

1.5. Campo de acción

La ciudad de Córdoba cuenta con una central de semáforos. Desde la misma, se controlan los semáforos electrónicos de la ciudad. En dicha central, cuentan con estadísticas acerca del número de vehículos que circulan, que se obtienen a partir de sensores y de cámaras móviles ubicadas en sectores estratégicos de la ciudad.

En nuestra investigación, trabajaremos con las estadísticas de circulación de la central de semáforos y con datos obtenidos a partir de relevamientos propios, los cuales serán utilizados en diferentes modelos simulados de asignación de tiempos a los ciclos de los semáforos y sus variantes de coordinación.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Encontrar una metodología de configuración y coordinación de ciclos semafóricos que se adecúe a la ciudad de Córdoba y cuyos resultados superen en eficiencia los resultados actuales, es decir que mejore los niveles de servicio.

1.6.2. Objetivos específicos

- Realizar, a través de la utilización de software de simulación de tránsito, un modelo de una zona de la Ciudad de Córdoba en la que se encuentren instalados semáforos electrónicos. El mismo, deberá ser representativo de la realidad y basado en idéntica configuración de los semáforos de la zona; similares condiciones geométricas; valores de flujo vehicular representativos de la realidad. Este modelo servirá de estándar de comparación.
- Investigar diferentes metodologías cálculo de ciclos semafóricos, sus fases y su coordinación.
- Diseñar modelos, de similares características al modelo fijado como estándar de comparación, en los que se varíe la configuración de los ciclos semafóricos y su coordinación de acuerdo a las diferentes metodologías investigadas.
- Analizar y comparar los modelos obtenidos a lo largo del presente trabajo, a los fines de determinar cuál es el más apropiado.

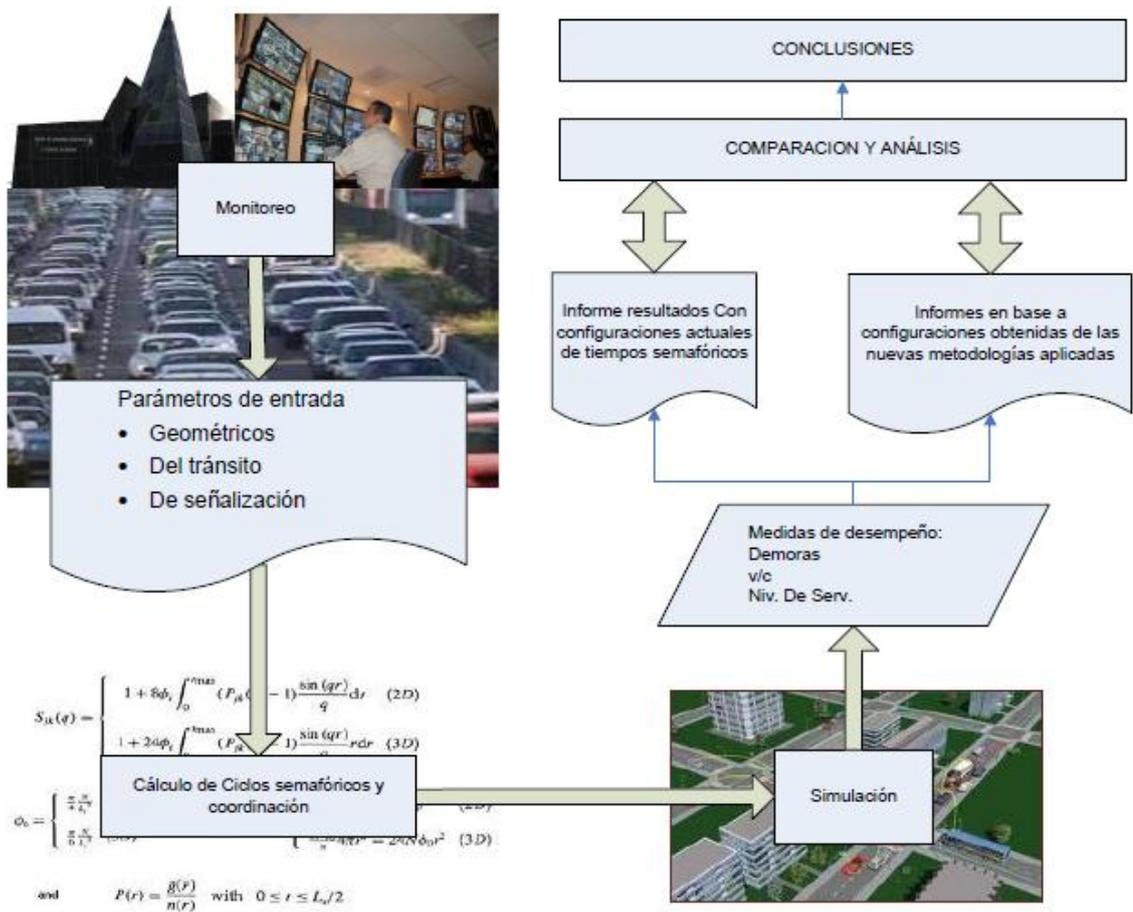


Figura 1: Esquema de trabajo

1.7. Solución a comprobar

Existen dos tipos de semáforos: los mecánicos y los electrónicos. En la década del '90 se comenzaron a reemplazar en Córdoba los semáforos mecánicos por los electrónicos y se instaló una central de control de dichos semáforos. La empresa proveedora fue la encargada de configurar los tiempos de los semáforos electrónicos. A partir de aquel momento, los ciclos de los semáforos se fueron modificando por diferentes razones tales como cambios de sentido de circulación, cambio de ancho de calzada, agilización del flujo vehicular.

Todos los cambios realizados, se basaron en el conocimiento y la experiencia de los agentes a cargo de la central de control, pero sin ajustarse a un modelo teórico.

Con nuestro trabajo de investigación, pretendemos determinar si la configuración actual de los semáforos electrónicos es eficiente en relación a otros modelos, y en caso de no serlo, determinar qué modelo se ajusta mejor a la zona estudiada.

1.8. Delimitación del Proyecto

Los semáforos regidos por la central de control, se encuentran agrupados en zonas lógicas, de acuerdo a rutas ya establecidas. No es viable para nuestra investigación realizar la simulación de todas las zonas lógicas, ya que los requerimientos de hardware exceden en costo nuestras posibilidades económicas. Por tal motivo, nos centraremos en una de las zonas lógicas establecidas por la central de control. Desde dicha central, se sugirió que sería de mucha utilidad estudiar la arteria Sarmiento, desde Av. Roma hasta Esquiú, en días de semana, en el horario pico de 8 hs. a 9 hs., ya que es una zona sobre la que no se han realizados estudios acabados. Dicha vía es uno de los accesos más importantes al microcentro de la ciudad desde la avenida de circunvalación (Figura 2).

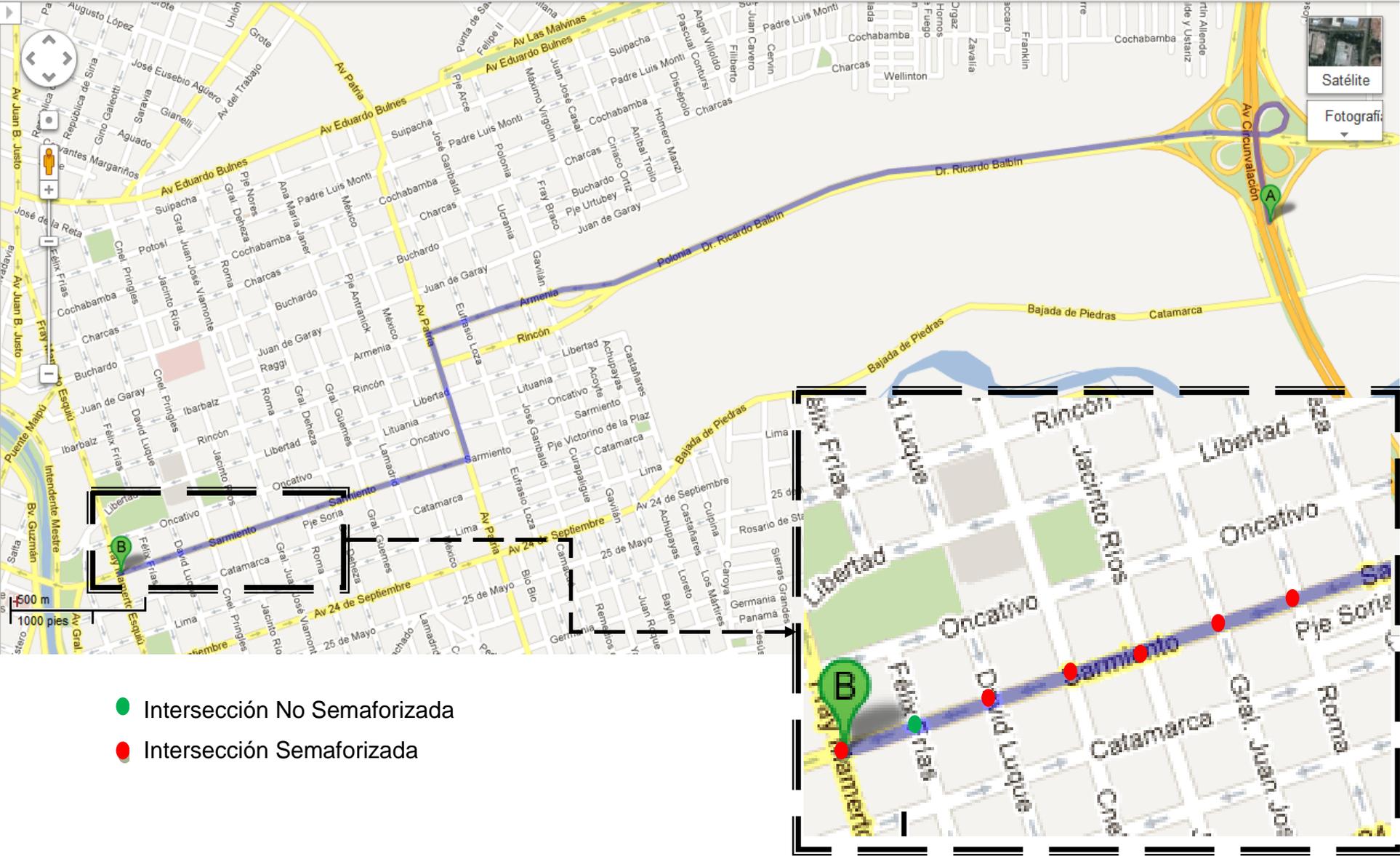


Figura 2: Zona en estudio

1.9. Aporte Teórico

El proyecto es novedoso porque se basa en las particularidades de la ciudad de Córdoba, y sienta las bases para realizar investigaciones a mayor escala.

1.10. Aporte Práctico

El proyecto tiene una importante relevancia social, ya que una incorrecta configuración de los ciclos semafóricos genera riesgos a personas, y costos económicos y ambientales. Por tal motivo, los mayores beneficiarios del proyecto son los habitantes de la ciudad de Córdoba, como así también el sector empresario. El proyecto ayuda a la colaboración de un problema real, ya que permite avanzar en una configuración eficiente de los ciclos de semáforos en la ciudad de Córdoba.

1.11. Métodos de Investigación

En el proyecto de investigación se utilizarán diversos métodos de investigación, de acuerdo a la etapa del proyecto:

- En la primera etapa¹, se utilizará un método teórico, ya que se debe realizar un modelo que represente la realidad, a los fines de poder contrastarlo con posterioridad.
- En la siguiente etapa, se realizará una recopilación y estudio de diferentes metodologías de cálculo de ciclos semafóricos y su coordinación.
- A continuación se realizarán modelos de simulación, tomando como base las metodologías investigadas, por lo que se utilizarán métodos teóricos.
- Como una de las últimas actividades, de forma teórica, se analizarán y compararán los valores obtenidos a los fines de determinar si las metodologías investigadas son más apropiadas a las actuales en relación a la zona determinada de investigación.

¹ Ver punto 1.6.2. Objetivos específicos

1.12. Enfoque Metodológico

1.12.1. **Tipo de investigación**

El presente trabajo requiere realizar una investigación desde dos ópticas diferentes:

1.12.1.1. Investigación de Campo

Se deben recolectar datos en el sector de la ciudad objeto de estudio, para obtener valores de flujo vehicular, condiciones geométricas, corroborar la configuración real de semáforos y demás elementos condicionantes a los resultados que surjan de las inspecciones a realizar.

1.12.1.2. Investigación teórica

Se examinarán las propuestas de diferentes autores desde una perspectiva teórica, y se analizará la factibilidad de llevarlas a la práctica en el sector de la ciudad objeto de estudio. Para ello se tendrán en cuenta las características de cada trabajo y el análisis teórico a través de la simulación.

1.12.2. **Técnicas de recolección de datos**

La recolección de datos de la presente investigación se basa en tres técnicas que a continuación se detallan:

1.12.2.1. Observación

La observación es la base primaria de obtención de datos del objeto de estudio. A partir de la observación se podrán obtener datos que debidamente procesados nos permitirán realizar el modelo estándar de comparación con el resto de los modelos.

1.12.2.2. Filmación

De forma análoga a la observación, y como variante de ella, se realizarán filmaciones de la zona de estudio. Esta técnica nos permitirá obtener datos que a simple vista son muy difíciles de relevar.

1.12.2.3. Entrevista

La entrevista nos permitirá obtener información de los especialistas en la materia. La misma será de gran utilidad para la confección de los modelos.

1.12.2.4. Revisión documental

La revisión documental nos permitirá obtener la información básica de diferentes autores a los fines de poder llevar a cabo la investigación teórica.

2. Marco contextual

2.1. Entorno del objeto de estudio

Como se mencionó en la introducción, el objeto de estudio del presente trabajo son los ciclos semafóricos en la ciudad de Córdoba y su coordinación. El entorno del objeto de estudio es amplio, pero de él sobresalen algunos elementos que lo componen y por su importancia a continuación nos referiremos a ellos. El primer elemento a destacar son las personas, y su presencia se puede manifestar como conductores de algún tipo de vehículo, como pasajeros o como peatones. El segundo elemento a destacar, son los bienes materiales públicos y privados. El objeto de estudio repercute directamente en su entorno, de forma principal en la vida, integridad física y comodidad de las personas como así también en la seguridad de los bienes materiales.

2.2. Relación tesista y objeto de estudio

Uno de los autores del presente trabajo trabaja de forma habitual en temas relacionados a ingeniería de tránsito. A partir de su ocupación laboral logró interesarse en un tema tan complejo como fascinante como es la sistematización del tránsito vehicular a través de semáforos y compartir el interés con el otro integrante del grupo. A su vez, ambos integrantes del grupo de investigación, poseen la convicción de que el trabajo de grado debe servir como un aporte a la sociedad donde se desarrollan.

2.3. Análisis de los problemas observados

La ciudad de Córdoba sufre de un grave problema de congestión del tránsito vehicular en determinadas zonas, días y horarios. Tal problema se evidencia con especial énfasis en el microcentro de la ciudad, calles y avenidas que comunican el microcentro con los barrios y vías de acceso y salida de la ciudad.

La falta de fluidez del transporte automotor genera problemas de seguridad para conductores, peatones y bienes materiales. Además produce importantes demoras en el tránsito, con su respectivo costo económico y ambiental.

2.4. Antecedentes de proyecto similares²

2.4.1. Un nuevo modelo para el problema de control óptimo de semáforos

2.4.1.1. Autores:

- Lema Fernández, Carmen Socorro [colito@udc.es]
- Pedreira Andrade, Luís Pedro [lucky@udc.es]
- Bouza Allende, Gemayqzel [gema@matcom.uh.cu]
- Allende Alonso, Sira [sira@matcom.uh.cu]

2.4.1.2. Objeto de estudio:

"En este trabajo hemos estudiado el problema de control óptimo de semáforos para un cruce de dos carreteras con los dos sentidos de circulación sin posibilidad de girar a la izquierda, obteniendo un nuevo modelo en el que se evita que haya pocos autos cruzando y muchos esperando por el cambio de luz."

2.4.1.3. Metodología usada:

"Hemos propuesto un método híbrido de solución donde se combina la filosofía de recocido simulado y un método quasi-Newton adecuado. Obtuvimos resultados bastante buenos (las colas son cortas), con un tiempo computacional no demasiado grande, ya que mediante la heurística fuimos capaces de explorar la región de soluciones "escapando" de extremos locales, y mediante el algoritmo determinístico se mejoró considerablemente la solución obtenida a través de la heurística."

2.4.1.4. Herramienta:

MathLab

2.4.1.5. Enlace:

<http://urls.my/lwWjI0>

² Todos los enlaces del presente apartado se encuentran válidos al 13 de noviembre de 2013

2.4.2. Método para obtener planes de tiempo semafóricas óptimos en intersecciones congestionadas

2.4.2.1. Autores:

- Zarate Aima, Ricardo Rafael - Lima - Lima - Julio de 2009

2.4.2.2. Objeto de estudio:

"En esta tesis se propone un método y modelo para encontrar este sistema de control óptimo para redes viales fuertemente congestionadas haciendo uso de técnicas de investigación operativa, algoritmos genéticos y aplicando algunos principios sistémicos."

2.4.2.3. Metodología usada:

"El método propuesto consiste en un método que implementa un sistema de control que trabaja sobre un grupo de intersecciones con semáforos de manera coordinada y que trata de conseguir ciertos objetivos considerando ciertos supuestos. Basado en premisas similares a las olas verdes y en heurísticas."

2.4.2.4. Herramienta:

SimTraffic Synchro

2.4.2.5. Enlace:

<http://www.wiphala.net/courses/research/ST236/2009-I/groups/finalreport04.pdf>

2.4.3. Modelo de optimización con restricciones de equilibrio para el control de semáforos

2.4.3.1. Autores:

- Allende, Sira [sira@matcom.uh.cu]
- Blanco Louro, Amalia [amaliabl@udc.es]
- Lema Fernández, Carmen S.[colito@udc.es]
- Pedreira Andrade, Luís P. [lucky@udc.es]

2.4.3.2. Objeto de estudio:

"En este trabajo analizamos un problema de control óptimo de semáforos para un cruce de dos carreteras con los dos sentidos de circulación."

2.4.3.3. Metodología usada:

"Exponemos primero, un modelo exacto y acíclico que describe la evolución de las longitudes de las colas como una función del tiempo y de los instantes de cambio ("switching"). Para obtener un modelo simplificado (más manejable para el análisis matemático) hacemos algunas hipótesis simplificadoras. Pretendemos calcular una sucesión temporal switching para semáforos que minimiza un criterio, tal como la longitud media de la cola sobre todas las colas, la longitud de la cola en el peor caso, el tiempo medio de espera, etc."

2.4.3.4. Herramienta:

MathLab

2.4.3.5. Enlace:

www.uv.es/asepuma/XIV/comunica/29.pdf

2.4.4. *Un análisis de los modelos y métodos de optimización del tráfico urbano*

2.4.4.1. Autores:

- Lema Fernández, Carmen S. [colito@udc.es]
- Pedreira Andrade, Luis P. [lucky@udc.es]
- Allende Alonso, Sira [sira@matcom.uh.cu]

2.4.4.2. Objeto de estudio:

"Análisis de los diferentes modelos y métodos de optimización del tráfico urbano. Hemos organizado los trabajos en tres clases: sistemas avanzados de información al viajero, sistemas avanzados de gestión del tráfico y sistemas avanzados de optimización del tráfico. Finalmente nos centramos en la optimización de los ciclos de los semáforos."

2.4.4.3. Metodología usada:

"Proponemos un método híbrido de solución consistente en una heurística (recocido simulado) para fijar los valores del vector longitud de fase, más un algoritmo eficiente para resolver un problema de complementariedad lineal."

2.4.4.4. Herramienta:

MathLab

2.4.4.5. Enlace:

www.uv.es/asepuma/XVII/702.pdf

2.4.5. Estudio de la Optimización del Tráfico Rodado Mediante el Ajuste de los Ciclos de Semáforos por Algoritmos Genéticos en Dispositivos de Computación Paralela Usando Modelización Discreta: Ejemplos de Aplicación

2.4.5.1. Autores:

- Javier Jesús Sánchez Medina - Diciembre de 2007, Las Palmas de Gran Canaria

2.4.5.2. Objeto de estudio:

"En la presente Tesis se describe un nuevo modelo para la optimización del tráfico rodado en una ciudad, en particular para la optimización de los ciclos de los semáforos de una red de tráfico con respecto a un criterio establecido a priori."

2.4.5.3. Metodología usada:

El modelo presentado se basa en la combinación de tres elementos:

- El uso de un Cluster Beowulf como Multicomputador MIMD de gran relación calidad/precio, gran escalabilidad y flexibilidad;
- El uso de una optimización no determinística con Algoritmos Genéticos;
- El uso de Microsimuladores de Tráfico basados en Autómatas Celulares, dentro de la Función de Ajuste del Algoritmo Genético.

2.4.5.4. Herramienta:

- Simulador de Tráfico Microscópico
- Matlab 7 meshgrid y griddata
- Representación tridimensional del Matlab 7

2.4.5.5. Enlace:

<http://hdl.handle.net/10553/2164>

2.4.6. Metodología para la óptima coordinación de corredores viales semaforizados utilizando software especializado (Implementado en el Corredor Vial Avenida Sexta Norte de la Ciudad de Santiago de Cali)

2.4.6.1. Autores:

- ALEXANDER CHAVEZ TABARES
- JACKELINE MURILLO HOYOS
- CARMEN DELIA VEGA OROZCO

2.4.6.2. Objeto de estudio:

"Desarrollar una metodología de aplicación de un modelo para Optimizar la Coordinación Semaforizada del Corredor Vial de la Avenida Sexta Norte utilizando el diagrama espacio tiempo generado a partir del programa de computo PASSER IV – 96 (Progression Analysis and Signal System Evaluation Routine: Rutinas de Evaluación para el Análisis de Progresión y Sistemas de Semáforos)."

2.4.6.3. Metodología usada:

HCM (Highway Capacity Manual)

2.4.6.4. Herramienta:

- PASSER IV – 96
- software HCS (Highway Capacity Software)

2.4.6.5. Enlace (parcial):

http://gittv.univalle.edu.co/publicaciones/Tesis_JMH_web.pdf

2.4.7. Desarrollo de un generador de modelos lineales para la coordinación semafórica mediante maximización de banda

2.4.7.1. Autores:

Francisco Solano Velázquez Martínez

2.4.7.2. Objeto de estudio:

"El objetivo del siguiente trabajo es el desarrollo de un entorno donde se provea a los ingenieros de tráfico de las herramientas para la obtención de una buena coordinación de las señales luminosas de tráfico, es decir, maximizar el número de

vehículos que atraviesan, sin realizar ninguna parada, una avenida regulada por semáforos."

2.4.7.3. Metodología usada:

"La coordinación semafórica se obtendrá mediante la aplicación y resolución de un modelo de programación lineal que tiene en cuenta el flujo de tráfico en ambas direcciones, así mismo mediante un factor modificador (k), es posible dar mayor prioridad a los vehículos de una dirección de la avenida con respecto a los de la otra."

2.4.7.4. Herramienta:

TRAMOS (Traffic and Transport Análisis, Modeling and Optimization System)

2.4.7.5. Enlace:

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/10978/fichero/Proyecto.pdf>

3. Marco teórico

3.1. Marco teórico de objeto de estudio

En referencia al objeto de estudio, en lengua castellana, hay un sinnúmero de trabajos, papers y monografías, y también algunos libros de editoriales reconocidas. En el presente trabajo, se optó por basar el marco teórico objeto de estudio en dos equipos de autores que plasmaron sus investigaciones en dos profundos y completos trabajos sobre el tema en cuestión. El criterio de elección se basó en factores tales como la acreditación académica de los investigadores, así como la completitud y fundamentación de sus trabajos, que son referencia obligada para una investigación de la naturaleza que se plantea en el presente trabajo. También se tuvo en cuenta que los trabajos fueron editados por reconocidas editoriales.

El primero de los trabajos fue editado con el nombre de INGENIERÍA DE TRÁNSITO, fundamentos y aplicaciones³, octava edición, editorial Alfaomega. Sus autores son Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola y James Cárdenas Grisales. El segundo de los trabajos fue editado con el nombre de INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y CARRETERAS⁴, 3ª edición, Editorial Thomson. Sus autores son Nicholas J. Garber y Lester A. Hoel.

Además de estos trabajos en lengua castellana, sumamos a nuestro estudio el Manual de Capacidad de Carreteras⁵. A pesar de ser un trabajo escrito en lengua inglesa, es referencia obligada para investigaciones referidas a la temática del presente trabajo. El Manual de Capacidad de Carreteras es un trabajo del Consejo de Investigación del Transporte, dependiente del Consejo Nacional de Investigación de Whashington D.C.

3.1.1. Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones.

Para una mejor comprensión de los conceptos del objeto de estudio, en primer lugar definiremos algunos términos básicos:

³ Los antecedentes completos de los autores se encuentran en el Anexo "Antecedentes de los autores".

⁴ Los antecedentes completos de los autores se encuentran en el Anexo "Antecedentes de los autores".

⁵ Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), reporte especial 209, 4ª edición, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2000.

- Indicación de señal: es el encendido de una luz o una combinación de luces de un semáforo en un mismo tiempo.
- Ciclo o longitud de ciclo: es el tiempo necesario para que un semáforo ejecute una revolución completa de su programa. El concepto de ciclo, proviene de la utilización de un disco en el que se configuraba el programa completo de luces de un semáforo.
- Movimiento: maniobra o conjunto de maniobras de un mismo acceso que tienen derecho de paso simultáneamente y forman una misma fila.
- Intervalo: parte de un ciclo durante el cual no se producirán cambios de luces.
- Fase: porción del ciclo concedida a una combinación de uno o más movimientos que reciben al mismo tiempo el derecho de paso durante uno o más intervalos.
- Secuencia de fases: orden predeterminado en que transcurren las fases del ciclo.
- Reparto: porcentaje de la longitud de un ciclo asignado a cada una de las fases.
- Intervalo verde: intervalo de derecho de paso durante el cual la indicación de la señal es verde.
- Intervalo de cambio: tiempo de exposición de la indicación amarilla del semáforo que sigue al intervalo verde. Es un aviso de precaución antes de pasar a la siguiente fase.
- Intervalo de despeje o todo rojo: tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se prepara a entrar en la intersección.
- Intervalo de cambio de fase, entreverde o intermedio: el intervalo de cambio de fase puede estar compuesto por un intervalo de cambio (amarillo) o sumársele al anterior un intervalo de despeje o todo rojo.

3.1.1.1. Cálculo de los tiempos del semáforo

Para obtener un mínimo de demoras se debe incluir en cada fase la mayor cantidad de movimientos simultáneos, para así lograr que traspasen la intersección una mayor cantidad de vehículos en un mismo tiempo. De esta manera se reduce la

cantidad de fases al mínimo. La acumulación de movimientos en una misma fase deberá realizarse considerando dos factores esenciales: seguridad y eficiencia.

El reparto de los tiempos en cada fase y del ciclo total, debe realizarse en función de la demanda, es decir que la distribución debe ser proporcional a los carriles críticos de cada uno de los accesos a la intersección.

A los fines del cálculo de los tiempos de un semáforo, se deben tener en cuenta una serie de elementos que en los próximos apartados se detallan.

3.1.1.1.1. *Intervalo de cambio de fase*

El intervalo de cambio de fase (ICF) tiene por función principal la de prevenir al usuario sobre un inminente cambio en el derecho de paso en la intersección. Este intervalo debe tener una duración que permita a los usuarios que poseían el derecho a paso a detener sus vehículos de forma segura sin ingresar a la intersección y a los que ya habían ingresado, o les es imposible evitar ingresar, poder retirarse de la misma sin estar expuestos a riesgos de colisionar.

Para el cálculo del ICF, es necesario considerar:

- t =tiempo percepción/reacción. Usualmente se le otorga a este parámetro el valor de 1".
- v =velocidad de aproximación de los vehículos (m/s).
- a =tasa de desaceleración ($3,05 \text{ m/s}^2$).
- W =ancho de la intersección a cruzar.
- L =longitud del vehículo (valor típico 6,10 m).

