



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
ESCUELA INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE
CARRERA: INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE
TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:

INGENIERA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

TEMA:

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS PARA MEJORAR EL FLUJO VEHICULAR DE LA CIRCUNVALACIÓN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PERIODO 2015.

AUTORA:

ANDREA JACQUELINE CISNEROS SILVA

RIOBAMBA - ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

Certificamos que el presente Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión de Transporte, ha sido desarrollado por la Srta. ANDREA JACQUELINE CISNEROS SILVA, ha cumplido con las normas de investigación científica y una vez analizado su contenido, se autoriza su presentación.

Ing. Jose Luis Llamuca Llamuca M.g.s
DIRECTOR DEL TRIBUNAL

Ing. Ruffo Neptali Villa Uvidia M.g.s
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Andrea Jacqueline Cisneros Silva, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 18 de marzo del 2016

Andrea Jacqueline Cisneros Silva

CI: 060453217-6

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a los forjadores de mi camino, mis padres, quienes son el pilar más importante de mi vida y que con su ejemplo, apoyo, consejos y esfuerzo hicieron posible la culminación de este proyecto

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por acompañarme todos los días y proporcionarme la salud y energía que me impulso a alcanzar una meta más en mi vida profesional

A mis padres y hermanas por ser mis consejeros, mi apoyo, mi compañía, mi fortaleza y por unir fuerzas y hacer posible la culminación de este proyecto.

A mi director y miembro de trabajo de titulación los Ing. José Luis Llamuca y Ing. Ruffo Villa Uvidia, por sus enseñanzas y colaboración a lo largo del desarrollo de esta investigación.

A todas las personas y empresas que hicieron su aporte y me brindaron su ayuda
¡MUCHAS GRACIAS!

ÍNDICE GENERAL

Portada.....	i
Certificación del tribunal	II
Declaración de autenticidad.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice general.....	VI
Índice de tablas	X
Índice de gráficos.....	XIII
Índice de ilustraciones	XV
Índice de anexos.....	XVI
Resumen ejecutivo	XVII
Summary	
¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
Introducción	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1 Formulación del Problema.....	3
1.1.2 Delimitación del Problema	4
1.2 JUSTIFICACIÓN	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
2.1.1 Antecedentes Históricos	6
2.1.1.1 Antecedentes A Nivel Internacional	7
2.1.1.2 Antecedentes A Nivel Nacional.....	8
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.2.1. Definiciones	10
2.2.2. Volumen vehicular	14
2.2.3. Flujo Vehicular	15

2.2.3.1.	TIPOS DE FLUJOS DE TRÁNSITO	15
2.2.4.	Relación de espacio y tiempo entre vehículos	16
2.2.5.	Intersecciones semaforizadas	18
2.2.5.1.	Modos De Operación Intersecciones Semafóricas	19
2.2.5.2.	Puntos De Conflicto En Intersección Semaforizada	19
2.2.5.3.	Principales Características De Flujo De Intersección Semaforizada	21
2.2.5.4.	Tipos De Movimientos.....	23
2.2.5.5.	Parte De Una Fase Semafórica Según INEN	23
2.2.6.	Flujo de saturación.....	24
2.2.7.	Tratamiento de giros izquierdos	24
2.2.8.	Calculo de tiempos	25
2.2.8.1.	Determinar El Plan De Fases	26
2.2.8.2.	Determinación Del Grupo De Carriles.....	27
2.2.8.3.	Calculo Del Flujo De Saturación	28
2.2.8.4.	Determinación De Grupo Crítico	29
2.2.8.5.	Calculo Del Tiempo Del Ciclo Optimo.....	31
2.2.8.6.	Calculo De Tiempo De Verde.....	31
2.2.9.	Capacidad y niveles de servicio de una intersección semaforizada	31
2.2.9.1.	Capacidad De Una Intersección Semaforizada	31
2.2.9.2.	Nivel De Servicio De Una Intersección Semaforizada	31
2.3	HIPÓTESIS o IDEA A DEFENDER	33
2.3.1	Hipótesis General.....	33
2.4	VARIABLES.....	33
2.4.1	Variable Independiente	33
2.4.2	Variable Dependiente	33
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO		34
3.1	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.2	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.3.1.	Técnicas	36
3.3.1.	Instrumentos	36
3.4	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	36
3.5	RESULTADOS.....	37
3.5.1.	Información general de la circunvalación de Riobamba.	37

3.5.1.	Información Individual por Intersección Circunvalación de Riobamba.....	38
3.5.1.1.	Intersección 1: Av. 9 De Octubre Y Calle S/N.....	39
3.5.1.2.	Intersección 2: Av. 9 De Octubre Y Av. Atahualpa (Colegio Chiriboga).....	43
3.5.1.3.	Intersección 3: Av. 9 De Octubre Y Av. Félix Proaño (Salida A San Luis) ...	46
3.5.1.4.	Intersección 4: Av. 9 De Octubre Y Av. Leopoldo Freire.....	50
3.5.1.5.	Intersección 5: Av. 9 De Octubre Y Av. Costa Rica	54
3.