Teniendo en cuenta los parámetros mencionados, se puede definir:

- $ICF = y = \text{amarillo} + \text{todo rojo}$

$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W + L}{v} \right)$$

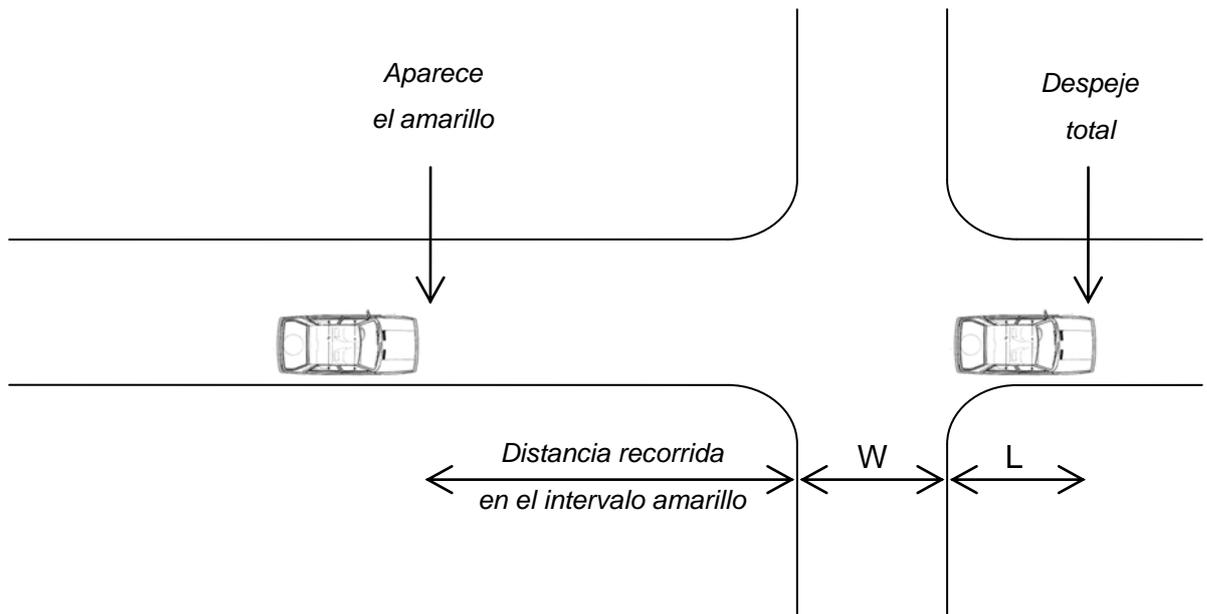


Figura 3: Intervalo de cambio de fase

$\frac{v}{2a}$ representa el tiempo necesario para recorrer la distancia de parada con desaceleración "a" y velocidad "v", y el término $\left(\frac{W+L}{v}\right)$ es el tiempo para cruzar la intersección. Se asocia $\left(t + \frac{v}{2a}\right)$ al intervalo amarillo y $\left(\frac{W+L}{v}\right)$ al intervalo de despeje todo rojo. El valor del parámetro "v" se asocia a la velocidad máxima permitida.

3.1.1.1.2. Longitud del ciclo

Webster, con base en observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de tránsito demostró que la demora mínima de todos los vehículos en una intersección semaforizada se puede obtener para una longitud de ciclo óptimo de:

$$C_o = \frac{1,5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Y_i}$$

Donde:

- C_o = tiempo óptimo de ciclo.
- L = tiempo total perdido por ciclo.
- Y_i = máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o carril crítico de la fase i.
- ϕ = número de fases.

Las demoras no serán superiores al 20% de la demora mínima la longitud del ciclo oscila entre un 75% y un 150% del ciclo óptimo.

3.1.1.1.3. Vehículos equivalentes

Uno de los problemas que se presentan en este tipo de cálculos, es que no todos los vehículos son iguales ni tienen el mismo comportamiento. Autos, camiones o colectivos tienen longitudes y velocidades diferentes. A su vez, vehículos similares, no atraviesan la intersección en un mismo lapso de tiempo ya que algunos continúan de frente y otros doblan. Para solucionar este problema, se introdujeron factores de equivalencia.

El factor de ajuste por vehículos pesados se calcula con la siguiente expresión:

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Donde:

- f_{HV} = factor de ajuste por vehículos pesados.
- P_T = porcentaje de camiones en la corriente vehicular.
- P_B = porcentaje de colectivos en la corriente vehicular.
- P_R = porcentaje de vehículos recreativos en la corriente vehicular.
- E_T = automóviles equivalentes a un camión.
- E_B = automóviles equivalentes a un colectivo.
- E_R = automóviles equivalentes a un vehículo recreativo.

Como se mencionó anteriormente, también se requiere tener factores de ajuste por giros o movimientos de vuelta, ya que estas maniobras requieren de un tiempo adicional en relación a los vehículos que continúan de frente. Esta conversión se realiza a Automóviles Directos Equivalentes (ADE). A su vez, los factores de ajuste cambian de acuerdo a si se trata de un giro izquierdo o derecho.

Los volúmenes horarios de máxima demanda (VHMD), deben ser convertidos a tasas de flujos, q , a través del factor de la hora de máxima demanda (FHMD). Los volúmenes horarios mixtos (VHMD) se convierten a flujos de ADE, mediante la siguiente expresión:

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{HV}} \right) (E_V(I, \delta D))$$

3.1.1.1.4. Flujo de saturación y tiempo perdido

Cuando el semáforo habilita el paso a través del color verde, la cantidad de vehículos que traspasan la banda de detención se incrementa hasta llegar a una tasa llamada flujo de saturación S . Esta tasa permanece constante hasta que la fila de vehículos se disipa o hasta que termine el verde. La tasa de vehículos que cruzan la banda de detención al arrancar es menor durante los primeros instantes, hasta tanto alcancen una velocidad de conducción normal. De forma análoga, durante la última parte del intervalo verde, la tasa de vehículos que cruzan la banda de detención es menor. Esto se debe a que algunos vehículos disminuyen la velocidad tendiendo a detenerse.

El flujo de saturación es la tasa máxima de vehículos que cruzan la banda de detención cuando existen filas y las mismas persisten al finalizar el verde. El flujo de saturación se mide en vehículos por hora por carril.

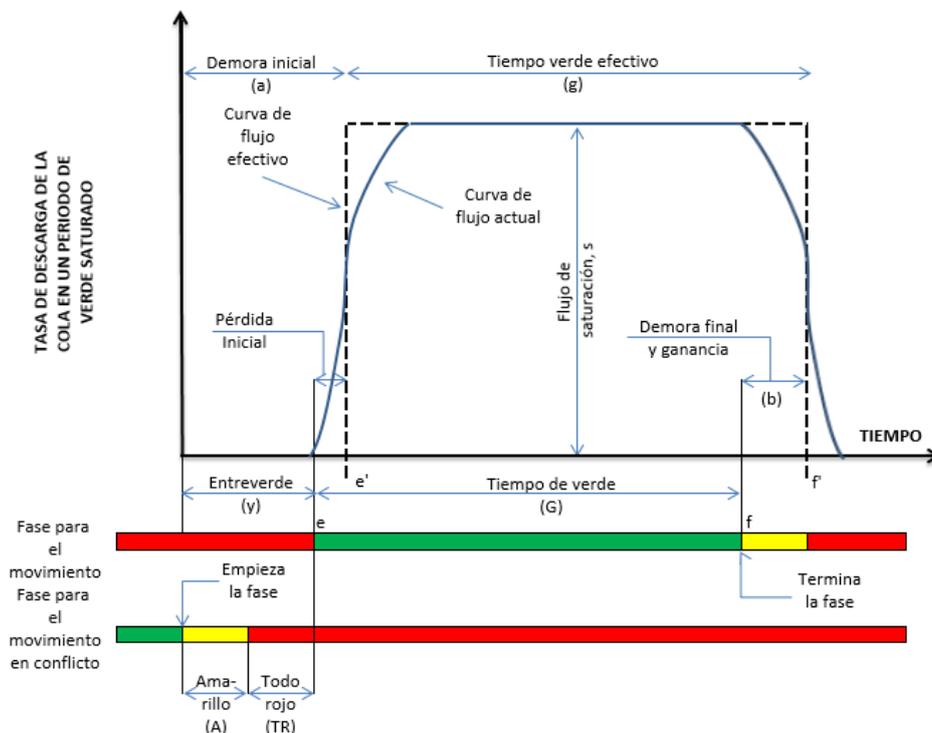


Figura 4⁶: Modelo básico del flujo de saturación

⁶ Fuente: Akcelik R. Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis.

La línea punteada indica el flujo efectivo, que reemplaza a la curva de flujo actual por un rectángulo de área similar, cuya altura es igual a $S = \text{flujo de saturación}$ y su ancho es el tiempo *verde efectivo* g . El área del rectángulo representa la cantidad máxima de vehículos que cruzan la banda de detención en un ciclo promedio.

Entre el comienzo del verde G y el verde efectivo g , hay una pérdida de tiempo ee' que es denominada pérdida inicial. De forma análoga, entre el final del verde G y el verde efectivo g , hay una ganancia de tiempo ff' que se denomina ganancia final. Por tal motivo el verde efectivo para la fase i se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$g_i = G_i + ff' - ee'$$

Para calcular el tiempo perdido por fase, es necesario desglosar el cálculo de acuerdo al momento de la fase en la que se produce la pérdida:

- Demora inicial a : es la suma del tiempo entreverde o intervalo de cambio de fase y_i y la pérdida inicial ee' :

$$a = y_i + ee'$$

- Demora final b : se define como la ganancia final ff' , de modo que:

$$b = ff'$$

Entonces, el tiempo perdido por fase, l_i , es la diferencia entre demora inicial y ganancia final:

$$l_i = a - b$$

$$l_i = y_i + ee' - ff'$$

Se toma la ecuación de g_i , se realizan algunos pasajes de términos y se obtiene:

$$ee' - ff' = G_i - g_i$$

Se reemplazan los parámetros despejados en la ecuación de l_i y se obtiene:

$$l_i = y_i + G_i - g_i$$

Por lo general, el intervalo de cambio de fase y_i de una fase i es igual al intervalo amarillo A_i más el intervalo todo rojo TR_i :

$$y_i = A_i + TR_i$$

Se reemplaza en la ecuación de l_i y se obtiene:

$$l_i = A_i + TR_i + G_i - g_i$$

Si se supone que la pérdida inicial ee' es igual a la ganancia final ff' , entonces:

$$g_i = G_i$$

Por lo tanto:

$$l_i = y_i = A_i + TR_i$$

Entonces se puede concluir que el tiempo total perdido por ciclo L es igual a:

$$L = \sum_{i=1}^{\varphi} (A_i + TR_i)$$

3.1.1.1.5. Asignación de tiempos verdes

El total de tiempo verde dentro de un ciclo es limitado. Es indispensable estimarlo a los fines de realizar la asignación de tiempos de verde por fase. El tiempo verde efectivo total g_T , sin discriminar a qué acceso corresponde está dado por:

$$g_T = C - L = C - \left[\sum_{i=1}^{\varphi} (A_i + TR_i) \right]$$

Donde:

- g_T = tiempo verde efectivo para todos los accesos
- C = longitud del ciclo (se debe redondear C_o a los 5 segundos más cercanos).

El tiempo total de verde de un ciclo es limitado, por tal motivo es necesario realizar una correcta distribución del mismo a los fines de no generar demoras innecesarias. Es por ello que el tiempo verde efectivo total g_T debe distribuirse entre las diferentes fases en proporción al valor máximo de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el carril crítico de cada fase i , es decir de Y_i , por lo tanto:

$$g_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^{\varphi} Y_i} (g_T)$$

3.1.1.2. Coordinación de semáforos

Los semáforos de tiempo fijo tienden a tener mejores resultados si se coordinan entre sí, siempre y cuando la distancia entre las intersecciones no superen los 400 metros y regulen las mismas condiciones de tránsito.

Los sistemas de coordinación de semáforos son cuatro y se detallan a continuación.

3.1.1.2.1. *Sistema simultáneo*

Como su nombre lo indica, en este sistema todos los semáforos presentan la misma indicación al mismo tiempo para una determinada vía. En caso de flujo vehicular muy cargado, se pueden llegar a obtener resultados superiores a otros sistemas. La duración del ciclo y de cada una de las fases, se calcula en función de la intersección más importante o a lo sumo de las dos intersecciones más relevantes del sistema, lo que puede implicar fallas en el resto. La relación entre velocidad, ciclo y distancia que permite una banda pasante del 100% de los vehículos se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$v = \frac{3,6 D}{C}$$

Donde:

- v = velocidad de progresión entre intersecciones (km/h)
- D = distancia entre intersecciones (m)
- C = duración del ciclo

3.1.1.2.2. Sistema alternado

En este sistema, los semáforos que habilitan el paso en una vía, presentan indicaciones contrarias en semáforos adyacentes. En el sistema alternado sencillo, de semáforo en semáforo va alternando la señal. En los sistemas alternados dobles o triples, la señal se mantiene en grupos de dos o tres intersecciones.

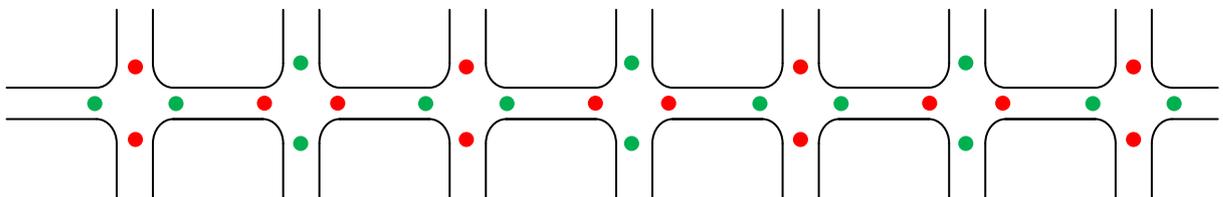


Figura 6 : Sistema alternado sencillo

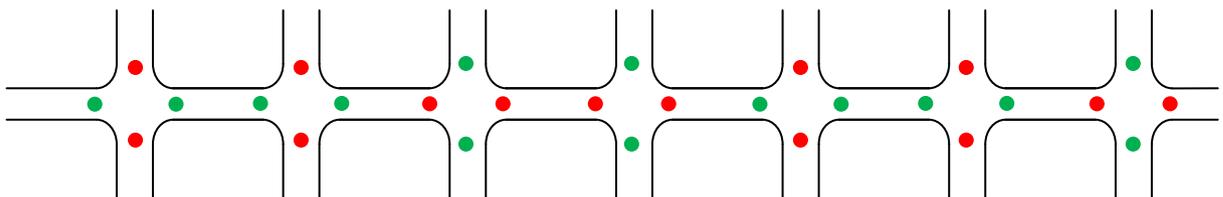


Figura 5 Sistema alternado doble

En este sistema se mejora la circulación de los grupos de vehículos en comparación con el sistema simultáneo. Habrá más fluidez si las longitudes entre intersecciones son uniformes.

En estas condiciones se consigue una banda pasante del 100% siempre y cuando la velocidad de los vehículos sea:

$$v = \frac{7,2 D}{C}$$

Donde:

- v = velocidad de progresión entre intersecciones (km/h)
- D = distancia entre intersecciones (m)
- C = duración del ciclo

3.1.1.2.3. Sistema progresivo simple o limitado

Este sistema permite configurar una onda verde a lo largo de una vía, es decir que los vehículos que circulan a una determinada velocidad y llegan a una intersección semaforizada con luz verde, si mantienen la velocidad al llegar a la siguiente intersección también se encontrarán con luz verde de paso. La división de ciclo puede ser diferente en cada intersección, sin embargo esta división debe permanecer fija. Esta metodología utiliza desfases de tiempo en los comienzos de su ciclo en relación a un semáforo adyacente. Los cálculos se hacen por tanteo y no hay fórmula que relacione el ciclo, con la velocidad crucero y el tiempo de la banda pasante.

A los fines de calcular los valores de los desfases entre diferentes semáforos de una arteria se puede utilizar un diagrama espacio tiempo. Además, existe un método matemático que permite calcular los desfases.

En el método gráfico, en el eje x se representa la distancia y se señalan en este eje todas las intersecciones de forma proporcional. En el eje y se representa el tiempo. Desde el origen, y a través del eje y , se grafica la fase del ciclo correspondiente a la primera intersección de la vía. A su vez se debe representar en el gráfico la velocidad de onda verde a través de una recta que comienza en el origen y continúa por el segundo cuadrante del gráfico, con una pendiente igual a la inversa de la velocidad expresada en $\frac{m}{s}$. El punto de la recta velocidad onda verde en el que $x = distancia entre la intersección y el origen$ es donde comienza el ciclo en esa intersección e y representará el valor de desfase en relación al comienzo del ciclo de la intersección inicial. A la cantidad de segundos de la fase mediante el cual se habilita el paso de vehículos se la denomina banda pasante o ancho de banda. La

banda pasante o ancho de banda representa la cantidad de segundos durante el cual los vehículos que cruzan con luz verde una intersección, si continúan a la velocidad de onda verde, encontrarán la siguiente intersección con luz verde.

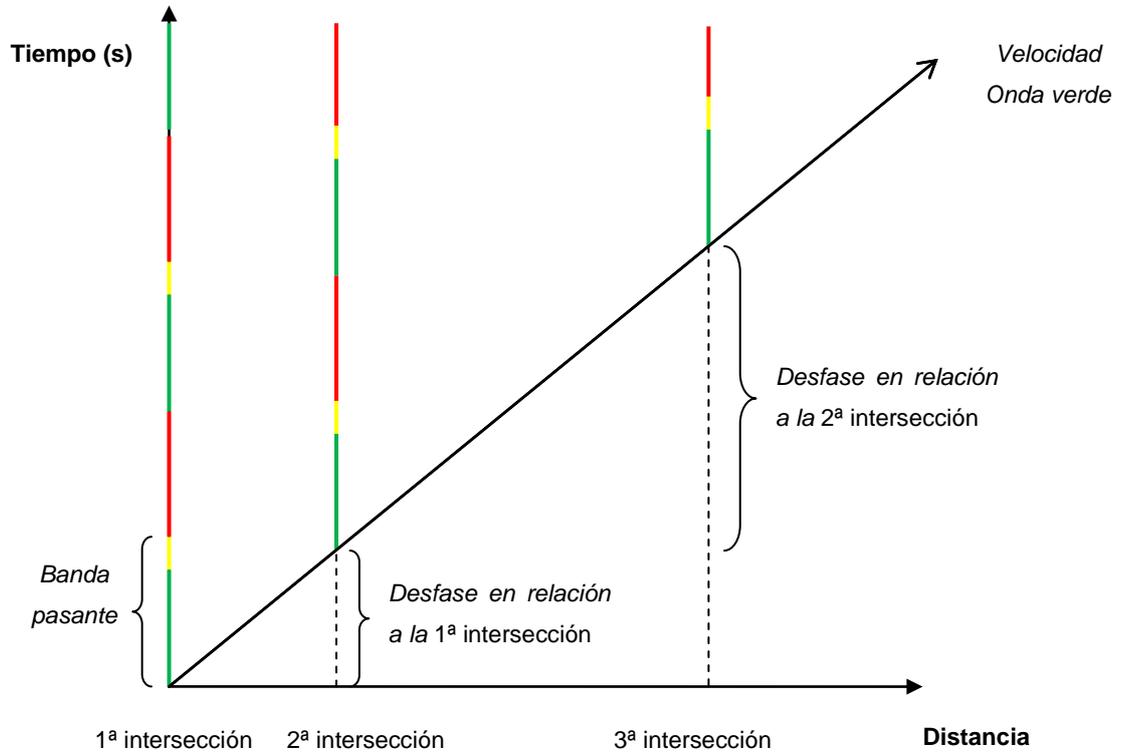


Figura 7: Cálculo de desfases

Los diagramas espacio – tiempo son de mucha utilidad para visualizar el problema y resolverlo de forma analítica, sin embargo es posible obtener los valores de los desfases entre dos intersecciones a través de la siguiente fórmula:

$$t = \frac{D}{v}$$

Donde:

- t = tiempo de desfase (s)
- D = distancia entre intersecciones
- v = velocidad de onda verde

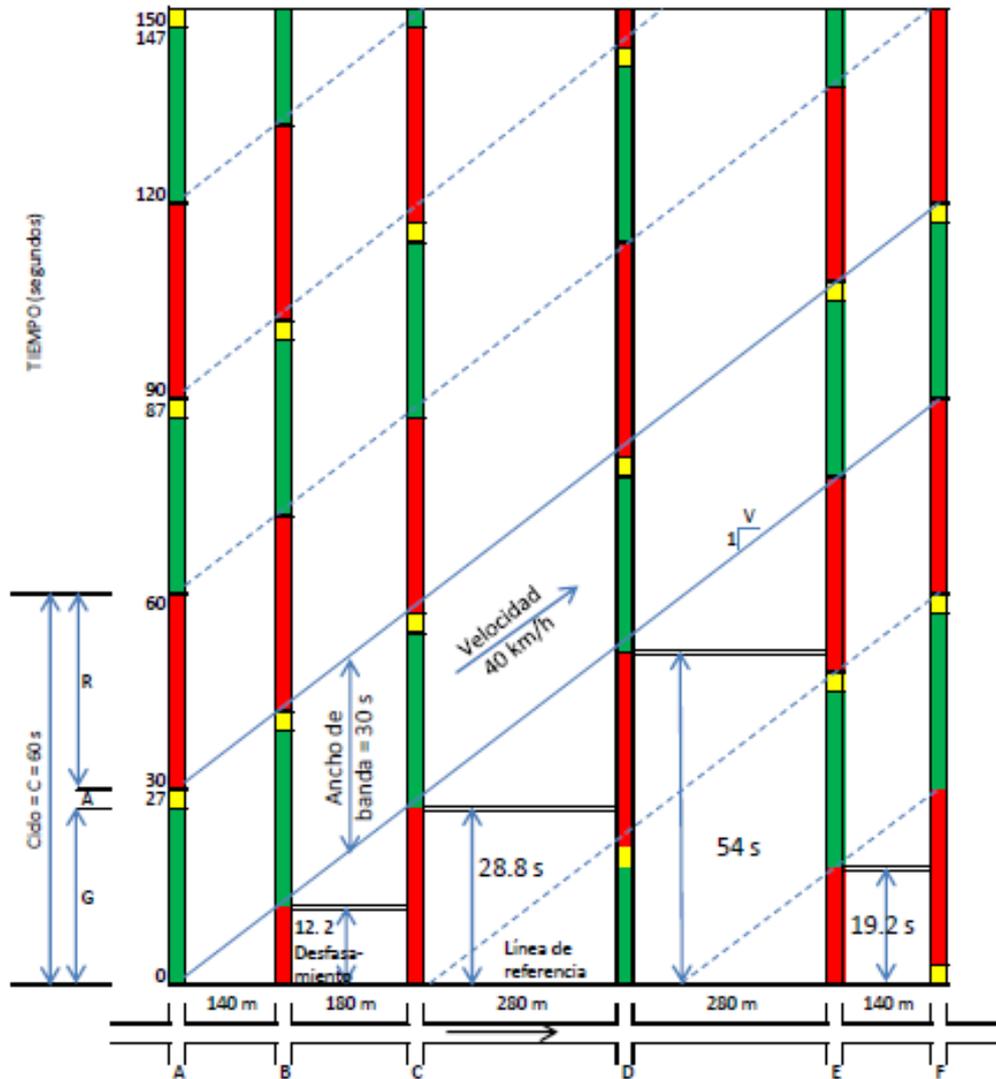


Figura 8: Ejemplo de Diagrama espacio - tiempo

Los sistemas de onda verde deben ser corroborados y corregidos en el terreno, ya que se pueden detectar *in situ* otros factores que influyan en el mismo. A su vez, es recomendable que se señalice de forma efectiva la velocidad de onda verde, ya que si esta no se respeta, fracasará el sistema.

3.1.2. Ingeniería de Tránsito y Carreteras.

3.1.2.1. Sincronización del semáforo para diferentes cambios de color

Es necesario definir algunos conceptos, de forma previa a la presentación de los diferentes métodos de diseño de la sincronización de semáforos:

- Ciclo o duración de ciclo: se refiere a la duración en segundos de una sucesión completa de colores en la configuración de un semáforo.
- Fase o fase de señal: es el fragmento de un ciclo que se fija a uno o más flujos vehiculares que tienen al mismo tiempo derecho de paso.
- Intervalo: porción de un ciclo en el que no varían los colores de la señal.
- Desfasamiento: es la diferencia de tiempo que se produce entre el inicio del intervalo verde en el semáforo de una intersección y el comienzo del intervalo verde en el semáforo de una intersección adyacente.
- Intervalo de cambio y paso libre: es el tiempo total, medido en segundos, que duran los intervalos amarillo y rojo. Este período de tiempo es proporcionado a los fines de que los vehículos puedan salir de la intersección de forma segura después de finalizar el intervalo verde y antes de que otro flujo vehicular tenga permiso de paso.
- Intervalo totalmente rojo: es el período de tiempo, medido en segundos, en el que todos los semáforos de la intersección presentan luz roja. Es una medida de seguridad que permite, a peatones y vehículos, salir de la intersección de forma segura, especialmente en intersecciones grandes.
- Factor de hora pico (FHP): es un valor que permite dimensionar la demanda en hora pico. Este valor se obtiene a través del cociente del volumen de demanda de una hora pico y cuatro veces el mayor volumen de vehículos en un período de 15 minutos. El FHP permite compensar en los cálculos la posibilidad de que los picos sean muy superiores al promedio de la tasa de llegada. A su vez el volumen horario de diseño (VHD) se obtiene a través del cociente del volumen de hora pico y el factor de hora pico.

$$FHP = \frac{\text{volumen durante la hora pico}}{4 \times \text{volumen durante el pico de 15' dentro de la hora pico}}$$

$$VHD = \frac{\text{volumen durante la hora pico}}{FHP}$$

- Grupo de carriles: todos los carriles afectados por un intervalo verde en una determinada intersección.
- Tasa de flujo de saturación (S): es la tasa máxima que puede soportar un carril, o grupo de ellos, si tiene habilitado el paso de forma permanente. Esta tasa se mide en vehículos por hora. Uno de los parámetros de la fórmula de cálculo de este valor es el flujo de saturación ideal (S_0), cuyo valor habitual es $1900 \frac{\text{vehículos}}{\text{hora}}$ de período de tiempo por carril. S_0 se va moldeando de acuerdo a las condiciones existentes en los grupos de carriles en estudio con el resto de los parámetros de la ecuación. A los fines de la obtención del valor de la tasa de flujo de saturación, es posible usar la siguiente fórmula propuesta por el Manual de Capacidad de Carreteras (*Highway Capacity Manual*):

$$S = S_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{Lpb} \cdot f_{Rpb}$$

Donde:

- S = tasa de flujo de saturación para el grupo de carriles considerado.
- S_0 = tasa base de flujo de saturación por carril.
- N = número de carriles en el grupo.
- f_w = factor de ajuste del ancho de carril.
- f_{HV} = factor de ajuste de vehículos pesados.
- f_g = factor de ajuste por pendiente de acceso.
- f_p = factor de ajuste por la existencia de un carril de estacionamiento y de actividad de estacionamiento adyacente al grupo de carriles.
- f_{bb} = factor de ajuste por el efecto de bloqueo de autobuses que se detienen dentro del área de la intersección.

- f_a = factor de ajuste por tipo de área.
- f_{LU} = factor de ajuste por la utilización del carril.
- f_{LT} = factor de ajuste por la vuelta a la izquierda en el grupo de carriles.
- f_{RT} = factor de ajuste por la vuelta a la derecha en el grupo de carriles.
- f_{Lpb} = factor de ajuste por los peatones para los movimientos de vuelta izquierda.
- f_{Rpb} = factor de ajuste por peatones/bicicletas para los movimientos de vuelta a la derecha.

3.1.2.1.1. *Objetivos de la sincronización de semáforos*

La sincronización de un semáforo tiene dos objetivos fundamentales. El primero de ellos es la reducción de la probabilidad de siniestros viales. El segundo, minimizar las demoras de todos los vehículos. Estos objetivos se logran reduciendo al máximo los posibles puntos de conflicto en la asignación de derecho de paso a diferentes flujos vehiculares. Los dos objetivos pueden ser antagónicos entre sí, ya que para reducir la demora de vehículos, los ciclos deben tener la menor cantidad posibles de fases, sin embargo, para aumentar la seguridad, se deben separar flujos vehiculares, por ende aumentar la cantidad de fases.

3.1.2.1.2. *Sincronización de semáforos en intersecciones aisladas.*

Se denomina intersección aislada, a aquellas intersecciones semaforizadas cuyos ciclos no se encuentran coordinados de ninguna forma con los ciclos de otras intersecciones semaforizadas. Se recomienda que la duración de un ciclo sea breve, es decir de 35" a 60". Existen diversos métodos para la obtención de la mejor duración de un ciclo, en ellos un componente esencial es el cálculo del intervalo amarillo, ya que es considerado como un componente del verde.

3.1.2.1.2.1. *Intervalo amarillo*

La función del intervalo amarillo es la de advertir a los conductores, que en un breve lapso de tiempo dejará de tener derecho a paso en la intersección semaforizada, es decir que la luz del semáforo pasará a color roja. En este lapso, los

vehículos que se encuentran en la intersección deben salir de ella, y los que aún no entraron evitar entrar, en ambos casos de forma segura. Una incorrecta configuración del intervalo amarillo puede llevar a la creación de una *zona dilema*. Se denomina *zona dilema* a un área cercana a la intersección en la cual los vehículos se ven en la opción de frenar bruscamente para no entrar en la intersección o en su defecto acelerar para salir de ella antes que cambie a luz roja el semáforo. Con una duración adecuada del intervalo amarillo, se puede evitar este fenómeno, es decir que los vehículos tengan el suficiente tiempo de frenar de forma segura para evitar entrar en la intersección y que los vehículos que ya se encuentran en la intersección puedan salir de ella a tiempo y sin acelerar.

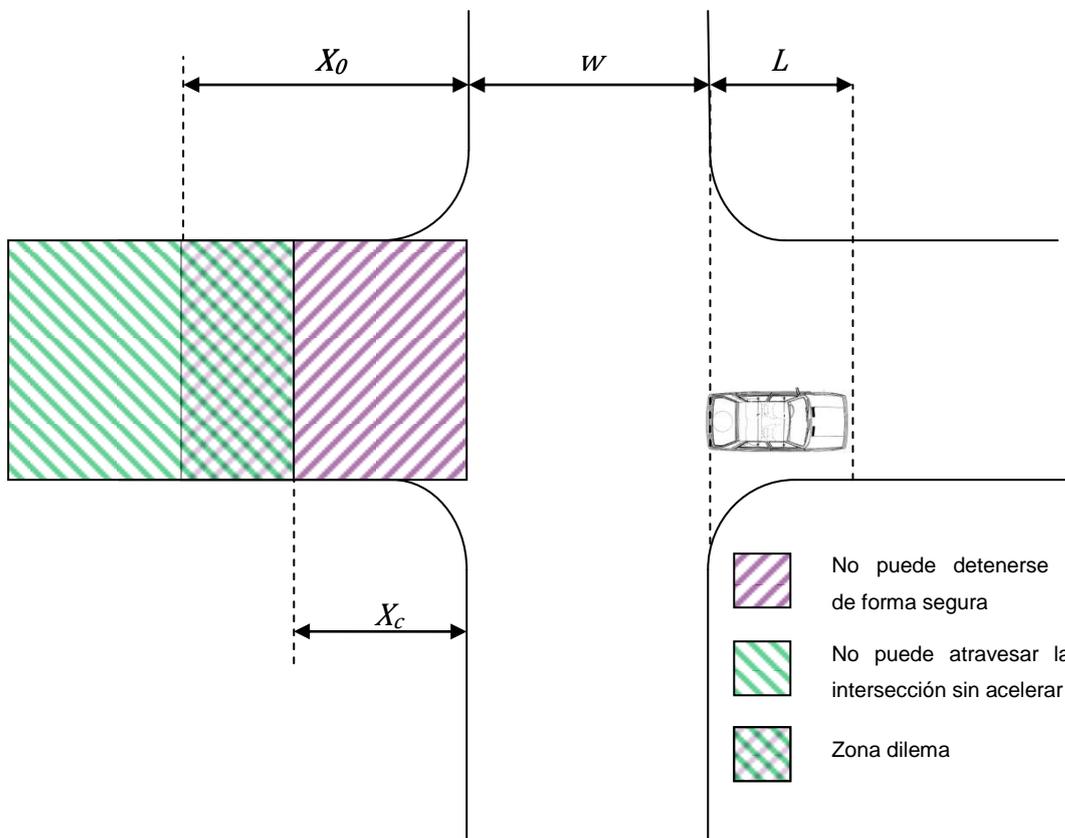


Figura 9: Zona dilema en una intersección

En la figura se puede observar una zona de dilema en una intersección. Para eliminarla, se debe cumplir con la condición de que $X_0 = X_c$. Sea τ_{min} el intervalo amarillo en segundos y $u_0(\tau_{min})$ la distancia recorrida durante el intervalo, sin tener que acelerar, con u_0 como límite de velocidad en el acceso. Si el vehículo acaba de salir de la intersección, entonces:

$$u_0(\tau_{min}) = X_c + W + L$$

Es decir que la distancia recorrida en el intervalo amarillo $u_0(\tau_{min})$ alcanza para atravesar el largo de la calzada W , el largo del vehículo L y una distancia extra llamada X_c . Por lo tanto, un vehículo cuya distancia al comienzo de la intersección sea superior a X_c , inevitablemente debería acelerar para cruzar completamente la intersección sin que cambie el semáforo al intervalo rojo. X_c puede ser calculado con la siguiente fórmula:

$$X_c = u_0(\tau_{min}) - (W + L)$$

Donde:

- W = ancho de la intersección.
- L = longitud del vehículo

A su vez, los vehículos que no alcancen a cruzar la intersección, porque su distancia hacia el comienzo de la misma sea superior a X_c , tienen que poder detenerse. Por tal razón se calcula:

$$X_0 = u_0\delta + \frac{u_0^2}{2a}$$

Donde:

- X_0 = distancia mínima desde la intersección, para un vehículo que se desplaza a la velocidad máxima u_0 durante el intervalo verde, y no puede cruzar la intersección sin acelerar. Cualquier vehículo a una distancia superior tiene que detenerse.
- δ = tiempo de reacción percepción (s).
- a = tasa constante de desaceleración o frenado (pies/s²).

La fórmula consta de dos términos. El primero, $u_0\delta$, indica la distancia que recorre el vehículo a velocidad máxima durante el lapso de tiempo producido entre la percepción del cambio de luces por parte del conductor hasta la reacción del mismo

accionando los mecanismos de frenado. El segundo término, $\frac{u_0^2}{2a}$, a través de la fórmula de movimiento rectilíneo uniformemente variado, calcula la distancia recorrida en el período de desaceleración hasta que el vehículo se encuentra totalmente frenado.

La condición a cumplir para eliminar la zona de dilema es que $X_0 = X_c$, es decir que:

$$u_0(\tau_{min}) - (W + L) = u_0\delta + \frac{u_0^2}{2a}$$

Despejando τ_{min} :

$$\tau_{min} = \delta + \frac{(W + L)}{u_0} + \frac{u_0}{2a}$$

Teniendo en cuenta los efectos de la pendiente (G) y la aceleración debida a la gravedad (g), se obtiene el valor de amarillo τ_{min} que no produce zona dilema:

$$\tau_{min} = \delta + \frac{(W + L)}{u_0} + \frac{u_0}{2(a + Gg)}$$

Por cuestiones inherentes a seguridad, se excluyen intervalos amarillos tales que $\tau_{min} < 3''$ y $\tau_{min} > 5''$. Cuando se requieren intervalos mayores a 5'', puede insertarse una fase *todo rojo*.

3.1.2.1.2.2. Duraciones de ciclo para señales fijas

Los semáforos en funcionamiento, que no tienen ningún tipo de accionamiento manual, asignan el derecho de paso a los diferentes flujos que convergen en una intersección de acuerdo a un cronograma establecido para todo o una parte del día. Los dos métodos más usados para determinar la duración óptima del ciclo son:

- Método Webster
- Método de HCM

3.1.2.1.2.2.1. Método Webster

De acuerdo a este método, se ha demostrado de forma empírica, que para una gran cantidad de situaciones de ocurrencia real, se hace eficiente el acceso a la intersección en relación a los diferentes flujos viales que la demandan, mediante el cálculo del valor total del ciclo con la siguiente ecuación:

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

Donde:

- C_0 = duración óptima de ciclo (segundos)
- L = tiempo perdido total por ciclo (segundos)
- Y_i = valor máximo de las relaciones de flujo de acceso entre flujo de saturación para todos los grupos de carriles con el uso de la fase i , es decir q_{ij}/S_j .
- Φ = número de fases.
- q_{ij} = flujo de grupo de carriles.
- S_j = flujo de saturación para el grupo de carriles.

Los vehículos que se encuentran detenidos en una intersección por tener luz roja, al iniciarse el intervalo verde, no utilizan de forma eficiente la intersección. Este fenómeno se produce porque los vehículos demoran en alcanzar una velocidad adecuada, por ende hay un tiempo que se pierde. La tasa de desalojo va aumentando de

forma gradual hasta que se llega un máximo. A la tasa máxima de desalojo se la denomina flujo de saturación. En el caso de que se mantenga la cantidad de vehículos, la tasa máxima de desalojo continuará hasta que se presente la luz amarilla. A su vez, cuando la luz es roja, la tasa de desalojo es nula. El área bajo la

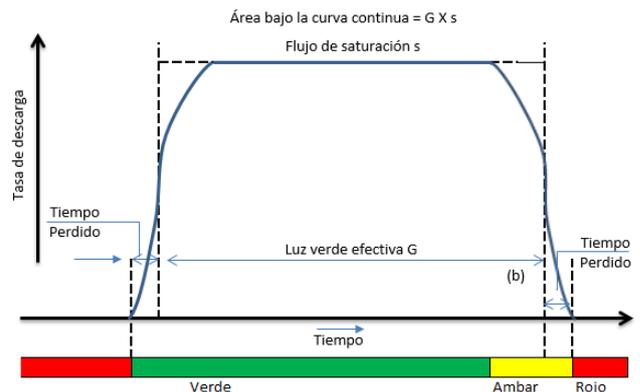


Figura 10: Evolución de la tasa de desalojo de vehículos a lo largo del intervalo verde

curva, representa la cantidad de vehículos que cruzan la intersección (tasa de descarga x duración del verde efectivo). EL tiempo efectivo de luz verde es igual al tiempo que dura el flujo de saturación, en caso de no disminuir la tasa de desalojo antes de la aparición de la señal amarilla. El tiempo verde efectivo es siempre menor a la suma de los tiempos verde y amarillo. Esta diferencia se considera tiempo perdido, ya que no es posible utilizarla para desalojar vehículos de la intersección en ninguna de sus fases y se representa así:

$$\ell_i = G_{ai} + \tau_i - G_{ei}$$

Donde:

- ℓ_i = tiempo perdido por fase.
- G_{ai} = tiempo real de la luz verde para la fase i .
- τ_i = tiempo amarillo para la fase i .
- G_{ei} = tiempo efectivo de la luz verde para la fase i .

El tiempo total perdido estará dado por:

$$L = \sum_{i=1}^{\phi} \ell_i + R$$

Donde:

- L = tiempo total perdido en el ciclo.
- ℓ_i = tiempo perdido por fase.
- R = es el período total rojo a lo largo del ciclo.

Una vez que se conoce el tiempo total del ciclo C y el tiempo total perdido por ciclo L , por diferencia se puede obtener el tiempo efectivo de luz verde, es decir que el tiempo efectivo de luz verde está dado por:

$$G_{te} = C - L = C - \left(\sum_{i=1}^{\phi} \ell_i + R \right)$$

Donde:

- C = duración real del ciclo, generalmente obtenida al redondear C_0 al siguiente número múltiplo de cinco.
- G_{te} = Tiempo efectivo de luz verde en todo el ciclo.



Figura 11: Carriles críticos Y en los accesos a una intersección

Una vez obtenido G_{te} , se debe resolver cómo distribuirlo de forma eficiente entre las diferentes fases. Un incorrecto reparto de verde puede llevar a demoras innecesarias en la intersección. Para que ello no suceda, se debe distribuir el tiempo verde en relación a Y (carril con mayor demanda a un determinado acceso). A los fines de calcular el tiempo efectivo de luz verde para cada fase se utiliza la siguiente fórmula:

$$G_{ei} = \frac{Y_i}{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_\phi} G_{te}$$

A partir de todos los valores de G_{ei} , se pueden obtener, para las diferentes fases, el tiempo real de verde:

$$G_{a1} = G_{e1} + \ell_1 - \tau_1$$

$$G_{a2} = G_{e2} + \ell_2 - \tau_2$$

$$G_{ai} = G_{ei} + \ell_i - \tau_i$$

$$G_{a\phi} = G_{e\phi} + \ell_\phi - \tau_\phi$$

En algunos casos, el tiempo de verde asignado puede ser suficiente para los vehículos que cruzan la intersección, pero no lo bastante duradero como para resguardar el cruce peatonal. Estos casos se pueden dar en intersecciones con mucha demanda peatonal. En estos casos se debe calcular un tiempo mínimo de verde, y puede hacerse a partir de las fórmulas del *Highway Capacity Manual*⁷:

$$G_p = 3,2 + \frac{L}{S_p} + \left[2,7 \frac{N_{peat}}{W_E} \right] \text{ para } W_E > 10 \text{ pies}$$

O:

$$G_p = 3,2 + \frac{L}{S_p} + [0,27 N_{peat}] \text{ para } W_E \leq 10 \text{ pies}$$

Donde:

- G_p = tiempo mínimo de luz verde (segundos).
- L = longitud de la senda peatonal.
- S_p = velocidad promedio de peatones.
- 3,2 = tiempo de inicio del peatón.

⁷ Manual de Capacidad de Carreteras

- W_E = ancho efectivo de la senda peatonal⁸.
- N_{peat} = cantidad de peatones que cruzan durante el intervalo.

3.1.2.1.2.2.2. Método de Capacidad de Carreteras

En este procedimiento, se establece la longitud del ciclo en base a la capacidad de un grupo de carriles. Se entiende por capacidad al flujo máximo en función del tiempo efectivo de luz verde. Como se mencionó anteriormente, la tasa de flujo de saturación es la tasa máxima de flujo en un acceso o de un determinado grupo de carriles, cuando se cuenta con la totalidad del tiempo de luz verde. La capacidad de un acceso o de un grupo de carriles, depende de la porción de ciclo que se le otorgue a un acceso o grupo de carriles.

La fórmula para calcular la capacidad de un acceso o un grupo de carriles viene dada por:

$$c_i = s_i \left(\frac{g_i}{C} \right)$$

Donde:

- c_i = capacidad del grupo de carriles i (vehículos/hora).
- s_i = tasa de flujo de saturación para el grupo de carriles o el acceso i (vehículos/hora de luz verde).
- $\frac{g_i}{C}$ = relación de luz verde para el grupo de carriles o el acceso i .
- g_i = luz verde efectiva para el grupo de carriles o para el acceso i .
- C = duración del ciclo.

La capacidad del acceso o grupo de carriles nos indica la capacidad máxima de circulación de vehículos en un determinado acceso o grupo de carriles, sin embargo la tasa real de circulación de vehículos por ese acceso o grupo de carriles, puede variar. Por ello es muy útil conocer en qué grado se está utilizando el acceso o grupo de

⁸ El peatón no espera en el borde de la vereda o en la calle para cruzar la intersección, sino que espera en un lugar seguro en la vereda. Por tal motivo, el ancho efectivo siempre es superior a la longitud de la senda peatonal.

carriles. A la relación entre la tasa real y la capacidad del acceso o grupo de carriles (v/c) se la llama *grado de saturación*, y se enuncia de la siguiente manera:

$$(v/c)_i = X_i = \frac{v_i}{s_i \left(\frac{g_i}{C} \right)}$$

Donde:

- X_i = relación (v/c) para el grupo de carriles o acceso i .
- v_i = tasa real de flujo para el grupo de carriles o para el acceso i (vehículos/hora).
- s_i = tasa de flujo de saturación para el grupo de carriles o el acceso i (vehículos/hora de luz verde).
- g_i = luz verde efectiva para el grupo de carriles o para el acceso i .

Como se observa, cuando la tasa de flujo es igual a la capacidad⁹, $X_i = 1$; en cambio cuando la tasa de flujo es nula¹⁰, $X_i = 0$.

En la última expresión, se evaluó un grupo de carriles o un acceso a la intersección, pero cuando se precisa analizar la intersección de forma integral en relación a su geometría y la duración total de su ciclo, se utiliza el concepto de relación crítica/volumen entre capacidad (X_c). La relación crítica (v/c) se obtiene para toda la intersección, pero tiene en cuenta sólo los grupos de carriles o accesos críticos. Al igual que en el método Webster, donde se tenían en cuenta los carriles críticos Y , en esta metodología también se tienen en cuenta y se los selecciona a partir de la relación entre la tasa real v y el flujo de saturación s , por ende el grupo de carriles o acceso que tenga la mayor relación (v/S), será el considerado crítico¹¹. La

⁹ $v = c$, por ello $(v/c) = 1$

¹⁰ $v = 0$, por ello $(v/c) = 0$

¹¹ Ejemplo: en una intersección de dos fases, en el sentido E-O circula una mayor cantidad de vehículos que en la dirección O-E, y ambos sentidos tienen un flujo de saturación similar, por ende la relación (v/S) del acceso E-O será superior a la relación (v/S) O-E, por lo que el acceso E-O será el crítico. Si se tomara a los fines del reparto de la luz verde del ciclo, el acceso O-E, al no respetar el acceso crítico, se generarían demoras innecesarias en el acceso E-O.

relación crítica (v/c) para la intersección completa es calculada en esta metodología a partir de la siguiente fórmula:

$$X_c = \sum_i \left(\frac{v}{S}\right)_{ci} \frac{C}{C-L}$$

Donde:

- X_c = relación crítica (v/c) para la intersección.
- $\sum_i \left(\frac{v}{S}\right)_{ci}$ = sumatoria de todas las razones entre tasas reales y flujo de saturación para todos los carriles, grupos de carriles o accesos críticos.
- C = duración del ciclo (segundos)
- $L = \sum_i t_L$ = sumatoria de todos los tiempos perdidos a lo largo de todo el ciclo en cada una de las fases¹².

A esta última fórmula se le dan dos usos, de acuerdo a los datos que se posean. En caso de analizar una intersección que ya tiene semáforos sincronizados, por ende se conoce la duración del ciclo, se puede obtener el valor de X_c , es decir de la relación (v/c). Recordemos que v representa la tasa real de utilización de la intersección y c la capacidad de la intersección, por ende en función de la relación pueden presentarse tres casos:

- $v > c \therefore X_c > 1$: la intersección está sobresaturada.
- $v = c \therefore X_c = 1$: la intersección está siendo utilizada al máximo de su capacidad.
- $v < c \therefore X_c < 1$: la intersección está subutilizada¹³.

¹² Como ya se explicó anteriormente, cada fase tiene pérdidas de tiempo. Cuando comienza en intervalo verde, los autos no aceleran escalonadamente sino de forma gradual y demoran unos segundos en alcanzar una velocidad adecuada, razón por la cual se considera una pérdida de tiempo. A su vez, cuando comienza el intervalo amarillo, los vehículos que están adentrados en la intersección, o es inevitable que ingresen, logran atravesar la intersección, pero los vehículos que venían más retrasados no van a poder atravesar la intersección ya que deben frenar, razón por la cual también se considera tiempo perdido. Además, en ocasiones se configuran fases en la que todos los semáforos de la intersección se fijan con luz roja por unos instantes, a los fines de darle tiempo a vehículos y peatones a terminar de cruzar la intersección. Las fases todo rojo, también son consideradas tiempo perdido dentro del ciclo.

El otro uso que puede dársele a esta fórmula, es para calcular el valor del ciclo. Para ello es necesario contar con el valor requerido de X_c . Por lo tanto, para obtener el valor del ciclo se despeja C :

$$C = \frac{\left(\frac{X_c}{\sum_i \left(\frac{v}{S} \right)_{ci}} \right)^L}{\left[\left(\frac{X_c}{\sum_i \left(\frac{v}{S} \right)_{ci}} \right) - 1 \right]}$$

3.1.2.1.3. Sincronización de semáforos para rutas principales

En las rutas principales, a los fines de que no haya demoras innecesarias, es necesario coordinar los semáforos adyacentes de forma tal que los vehículos que se liberen de una intersección, al llegar a la siguiente, tengan también derecho de paso. De esta forma se reducirán las demoras.

Un requisito indispensable para la coordinación de semáforos, es que todos los aparatos involucrados tengan la misma duración de ciclo. En casos excepcionales, algunas intersecciones pueden tener una duración de ciclo igual a la mitad o al doble del ciclo común.

Uno de los parámetros a tener en cuenta al momento de diseñar una coordinación de semáforos, es la velocidad de progresión, la cual representa la velocidad con que circula un grupo de vehículos con derecho de paso en una intersección. La velocidad de progresión es necesaria a los fines de fijar la duración del ciclo, y habitualmente se toma como la velocidad promedio de los vehículos en la intersección. La velocidad se representa como la relación de la distancia entre intersecciones y el tiempo de desplazamiento.

Hay tres métodos de sincronización:

- Sistema simultáneo.

¹³ A pesar de que matemáticamente un valor de $X_c < 1$ es considerado como una subutilización de la intersección, cuando se sincronizan los tiempos con esta metodología, se utilizan valores ligeramente menores a 1, como por ejemplo 0,95 o 0,9.

- Sistema alterno.
- Sistema progresivo.

3.1.2.1.3.1. Sistema simultáneo

En un sistema de este tipo, todos los semáforos tienen un ciclo similar, y la luz verde se muestra al mismo tiempo en todos los semáforos de la vía sincronizada. Una relación aproximada a este sistema es:

$$u = \frac{x}{1,47C}$$

Donde:

- x = espaciamiento promedio entre semáforos (pies).
- u = velocidad de progresión (mi/h).
- C = duración del ciclo (segundos).

3.1.2.1.3.2. Sistema alterno

En este sistema, se agrupan uno o más semáforos adyacentes. Los semáforos se coordinan de tal modo que muestran luz verde de forma alterna a los grupos de semáforos. Este sistema tiene variaciones:

- Simple: la luz verde del semáforo se muestra de forma alterna de a un semáforo de por medio.
- Doble: la luz verde del semáforo se muestra de forma alterna de a dos semáforos por vez.
- Triple, cuádruple, etc.

La velocidad de progresión en este sistema está dada como:

$$u = \frac{nX}{1,47C}$$

Donde:

- X = espaciamiento promedio entre semáforos (pies).
- $n = 2$ para el sistema alterno simple.
- $n = 4$ para el sistema alterno doble.
- $n = 6$ para el sistema alterno triple.
- u = velocidad de progresión (mi/h).
- C = duración del ciclo (segundos).

En general, este tipo de sistemas tiene resultados positivos cuando están a igual distancia entre sí.

3.1.2.1.3.3. Sistema progresivo

En este sistema, los vehículos que circulen a la velocidad de progresión, tendrán un flujo continuo a lo largo de una vía coordinada. Todos los ciclos deben tener la misma duración, sin embargo el comienzo del ciclo de un semáforo se encuentra desfasado en relación al semáforo adyacente. El desfase se debe calcular en función de la distancia entre intersecciones y la velocidad de progresión.

3.1.2.2. Capacidad y nivel de servicio en intersecciones con semáforos

Como ya se mencionó anteriormente, la capacidad en una intersección semaforizada se calcula para un grupo de carriles y está definida como la tasa máxima de flujo que puede cruzar la intersección en sus accesos principales. Por su parte, el nivel de servicio es un elemento de control que se basa en la demora. La demora no sólo es parámetro de la pérdida de tiempo en un viaje, sino que también nos da una pauta del consumo extra de combustible, el nivel de incomodidad y la frustración de los conductores. Para definir el nivel de servicio, se debe calcular la demora por fase y se debe incluir las pérdidas de tiempo por desaceleración, tiempo de avance de fila, tiempo de parada y movimiento de aceleración. Sin embargo, el mayor condicionante de la demora, es la duración del intervalo de luz roja del ciclo y del la duración del ciclo mismo.

En el presente apartado, se expondrán los procedimientos de evaluación operativos del Manual de Capacidad de Carreteras edición 2000¹⁴, que pueden dividirse en nivel de servicio de los accesos de la intersección y niveles de servicios de la intersección completa.

3.1.2.2.1. Análisis de operación

Este proceso puede ser utilizado tanto para determinar el nivel de servicio de un acceso a una intersección, como también el nivel de servicio integral de toda la intersección. Si bien puede emplearse esta metodología para el diseño de una intersección, si se tiene el conocimiento de la secuencia de fases, el tiempo de las fases y los detalles geométricos de la intersección, también puede utilizarse para analizar un semáforo existente.

Los niveles de servicio están dados por intervalos de demora promedio, por vehículo, en un lapso de 15 minutos, de acuerdo a la siguiente tabla:

Nivel de servicio	Demora por vehículo (segundos)
A	≤ 10.0
B	> 10.0 y ≤ 20.0
C	> 20.0 y ≤ 35.0
D	> 35.0 y ≤ 55.0
E	> 55.0 y ≤ 80.0
F	> 80

Figura 12: Niveles de servicio

Los seis niveles de servicios, como señala la tabla, están definidos de acuerdo a la demora por vehículo, y cada nivel tiene las siguientes características:

- Nivel de servicio A: la demora promedio es menor o igual a 10". Este nivel de servicios se da cuando los vehículos llegan a la intersección y se encuentran con luz verde o dicho intervalo está próximo a comenzar, razón por la cual son pocos los vehículos que se detienen. Un factor que ayuda a lograr este nivel de servicio es una duración corta de ciclo.

¹⁴ Highway Capacity Manual 2000

- Nivel de servicio B: la demora promedio es mayor a 10" e igual o menor a 20". Es un nivel inferior a A, pero admisible. Al igual que en A, una corta duración de ciclo colabora a lograr este nivel de servicio.
- Nivel de servicio C: la demora promedio es mayor a 20" y menor o igual a 35". En este nivel algunos vehículos cruzan la intersección sin detenerse, pero una significativa cantidad de vehículos se detienen ante la luz roja, y de ellos no todos lograrán salir de la intersección al siguiente intervalo verde. En este caso, la demora puede deberse a que los vehículos llegan a la intersección durante la fase roja, a duraciones largas de ciclo o a una combinación de los factores mencionados.
- Nivel de servicio D: la demora promedio es mayor a 35" y menor o igual a 55". En este nivel de servicio más vehículos se detienen en la intersección. El origen de este fenómeno es una combinación de causas que incluyen excesivas duraciones de ciclo, vehículos llegan a la intersección cuando la señal indica luz roja y razón (v/c) alta, es decir que el acceso está colapsado.
- Nivel de servicio E: la demora promedio es mayor a 55" y menor o igual a 80". Este nivel marca el límite de lo aceptable, y al igual que en D, en este nivel de servicio más vehículos se detienen en la intersección. El origen de este fenómeno también es una combinación de causas que incluyen excesivas duraciones de ciclo, vehículos llegan a la intersección cuando la señal indica luz roja y razón (v/c) alta, es decir que el acceso está colapsado.
- Nivel de servicio F: la demora promedio es mayor a 80". Esta demora es considerada inaceptable por los conductores, y usualmente se presentan cuando $v > c$, es decir que llegan más vehículos a la intersección que la capacidad de la misma. También es posible que se produzca por fallas en la coordinación de semáforos.

Es necesario recalcar que el nivel de servicio de una intersección no necesariamente está relacionado con la capacidad de la misma, ya que la intersección puede tener niveles de servicio desfavorables con valores favorables de (v/c), es decir que no está saturada. En estos casos, los malos niveles de servicios

pueden darse por una incorrecta distribución de los tiempos de luz verde a lo largo del ciclo, problemas de coordinación entre los semáforos de una vía o duraciones largas de ciclo.

3.1.2.2.1.1. Procedimiento metodológico para el análisis de operación

Las tareas a realizar en el análisis de operación se pueden clasificar en:

- Relevamiento de los parámetros de entrada.
- Definición de grupos de carriles y tasa de flujo de demanda.
- Cálculo de la tasa de flujo de saturación.
- Estudio (v/c) de capacidad.
- Obtención de los niveles de servicio.

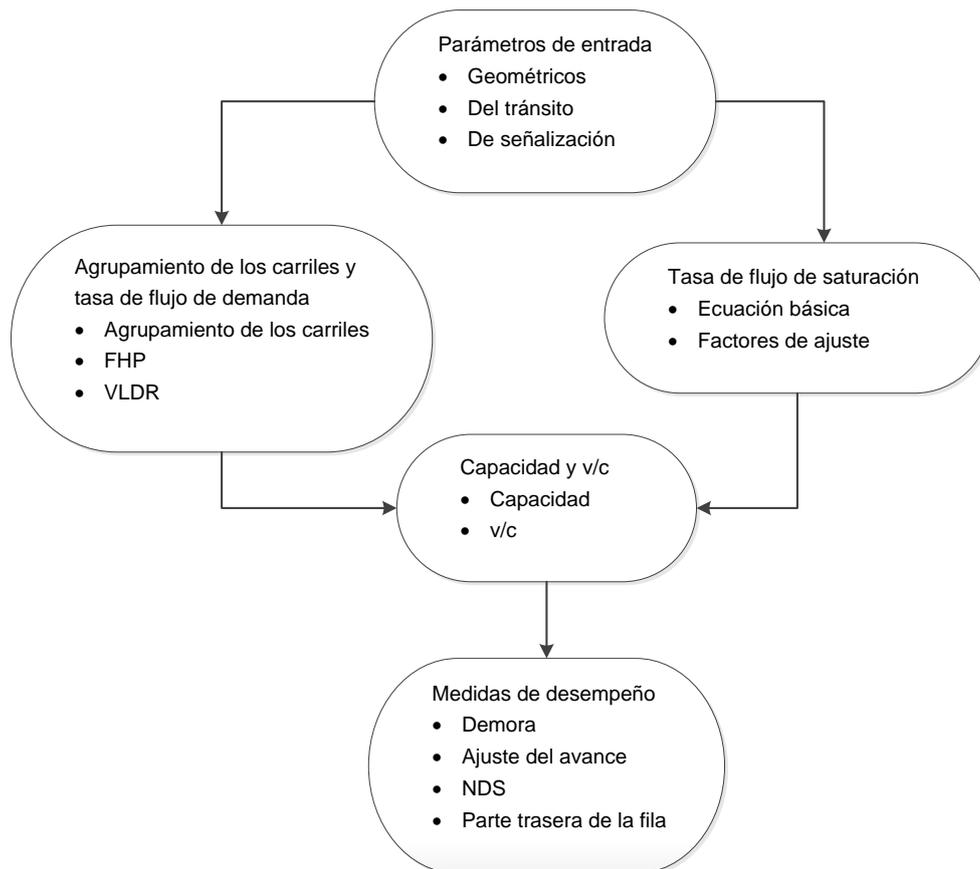


Figura 13: Diagrama del procedimiento de análisis de operación¹⁵.

¹⁵ Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), reporte especial 209, 4ª edición, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2000.

3.1.2.2.1.1.1. *Parámetros de entrada*

El primer paso, consiste en la realización de diversos tipos de relevamientos, a los fines de ordenarlos y presentarlos de una manera útil para la comprensión del objeto de estudio. Los relevamientos se agrupan de acuerdo a la siguiente temática:

- Características geométricas.
- Condiciones del tránsito.
- Condiciones de la señalización.

3.1.2.2.1.1.1.1. *Características geométricas*

Esta tarea de relevamiento implica recabar todos los datos físicos de la intersección. Es muy importante el criterio de quien encare esta labor, ya que no sólo debe obtener datos típicos como número de carriles, ancho de la intersección, dársenas de estacionamiento, pendiente, etc., sino también las particularidades de la intersección que pudieran generar grandes desvíos del modelo de estudio en relación a la situación real.

3.1.2.2.1.1.1.2. *Condiciones del tránsito*

Relevar las condiciones de tránsito consiste en registrar los volúmenes de utilización de la intersección por sus diferentes usuarios, tales como vehículos motorizados, peatones o bicicletas. Uno de los condicionantes del nivel de servicio de una intersección es la coordinación que tenga con semáforos adyacentes, por tal motivo es importante registrar en el relevamiento y establecer el tipo de llegada de los vehículos que alcanzan la intersección. El tipo de llegada se establece en función de la fase del ciclo en el que llegan la mayor cantidad de vehículos.

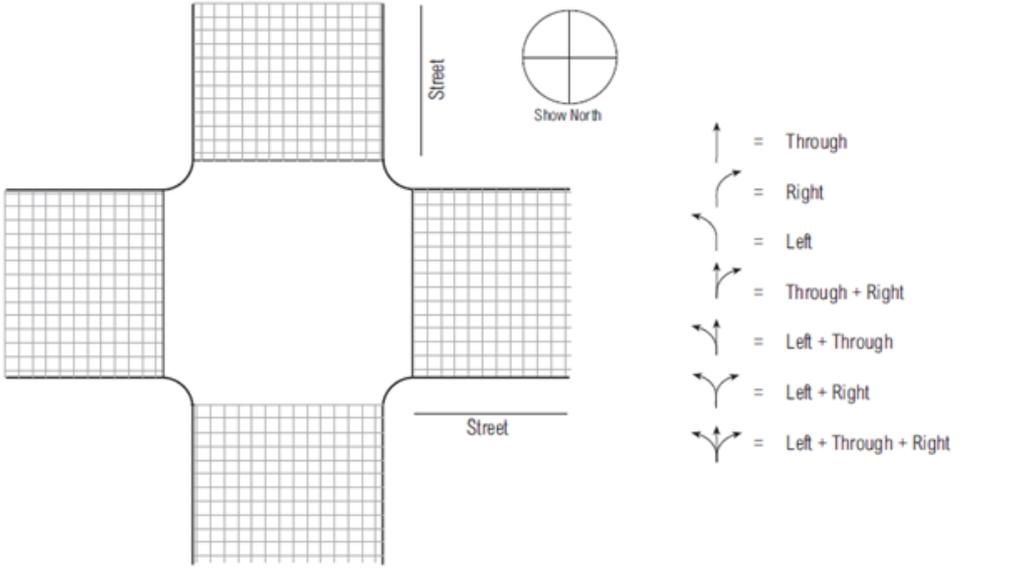
QUICK ESTIMATION INPUT WORKSHEET												
General Information						Site Information						
Analyst _____				Intersection _____								
Agency or Company _____				Area Type <input type="checkbox"/> CBD <input type="checkbox"/> Other								
Date Performed _____				Jurisdiction _____								
Analysis Time Period _____				Analysis Year _____								
Intersection Geometry												
												
Volume and Signal Input												
	EB			WB			NB			SB		
	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹
Volume, V (veh/h)												
Proportion of LT or RT (P_{LT} or P_{RT}) ²		-			-			-			-	
Parking (Yes/No)												
Left-turn treatment (permitted, protected, not opposed) (if known)												
Peak-hour factor, PHF _____												
Cycle length	Minimum, C_{min} _____ s						Maximum, C_{max} _____ s	or		Given, C _____ s		
Lost time/phase	_____ s											
Notes												
1. RT volumes, as shown, exclude RTOR.												
2. $P_{LT} = 1.000$ for exclusive left-turn lanes, and $P_{RT} = 1.000$ for exclusive right-turn lanes. Otherwise, they are equal to the proportions of turning volumes in the lane group.												

Figura 14: Hoja de trabajo de registro de información para el análisis de operación¹⁶

¹⁶ Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), reporte especial 209, 4ª edición, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2000.

3.1.2.2.1.1.1.3. Condiciones de señalización

En esta actividad se deben registrar los tiempos del semáforo, tanto en su ciclo como en sus fases. La duración del ciclo, como el reparto de los tiempos en fases, influye directamente sobre los niveles de servicio. Para esta actividad se estila realizar diagramas de fases para su mejor comprensión.



Figura 15: Diagrama de fases. Ejemplo.

3.1.2.2.1.1.2. Agrupamiento de carriles y tasa de flujo de demanda

En esta etapa se identifican grupos de carriles, se ajustan los volúmenes horarios con el factor de hora pico (FHP) y se ajustan los valores para vuelta a la derecha (VDLR) a través de las actividades que a continuación se detallan:

- Identificación de los diferentes grupos de carriles: los carriles deben agruparse a los fines de ser considerado un solo flujo vehicular, tanto para los diferentes accesos como para la intersección completa.
- Ajuste de volúmenes horarios: el análisis para el nivel de servicio se basa en 15' de la hora pico. Se deben convertir los volúmenes horarios a tasas de flujo mediante el cociente entre el volumen horario y el FHP. Esta metodología es considerada conservadora, ya que no necesariamente los picos se dan en todos los accesos al mismo tiempo.
- Ajuste por vuelta a la derecha con luz roja: en algunos países está permitido doblar a la derecha cuando el semáforo se encuentra con luz roja. En la ciudad de Córdoba y en Argentina en general, esta maniobra sólo puede realizarse si hay alguna señal que específicamente lo habilite,

como un semáforo permanente con luz verde a la derecha o alguna otra señal vertical que indique giro permanente a la derecha. Esta condición debe ser reflejada en el estudio, ya que modifica directamente los niveles de servicio de la intersección.

3.1.2.2.1.1.3. *Flujo de saturación*

Recién en este apartado del procedimiento, se puede calcular el flujo de saturación, ya que se cuentan con los datos necesarios para efectuar los ajustes que correspondan. Como ya se mencionó anteriormente, el flujo de saturación se define como la tasa de flujo, en vehículos por hora, que el grupo de carriles puede sustentar si tiene permiso de paso ininterrumpidamente, es decir que $g/C = 1$, sobre un flujo de vehículos ideal, se efectúan ajustes de acuerdo al ancho de carril, vehículos pesados, transporte de pasajeros, entre otros.

3.1.2.2.1.1.4. *Capacidad y análisis v/c*

A los fines del cálculo de la capacidad y el análisis (v/c), se utilizan los valores obtenidos en las etapas que precedieron a la actual. Recordemos que para el cálculo de la capacidad es necesario obtener:

- Razón de flujo para diferentes grupos de carriles.
- Capacidades para los diferentes grupos de carriles.
- Relaciones (v/c) para diferentes grupos de carriles.
- Relación crítica (v/c) para toda la intersección.

3.1.2.2.1.1.5. *Medidas de desempeño*

Los valores resultantes del ajuste de volumen, cálculo de tasa de flujo de saturación y del análisis de capacidad se utilizan para obtener la demora promedio por vehículo, y así el nivel de servicio tanto para accesos como para la intersección toda.

3.1.3. Manual de Capacidad de Carreteras

A través del Manual de Capacidad de Carreteras, complementaremos el marco teórico objeto de estudios en los temas que entendemos que es necesario obtener una mayor profundidad, o que los trabajos antes mencionados no los mencionan.

3.1.3.1. Análisis de vías urbanas

La metodología descrita en el presente apartado, se utiliza para evaluar la fluidez de una vía urbana. La fluidez se evalúa en función de la velocidad de desplazamiento del tránsito.

3.1.3.1.1. *Metodología*

Esta metodología de trabajo proporciona el marco de trabajo para la evaluación de vías urbanas, a través de la obtención de niveles de servicio para toda la arteria. Los niveles de servicio de la arteria tienden a tener modificaciones cuando hay modificaciones en las condiciones geométricas de la vía en estudio, en los ciclos y fases de semáforos y en los flujos vehiculares. Por tal motivo, los niveles de servicio de una arteria son de gran utilidad al momento de evaluar no solo cambios realizados, sino también modificaciones a futuro.

3.1.3.1.1.1. *Niveles de servicio*

El nivel de servicio de una vía urbana se calcula en función de la velocidad promedio de desplazamiento a lo largo de toda la vía en estudio. La velocidad promedio se calcula teniendo en cuenta no sólo el tiempo de marcha, es decir los tiempos de efectivo desplazamiento, sino también las demoras que producen los semáforos en las intersecciones. Para el cálculo de las demoras por semáforos en las intersecciones se debe tener en cuenta la desaceleración previa al frenado, el frenado propiamente dicho, los movimientos en la cola y por último el período de aceleración previo a alcanzar la velocidad crucero.

Los valores del nivel de servicio en una vía urbana se ven afectados no sólo por las demoras que pueden producir los semáforos en las intersecciones, sino también por la cantidad de semáforos que tenga la traza y la coordinación que tengan entre ellos, ya que una mala coordinación de las señales puede empeorar los niveles de servicio de la vía, lo cual se traduce en demoras en el flujo vehicular.

Los niveles de servicio se calculan en función de la velocidad promedio de desplazamiento, sin embargo es necesario tener en cuenta el tipo de vía que está en estudio, ya que los intervalos de valores de velocidad promedio que se utilizan para clasificar los niveles de servicio, varían en función a la clase de calle que esté en estudio. En la siguiente tabla se detallan los valores de velocidad promedio que se consideran para clasificar los niveles de servicio para cada clase de calle.

Clase de calle urbana	I	II	III	IV
Rango de velocidades de vía libre	55 to 45 mi/h	45 to 35 mi/h	35 to 30 mi/h	35 to 25 mi/h
Valor típico de velocidad de vía libre	50 mi/h	40 mi/h	35 mi/h	30 mi/h
Nivel de servicio	Velocidad promedio de desplazamiento (mi/h)			
A	> 42	> 35	> 30	> 25
B	> 34–42	> 28–35	> 24–30	> 19–25
C	> 27–34	> 22–28	> 18–24	> 13–19
D	> 21–27	> 17–22	> 14–18	> 9–13
E	> 16–21	> 13–17	> 10–14	> 7–9
F	≤ 16	≤ 13	≤ 10	≤ 7

Figura 16: Nivel de servicio de calles urbanas por clase¹⁷

3.1.3.1.1.2. Clase de calle urbana

Para establecer la clase de calle es necesario contar con el valor típico de velocidad libre. Este valor puede ser obtenido a partir de relevamientos en la zona objeto de estudio. Si no es imposible contar con los datos del relevamiento, ya sea porque la calle no tiene aún el flujo vehicular esperado, o porque la vía está aún en proyecto, es posible calcular el valor típico de velocidad libre a partir de los detalles de diseño.

3.1.3.1.1.3. Tiempo de marcha

Como ya se mencionó anteriormente, hay dos factores que influyen en el tiempo que transcurre un vehículo en la arteria. Por un lado está la demora que producen los semáforos en las intersecciones y por otro el tiempo de marcha del vehículo. El tiempo de marcha se estima en función de la clase de calle urbana, el valor típico de velocidad libre y el largo de la arteria en estudio. Hay una serie de factores que influyen como el estacionamiento, el desarrollo local y el nivel de uso de la calle.

¹⁷ Manual de Capacidad de Carreteras, anexo 15-2 (Highway Capacity Manual), reporte especial 209, 4ª edición, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2000.

3.1.3.1.1.4. Demoras

Para calcular la velocidad a través de la vía urbana seleccionada, se deben tener en cuenta las demoras que producen los semáforos en las intersecciones. Debido a que la función de la calle es que fluyan los vehículos, es que para caracterizar la vía urbana se utilizan los grupos de carriles que componen el flujo vehicular. Las demoras que se producen en las intersecciones semaforizadas se pueden descomponer a los fines de su cálculo en los siguientes factores:

- Demora uniforme.
- Demora incremental.
- Demora inicial de cola.
- Tipo de llegada y relación de pelotón.

3.1.3.1.1.4.1. Demora uniforme

La demora total se compone entre otros componentes de la demora uniforme. La demora uniforme se produce por la llegada uniforme de vehículos a través de flujos vehiculares estables. La demora uniforme se estima a través del primer término de la fórmula de demora de Webster.

3.1.3.1.1.4.2. Demora incremental

La demora uniforme no logra estimar la demora total, ya que no contempla que hay vehículos que llegan de forma no uniforme por otros motivos. La llegada no uniforme de vehículos puede producirse por hechos al azar o por períodos prolongados de saturación. Para el cálculo de la demora incremental se relaciona el grado de saturación del grupo de carriles, la duración del análisis, la capacidad del grupo de carriles y la señal de control.

3.1.3.1.1.4.3. Demora inicial de cola

Los intervalos verdes de los semáforos no siempre logran evacuar todos los vehículos que demandan traspasar la intersección. En esos casos, al cesar el derecho de paso, queda un remanente de vehículos. Este remanente de vehículos ocasiona una demora extra a los nuevos vehículos que se aproximan a la intersección, ya que no solo deberán esperar a tener derecho de paso, sino que también deberán esperar que los vehículos que lo antecedieron crucen primero.

3.1.3.1.1.4.4. Tipo de llegada y relación de pelotón

Otro de los factores críticos que debe ser tenido en cuenta en el análisis de de la demora total es la calidad de progresión del flujo vehicular. Para el análisis de este factor se utiliza una escala que tiene en cuenta la densidad del pelotón de vehículos y la fase del ciclo del semáforo que recibe al pelotón al llegar a la intersección. En la escalón de la tabla de clasificación se da cuando un pelotón formados por alrededor del 80% de los vehículos que llegan a la intersección, se encuentran con luz roja en el semáforo. En el extremo opuesto, la situación más deseable en la escala de clasificación se produce cuando un pelotón de moderado a denso llega a la intersección cuando comienza el derecho de paso.

3.1.3.1.1.5. Determinación de los niveles de servicio

Como ya se mencionó anteriormente, hay diferentes criterios de clasificación de niveles de servicios de acuerdo a la clase de vía que se esté estudiando. Los criterios se basan en la expectativa que tienen los conductores para distintos tipos de vías urbanas. Se tienen en cuenta los valores típicos de velocidad de vía libre, como así también los niveles de servicio para cada intersección. En la *Figura 16* se pueden observar los diferentes criterios para califica una vía urbana de acuerdo al tipo de calle y la velocidad promedio de desplazamiento. A medida que aumenta el tipo de clase, de acuerdo a la clasificación, peor es la expectativa de los conductores. En relación a la expectativa de los conductores. Puede darse el caso, que por algún tipo de mejoras, una vía urbana pase de una clase a otra inferior y que haya quejas. Esto se da justamente porque cuando mejora la clase de una vía urbana, también mejoran las expectativas que se tienen sobre ella. Además, una mejora de clase puede ir acompañada de un peor nivel de servicio. Es importante aclarar, que para que tenga sentido el análisis por niveles de servicio de una arteria, es necesario que todos los segmentos de la misma sean de la misma clase.

4. Modelo Teórico

4.1. Introducción al modelo teórico

"El cosmos es un cambio permanente, pues todas las cosas se encuentran interrelacionadas, las unas y las otras se afectan mutuamente; el motor de éste cambio es un conflicto entre opuestos, una confrontación eterna de antagonistas. El sol que nos alumbra hoy no es el mismo que el de ayer, pues su relación con otras partes del cosmos no es la misma¹⁸."

Heráclito de Efeso, siglo VI ac

La frase de Heráclito nos pareció una excelente forma de introducirnos en lo que será nuestro modelo teórico de trabajo. Si bien una ciudad no tiene la complejidad del cosmos de Heráclito, podemos afirmar que tiene un comportamiento análogo. Ambos cambian de forma permanente, y es imposible entender esos cambios si no se comprende que hay una interrelación de factores. Es por este motivo que entendemos que no es válido para el estudio de la problemática de una ciudad un enfoque reduccionista, ya que nos puede llevar a solucionar un problema pero crear otros tantos. Estamos convencidos que para lograr los objetivos propuestos en el presente trabajo, es necesario ver a la ciudad como un todo, es decir como un supra sistema, y analizar en profundidad los subsistemas que hacen foco en nuestro tema de estudio, pero sin obviar una descripción del medio que interactúa con él.

4.2. La ciudad como supra sistema

Las ciudades son una forma de ordenación social muy compleja, donde conviven grandes cantidades de personas en porciones reducidas de espacio. Para que una ciudad sea viable, es necesario que la misma se organice de tal forma que permita un constante desarrollo. El desarrollo de una ciudad está enlazado con el progreso de quienes la habitan, es decir las personas. Las personas para progresar deben estar sanas, lo cual implica poder alimentarse, tener acceso a la salud, a la vivienda y a demás servicios básicos. Además, las personas deben poder estudiar y trabajar, tener acceso a la cultura, etc. También deben poder transportarse y vivir en un lugar seguro. Como vemos, después de hacer una somera, y seguramente incompleta, enumeración de las necesidades humanas para el desarrollo de una ciudad, podemos

¹⁸ Santiago Ramírez, Perspectivas en las teorías de sistemas, Siglo XXI editores. 1999.

observar que hay un sinnúmero de factores que interactúan en una urbe, los cuales podemos clasificar en las categorías económicas, sanitarias, educativas, legales, transporte, tránsito, entre otras.

De todos los temas incluidos en las clasificaciones mencionadas ninguno puede ser analizado de forma aislada, ya que se interrelacionan entre sí. Como muestra, basta un sencillo ejemplo: sin desarrollo económico, no existen recursos públicos o privados para destinarlos en salud y educación. Si no se destinan recursos a salud y educación, tampoco habrá recursos humanos destinados para las empresas, por ende se dificultará el desarrollo económico.

Como se mencionó anteriormente, las ciudades deben ser analizadas como un todo, y si se cuenta con la información adecuada, se puede hacer una construcción teórica de sistemas, es decir *como un conjunto de partes coordinadas para alcanzar ciertos objetivos*¹⁹. En este marco, es posible valerse de las clasificaciones que se utilizaron para agrupar los factores que influyen en el desarrollo de las personas como partes del sistema a modo de subsistemas. A pesar de que no es posible analizar de forma aislada cada subsistema, es de extremada utilidad hacer esta construcción teórica, ya que no sólo ayuda a descubrir interrelaciones entre subsistemas, sino que permite fijar planos de análisis y a partir de ellos objetivos.

Las ciudades son organizaciones sociales que no se encuentran aisladas, por el contrario, tienen una gran interacción con el exterior en la mayor parte de sus aspectos. Basta con recordar que el ingreso y egreso de personas a las ciudades es libre; es imposible que las ciudades se autoabastezcan; las ciudades se rigen por legislaciones de nivel superior, en el caso de Argentina legislaciones provinciales y nacionales. Es por esta razón que en el modelado de una ciudad, bajo el enfoque de sistemas, es necesario describir el medio en el que el mismo se desarrolla.

4.3. Subsistema objeto de estudio

Nuestra tarea como investigadores, consiste en construir un modelo teórico que represente la realidad de acuerdo a la delimitación del proyecto. Ese modelo deberá

¹⁹ Johansen, Introducción a la teoría general de sistemas. Editorial Limusa - © 1999

tener en cuenta la interrelación de sus partes, objetivos y sinergia, y permitir ser evaluado de forma objetiva. A su vez, el modelo debe admitir cambios en algunas de sus variables a los fines de analizar los resultados e inferir cambios en la realidad.

4.4. Definición del sistema

El proceso metodológico utilizado en el presente trabajo para la construcción del modelo teórico, tiene una serie de pasos que se enumeran a continuación:

4.4.1. Objetivos del sistema

Churchman²⁰, afirma que los sistemas deben definirse por su función, su fin y no por su estructura. Razón por la que entendemos que en primer lugar se deben puntualizar los objetivos del sistema. La definición de los objetivos del sistema consta de dos partes:

- Establecer el plano de análisis
- Fijar objetivos en función del plano de análisis

4.4.1.1. Establecer el plano de análisis

Como afirma Ambrosini²¹, debido a la existencia de una realidad finita pero con un conocimiento infinito se puede hacer una analogía entre los diferentes planos de análisis de la realidad y la cantidad de rectas que pasan sobre un punto. Es por tal motivo que es necesario establecer y explicitar el plano de análisis sobre el cual se fijan los objetivos, para acotar el sistema y que el mismo no se diluya.

4.4.1.2. Fijar objetivos en función del plano de análisis

Una vez explicitado el plano de análisis de la realidad, se deben fijar los objetivos del sistema propiamente dichos. Johansen²² enfatiza en que los objetivos del sistema deben ser mensurables. Churchman²³, en el mismo sentido, asevera que una de las consideraciones básicas que se deben tener en cuenta cuando se piensa el

²⁰ Churchman, Charles West. *El Enfoque de Sistemas*. Editorial Diana. México 1973

²¹ Prof. Ingeniero Ambrosini, Alejandro. Dictado de la materia Teoría de Sistemas. Instituto Universitario Aeronáutico.

²² Johansen, Introducción a la teoría general de sistemas. Editorial Limusa - © 1999

²³ Churchman, Charles West. *El Enfoque de Sistemas*. Editorial Diana. México 1973

significado de un sistema es la comprendida por los objetivos del sistema, y más específicamente las medidas del comportamiento global.

4.4.2. Relevamiento de datos

Una vez establecido el plano de análisis y los objetivos del sistema, a los fines de comenzar con la construcción del modelo, es necesario hacer un relevamiento de los datos. Este relevamiento consta de diversos pasos:

4.4.2.1. Estudio de volumen

4.4.2.1.1. *Metodología de relevamiento*

La metodología de relevamiento a utilizar será a través de filmaciones simultáneas, en períodos de una hora, en todas las intersecciones en diferentes días, pero de similares características.

4.4.2.1.2. *Características del estudio de volumen*

El estudio de volumen de tránsito permite conocer qué cantidad de usuarios de la vía la utilizan en determinado período de tiempo. Se entiende por usuarios tanto a vehículos como a peatones, en caso de ser relevante. El conteo que se realizará corresponde al tipo clasificación por vehículo²⁴. En estos conteos se tiene en cuenta no sólo la cantidad de vehículos por tiempo, sino también el tipo de vehículo. Además será un conteo en intersecciones²⁵, ya que se deben considerar en cada caso los movimientos de giro.

4.4.2.1.3. *Registración de datos*

La registración de los datos de cada estación de relevamiento debe ser estandar, razón por la cual se utilizarán hojas de trabajo de las entradas del método de planificación²⁶.

²⁴ Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel. *Ingeniería de tránsito y de carreteras*. Editorial THOMSON 3ª Edición.

²⁵ Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel. *Ingeniería de tránsito y de carreteras*. Editorial THOMSON 3ª Edición.

²⁶ Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																							
Intersección: _____		Fecha: _____																					
Analista: _____		Periodo analizado: _____																					
Proyecto No.: _____		Ciudad/estado: _____																					
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>_____ CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p>																					
		<p>_____ CALLE ESTE - OESTE</p>																					
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>			<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																				
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento _____</p> <p>Coordinación _____</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq. _____</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida _____</p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida _____</p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición _____</p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <p style="text-align: center;">N S E O</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																					<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input type="checkbox"/></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín _____</p> <p style="padding-left: 20px;">Máx _____</p>	

Figura 17: Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación²⁷

4.4.2.2. Condiciones geométricas

También es necesario relevar la información concerniente a las condiciones geométricas de las vías en estudio. En el estudio se deben consignar datos tales como ancho de la calzada, pendiente o cualquier otro dato de índole físico que afecte la fluidez o seguridad de la vía y quien haga el relevamiento, con criterio, entienda que se debe incluir.

²⁷ FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.

4.4.2.3. Señalización

La señalización en el ámbito urbano tiene una magnitud relevante. Es de destacar que en la ciudad de Córdoba, la señalización tiene mayor jerarquía que el código de tránsito, es decir que si el código señala una norma, y la señalización observa otra norma antagónica, prevalece la señalización²⁸. La señalización que se debe relevar es la de índole restrictiva, ya que es la que modificará la fluidez de la vía. Especial atención merecen los semáforos, ya que se deben relevar ciclos, fases y establecer si existe algún tipo de coordinación entre semáforos adyacentes.

4.4.3. Medio del sistema

Entendemos que una parte fundamental del diseño del modelo es la definición del medio ambiente del sistema. Estrada²⁹, en su análisis sobre los planteamientos generales de Churchman, afirma que cuando se dice que algo está fuera del sistema, es porque se puede hacer muy poco sobre sus características y comportamiento. Sin embargo, el hecho de no poder controlarlo, no implica que el medio no condicione al sistema. Por el contrario, es el motivo principal por el que debe ser tenido en cuenta. Churchman³⁰ propone una metodología para establecer si un aspecto determinado pertenece al medio o al sistema. El mismo consiste en hacer dos preguntas al respecto:

- ¿Puedo modificar algo?
- ¿Tiene importancia para mis objetivos?

En caso de que la primera respuesta sea negativa y la segunda positiva, ese aspecto constituye parte de nuestro medio.

4.4.4. Recursos del sistema

Este paso del proceso metodológico es de especial importancia para nuestro trabajo. Ya que en el mismo nosotros pretendemos, una vez concretado el modelo de la realidad, hacer modificaciones a los fines de evaluar cambios. Las modificaciones

²⁸ En la ciudad de Córdoba, la jerarquía de la señalización sólo es superada por la indicación del inspector de tránsito.

²⁹ Latorre Estrada, Emilio. *Teoría general de sistemas aplicada a la solución integral de problemas*. Editorial Universidad del Valle. 1996

³⁰ Churchman, Charles West. *El Enfoque de Sistemas*. Editorial Diana. México 1973

propuestas deberán hacerse sobre los recursos del sistema. Johansen³¹ define los recursos del sistema, en oposición al medio ambiente del sistema, como todo aquello que el sistema puede cambiar o utilizar en su propia ventaja, es decir los recursos sobre los que el sistema tiene el control. Los recursos del sistema son un factor mensurable, caso contrario no tendrían demasiada utilidad en el análisis. Como dijo DeMarco³², no se puede controlar lo que no se puede medir.

4.4.5. Componentes del sistema

Los recursos del sistema, son controlados a partir de los componentes del sistema. Por tal motivo, una vez individualizados los recursos del sistema, es fundamental la identificación de los componentes que los gestionan. Es importante aclarar, que los componentes del sistema pueden también ser considerados subsistemas.

4.4.6. Sinergia

La sinergia es una característica de los sistemas en el cual las propiedades del todo son diferentes a las propiedades de cada una de las partes de forma individual. Ambrosini³³ ejemplifica la sinergia a través del siguiente ejemplo: una molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Tanto el hidrógeno como el oxígeno, de forma individual, tienen la propiedad de ser inflamables. Sin embargo el agua, no sólo que no tiene la propiedad de ser inflamable, sino que se utiliza para apagar fuegos.

4.5. Herramienta de software

La herramienta de software que se utilizará para la construcción del modelo, es el compuesto por el paquete Synchro 7³⁴ ®. Este paquete incluye Synchro, SimTraffic y 3D Viewer con las siguientes características:

- Synchro: permite la realización de análisis macroscópicos y optimizaciones.

³¹ Johansen, Introducción a la teoría general de sistemas. Editorial Limusa - © 1999

³² "You can't control what you can't measure". Tom DeMarco. Controlling Software Projects, Management Measurement & Estimation.

³³ Prof. Ingeniero Ambrosini, Alejandro. Dictado de la materia Teoría de Sistemas. Instituto Universitario Aeronáutico.

³⁴ <http://www.trafficware.com/>

- SimTraffic: permite hacer simulaciones microscópicas.
- 3D Viewer: permite vistas en tres dimensiones de los resultados del SimTraffic.

Existen dos tipos de modelados, de los cuales la herramienta a utilizar, cuenta con las dos variantes:

- Modelados macroscópicos
- Modelados microscópicos

4.5.1. Modelados macroscópicos

El modelo de nivel macroscópico representa al tráfico en términos de mediciones agregadas por cada movimiento para las intersecciones. Ecuaciones son usadas para determinar medidas de los retrasos de las colas, niveles de servicio, etc.

4.5.2. Modelados microscópicos

A diferencia de los modelados macroscópicos, en este tipo de modelados no se trabajan con agregados, sino que cada evento es reflejado en el modelado. Con este tipo de herramientas de modelados es posible observar de una manera fina como operan los semáforos y analizar situaciones que son muy complejas en el modelado macroscópico como por ejemplo:

- Intersecciones muy próximas entre sí con problemas de bloqueo
- Intersecciones muy próximas entre sí con problemas de cambio de carril
- Efectos de señalización en intersecciones no señalizadas y cambios de accesos
- Como operan las intersecciones bajo altas congestiones.

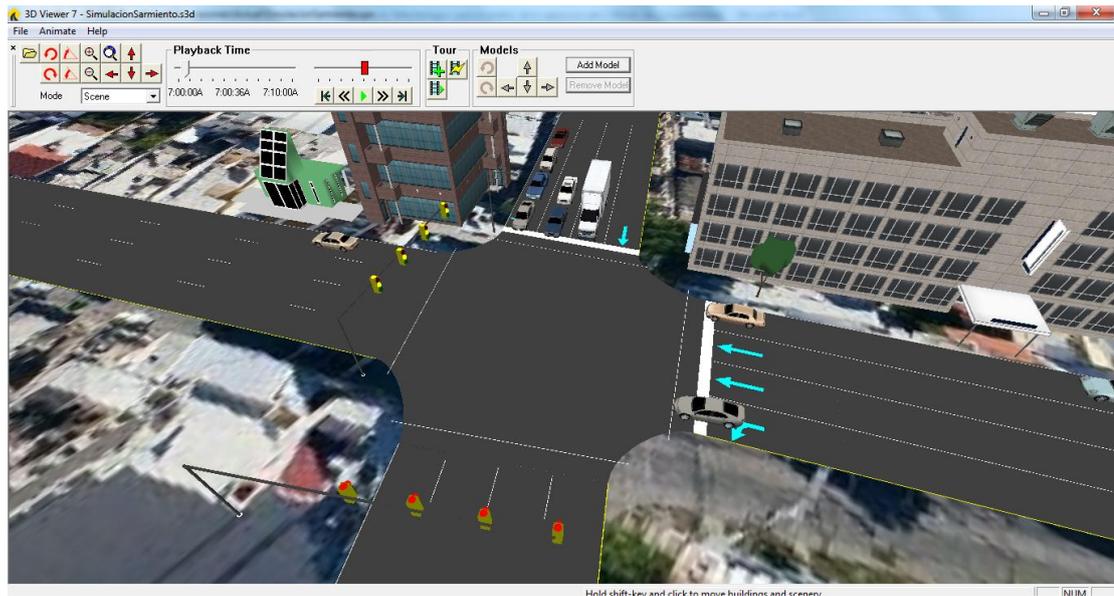


Figura 18: Imagen de modelador microscópico

4.5.3. Modelado del sistema con Synchro Studio 7

A partir del relevamiento de volumen, el relevamiento de las condiciones geográficas y el relevamiento de la señalización de la zona de estudio, se creará en la herramienta de software, un modelo de la realidad. Este modelo, a través del software, nos permite elaborar una serie de informes que servirán de estándar de comparación con los siguientes modelos. En el presente trabajo no se utilizan las diferentes funcionalidades de optimización que provee la herramienta de software.

4.5.3.1. Informe de medidas de efectividad por intersección

Los informes de intersección nos servirán de estándar de comparación con otros modelos y nos aproximarán a establecer la intersección más importante del sistema. Esta información es de máxima relevancia cuando se diseña la coordinación de semáforos. Se presentará un informe por cada intersección y las calles que la componen, y en cada uno se incluirá:

- Volumen (vph): cantidad de vehículos que traspasan la intersección.
- Demora/vehículo (s/v): demora promedio que sufre un vehículo a causa del semáforo. Este valor se usa para definir el nivel de servicio de una intersección.
- Paradas (#)

- Consumo de combustible (l): este valor es calculado en función de las demoras, paradas, velocidad, distancia recorrida y tiempo de viaje.
- Economía de combustible (km/l): es la relación entre distancia y consumo de combustible.
- Emisiones de monóxido de carbono (kg): este valor es calculado en función del combustible consumido.
- Emisiones de óxido de nitrógeno (kg): este valor es calculado en función del combustible consumido.
- Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg): este valor es calculado en función del combustible consumido.

Intersección:			
Informe	Proviene de	Proviene de	Total Intersección
Volumen (vph)			
Demora/vehículo (s/v)			
Paradas (#)			
Consumo de combustible (l)			
Economía de combustible (km/l)			
Emisiones de monóxido de carbono (kg)			
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)			
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)			

Figura 19: Modelo de informe de medidas de efectividad por intersección

4.5.3.2. Informe de nivel de efectividad de la arteria principal

Este informe nos servirá de estándar de estándar de comparación. Nos provee valiosos datos del funcionamiento y nivel de efectividad de la arteria principal en estudio en relación a:

- Demora/vehículo (s/v): demora promedio que sufre un vehículo a causa del semáforo. Este valor se usa para definir el nivel de servicio de una intersección.
- Paradas (#)
- Consumo de combustible (l): este valor es calculado en función de las demoras, paradas, velocidad, distancia recorrida y tiempo de viaje.
- Economía de combustible (km/l): es la relación entre distancia y consumo de combustible.

- Emisiones de monóxido de carbono (kg): este valor es calculado en función del combustible consumido.
- Emisiones de óxido de nitrógeno (kg) : este valor es calculado en función del combustible consumido.
- Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg): este valor es calculado en función del combustible consumido.
- Performance: es una combinación de las demoras y las paradas.

Informe	Arteria
Demora/vehículo (s/v)	
Paradas (#)	
Consumo de combustible (l)	
Economía de combustible (km/l)	
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	
Performance	

Figura 20: Modelo de informe de medidas de efectividad de la arteria principal

4.5.3.3. Informe de nivel de efectividad de todo el sistema

Este informe, nos provee información global de todo el sistema, y al igual que los sistemas anteriores nos servirá de estándar de comparación con los modelos derivados. En el mismo se incluye:

- Cantidad de intersecciones incluidas en el sistema.
- Demora/vehículo (s/v): demora promedio que sufre un vehículo a causa del semáforo. Este valor se usa para definir el nivel de servicio de una intersección.
- Paradas (#)
- Consumo de combustible (l): este valor es calculado en función de las demoras, paradas, velocidad, distancia recorrida y tiempo de viaje.
- Economía de combustible (km/l): es la relación entre distancia y consumo de combustible.
- Emisiones de monóxido de carbono (kg): este valor es calculado en función del combustible consumido.

- Emisiones de óxido de nitrógeno (kg) : este valor es calculado en función del combustible consumido.
- Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg): este valor es calculado en función del combustible consumido.
- Performance: es una combinación de las demoras y las paradas.

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	
Demora/vehículo (s/v)	
Paradas (#)	
Consumo de combustible (l)	
Economía de combustible (km/l)	
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	
Performance	

Figura 21: Modelo de informe de medidas de efectividad de todo el sistema

4.5.3.4. Informe de nivel de servicio de la arteria

El presente informe es uno de los más importantes de todos los que provee la herramienta de software, ya que nos brinda información referente a:

- Clase de arteria³⁵
- Velocidad (km/h): representa la velocidad máxima de la vía.
- Tiempo de marcha³⁶
- Demora del semáforo³⁷
- Tiempo de desplazamiento (s)
- Distancia (km)
- Velocidad en la arteria
- Nivel de servicio³⁸

³⁵ Los detalles de lo que representa la clase de arteria o calle, se encuentran enunciados en el punto 3.1.3.1.1.2. del presente trabajo.

³⁶ Los detalles de lo que representa el tiempo de marcha, se encuentran enunciados en el punto 3.1.3.1.1.3. del presente trabajo.

³⁷ Los detalles de lo que representa la demora en el semáforo, se encuentran enunciados en el punto 3.1.3.1.1.4. del presente trabajo.

³⁸ Los detalles de lo que representa el nivel de servicios, se encuentran enunciados en el punto 3.1.3.1.1.1. del presente trabajo.

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Total								

Figura 22: Modelo de informe de nivel de servicio de la arteria

4.6. Modificaciones al sistema

En este apartado, y en base al modelo de realidad diseñado, se deben elaborar nuevos modelos. Los modelos derivados difieren del original en la en la gestión de los recursos del sistema. En los siguientes pasos se expone el proceso metodológico que se utilizará para la concreción de los nuevos modelos.

4.6.1. Elección de la intersección base

Los sistemas coordinados de sistemas, de forma obligada, deben tener idénticas duraciones de ciclo en todos los semáforos que conformen la red. Es por esta razón que el primer paso hacia un nuevo modelo es la selección de una intersección base, para que en función de la misma se puedan realizar los cálculos de coordinación. Para la selección de la intersección base, son de mucha utilidad los informes emitidos por la herramienta de software en base al modelo original³⁹.

4.6.2. Cálculo de nuevos tiempos de semáforos

Una vez seleccionada la intersección base, comienza el proceso de cálculo de nuevos tiempos. En función de nuestra investigación, para el cálculo de nuevos tiempos utilizaremos las dos metodologías detalladas en profundidad en el Marco Teórico. Estas metodologías son las denominadas Webster y MCC. Si bien es posible que arrojen diferentes resultados, es decir que dupliquen la cantidad de modelos derivados, entendemos que es importante analizar las dos metodologías.

³⁹ Para más detalles de los informes de la herramienta de software, ver el punto 4.5.

4.6.3. Coordinación de semáforos de la arteria principal

Una vez seleccionada la intersección base, y en función de los tiempos de ciclo y fases calculados para la misma, es posible comenzar con las tareas de coordinación de semáforos. En nuestro caso utilizaremos tres metodologías, investigadas en el Marco Teórico del presente trabajo, para la coordinación de semáforos:

- Sistema simultáneo
- Sistema alterno
- Sistema progresivo

4.7. Comparación de modelos

Por cada intersección base que se escoja, metodología utilizada para cálculo de tiempos del semáforo y metodología de coordinación se debe confeccionar un modelo derivado del original. A continuación se presenta una tabla de posibilidades:

Intersección	Método de cálculo de tiempos del semáforo	Metodología de coordinación	Modelo
Intersección A	Webster	Simultáneo	Modelo 1
		Alterno	Modelo 2
		Progresivo	Modelo 3
	MCC	Simultáneo	Modelo 4
		Alterno	Modelo 5
		Progresivo	Modelo 6
Intersección B	Webster	Simultáneo	Modelo 7
		Alterno	Modelo 8
		Progresivo	Modelo 9
	MCC	Simultáneo	Modelo 10
		Alterno	Modelo 11
		Progresivo	Modelo 12

Figura 23: Ramificación de modelos derivados

Por cada modelo derivado, a los fines de evaluarlos y a su vez compararlos con el resto, se emitirán los siguientes informes:

- Informe de nivel de efectividad de la arteria principal
- Informe de nivel de efectividad de todo el sistema
- Informe de nivel de servicio de la arteria

4.7.1. Criterios de comparación

A los fines de comparar modelos, es necesario establecer criterios de comparación. Debido a que los niveles de servicio de la arteria principal engloban un comportamiento global del sistema, es que en primer lugar utilizaremos estos valores a los fines de confrontar modelos. Para ello, construiremos una tabla en la que se incluirán los niveles de servicio de todas las intersecciones y de la arteria principal para el modelo de la realidad y cada uno de los modelos derivados. A continuación se muestra un ejemplo:

		Modelo de la realidad	Modificaciones del Sistema												
			Intersección A						Intersección B						
			WEBSTER			MCC			WEBSTER			MCC			
			Simultáneo	Alternativo	Progresivo	Simultáneo	Alternativo	Progresivo	Simultáneo	Alternativo	Progresivo	Simultáneo	Alternativo	Progresivo	
Niveles de servicio por intersección	Intersección														
	Roma														
	Viamonte														
	J. Ríos														
	Pringles														
	D. Luque														
	Esquiú														
Niveles de servicio de la arteria	Total														

Figura 24: Modelo de plantilla de comparación de NDS

En caso de haber un empate, el parámetro a comparar es la demora por vehículo que producen los semáforos. El mismo también se consigna en los informes de la herramienta de software.

4.8. Conclusión

En función de la comparación de modelos, se debe llegar a la conclusión de qué modelo derivado es superior al resto. A su vez, se debe comparar el mejor modelo derivado con el modelo de realidad. Para esta tarea se utiliza la siguiente tabla comparativa:

		Modelo de la realidad	Mejor modelo derivado	Diferencias
Niveles de servicio	Roma			+/-
	Viamonte			+/-
	J. Ríos			+/-
	Pringles			+/-
	D. Luque			+/-
	Esquiú			+/-
	Total			+/-
Efectividad del sistema	Demora/vehículo (s/v)			+/- %
	Paradas (#)			+/- %
	Consumo de combustible (l)			+/- %
	Economía de combustible (km/l)			+/- %
	Emisiones de monóxido de carbono (kg)			+/- %
	Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)			+/- %
	Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)			+/- %
	Performance			+/- %

Figura 25: Modelo de tabla comparativa del Modelo Real y el mejor Modelo Derivado

A partir de cada una de las diferencias, es posible realizar un análisis y llegar a la conclusión acerca de las ventajas y desventajas de realizar cambios en el sistema.

5. Concreción del modelo

5.1. Diseño del sistema representativo de la realidad

En la delimitación de nuestro proyecto, se definió de forma detallada nuestro objeto de estudio. Recordemos que el mismo está comprendido por la sección de la Av. Sarmiento entre calles Roma y Esquiú de la ciudad de Córdoba, en días de semana, en el horario pico de 8 hs. a 9 hs. Se encuentran contenidos también, todas las intersecciones y semáforos instalados⁴⁰.

5.1.1. Objetivos del sistema

5.1.1.1. Plano de análisis

El plano de análisis de la presente construcción teórica está basado en los dos principios básicos de la Ingeniería de Tránsito. En primer lugar el tránsito debe ser seguro para conductores y acompañantes de todos los vehículos, como así también para peatones, de forma tal que además resguarde bienes públicos y privados. En segundo lugar, el tránsito de ser fluido.

5.1.1.2. Objetivos

Una de las características de cualquier traza vial urbana, es la existencia de intersecciones en la misma. Las intersecciones son porciones de calzada compartidas por más de una vía y que no pueden ser usadas de forma simultánea por los vehículos de las diferentes vías. La intersección es en definitiva, un recurso por definición escaso que debe ser administrado a los fines de atender la demanda del mismo. En puntos posteriores, analizaremos los niveles de servicio, como forma de evaluar los objetivos.

5.1.2. Relevamiento de datos

5.1.2.1. Estudio de volumen

En el presente estudio de volumen, se relevará el flujo vehicular a lo largo de todas las intersecciones incluidas en la delimitación del proyecto. El objetivo del

⁴⁰ Los semáforos incluidos en el segmento comprenden completamente una zona lógica de análisis de la denominada Central de Semáforos Inteligentes de la ciudad de Córdoba.

mismo es obtener valores, que procesados, sean representativos de la realidad a los fines de construir un modelo teórico de la realidad.

5.1.2.1.1. *Delimitación geográfica del estudio de volumen*

Las intersecciones comprendidas en el presente estudio son:

- Sarmiento y Roma
- Sarmiento y Viamonte
- Sarmiento y Jacinto Ríos
- Sarmiento y Pringles
- Sarmiento y David Luque
- Sarmiento y Félix Frías
- Sarmiento y Esquiú



Figura 26: Intersecciones comprendidas en el estudio de volumen

Como se ve en la figura, en cada intersección se deben contabilizar el número de vehículos que la atraviesan, diferenciando la vía de ingreso a la intersección y la de salida⁴¹.

5.1.2.1.2. *Delimitación temporal del estudio de volumen*

De acuerdo a la entrevista con personal de la central de semáforos de la Municipalidad de Córdoba, relevamientos de campo previos y conversaciones con

⁴¹ Giros

comerciantes y vecinos de la zona, se estableció que el flujo máximo en la zona se produce entre las 08:00 hs. y las 09:00 hs. en días laborables. Por tal motivo se eligió ese horario para el relevamiento. A su vez se eligieron los días del 26 al 30 de agosto, porque coinciden con días laborables, sin cercanía a fines de semana largos y fuera del período vacacional. Por lo tanto, en el presente estudio se relevarán las intersecciones objeto de estudio en el horario de 08:00 hs. a 09:00 hs., los días 26, 27, 28, 29 y 30 de agosto de 2013.

5.1.2.1.3. Metodología de relevamiento

El conteo de vehículos se realizará en función de siete estaciones de conteo. Desde cada estación de conteo se filmará la intersección completa. Se eligió esta metodología ya que al quedar registrado los datos, permite volver sobre los mismos. A su vez, es una metodología por medio del cual no es necesaria una gran capacitación para los encargados de cada estación de conteo. A su vez, todas las estaciones de conteo filmarán las intersecciones de forma simultánea. Como último paso del relevamiento se contarán los vehículos a partir de las filmaciones.

5.1.2.1.4. Registración de datos

Cada una de las filmaciones fue desgravada y se generaron 35 planillas. Las 35 planillas se pueden encontrar en el Anexo Relevamiento de flujo vehicular. Para facilitar su comprensión, en el presente apartado se exponen tablas agrupando datos por intersección y por día:

Intersección: Sarmiento y Roma						
Día	Proviene de Sarmiento	Continúan por Sarmiento	Giran por Roma	Proviene de Roma	Continúan por Roma	Giran por Sarmiento
Lunes	779	725	54	465	407	58
Martes	797	748	49	521	462	59
Miércoles	715	660	55	470	406	64
Jueves	746	692	54	523	464	59
Viernes	786	734	52	486	423	63

Figura 27: Relevamiento intersección Sarmiento y Roma

Intersección: Sarmiento y Viamonte						
Día	Proviene de Sarmiento	Continúan por Sarmiento	Giran por Viamonte	Proviene de Viamonte	Continúan por Viamonte	Giran por Sarmiento
Lunes	663	631	32	525	338	187
Martes	615	585	30	548	353	195
Miércoles	607	575	32	564	376	188
Jueves	638	605	33	518	325	193
Viernes	577	546	31	533	347	186

Figura 28: Relevamiento intersección Sarmiento y Viamonte

Intersección: Sarmiento y Jacinto Ríos						
Día	Proviene de Sarmiento	Continúan por Sarmiento	Giran por Jacinto Ríos	Proviene de Jacinto Ríos	Continúan por Jacinto Ríos	Giran por Sarmiento
Lunes	765	678	87	416	345	71
Martes	777	697	80	380	308	72
Miércoles	752	663	89	419	346	73
Jueves	801	720	81	406	331	75
Viernes	735	656	79	376	300	76

Figura 29: Relevamiento intersección Sarmiento y Jacinto Ríos

Intersección: Sarmiento y Pringles						
Día	Proviene de Sarmiento	Continúan por Sarmiento	Giran por Pringles	Proviene de Pringles	Continúan por Pringles	Giran por Sarmiento
Lunes	758	711	47	354	283	71
Martes	799	754	45	386	312	74
Miércoles	703	654	49	369	300	69
Jueves	758	712	46	367	299	68
Viernes	735	687	48	361	295	66

Figura 30: Relevamiento intersección Sarmiento y Pringles

Intersección: Sarmiento y Luque						
Día	Proviene de Sarmiento	Continúan por Sarmiento	Giran por Luque	Proviene de Luque	Continúan por Luque	Giran por Sarmiento
Lunes	762	735	27	180	124	56
Martes	717	693	24	196	144	52
Miércoles	808	782	26	193	137	56
Jueves	781	757	24	188	139	49
Viernes	769	746	23	178	124	54

Figura 31: Relevamiento intersección Sarmiento y David Luque

Intersección: Sarmiento y Frías						
Día	Proviene de Sarmiento	Continúan por Sarmiento	Giran por Frías	Proviene de Frías	Continúan por Frías	Giran por Sarmiento
Lunes	807	789	18	30	22	8
Martes	766	748	18	32	23	9
Miércoles	754	735	19	30	24	6
Jueves	794	778	16	26	21	5
Viernes	843	829	14	35	25	10

Figura 32: Relevamiento intersección Sarmiento y Félix Frías

Intersección: Sarmiento y Esquiú						
Día	Proviene de Sarmiento	Continúan por Sarmiento	Giran por Esquiú	Proviene de Esquiú	Continúan por Esquiú	Giran por Sarmiento
Lunes	822	709	113	905	808	97
Martes	753	645	108	841	739	102
Miércoles	746	640	106	825	733	92
Jueves	796	682	114	877	781	96
Viernes	761	657	104	923	811	112

Figura 33: Relevamiento intersección Sarmiento y David Luque

5.1.3. Relevamiento de las condiciones geométricas

Las condiciones geométricas de las arterias objeto de estudio, se resumen en los siguientes cuadros:

Calle	Ancho de calle	Carriles útiles	Sentidos de circulación	Carriles de estacionamiento
Sarmiento	11,8	3	1	1
Roma	11,6	3	1	1
Viamonte	11,6	3	1	1
Jacinto Rios	11,6	3	1	1
Pringles	11,6	3	1	1
David Luque	11,6	3	1	1
Felix Frias	11,6	3	1	1
Esquiú	11,6	3	1	1

Figura 34: Condiciones geométricas de las arterias



Figura 35: Distancia entre intersecciones

Cabe destacar, que no se observaron rasgos geométricos que alteren la fluidez o seguridad de la vía. En ninguna de las arterias se pudieron observar pendientes relevantes, lomos de burro o badenes. Al momento del relevamiento de las diferentes vías, estas se encontraban en condiciones óptimas de circulación.

5.1.4. Relevamiento de la señalización

Se pudo comprobar que en el sector existe señalización restrictiva en cuanto a circulación que consta de carteles fijando un tope de 50 km/h a la velocidad máxima de circulación en todas las vías. Además, se pudo constatar la existencia de semáforos en todas las intersecciones en estudio menos en la de Sarmiento y Félix Frías. Todos los semáforos tienen los mismos tiempos, es decir que tienen idénticas duraciones de ciclo y fases de acuerdo al siguiente diagrama de fases:

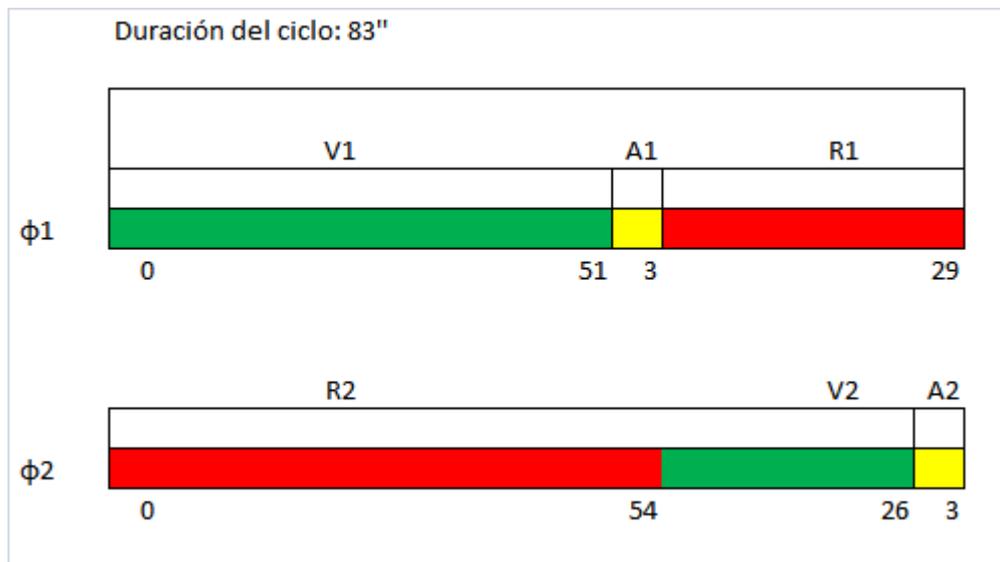


Figura 36: Diagrama de fases

Es importante destacar, que los tiempos de los semáforos de las diferentes intersecciones se encuentran coordinados con un desfase de 10". Al instante cero, comienza el ciclo en Sarmiento y Roma, y en cada semáforo adyacente el ciclo comienza con 10" de retardo, a excepción de los semáforos instalados en Sarmiento y

David Luque, y Sarmiento y Esquiú, que entre ellos tienen un desfase de 20". Esta diferencia es probable que haya sido planificada ya que entre estos semáforos existe el doble de distancia que entre los semáforos anteriores.

5.1.5. Medio del sistema

La congestión del tránsito vehicular es uno de los grandes problemas que tiene la ciudad de Córdoba. Si bien este inconveniente es compartido por la mayoría de las grandes urbes, el mismo se manifiesta en la ciudad de Córdoba con mayor gravedad debido a algunos factores particulares. A continuación, enumeramos los que a nuestro entender son los más relevantes:

- **Economía y población:** es importante recordar que Córdoba es la segunda ciudad del país en relación a su población, y a su vez es uno de los centros de comercio más importantes y de mayor crecimiento de la Argentina, lo que influye en que su parque automotor haya tenido un gran crecimiento en las últimas décadas.
- **Extensión territorial:** Córdoba es una de las ciudades con mayor extensión territorial del mundo a consecuencia de un crecimiento desordenado. La ciudad tiene muchos lugares y pocas vías de comunicación. Su falta de planificación impidió prever la inversión en infraestructura para evitar los colapsos hoy existentes.
- **Transporte público:** la ciudad ha fracasado de forma sistemática en su política de transporte pública, razón por la cual los vecinos se ven obligados a usar un vehículo propio para transportarse por la ciudad.
- **Geografía:** la ciudad de Córdoba es atravesada por un río. Al haber menos puentes que los necesarios, obliga a los vehículos a confluir en determinadas vías. La Av. Sarmiento, parte de objeto de estudio del presente trabajo, es una vía que permite acceder al centro comercial de la ciudad a través de un puente.

5.1.6. Recursos del sistema

Como ya se mencionó con anterioridad, los recursos del sistema son todos aquellos factores que el sistema puede cambiar a los fines de utilizar en beneficio

propio. De acuerdo a la delimitación del proyecto, el recurso que es modificable es el conformado por la configuración de los tiempos de cada uno de los semáforos.

5.1.7. Componentes del sistema

Los componentes de un sistema son quienes controlan los recursos del sistema. Como se detalló en el punto anterior, los recursos están compuestos por la configuración de tiempos de cada uno de los semáforos, por ende los componentes del sistema son todos los semáforos comprendidos en el área objeto de estudio.

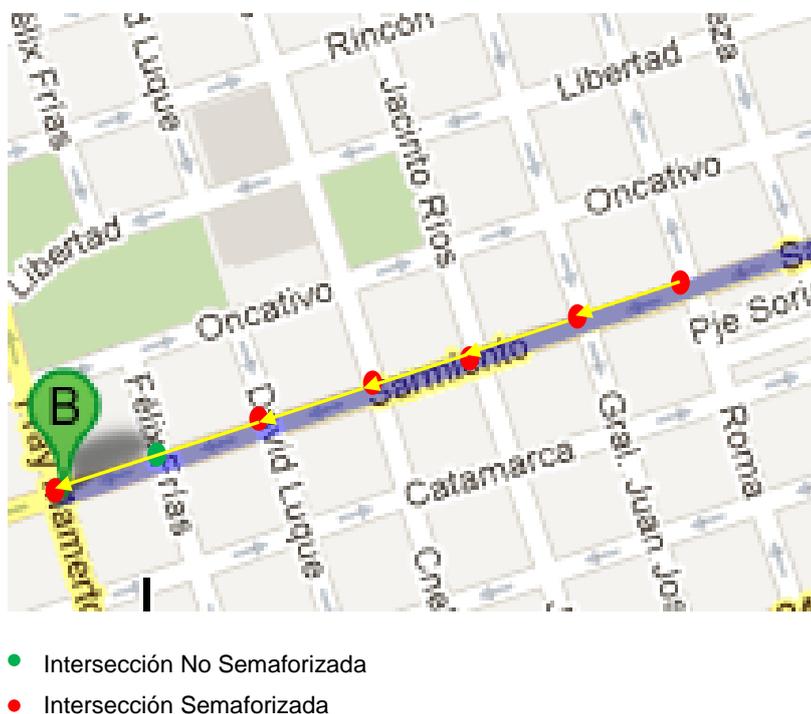


Figura 37: Esquema de componentes del sistema y sus relaciones

Si bien cada uno de los componentes del sistema puede ser analizado como un subsistema en sí mismo, a los efectos del presente trabajo, no es de relevancia. Cabe destacar que en la Figura 30 las relaciones son unidireccionales, ya que la vía es de una sola mano.

5.1.8. Sinergia

Un factor determinante de un sistema es la sinergia, es decir que las propiedades del todo no siempre son las mismas que los de cada componente del sistema de forma individual. En el caso de nuestro objeto de estudio, nosotros

estamos convencidos de que existe sinergia entre los diferentes componentes del sistema, y que de una correcta coordinación de los componentes, es decir a través de una visión global, se pueden obtener mejores niveles de servicio.

5.1.9. Modelado del sistema con Synchro Studio 7

De acuerdo a lo establecido en el Modelo de Teórico, se plasmaron en la herramienta de software, los datos obtenidos en los relevamientos de volumen, relevamiento de condiciones geográficas y relevamiento de señales, lo que permitió conformar un modelo de la realidad. En los siguientes apartados, comenzamos la exposición de reportes que servirán para evaluar el modelo actual y compararlo con los modelos derivados.

5.1.9.1. Medidas de efectividad por arterias

Intersección:			
Sarmiento y Roma			
Informe	Proviene de Sarmiento	Proviene de Roma	Total Intersección
Volumen (vph)	765	494	1259
Demora/vehículo (s/v)	29	6	20
Paradas (#)	644	183	827
Consumo de combustible (l)	41	12	52
Economía de combustible (km/l)	2.3	4.6	2.8
Emissiones de monóxido de carbono (kg)	0.75	0.22	0.97
Emissiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.15	0.04	0.19
Emissiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.17	0.05	0.22

Figura 38: Medidas de efectividad de Sarmiento y Roma

Intersección:			
Sarmiento y Viamonte			
Informe	Proviene de Sarmiento	Proviene de Viamonte	Total Intersección
Volumen (vph)	620	535	1155
Demora/vehículo (s/v)	1	24	12
Paradas (#)	164	404	568
Consumo de combustible (l)	11	25	36
Economía de combustible (km/l)	6.4	2.6	3.8
Emissiones de monóxido de carbono (kg)	0.20	0.46	0.67
Emissiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.04	0.09	0.13
Emissiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.05	0.11	0.15

Figura 39: Medidas de efectividad de Sarmiento y Viamonte

Intersección:			
Sarmiento y Jacinto Ríos			
Informe	Proviene de Sarmiento	Proviene de J. Ríos	Total Intersección
Volumen (vph)	766	399	1165
Demora/vehículo (s/v)	10	22	14
Paradas (#)	628	291	919
Consumo de combustible (l)	29	18	47
Economía de combustible (km/l)	3.3	2.6	3.0
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	0.53	0.33	0.87
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.10	0.06	0.17
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.12	0.08	0.20

Figura 40: Medidas de efectividad de Sarmiento y Jacinto Ríos

Intersección:			
Sarmiento y Pringles			
Informe	Proviene de Sarmiento	Proviene de Pringles	Total Intersección
Volumen (vph)	750	367	1117
Demora/vehículo (s/v)	9	6	8
Paradas (#)	478	128	606
Consumo de combustible (l)	24	9	33
Economía de combustible (km/l)	3.7	5.1	4.0
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	0.45	0.16	0.61
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.09	0.03	0.12
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.10	0.04	0.14

Figura 41: Medidas de efectividad de Sarmiento y Pringles

Intersección:			
Sarmiento y David Luque			
Informe	Proviene de Sarmiento	Proviene de D. Luque	Total Intersección
Volumen (vph)	767	188	955
Demora/vehículo (s/v)	2	21	6
Paradas (#)	452	129	581
Consumo de combustible (l)	20	8	28
Economía de combustible (km/l)	4.5	2.7	4.0
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	0.37	0.15	0.52
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.07	0.03	0.10
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.09	0.03	0.12

Figura 42: Medidas de efectividad de Sarmiento y David Luque

Intersección:			
Sarmiento y Félix Frías			
Informe	Proviene de Sarmiento	Proviene de F. Frías	Total Intersección
Volumen (vph)	793	31	824
Demora/vehículo (s/v)	0	0	0
Paradas (#)	793	31	824
Consumo de combustible (l)	27	1	28
Economía de combustible (km/l)	3.6	3.4	3.6
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	0.50	0.02	0.52
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.10	0.00	0.10
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.12	0.00	0.12

Figura 43: Medidas de efectividad de Sarmiento y Félix Frías

Intersección:			
Sarmiento y Esquiú			
Informe	Proviene de Sarmiento	Proviene de Esquiú	Total Intersección
Volumen (vph)	776	875	1651
Demora/vehículo (s/v)	8	28	19
Paradas (#)	348	736	1084
Consumo de combustible (l)	21	45	66
Economía de combustible (km/l)	4.2	2.2	2.8
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	0.40	0.83	1.22
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.08	0.16	0.24
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.09	0.19	0.28

Figura 44: Medidas de efectividad de Sarmiento y Esquiú

5.1.9.2. Nivel de efectividad de la arteria principal

Este informe nos servirá de estándar de comparación. Nos provee valiosos datos del funcionamiento y nivel de efectividad de la arteria principal.

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	9
Paradas (#)	3507
Consumo de combustible (l)	172
Economía de combustible (km/l)	3.6
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	3.21
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.62
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.74
Performance	22.4

Figura 45: Informe de medidas de efectividad de la arteria principal

5.1.9.3. Nivel de efectividad de todo el sistema

Este informe, nos provee información global de todo el sistema, y al igual que los sistemas anteriores nos servirá de estándar de comparación con los modelos derivados.

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	12
Paradas (#)	5409
Consumo de combustible (l)	289
Economía de combustible (km/l)	3.3
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	5.38
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	1.04
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.24
Performance	43.0

Figura 46: Informe de medidas de efectividad de todo el sistema

5.1.9.4. Nivel de servicio de la arteria

A continuación se expone informe de nivel de servicio de la arteria, con detalles para cada intersección:

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	29.3	42.9	0.12	10.2	F
Viamonte	IV	50	15.9	1.2	17.1	0.11	23.7	C
J. Ríos	IV	50	13.8	9.7	23.5	0.12	18.9	D
Pringles	IV	50	16.6	8.7	25.3	0.12	16.8	D
D. Luque	IV	50	16.5	2.4	18.9	0.12	22.3	C
Esquiú	IV	50	16.3	8.3	24.6	0.12	16.9	D
Total Sarmiento	IV		92.7	59.6	152.3	0.71	16.7	D

Figura 47: Informe de niveles de servicio de toda la arteria

5.2. Modelos alternativos

En este apartado se elaborarán modelos derivados del original. Para cada modelo se seguirán los siguientes pasos:

- Selección de la intersección base
- Cálculo de tiempos del semáforo de la intersección base
 - Webster

- MCC
- Cálculo de coordinación de semáforos
 - Simultáneo
 - Alternado
 - Progresivo
- Emisión de informes

5.2.1. Selección de intersección base

En función de los informes emitidos por la herramienta de software, se ha optado por seleccionar dos intersecciones bases. Las intersecciones no pueden ser base de forma simultánea, razón por la cual los modelos se duplicarán. Las intersecciones seleccionadas son las comprendidas por:

- Sarmiento y Roma
- Sarmiento y Esquiú

La razón principal de la elección se fundamenta en el flujo vehicular que traspasa cada una de las intersecciones, ya que las convierte en intersecciones críticas. En el siguiente cuadro, se puede observar el esquema de trabajo a partir de dos intersecciones:

Intersección	Método de cálculo de tiempos del semáforo	Metodología de coordinación	Modelo
Sarmiento y Roma	Webster	Simultáneo	Modelo 1
		Alterno	Modelo 2
		Progresivo	Modelo 3
	MCC	Simultáneo	Modelo 4
		Alterno	Modelo 5
		Progresivo	Modelo 6
Sarmiento y Esquiú	Webster	Simultáneo	Modelo 7
		Alterno	Modelo 8
		Progresivo	Modelo 9
	MCC	Simultáneo	Modelo 10
		Alterno	Modelo 11
		Progresivo	Modelo 12

Figura 48: Esquema de modelado a partir de dos intersecciones

5.2.2. Cálculo de ciclos y fases

A partir de la selección de las intersecciones base, se calcularon ciclos y fases. Además se confeccionaron los diagramas correspondientes.

5.2.2.1. Sarmiento y Roma – Tiempos Webster

En función de la metodología Webster para el cálculo de la longitud de ciclo del semáforo y su segmentación en fases se obtuvieron los siguientes valores:

Metodología: Webster		Duración del Ciclo: 25"			
Fase	Vía de acceso a la intersección	Rojo	Verde	Amarillo	Todo Rojo
φ1	Sarmiento	9"	11"	3"	1"
φ2	Roma	14"	6"	3"	1"

Figura 49: Ciclo y fases de Sarmiento y Roma - Webster

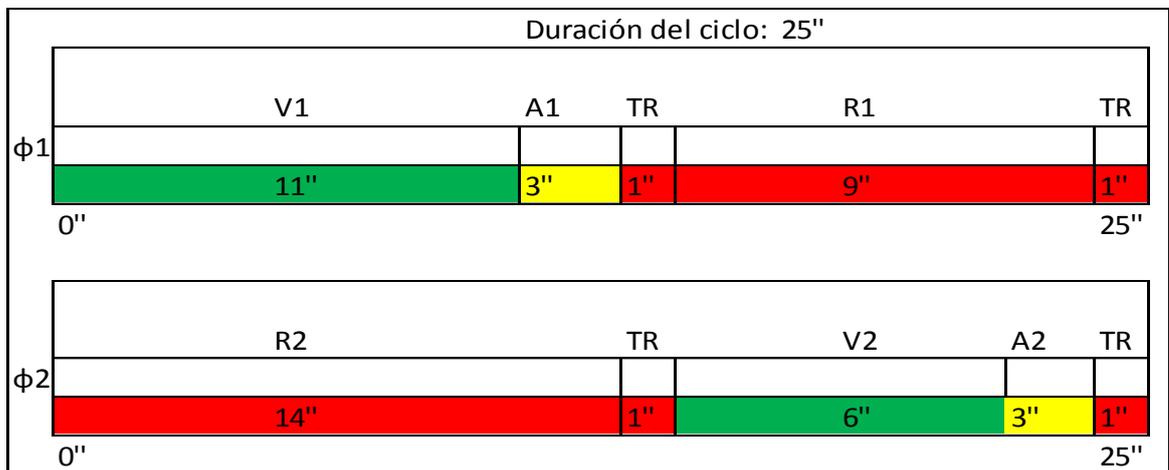


Figura 50: Esquema de ciclo y fases de Sarmiento y Roma - Webster

5.2.2.2. Sarmiento y Roma – Tiempos MCC

En función de la metodología MCC para el cálculo de la longitud de ciclo del semáforo y su segmentación en fases se obtuvieron los siguientes valores:

Metodología: MCC		Duración del Ciclo: 23"			
Fase	Vía de acceso a la intersección	Rojo	Verde	Amarillo	Todo Rojo
φ1	Sarmiento	9"	8"	4"	1"
φ2	Roma	12"	5"	4"	1"

Figura 51: Ciclo y fases de Sarmiento y Roma - MCC

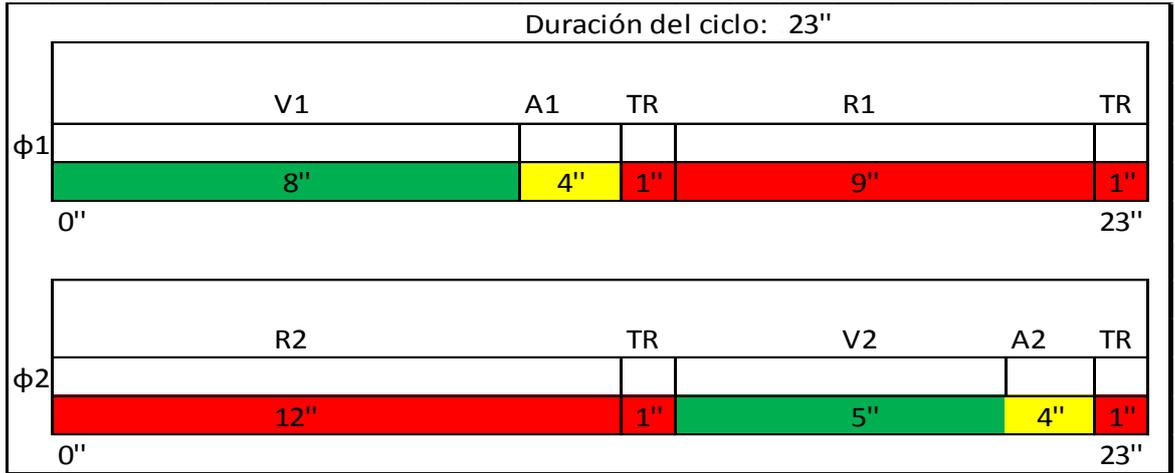


Figura 52: Esquema de ciclo y fases de Sarmiento y Roma - MCC

5.2.2.3. Sarmiento y Esquíú – Tiempos Webster

En función de la metodología Webster para el cálculo de la longitud de ciclo del semáforo y su segmentación en fases se obtuvieron los siguientes valores:

Metodología: Webster		Duración del Ciclo: 31"			
Fase	Vía de acceso a la intersección	Rojo	Verde	Amarillo	Todo Rojo
φ1	Sarmiento	15"	11"	3"	1"
φ2	Esquíú	14"	12"	3"	1"

Figura 53: Ciclo y fases de Sarmiento y Esquíú - Webster

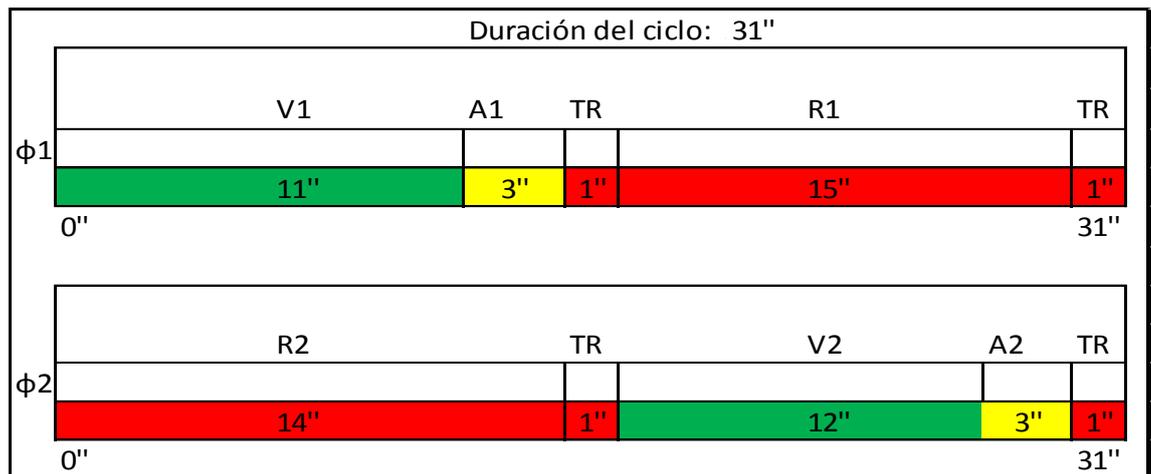


Figura 54: Esquema de ciclo y fases de Sarmiento y Esquíú - Webster

5.2.2.4. Sarmiento y Esquíú – Tiempos MCC

En función de la metodología MCC para el cálculo de la longitud de ciclo del semáforo y su segmentación en fases se obtuvieron los siguientes valores:

Metodología: MCC		Duración del Ciclo: 40"			
Fase	Vía de acceso a la intersección	Rojo	Verde	Amarillo	Todo Rojo
$\phi 1$	Sarmiento	20"	14"	4"	1"
$\phi 2$	Esquiú	18"	16"	4"	1"

Figura 55: Ciclo y fases de Sarmiento y Esquiú - MCC

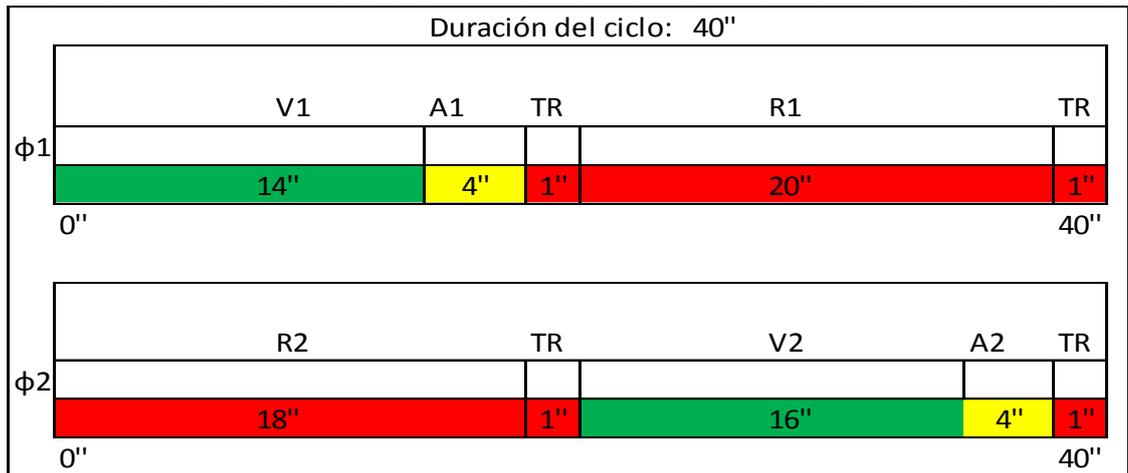


Figura 56: Esquema de ciclo y fases de Sarmiento y Esquiú - MCC

5.2.3. Coordinación de semáforos

En esta etapa del proceso en la que se cuenta con intersecciones base seleccionadas y finalizados los cálculos de obtención de tiempos de ciclos y fases, es posible comenzar con la etapa que tiene como fin coordinar los semáforos de la vía principal y así finalizar la etapa de construcción de modelos alternativos. Debido a que los nuevos modelos son derivados de un modelo original, en los que exclusivamente se modifican los recursos del sistema, por cada uno de los modelos se emiten, para su posterior evaluación y comparación, los siguientes informes:

- Informe de nivel de efectividad de la arteria principal
- Informe de nivel de efectividad de todo el sistema
- Informe de nivel de servicio de la arteria

5.2.3.1. Modelo 1: Sarmiento y Roma – Webster – Simultáneo

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Roma. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de Webster. Los semáforos del modelo, se encuentran

coordinados de modo que todo el sistema tenga los mismos ciclos y fases y tengan aparición simultánea. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.1.1. *Informe de nivel de efectividad de la arteria principal*

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	5
Paradas (#)	2871
Consumo de combustible (l)	144
Economía de combustible (km/l)	4.3
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	2.68
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.52
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.62
Performance	15.4

Figura 57: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Simultáneo)

5.2.3.1.2. *Informe de nivel de efectividad de todo el sistema*

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	8
Paradas (#)	4672
Consumo de combustible (l)	246
Economía de combustible (km/l)	3.9
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	4.57
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.88
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.05
Performance	31.2

Figura 58: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, Webster y Simultáneo)

5.2.3.1.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	6.3	19.9	0.12	22.1	C
Viamonte	IV	50	15.9	5.1	21.0	0.11	19.3	D
J. Ríos	IV	50	13.8	5.3	19.1	0.12	23.3	C
Pringles	IV	50	16.6	8.6	25.2	0.12	16.8	D
D. Luque	IV	50	16.5	4.6	21.1	0.12	20.0	D
Esquiú	IV	50	16.3	6.0	22.3	0.12	18.7	D
Total Sarmiento	IV		92.7	35.9	128.6	0.71	19.8	D

Figura 59: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Simultáneo)

5.2.3.2. Modelo 2: Sarmiento y Roma – Webster – Alternado

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Roma. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de Webster. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados de tal forma que la aparición de luces se alterne roja y verde entre semáforos adyacentes. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.2.1. Informe de nivel de efectividad de la arteria principal

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	4
Paradas (#)	3425
Consumo de combustible (l)	154
Economía de combustible (km/l)	4.0
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	2.86
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.55
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.66
Performance	16.0

Figura 60: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Alternado)

5.2.3.2.2. Informe de nivel de efectividad de todo el sistema

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	8
Paradas (#)	5239
Consumo de combustible (l)	256
Economía de combustible (km/l)	3.7
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	4.77
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.92
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.10
Performance	32.0

Figura 61: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, Webster y Alternado)

5.2.3.2.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	5.5	19.1	0.12	23.0	C
Viamonte	IV	50	15.9	5.5	21.4	0.11	19.0	D
J. Ríos	IV	50	13.8	4.8	18.6	0.12	23.9	C
Pringles	IV	50	16.6	6.6	23.2	0.12	18.3	D
D. Luque	IV	50	16.5	3.2	19.7	0.12	21.4	C
Esquiú	IV	50	16.3	6.0	22.3	0.12	18.7	D
Total Sarmiento	IV		92.7	31.6	124.3	0.71	20.5	D

Figura 62: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Alternado)

5.2.3.3. Modelo 3: Sarmiento y Roma – Webster – Progresivo

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Roma. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de Webster. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados con la modalidad progresiva, es decir que formen una onda verde. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.3.1. Informe de nivel de efectividad de la arteria principal

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	3
Paradas (#)	2021
Consumo de combustible (l)	116
Economía de combustible (km/l)	5.4
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	2.16
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.42
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.50
Performance	9.8

Figura 63: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Progresivo)

5.2.3.3.2. Informe de nivel de efectividad de todo el sistema

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	7
Paradas (#)	3822
Consumo de combustible (l)	218
Economía de combustible (km/l)	4.4
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	4.05
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.78
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.93
Performance	25.6

Figura 64: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, Webster y Progresivo)

5.2.3.3.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	6.3	19.9	0.12	22.1	C
Viamonte	IV	50	15.9	1.1	17.0	0.11	23.9	C
J. Ríos	IV	50	13.8	3.1	16.9	0.12	26.3	C
Pringles	IV	50	16.6	1.9	18.5	0.12	22.9	C
D. Luque	IV	50	16.5	1.5	18.0	0.12	23.4	C
Esquiú	IV	50	16.3	6.0	22.3	0.12	18.7	D
Total Sarmiento	IV		92.7	19.9	112.6	0.71	22.7	C

Figura 65: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, Webster y Progresivo)

5.2.3.4. Modelo 4: Sarmiento y Roma – MCC – Simultáneo

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Roma. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de MCC. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados de modo que todo el sistema tenga los mismos ciclos y fases y tengan aparición simultánea. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.4.1. *Informe de nivel de efectividad de la arteria principal*

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	10
Paradas (#)	3786
Consumo de combustible (l)	184
Economía de combustible (km/l)	3.4
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	3.43
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.66
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.79
Performance	25.1

Figura 66: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Simultáneo)

5.2.3.4.2. *Informe de nivel de efectividad de todo el sistema*

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	13
Paradas (#)	5495
Consumo de combustible (l)	296
Economía de combustible (km/l)	3.2
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	5.50
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	1.06
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.27
Performance	44.9

Figura 67: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, MCC y Simultáneo)

5.2.3.4.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	7.4	21.0	0.12	20.9	C
Viamonte	IV	50	15.9	13.8	29.7	0.11	13.7	E
J. Ríos	IV	50	13.8	13.1	26.9	0.12	16.5	D
Pringles	IV	50	16.6	14.1	30.7	0.12	13.8	E
D. Luque	IV	50	16.5	14.8	31.3	0.12	13.5	E
Esquiú	IV	50	16.3	8.3	24.6	0.12	16.9	D
Total Sarmiento	IV		92.7	71.5	164.2	0.71	15.5	D

Figura 68: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Simultáneo)

5.2.3.5. Modelo 5: Sarmiento y Roma – MCC – Alternado

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Roma. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de MCC. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados de tal forma que la aparición de luces se alterne roja y verde entre semáforos adyacentes. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.5.1. Informe de nivel de efectividad de la arteria principal

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	5
Paradas (#)	0.66
Consumo de combustible (l)	158
Economía de combustible (km/l)	3.9
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	2.94
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.57
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.68
Performance	17.3

Figura 69: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Alternado)

5.2.3.5.2. Informe de nivel de efectividad de todo el sistema

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	10
Paradas (#)	0.64
Consumo de combustible (l)	270
Economía de combustible (km/l)	3.5
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	5.02
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.97
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.16
Performance	37.2

Figura 70: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, MCC y Alternado)

5.2.3.5.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	7.4	21.0	0.12	20.9	C
Viamonte	IV	50	15.9	5.6	21.5	0.11	18.9	D
J. Ríos	IV	50	13.8	5.6	19.4	0.12	22.9	C
Pringles	IV	50	16.6	6.3	22.9	0.12	18.5	D
D. Luque	IV	50	16.5	3.8	20.3	0.12	20.8	D
Esquiú	IV	50	16.3	8.3	24.6	0.12	16.9	D
Total Sarmiento	IV		92.7	37.0	129.7	0.71	19.7	D

Figura 71: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Alternado)

5.2.3.6. Modelo 6: Sarmiento y Roma – MCC – Progresivo

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Roma. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de MCC. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados con la modalidad progresiva, es decir que formen una onda verde. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.6.1. Informe de nivel de efectividad de la arteria principal

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	4
Paradas (#)	2050
Consumo de combustible (l)	120
Economía de combustible (km/l)	5.2
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	2.23
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.43
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.51
Performance	11.0

Figura 72: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Progresivo)

5.2.3.6.2. Informe de nivel de efectividad de todo el sistema

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	9
Paradas (#)	3759
Consumo de combustible (l)	231
Economía de combustible (km/l)	4.1
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	4.30
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.83
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.99
Performance	30.8

Figura 73: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Roma, MCC y Progresivo)

5.2.3.6.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	7.4	21.0	0.12	20.9	C
Viamonte	IV	50	15.9	1.4	17.3	0.11	23.5	C
J. Ríos	IV	50	13.8	4.0	17.8	0.12	25.0	C
Pringles	IV	50	16.6	2.0	18.6	0.12	22.8	C
D. Luque	IV	50	16.5	2.1	18.6	0.12	22.7	C
Esquiú	IV	50	16.3	8.3	24.6	0.12	16.9	D
Total Sarmiento	IV		92.7	25.2	117.9	0.71	21.6	C

Figura 74: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Roma, MCC y Progresivo)

5.2.3.7. Modelo 7: Sarmiento y Esquiú – Webster – Simultáneo

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Esquiú. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de Webster. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados de modo que todo el sistema tenga los mismos ciclos y fases y tengan aparición simultánea. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.7.1. *Informe de nivel de efectividad de la arteria principal*

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	9
Paradas (#)	3705
Consumo de combustible (l)	179
Economía de combustible (km/l)	3.5
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	3.32
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.64
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.77
Performance	23.5

Figura 75: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Simultáneo)

5.2.3.7.2. *Informe de nivel de efectividad de todo el sistema*

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	8
Paradas (#)	5490
Consumo de combustible (l)	267
Economía de combustible (km/l)	3.6
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	4.96
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.96
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.14
Performance	34.4

Figura 76: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, Webster y Simultáneo)

5.2.3.7.3. *Informe de nivel de servicio de la arteria*

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	9.7	23.3	0.12	18.8	D
Viamonte	IV	50	15.9	9.8	25.7	0.11	15.8	D
J. Ríos	IV	50	13.8	10.9	24.7	0.12	18.0	D
Pringles	IV	50	16.6	13.3	29.9	0.12	14.2	E
D. Luque	IV	50	16.5	10.1	26.6	0.12	15.8	D
Esquiú	IV	50	16.3	10.2	26.5	0.12	15.7	D
Total Sarmiento	IV		92.7	64.0	156.7	0.71	16.3	D

Figura 77: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Simultáneo)

5.2.3.8. Modelo 8: Sarmiento y Esquiú – Webster – Alternado

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Esquiú. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de Webster. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados de tal forma que la aparición de luces se alterne roja y verde entre semáforos adyacentes. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.8.1. *Informe de nivel de efectividad de la arteria principal*

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	7
Paradas (#)	4374
Consumo de combustible (l)	185
Economía de combustible (km/l)	3.4
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	3.45
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.67
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.80
Performance	22.4

Figura 78: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Alternado)

5.2.3.8.2. *Informe de nivel de efectividad de todo el sistema*

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	7
Paradas (#)	6163
Consumo de combustible (l)	274
Economía de combustible (km/l)	3.5
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	5.09
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.98
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.17
Performance	33.4

Figura 79: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, Webster y Alternado)

5.2.3.8.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	9.3	22.9	0.12	19.2	D
Viamonte	IV	50	15.9	6.4	22.3	0.11	18.2	D
J. Ríos	IV	50	13.8	8.6	22.4	0.12	19.8	D
Pringles	IV	50	16.6	6.9	23.5	0.12	18.0	D
D. Luque	IV	50	16.5	8.3	24.8	0.12	17.0	D
Esquiú	IV	50	16.3	10.2	26.5	0.12	15.7	D
Total Sarmiento	IV		92.7	49.7	142.4	0.71	17.9	D

Figura 80: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Alternado)

5.2.3.9. Modelo 9: Sarmiento y Esquiú – Webster – Progresivo

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Esquiú. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de Webster. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados con la modalidad progresiva, es decir que formen una onda verde. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.9.1. Informe de nivel de efectividad de la arteria principal

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	5
Paradas (#)	2533
Consumo de combustible (l)	134
Economía de combustible (km/l)	4.6
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	2.50
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.48
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.58
Performance	13.8

Figura 81: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Progresivo)

5.2.3.9.2. Informe de nivel de efectividad de todo el sistema

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	6
Paradas (#)	4318
Consumo de combustible (l)	223
Economía de combustible (km/l)	4.3
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	4.14
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.80
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.95
Performance	24.7

Figura 82: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, Webster y Progresivo)

5.2.3.9.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	9.7	23.3	0.12	18.8	D
Viamonte	IV	50	15.9	1.8	17.7	0.11	22.9	C
J. Ríos	IV	50	13.8	5.2	19.0	0.12	23.4	C
Pringles	IV	50	16.6	2.7	19.3	0.12	22.0	C
D. Luque	IV	50	16.5	2.4	18.9	0.12	22.3	C
Esquiú	IV	50	16.3	10.2	26.5	0.12	15.7	D
Total Sarmiento	IV		92.7	32.0	124.7	0.71	20.5	D

Figura 83: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, Webster y Progresivo)

5.2.3.10. Modelo 10: Sarmiento y Esquiú – MCC – Simultáneo

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Esquiú. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de MCC. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados de modo que todo el sistema tenga los mismos ciclos y fases y tengan aparición simultánea. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.10.1. *Informe de nivel de efectividad de la arteria principal*

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	11
Paradas (#)	3521
Consumo de combustible (l)	182
Economía de combustible (km/l)	3.4
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	3.38
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.65
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.78
Performance	25.6

Figura 84: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Simultáneo)

5.2.3.10.2. *Informe de nivel de efectividad de todo el sistema*

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	10
Paradas (#)	5321
Consumo de combustible (l)	273
Economía de combustible (km/l)	3.5
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	5.08
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.98
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.17
Performance	37.7

Figura 85: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, MCC y Simultáneo)

5.2.3.10.3. *Informe de nivel de servicio de la arteria*

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	13.2	26.8	0.12	16.4	D
Viamonte	IV	50	15.9	7.7	23.6	0.11	17.2	D
J. Ríos	IV	50	13.8	16.0	29.8	0.12	14.9	D
Pringles	IV	50	16.6	14.4	31.0	0.12	13.7	E
D. Luque	IV	50	16.5	11.6	28.1	0.12	15.0	D
Esquiú	IV	50	16.3	12.8	29.1	0.12	14.3	E
Total Sarmiento	IV		92.7	75.7	168.4	0.71	15.1	D

Figura 86: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Simultáneo)

5.2.3.11. Modelo 11: Sarmiento y Esquiú – MCC – Alternado

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Esquiú. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de MCC. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados de tal forma que la aparición de luces se alterne roja y verde entre semáforos adyacentes. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.11.1. *Informe de nivel de efectividad de la arteria principal*

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	10
Paradas (#)	4566
Consumo de combustible (l)	201
Economía de combustible (km/l)	3.1
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	3.75
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.72
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.86
Performance	27.2

Figura 87: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Alternado)

5.2.3.11.2. *Informe de nivel de efectividad de todo el sistema*

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	10
Paradas (#)	6379
Consumo de combustible (l)	294
Economía de combustible (km/l)	3.3
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	5.46
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	1.05
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.26
Performance	39.4

Figura 88: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, MCC y Alternado)

5.2.3.11.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	11.8	25.4	0.12	17.3	D
Viamonte	IV	50	15.9	9.7	25.6	0.11	15.9	D
J. Ríos	IV	50	13.8	12.1	25.9	0.12	17.2	D
Pringles	IV	50	16.6	10.7	27.3	0.12	15.5	D
D. Luque	IV	50	16.5	13.0	29.5	0.12	14.3	E
Esquiú	IV	50	16.3	12.8	29.1	0.12	14.3	E
Total Sarmiento	IV		92.7	70.1	162.8	0.71	15.7	D

Figura 89: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Alternado)

5.2.3.12. Modelo 12: Sarmiento y Esquiú – MCC – Progresivo

El presente modelo utiliza como intersección base a la que forman las calles Sarmiento y Esquiú. A su vez, el ciclo y fases de los semáforos están calculados en función de la metodología de MCC. Los semáforos del modelo, se encuentran coordinados con la modalidad progresiva, es decir que formen una onda verde. A continuación se presentan los informes del modelo:

5.2.3.12.1. Informe de nivel de efectividad de la arteria principal

Informe	Sarmiento
Demora/vehículo (s/v)	6
Paradas (#)	2728
Consumo de combustible (l)	144
Economía de combustible (km/l)	4.3
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	2.68
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.52
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	0.62
Performance	16.2

Figura 90: Efectividad de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Progresivo)

5.2.3.12.2. Informe de nivel de efectividad de todo el sistema

Informe	Todo el sistema
Total de intersecciones	7
Demora/vehículo (s/v)	7
Paradas (#)	4528
Consumo de combustible (l)	236
Economía de combustible (km/l)	4.0
Emisiones de monóxido de carbono (kg)	4.38
Emisiones de óxido de nitrógeno (kg)	0.85
Emisiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1.01
Performance	28.3

Figura 91: Efectividad de todo el sistema (Sarmiento y Esquiú, MCC y Progresivo)

5.2.3.12.3. Informe de nivel de servicio de la arteria

Cruce de Calle	Clase de arteria	Velocidad	Tiempo de marcha	Demora del semáforo	Tiempo de desplazamiento (s)	Distancia (km)	Velocidad en la arteria	Nivel de servicio
Roma	IV	50	13.6	13.2	26.8	0.12	16.4	D
Viamonte	IV	50	15.9	2.1	18.0	0.11	22.6	C
J. Ríos	IV	50	13.8	6.3	20.1	0.12	22.1	C
Pringles	IV	50	16.6	3.6	20.2	0.12	21.0	C
D. Luque	IV	50	16.5	2.9	19.4	0.12	21.7	C
Esquiú	IV	50	16.3	12.8	29.1	0.12	14.3	E
Total Sarmiento	IV		92.7	40.9	133.6	0.71	19.1	D

Figura 92: Nivel de servicio de la arteria principal (Sarmiento y Esquiú, MCC y Progresivo)

5.3. Comparación de modelos

A los fines de la comparación de modelos, se utilizará como criterio los niveles de servicio de las arterias, como así también el de las intersecciones. En caso de haber un empate, se utilizará como parámetro desequilibrante las demoras por vehículos. Los niveles de servicio se exponen en la siguiente tabla:

		Modificaciones del Sistema												
		ROMA						ESQUIÚ						
		WEBSTER			MCC			WEBSTER			MCC			
		Simultáneo	Alternativo	Progresivo	Simultáneo	Alternativo	Progresivo	Simultáneo	Alternativo	Progresivo	Simultáneo	Alternativo	Progresivo	
Intersección														
Niveles de servicio por intersección	Roma	F	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D
	Viamonte	C	D	D	C	E	D	C	D	D	C	D	D	C
	J. Ríos	D	C	C	C	D	C	C	D	D	C	D	D	C
	Pringles	D	D	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C
	D. Luque	C	D	C	C	E	D	C	D	D	C	D	E	C
	Esquiú	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E	E	E
Niveles de servicio de la arteria	Total	D	D	D	C	D	D	C	D	D	D	D	D	D

Figura 93: Tabla de comparación de niveles de servicio

Como se observa en la *Figura 93*, existe un empate entre:

- Modelo 3:
 - Intersección base: Roma
 - Método de cálculo de tiempos: Webster
 - Sistema de coordinación: Progresivo
- Modelo 6:
 - Intersección base: Roma
 - Método de cálculo de tiempos: Webster
 - Sistema de coordinación: Progresivo

El empate se produce porque ambos modelos tienen un nivel de servicio de la arteria principal superior al resto, e idénticos niveles de servicio en cada una de las intersecciones. Para desempatar, se utilizará como criterio los niveles de demora por vehículo para todo el sistema. En nuestro caso:

Modelo	Demora/Vehículo para todo el modelo
Modelo 3	7
Modelo 6	9

Figura 94: Tabla comparativa de la demora/vehículo de cada sistema

Como se puede apreciar en la tabla, el modelo que tiene menor demora/vehículo del sistema es el Modelo 3, razón por la cual deducimos que es el modelo derivado más eficiente.

5.4. Conclusión

En el apartado anterior deducimos el modelo derivado más eficiente. En el presente punto, compararemos el mejor modelo derivado con el modelo real, a los fines de establecer diferencias y evaluar cambios. A los fines del proceso de comparación, se utilizará la siguiente tabla:

		Modelo de la realidad	Mejor modelo derivado	Diferencias
Niveles de servicio	Roma	F	C	$\Delta 3$
	Viamonte	C	C	=
	J. Ríos	D	C	$\Delta 1$
	Pringles	D	C	$\Delta 1$
	D. Luque	C	C	=
	Esquiú	D	D	=
	Total	D	C	$\Delta 1$
Efectividad del sistema	Demora/vehículo (s/v)	12	7	41,67%
	Paradas (#)	5409	3822	29,34%
	Consumo de combustible (l)	289	218	24,57%
	Economía de combustible (km/l)	3,3	4,4	-33,33%
	Emissiones de monóxido de carbono (kg)	5,38	4,05	24,72%
	Emissiones de óxido de nitrógeno (kg)	1,04	0,78	25,00%
	Emissiones de componentes volátiles en el oxígeno (kg)	1,24	0,93	25,00%
Performance	43	25,6	40,47%	

Figura 95: Tabla comparativa del Modelo Real y el mejor modelo derivado

A partir de la *Figura 95*, podemos concluir que el mejor modelo derivado es sustancialmente superior al modelo real. Basamos nuestra afirmación en los siguientes argumentos:

- Se mejoran los niveles de servicio de la intersección de Sarmiento y Roma, los mismos pasan de F a D.
- Se mejoran los niveles de servicio de la intersección de Sarmiento y Jacinto Ríos, los mismos pasan de D a C.
- Se mejoran los niveles de servicio de la intersección de Sarmiento y Pringles, los mismos pasan de D a C.
- Se mejoran los niveles de servicio totales, los mismos pasan de D a C.
- Las demoras/vehículo disminuyen en un 41,67%
- Las paradas en la intersección disminuyen un 29,34%
- Se disminuye el consumo de combustible en un 24,57%
- Mejoran los parámetros de economía de combustible.
- Se disminuyen en un 25% las emisiones de gases nocivos.
- No se empeora ninguno de los parámetros de comparación

En función de lo expuesto, concluimos en que el Modelo 3 es superior al resto de los modelos derivados y al modelo real. Por tal motivo, es nuestra recomendación que el mismo sea probado en la realidad a los fines de corroborar empíricamente sus ventajas y a su vez perfeccionado.

6. Anexos

6.1. Antecedentes de los Autores

El primero de los trabajos fue editado con el nombre de INGENIERÍA DE TRÁNSITO, fundamentos y aplicaciones, octava edición, editorial Alfaomega. Sus autores son:

- Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola
 - Ingeniero Civil, Universidad Autónoma de México
 - Ingeniero de Tránsito, University of Yale, New Haven, Connecticut, U.S.A.
 - Fundador de Cal y Mayor y Asociados, S.C., México, D.F.

Más información en <http://www.calymayor.com.mx/website/librotransito.html>

- James Cárdenas Grisales
 - Ingeniero Civil, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia
 - Maestro en Ciencias en Ingeniería de Tránsito, University of Maryland,
 - College Park, Md, U.S.A.
 - Profesor titular, Universidad de Valle, Cali, Colombia

Más información en <http://www.calymayor.com.mx/website/librotransito.html>

El segundo de los trabajos fue editado con el nombre de INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y CARRETERAS, 3ª edición, Editorial Thomson. Sus autores son:

- Nicholas J. Garber - <http://cts.virginia.edu/Garber.htm>
 - University of Virginia Dept. of Civil and Environmental Engineering
 - Premio Transportation Research Board, D. Grant Mickle Award, 1996
 - Premio School of Engineering and Applied Science University of Virginia – Distinguished Professor, 2002
 - Premio Civil Engineering Department, University of Virginia – Teaching Award, 2002
 - Premio American Society of Civil Engineering (Virginia Section) Commemorative Award - Service as Chairman of the Civil Engineering Department, School of Engineering and Applied Science, University of Virginia, 2002
 - Premio Institute of Transportation Engineers – Edmund R. Ricker – Transportation Safety Award, 2003

- Lester A. Hoel - http://cts.virginia.edu/Hoel_Emeritus.html
 - Lester A. Hoel, D. Eng, es el profesor LA Lacy Distinguido Emérito de Ingeniería de la Universidad de Virginia.
 - Premio Wilbur S. Smith Distinguished Transportation Educator Award for outstanding contributions to the transportation profession research and service to professional societies, Institute of Transportation Engineers
 - Premio Distinguished Faculty Award from the Council of Transportation Centers (CUTC) for contributions to university transportation education and research
 - Premio City College of New York Alumni Award in Civil Engineering
 - Premio Fellow, Urban Land Institute
 - Premio Who's Who in America
 - Premio The ASCE Huber Research Prize for his research in urban transportation.
 - Premio The Pyke Johnson Award for the best paper presented at the annual meeting of the Transportation Research Board.
 - Premio The Stanley Gustavson Award from the Highway Users Federation for contributions to the advancement of knowledge in the field of highway transportation.
 - Premio The ASCE Frank Masters Award for outstanding contributions and leadership to urban and highway transportation research and education.
 - Premio S. S. Steinberg Outstanding Educator Award, from the American Road and Transportation Builders for outstanding contributions to transportation education,
 - Premio The W.N. Carey, Jr Distinguished Service Award from the Transportation Research Board in recognition of outstanding administrative leadership and support of research activities.
 - Premio The Virginia Society of Professional Engineer's Service Award for outstanding contributions to teaching and public service in the Commonwealth of Virginia.
 - Premio The ASCE James Laurie Prize for his sustained and outstanding contributions to the advancement of transportation

engineering through his teaching, research and service to professional societies.

- Premio Jack H. Dillard Award from the Virginia Center for Transportation Innovation and Research for the best research paper.
- Premio The ASCE Harland Bartholomew Award for significant contributions to the enhancement of civil engineering in urban planning and development through research, publications and education in urban and regional transportation planning.

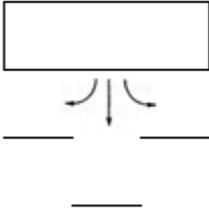
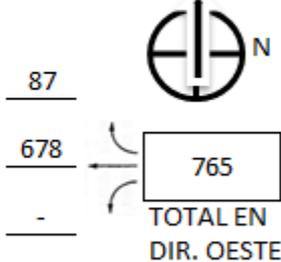
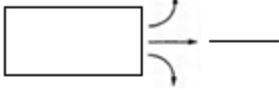
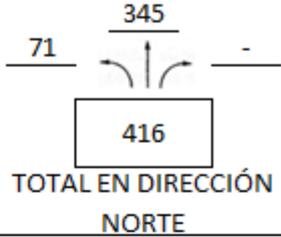
6.2. Relevamiento de flujo vehicular

En el presente anexo se recopilan todas las planillas de relevamiento correspondientes al estudio de volumen. Las mismas fueron confeccionadas a partir de filmaciones en cada una de las intersecciones.



HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																				
Intersección: <u>Sarmiento y Roma</u>		Fecha: <u>26/08/2013</u>																																		
Analista: <u>#1</u>		Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																		
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																		
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>ROMA CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p>																																		
		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																																		
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p> <div style="text-align: center;"> </div>			<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																	
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento Coordinación</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida</p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida</p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición</p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI		SI		Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X			
	N	S	E	O																																
Se permite estacionamiento	SI		SI																																	
Coordinación			SI																																	
Tratamiento de la vuelta izq.																																				
Permitida	X																																			
Protegida																																				
Sin oposición	X																																			
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																				

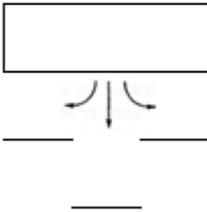
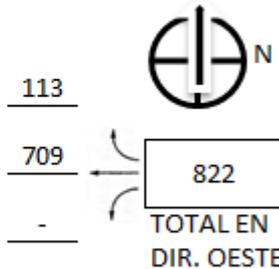
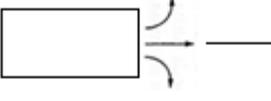
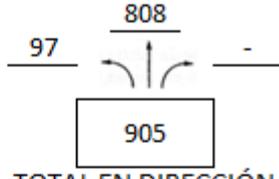
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																				
Intersección: <u>Sarmiento y Viamonte</u> Fecha: <u>26/08/2013</u>		Analista: <u>#2</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																		
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																				
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; padding: 2px;">525</div> <div style="margin-left: 20px;">187</div> <div style="margin-left: 20px;">338</div> </div>	<p>VIAMONTE CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="margin-left: 20px;">32</div> <div style="margin-left: 20px;">631</div> <div style="margin-left: 20px;">-</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; padding: 2px;">663</div> TOTAL EN DIR. OESTE </div>																																		
<div style="text-align: center;"> TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE </div>		<p style="text-align: center;">SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p> <div style="text-align: center;"> TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE </div>																																		
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>N</td> <td>S</td> <td>E</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X			
	N	S	E	O																																
Se permite estacionamiento	SI			SI																																
Coordinación			SI																																	
Tratamiento de la vuelta izq.																																				
Permitida	X																																			
Protegida																																				
Sin oposición	X																																			
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																				

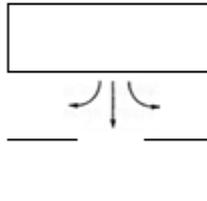
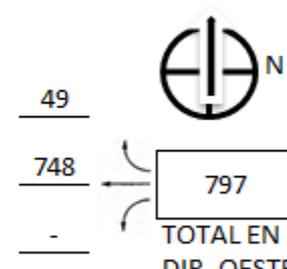
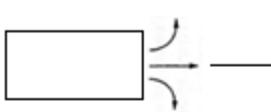
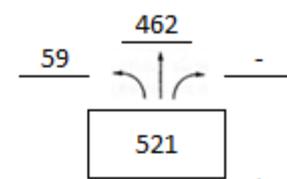
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																	
Intersección: <u>Sarmiento y Jacinto Ríos</u> Fecha: <u>26/08/2013</u>		Analista: <u>#3</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																															
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																															
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><u>JACINTO RÍOS</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  </div>																															
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																															
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento Coordinación</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida</p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida</p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición</p>		<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq. Permitida</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq. Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq. Sin oposición</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI		SI		Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq. Permitida	X				Tratamiento de la vuelta izq. Protegida					Tratamiento de la vuelta izq. Sin oposición	X			
	N	S	E	O																													
Se permite estacionamiento	SI		SI																														
Coordinación			SI																														
Tratamiento de la vuelta izq. Permitida	X																																
Tratamiento de la vuelta izq. Protegida																																	
Tratamiento de la vuelta izq. Sin oposición	X																																
		<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>																															
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																	

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																						
Intersección: <u>Sarmiento y Pringles</u> Fecha: <u>26/08/2013</u>		Analista: <u>#4</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																				
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																						
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">354</div> <div style="margin: 10px 0;"> </div> </div>	<p>PRINGLES CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="margin-bottom: 5px;">47</div> <div style="margin-bottom: 5px;">711</div> <div style="margin-bottom: 5px;">-</div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 5px;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																				
SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE																																						
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																				
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X				<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>	
	N	S	E	O																																		
Se permite estacionamiento	SI			SI																																		
Coordinación			SI																																			
Tratamiento de la vuelta izq.																																						
Permitida	X																																					
Protegida																																						
Sin oposición	X																																					
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																						

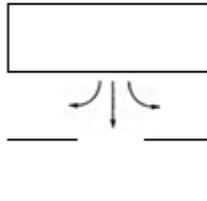
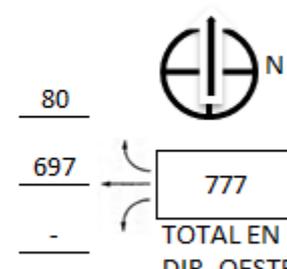
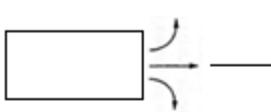
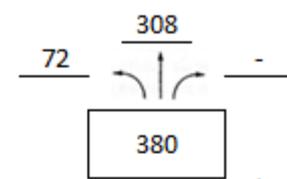
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																								
Intersección: <u>Sarmiento y Luque</u> Fecha: <u>26/08/2013</u>		Analista: <u>#5</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																						
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																						
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p><u>LUQUE</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div>																																						
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p>																																						
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>		<div style="text-align: center;"> </div>																																						
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>SI</td><td>SI</td><td></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td><td></td><td>SI</td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p>		SI	SI				SI	X								X				<p>EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>N</td> <td>S</td> <td>E</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> </table>			N	S	E	O	SI			SI					SI		<p>Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td></tr></table></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X
SI	SI																																							
		SI																																						
X																																								
X																																								
	N	S	E	O																																				
SI			SI																																					
			SI																																					
X																																								
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																								

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																																			
Intersección: <u>Sarmiento y Frías</u> Fecha: <u>26/08/2013</u>		Analista: <u>#6</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																																	
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																																	
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">30</div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 5px 0;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;">8</div> <div style="text-align: center; margin-right: 5px;"> </div> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-left: 5px;"></div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto;">22</div> </div> </div>	<p>FRÍAS</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin: 0 auto;">18</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 5px 0;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;">789</div> <div style="text-align: center; margin-right: 5px;"> </div> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-left: 5px;"></div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">807</div> <p style="margin: 0;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div> </div>	<p>SARMIENTO</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE ESTE - OESTE</p>																																																
<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 5px 0;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="text-align: center; margin-right: 5px;"> </div> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-left: 5px;"></div> </div> <p style="margin: 0;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p> </div>	<p>SARMIENTO</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE ESTE - OESTE</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin: 0 auto;"></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 5px 0;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="text-align: center; margin-right: 5px;"> </div> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-left: 5px;"></div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;"></div> <p style="margin: 0;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p> </div> </div>	<p>SARMIENTO</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE ESTE - OESTE</p>																																																
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td style="width: 20px;">N</td><td style="width: 20px;">S</td><td style="width: 20px;">E</td><td style="width: 20px;">O</td></tr><tr><td>SI</td><td></td><td></td><td>SI</td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td style="width: 20px;">N</td><td style="width: 20px;">S</td><td style="width: 20px;">E</td><td style="width: 20px;">O</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td style="width: 20px;">N</td><td style="width: 20px;">S</td><td style="width: 20px;">E</td><td style="width: 20px;">O</td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td style="width: 20px;">N</td><td style="width: 20px;">S</td><td style="width: 20px;">E</td><td style="width: 20px;">O</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td style="width: 20px;">N</td><td style="width: 20px;">S</td><td style="width: 20px;">E</td><td style="width: 20px;">O</td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p>	N	S	E	O	SI			SI	N	S	E	O					N	S	E	O	X				N	S	E	O					N	S	E	O	X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <p style="text-align: center;">N S E O</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="width: 20px;">SI</td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;">SI</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td style="width: 20px; height: 15px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td style="width: 20px; height: 15px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín _____</p> <p style="padding-left: 20px;">Máx _____</p>	SI			SI						X
N	S	E	O																																																
SI			SI																																																
N	S	E	O																																																
N	S	E	O																																																
X																																																			
N	S	E	O																																																
N	S	E	O																																																
X																																																			
SI			SI																																																
X																																																			
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																																			

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																															
Intersección: <u>Sarmiento y Esquiú</u> Fecha: <u>26/08/2013</u>		Analista: <u>#7</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																													
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																													
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>ESQUIÚ CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">822 TOTAL EN DIR. OESTE</p>																																													
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>		<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">905 TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																											
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;">N</td><td style="width: 20px;">S</td><td style="width: 20px;">E</td><td style="width: 20px;">O</td></tr><tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">SI</td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;">N</td><td style="width: 20px;">S</td><td style="width: 20px;">E</td><td style="width: 20px;">O</td></tr><tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">SI</td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;">X</td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;">X</td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr></table></p>		N	S	E	O	SI	SI	SI	SI	N	S	E	O	SI	SI	SI	SI	X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">N</td> <td style="width: 20px;">S</td> <td style="width: 20px;">E</td> <td style="width: 20px;">O</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> </table>		N	S	E	O	SI	<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 15px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 15px; text-align: center;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X							
N	S	E	O																																												
SI	SI	SI	SI																																												
N	S	E	O																																												
SI	SI	SI	SI																																												
X																																															
X																																															
N	S	E	O																																												
SI	SI	SI	SI																																												
SI	SI	SI	SI																																												
X																																															
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																															

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																						
Intersección: <u>Sarmiento y Roma</u>		Fecha: <u>27/08/2013</u>																																				
Analista: <u>#1</u>		Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																				
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																				
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>ROMA CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  </div>																																				
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																				
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento Coordinación</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida</p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida</p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición</p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI		SI		Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X				<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>	
	N	S	E	O																																		
Se permite estacionamiento	SI		SI																																			
Coordinación			SI																																			
Tratamiento de la vuelta izq.																																						
Permitida	X																																					
Protegida																																						
Sin oposición	X																																					
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																						

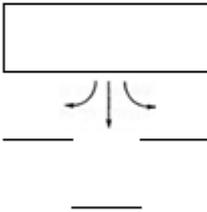
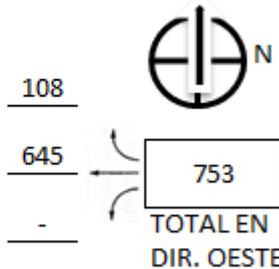
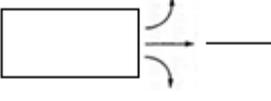
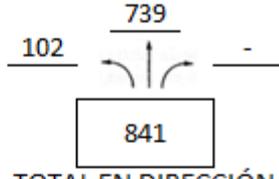
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																				
Intersección: <u>Sarmiento y Viamonte</u> Fecha: <u>27/08/2013</u>		Analista: <u>#2</u> Período analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																		
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																				
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; padding: 5px;">548</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>	<p>VIAMONTE CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> </div> <div style="text-align: center;"> <p>30</p> <p>585</p> <p>-</p> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: inline-block; margin: 5px;"></div> <p>615</p> <p>TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																		
<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																																				
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																		
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>N</td> <td>S</td> <td>E</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X			
	N	S	E	O																																
Se permite estacionamiento	SI			SI																																
Coordinación			SI																																	
Tratamiento de la vuelta izq.																																				
Permitida	X																																			
Protegida																																				
Sin oposición	X																																			
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																				

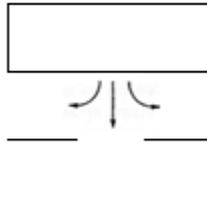
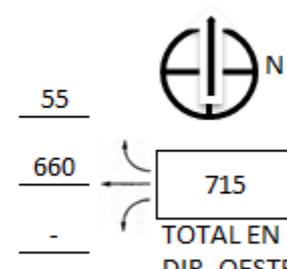
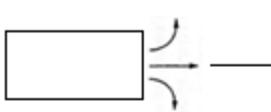
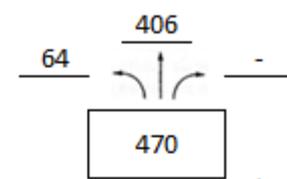
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																										
Intersección: <u>Sarmiento y Jacinto Ríos</u> Fecha: <u>27/08/2013</u>		Analista: <u>#3</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																								
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																								
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><u>JACINTO RÍOS</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  </div>																																								
		<p><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p>																																								
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																									
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento Coordinación</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida</p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida</p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición</p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> </tbody> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI	SI	SI	SI	Coordinación	SI	SI	SI	SI	Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X	SI	SI	SI	Protegida	SI	SI	SI	SI	Sin oposición	X	SI	SI	SI	<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Mín</td> <td style="text-align: center;"><u>26</u></td> </tr> <tr> <td>Máx</td> <td style="text-align: center;"><u>51</u></td> </tr> </table>		Mín	<u>26</u>	Máx	<u>51</u>
	N	S	E	O																																						
Se permite estacionamiento	SI	SI	SI	SI																																						
Coordinación	SI	SI	SI	SI																																						
Tratamiento de la vuelta izq.																																										
Permitida	X	SI	SI	SI																																						
Protegida	SI	SI	SI	SI																																						
Sin oposición	X	SI	SI	SI																																						
Mín	<u>26</u>																																									
Máx	<u>51</u>																																									
<p style="font-size: small;"><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p style="font-size: x-small;"><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																										

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																				
Intersección: <u>Sarmiento y Pringles</u> Fecha: <u>27/08/2013</u>		Analista: <u>#4</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																		
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																				
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; padding: 2px;">386</div> <div style="border-top: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; padding: 2px;">74</div> <div style="border-top: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; padding: 2px;">312</div> </div>	<p>PRINGLES CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; padding: 2px;">799</div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																		
SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE																																				
<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;"></div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;"></div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p> </div>																																		
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>N</td> <td>S</td> <td>E</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Se permite estacionamiento</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">SI</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">SI</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Coordinación</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">SI</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> Permitida</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">X</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> Protegida</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> Sin oposición</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">X</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> </tr> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X			
	N	S	E	O																																
Se permite estacionamiento	SI			SI																																
Coordinación			SI																																	
Tratamiento de la vuelta izq.																																				
Permitida	X																																			
Protegida																																				
Sin oposición	X																																			
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																				

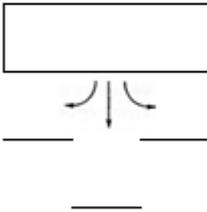
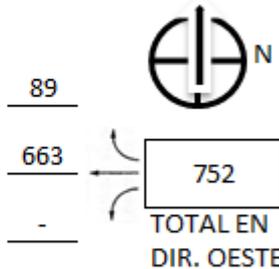
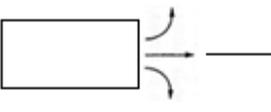
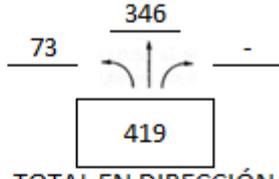
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																		
Intersección: <u>Sarmiento y Luque</u> Fecha: <u>27/08/2013</u>		Analista: <u>#5</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																		
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p><u>LUQUE</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div>																																
		<p><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p>																																
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>	<div style="text-align: center;"> </div>																																	
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p>	SI	SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;">E</td> <td style="padding: 2px;">O</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>		N	S	E	O		SI		SI					SI	
SI	SI																																	
	SI																																	
X																																		
X																																		
	N	S	E	O																														
	SI		SI																															
			SI																															
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																															
X																																		
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																		

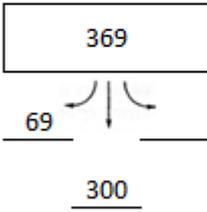
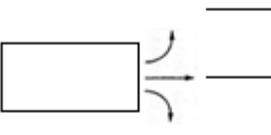
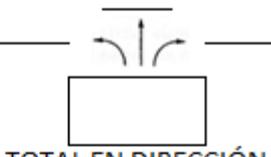
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																				
Intersección: <u>Sarmiento y Frías</u> Fecha: <u>27/08/2013</u>		Analista: <u>#6</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																		
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																		
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">32</div> <div style="margin: 10px 0;"> </div> <div style="border-top: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">23</div> </div>	<p>FRÍAS</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">18</div> <div style="margin-bottom: 10px;">748</div> <div style="margin-bottom: 10px;">-</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">766</div> <p>TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>																																		
			<p>SARMIENTO</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE ESTE - OESTE</p>																																	
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																		
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación					Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X			
	N	S	E	O																																
Se permite estacionamiento	SI			SI																																
Coordinación																																				
Tratamiento de la vuelta izq.																																				
Permitida	X																																			
Protegida																																				
Sin oposición	X																																			
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <input type="text"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <input type="text"/></p>																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																				

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																															
Intersección: <u>Sarmiento y Esquiú</u> Fecha: <u>27/08/2013</u>		Analista: <u>#7</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																													
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																													
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><u>ESQUIÚ</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">TOTAL EN DIR. OESTE</p>																													
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p>																													
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																															
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>SI</td><td>SI</td><td></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td><td></td><td>SI</td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p>		SI	SI				SI	X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">S</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">O</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">SI</td> </tr> </table>			N	S	E	O		SI	SI	SI	SI
SI	SI																														
		SI																													
X																															
X																															
	N	S	E	O																											
	SI	SI	SI	SI																											
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																												
X																															
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																															

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																										
Intersección: <u>Sarmiento y Roma</u>		Fecha: <u>28/08/2013</u>																																								
Analista: <u>#1</u>		Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																								
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																								
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>ROMA CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p>																																								
		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																																								
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																									
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento Coordinación</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida</p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida</p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición</p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>N</td> <td>S</td> <td>E</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI		SI		Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X				<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Mín</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">26</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Máx</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">51</td> </tr> </table>		Mín	26	Máx	51
	N	S	E	O																																						
Se permite estacionamiento	SI		SI																																							
Coordinación			SI																																							
Tratamiento de la vuelta izq.																																										
Permitida	X																																									
Protegida																																										
Sin oposición	X																																									
Mín	26																																									
Máx	51																																									
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																										

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																											
Intersección: <u>Sarmiento y Viamonte</u> Fecha: <u>28/08/2013</u>		Analista: <u>#2</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																									
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																											
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">564</div> <div style="margin: 10px 0;"> </div> </div>	<p>VIAMONTE CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">32</div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">575</div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">-</div> </div> <div style="margin: 0 auto;"> </div> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p>																									
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>	<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																									
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;">N</td><td style="width: 20px;">S</td><td style="width: 20px;">E</td><td style="width: 20px;">O</td></tr><tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;"> </td><td style="text-align: center;"> </td><td style="text-align: center;">SI</td></tr><tr><td style="text-align: center;"> </td><td style="text-align: center;"> </td><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;"> </td></tr></table></p> <p>Coordinación</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;">X</td><td style="width: 20px;"> </td><td style="width: 20px;"> </td><td style="width: 20px;"> </td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;"> </td><td style="width: 20px;"> </td><td style="width: 20px;"> </td><td style="width: 20px;"> </td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;">X</td><td style="width: 20px;"> </td><td style="width: 20px;"> </td><td style="width: 20px;"> </td></tr></table></p>	N	S	E	O	SI			SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <p style="text-align: center;">N S E O</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;"> </td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>		X
N	S	E	O																								
SI			SI																								
		SI																									
X																											
X																											
X																											
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																											

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																	
Intersección: <u>Sarmiento y Jacinto Ríos</u> Fecha: <u>28/08/2013</u>		Analista: <u>#3</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																															
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																															
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><u>JACINTO RÍOS</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  </div>																															
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p style="text-align: center;"><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																															
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p>		SI	SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;">E</td> <td style="padding: 2px;">O</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>		N	S	E	O	SI	SI					SI	
SI	SI																																
	SI																																
X																																	
X																																	
N	S	E	O																														
SI	SI																																
		SI																															
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																														
X																																	
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																	

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																																						
Intersección: <u>Sarmiento y Pringles</u> Fecha: <u>28/08/2013</u>		Analista: <u>#4</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																																				
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																																				
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; padding: 2px;">369</div>  </div>	<p><u>PRINGLES</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">49</div> <div style="text-align: center;">654</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; display: inline-block; text-align: center; padding: 2px;">703</div> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																																				
		<p><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p>																																																				
<div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p> </div>																																																					
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>SI</td><td></td><td></td><td>SI</td></tr><tr><td></td><td></td><td>SI</td><td></td></tr></table></p> <p>Coordinación</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p>		SI			SI			SI		X																X								<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td></td><td>N</td><td>S</td><td>E</td><td>O</td></tr> <tr><td>SI</td><td></td><td></td><td></td><td>SI</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>SI</td><td></td></tr> </table>			N	S	E	O	SI				SI				SI		<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td></tr></table></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X
SI			SI																																																			
		SI																																																				
X																																																						
X																																																						
	N	S	E	O																																																		
SI				SI																																																		
			SI																																																			
X																																																						
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																																						

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																	
Intersección: <u>Sarmiento y Luque</u> Fecha: <u>28/08/2013</u>		Analista: <u>#5</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																															
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																	
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>LUQUE CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: right;"> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <table style="margin: auto;"> <tr><td style="border: none;">26</td><td style="border: none;">+</td><td style="border: none;">782</td><td style="border: none;">=</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">808</td></tr> <tr><td style="border: none;">-</td><td style="border: none;">-</td><td style="border: none;">-</td><td style="border: none;">=</td><td style="border: none;">TOTAL EN DIR. OESTE</td></tr> </table> </div>		26	+	782	=	808	-	-	-	=	TOTAL EN DIR. OESTE																				
26	+	782	=	808																													
-	-	-	=	TOTAL EN DIR. OESTE																													
<div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																															
<div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>		<div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <table style="margin: auto;"> <tr><td style="border: none;">56</td><td style="border: none;">+</td><td style="border: none;">137</td><td style="border: none;">=</td><td style="border: none;">-</td></tr> <tr><td style="border: none;">-</td><td style="border: none;">-</td><td style="border: none;">-</td><td style="border: none;">=</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">193</td></tr> </table> </div>		56	+	137	=	-	-	-	-	=	193																				
56	+	137	=	-																													
-	-	-	=	193																													
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td></tr></table></p>		SI	SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: none; padding: 2px 5px;">N</td><td style="border: none; padding: 2px 5px;">S</td><td style="border: none; padding: 2px 5px;">E</td><td style="border: none; padding: 2px 5px;">O</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td></tr> </table>		N	S	E	O	SI	SI					SI	
SI	SI																																
	SI																																
X																																	
X																																	
N	S	E	O																														
SI	SI																																
		SI																															
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																														
X																																	
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																	

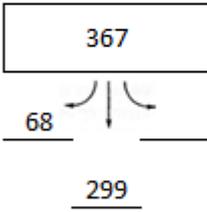
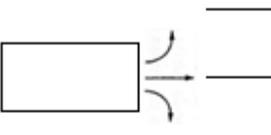
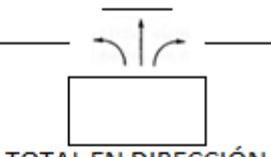
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																				
Intersección: <u>Sarmiento y Frías</u> Fecha: <u>28/08/2013</u>		Analista: <u>#6</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																		
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																		
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">30</div> <div style="margin: 5px 0;"> </div> </div>	<p><u>FRÍAS</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">19</div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">754</div> </div> <div style="margin-top: 5px;"> </div> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p>																																		
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p style="text-align: center;"><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																		
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación					Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X			
	N	S	E	O																																
Se permite estacionamiento	SI			SI																																
Coordinación																																				
Tratamiento de la vuelta izq.																																				
Permitida	X																																			
Protegida																																				
Sin oposición	X																																			
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <input type="text"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <input type="text"/></p>																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																				

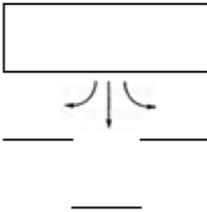
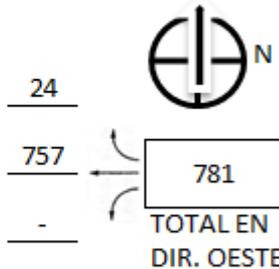
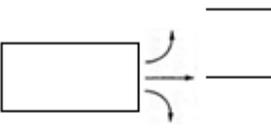
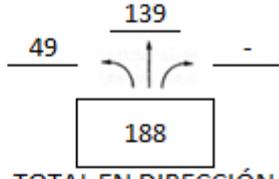
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																	
Intersección: <u>Sarmiento y Esquiú</u> Fecha: <u>28/08/2013</u>		Analista: <u>#7</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																															
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																															
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>ESQUIÚ CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div>																															
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																															
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>		<div style="text-align: center;"> </div>																															
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p>		SI	SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;">E</td> <td style="padding: 2px;">O</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>		N	S	E	O	SI	SI					SI	
SI	SI																																
	SI																																
X																																	
X																																	
N	S	E	O																														
SI	SI																																
		SI																															
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																														
X																																	
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																	

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																											
Intersección: <u>Sarmiento y Roma</u>		Fecha: <u>29/08/2013</u>																									
Analista: <u>#1</u>		Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																									
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																									
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>ROMA CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p>																									
		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																									
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p> <div style="text-align: center;"> </div>		<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																									
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento Coordinación</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida</p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida</p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición</p>		<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">N</th> <th style="padding: 2px;">S</th> <th style="padding: 2px;">E</th> <th style="padding: 2px;">O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></td> </tr> </tbody> </table>		N	S	E	O	SI	SI				SI			X								X			
N	S	E	O																								
SI	SI																										
	SI																										
X																											
X																											
		<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input style="width: 20px; height: 15px;" type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" style="width: 20px; height: 15px;" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input style="width: 20px; height: 15px;" type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>																									
<p style="font-size: small;"><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p style="font-size: x-small;"><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																											

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																						
Intersección: <u>Sarmiento y Viamonte</u> Fecha: <u>29/08/2013</u>		Analista: <u>#2</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																				
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																						
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">518</div> <div style="margin: 10px 0;"> </div> </div>	<p>VIAMONTE CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">33</div> <div style="text-align: center;">605</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">638</div> </div> <div style="margin-top: 5px;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																				
		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																																				
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																					
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>		<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X			
	N	S	E	O																																		
Se permite estacionamiento	SI			SI																																		
Coordinación			SI																																			
Tratamiento de la vuelta izq.																																						
Permitida	X																																					
Protegida																																						
Sin oposición	X																																					
		<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																						

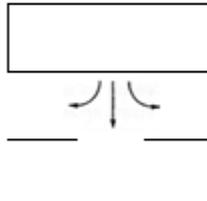
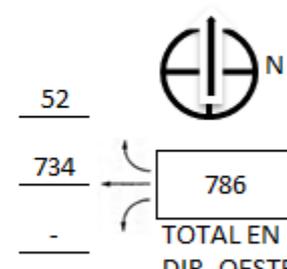
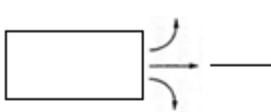
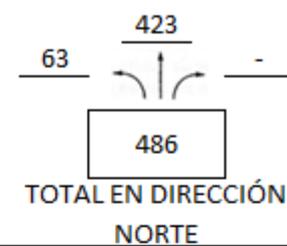
HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																													
Intersección: <u>Sarmiento y Jacinto Ríos</u> Fecha: <u>29/08/2013</u>		Analista: <u>#3</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																											
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																													
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p><u>JACINTO RÍOS</u> <u>CALLE NORTE-SUR</u></p>	<div style="text-align: center;"> </div>																											
		<p><u>SARMIENTO</u> <u>CALLE ESTE - OESTE</u></p>																											
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>	<div style="text-align: center;"> </div>																												
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>N</td><td>S</td><td>E</td><td>O</td></tr><tr><td>SI</td><td>SI</td><td></td><td></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td><td></td><td>SI</td><td></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p>		N	S	E	O	SI	SI					SI		X								X				<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>X</td></tr></table></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X
N	S	E	O																										
SI	SI																												
		SI																											
X																													
X																													
X																													
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																													

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																				
Intersección: <u>Sarmiento y Pringles</u> Fecha: <u>29/08/2013</u>		Analista: <u>#4</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																		
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																				
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; line-height: 30px;">367</div>  </div>	<p>PRINGLES CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">46</div> <div style="text-align: center;">712</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">758</div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																		
SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE																																				
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																		
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>N</td> <td>S</td> <td>E</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Se permite estacionamiento</td> <td style="border: 1px solid black;">SI</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;">SI</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Coordinación</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;">SI</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> Permitida</td> <td style="border: 1px solid black;">X</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> Protegida</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> Sin oposición</td> <td style="border: 1px solid black;">X</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X			
	N	S	E	O																																
Se permite estacionamiento	SI			SI																																
Coordinación			SI																																	
Tratamiento de la vuelta izq.																																				
Permitida	X																																			
Protegida																																				
Sin oposición	X																																			
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																				

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																	
Intersección: <u>Sarmiento y Luque</u> Fecha: <u>29/08/2013</u>		Analista: <u>#5</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																															
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																	
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p><u>LUQUE</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  </div>																															
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																															
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p>		SI	SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;">E</td> <td style="padding: 2px;">O</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>		N	S	E	O	SI	SI					SI	
SI	SI																																
	SI																																
X																																	
X																																	
N	S	E	O																														
SI	SI																																
		SI																															
		<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																												
X																																	
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																	

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																																			
Intersección: <u>Sarmiento y Frías</u> Fecha: <u>29/08/2013</u>		Analista: <u>#6</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																																	
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																																	
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">26</div> <div style="margin: 5px 0;"> </div> <div style="border-top: 1px solid black; width: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">21</div> </div>	<p>FRÍAS</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">794</div> <p style="margin-top: 5px;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																																	
	<p>SARMIENTO</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE ESTE - OESTE</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>																																																
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">EN DIRECC.</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				EN DIRECC.						N	S	E	O	Se permite estacionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	Coordinación	<input type="checkbox"/>					Tratamiento de la vuelta izq.						Permitida	<input checked="" type="checkbox"/>					Protegida	<input type="checkbox"/>					Sin oposición	<input checked="" type="checkbox"/>				
		EN DIRECC.																																																	
		N	S	E	O																																														
Se permite estacionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>																																														
Coordinación	<input type="checkbox"/>																																																		
Tratamiento de la vuelta izq.																																																			
Permitida	<input checked="" type="checkbox"/>																																																		
Protegida	<input type="checkbox"/>																																																		
Sin oposición	<input checked="" type="checkbox"/>																																																		
		<p>Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <input type="text"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <input type="text"/></p>																																																	
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																																			

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																	
Intersección: <u>Sarmiento y Esquiú</u> Fecha: <u>29/08/2013</u>		Analista: <u>#7</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																															
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																															
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>ESQUIÚ CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: right; margin-right: 10px;"> <u>114</u> <u>682</u> <u>-</u> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: left; margin-left: 10px;"> <p>796 TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div> </div>																															
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																															
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>		<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: right; margin-right: 10px;"> <u>96</u> </div> <div style="text-align: center;"> <p><u>781</u></p> </div> <div style="text-align: left; margin-left: 10px;"> <p><u>-</u></p> </div> </div>																															
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p>		SI	SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;">E</td> <td style="padding: 2px;">O</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>		N	S	E	O	SI	SI					SI	
SI	SI																																
	SI																																
X																																	
X																																	
N	S	E	O																														
SI	SI																																
		SI																															
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																														
X																																	
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																	

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																										
Intersección: <u>Sarmiento y Roma</u>		Fecha: <u>30/08/2013</u>																																								
Analista: <u>#1</u>		Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																								
Proyecto No.: <u>-</u>		Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																								
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>ROMA CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;">  </div>																																								
<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																																										
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>	<div style="text-align: center;">  </div>																																									
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento Coordinación</p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida</p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida</p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición</p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI		SI		Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X				<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Mín</td> <td style="text-align: center;"><u>26</u></td> </tr> <tr> <td>Máx</td> <td style="text-align: center;"><u>51</u></td> </tr> </table>		Mín	<u>26</u>	Máx	<u>51</u>
	N	S	E	O																																						
Se permite estacionamiento	SI		SI																																							
Coordinación			SI																																							
Tratamiento de la vuelta izq.																																										
Permitida	X																																									
Protegida																																										
Sin oposición	X																																									
Mín	<u>26</u>																																									
Máx	<u>51</u>																																									
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																										

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																						
Intersección: <u>Sarmiento y Viamonte</u> Fecha: <u>30/08/2013</u>		Analista: <u>#2</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																				
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																						
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; padding: 5px;">533</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>	<p>VIAMONTE CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> </div> <div style="text-align: center;"> <p>31</p> <p>546</p> <p>-</p> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; display: inline-block; margin: 5px;"></div> <p style="margin-top: 5px;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																				
		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																																				
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																				
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>N</td> <td>S</td> <td>E</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X				<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>	
	N	S	E	O																																		
Se permite estacionamiento	SI			SI																																		
Coordinación			SI																																			
Tratamiento de la vuelta izq.																																						
Permitida	X																																					
Protegida																																						
Sin oposición	X																																					
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																						

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																	
Intersección: <u>Sarmiento y Jacinto Ríos</u> Fecha: <u>30/08/2013</u>		Analista: <u>#3</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																															
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																	
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p><u>JACINTO RÍOS</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div>																															
		<p><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p>																															
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>			<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																														
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p>		SI	SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;">E</td> <td style="padding: 2px;">O</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>		N	S	E	O	SI	SI					SI	
SI	SI																																
	SI																																
X																																	
X																																	
N	S	E	O																														
SI	SI																																
		SI																															
		<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																												
X																																	
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																	

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																				
Intersección: <u>Sarmiento y Pringles</u> Fecha: <u>30/08/2013</u>		Analista: <u>#4</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																		
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																				
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; line-height: 30px;">361</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> 66 295 </div> </div>	<p>PRINGLES CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> 48 687 </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: inline-block; text-align: center; line-height: 30px;">735</div> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																		
<div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p> </div>		<p style="text-align: center;">SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p> </div>																																		
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <input type="checkbox"/></p> <p>Coordinación <input type="checkbox"/></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N</th> <th>S</th> <th>E</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Se permite estacionamiento</td> <td>SI</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tratamiento de la vuelta izq.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Permitida</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Protegida</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Sin oposición</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N	S	E	O	Se permite estacionamiento	SI			SI	Coordinación			SI		Tratamiento de la vuelta izq.					Permitida	X				Protegida					Sin oposición	X			
	N	S	E	O																																
Se permite estacionamiento	SI			SI																																
Coordinación			SI																																	
Tratamiento de la vuelta izq.																																				
Permitida	X																																			
Protegida																																				
Sin oposición	X																																			
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <input type="checkbox"/></p> <p>Otros <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>FHP <input type="checkbox"/></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																				

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																															
Intersección: <u>Sarmiento y Luque</u> Fecha: <u>30/08/2013</u>		Analista: <u>#5</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																													
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																															
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p><u>LUQUE</u> CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div>																													
		<p><u>SARMIENTO</u> CALLE ESTE - OESTE</p>																													
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>	<div style="text-align: center;"> </div>																														
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p>	SI	SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;">E</td> <td style="padding: 2px;">O</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>	N	S	E	O	SI	SI					SI	
SI	SI																														
	SI																														
X																															
X																															
N	S	E	O																												
SI	SI																														
		SI																													
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																												
X																															
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																															

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																																											
Intersección: <u>Sarmiento y Frías</u> Fecha: <u>30/08/2013</u>		Analista: <u>#6</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																																									
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																																											
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">35</div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px; margin: 5px 0;"> 10 ↓ ↓ </div> <div style="border-top: 1px solid black; width: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">25</div> </div>	<p>FRÍAS</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 10px;"> 14 </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 10px;"> 829 <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-left: 5px;">843</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> - <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-left: 5px;">843</div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">TOTAL EN DIR. OESTE</p> </div>																																																									
	<p>SARMIENTO</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>CALLE ESTE - OESTE</p>																																																										
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>																																																									
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td>N</td><td>S</td><td>E</td><td>O</td></tr><tr><td>SI</td><td></td><td></td><td>SI</td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td>N</td><td>S</td><td>E</td><td>O</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></p>		N	S	E	O	SI			SI	N	S	E	O					X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>N</td><td>S</td><td>E</td><td>O</td></tr> <tr><td>SI</td><td></td><td></td><td>SI</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		N	S	E	O	SI			SI					X								X				<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td>X</td></tr></table></p> <p>FHP _____</p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín _____</p> <p style="padding-left: 20px;">Máx _____</p>			X
N	S	E	O																																																								
SI			SI																																																								
N	S	E	O																																																								
X																																																											
X																																																											
N	S	E	O																																																								
SI			SI																																																								
X																																																											
X																																																											
X																																																											
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																																											

HOJA DE TRABAJO DE LAS ENTRADAS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN																																				
Intersección: <u>Sarmiento y Esquiú</u> Fecha: <u>30/08/2013</u>		Analista: <u>#7</u> Periodo analizado: <u>08:00 / 09:00</u>																																		
Proyecto No.: <u>-</u> Ciudad/estado: <u>Córdoba - Cap.</u>																																				
<p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN SUR</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>ESQUIÚ CALLE NORTE-SUR</p>	<div style="text-align: center;"> </div>																																		
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN ESTE</p>		<p>SARMIENTO CALLE ESTE - OESTE</p>																																		
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">TOTAL EN DIRECCIÓN NORTE</p>		<div style="text-align: center;"> </div>																																		
<p>DATOS DEL ACCESO</p> <p>Se permite estacionamiento <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Coordinación <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">SI</td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Tratamiento de la vuelta izq.</p> <p style="padding-left: 20px;">Permitida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Protegida <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p style="padding-left: 20px;">Sin oposición <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p>		SI	SI			SI		X								X				<p style="text-align: center;">EN DIRECC.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">S</td> <td style="padding: 2px;">E</td> <td style="padding: 2px;">O</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>			N	S	E	O		SI		SI					SI	
SI	SI																																			
	SI																																			
X																																				
X																																				
	N	S	E	O																																
	SI		SI																																	
			SI																																	
<p style="text-align: center;">Tipo de área</p> <p>Comercial <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;"></td></tr></table></p> <p>Otros <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">X</td></tr></table></p> <p>FHP <u> </u></p> <p>Duración del ciclo</p> <p style="padding-left: 20px;">Mín <u>26</u></p> <p style="padding-left: 20px;">Máx <u>51</u></p>			X																																	
X																																				
<p><i>Hoja de trabajo de las entradas del método de planificación</i></p> <p><i>FUENTE: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), Reporte especial 2009, 4a. edición.</i></p>																																				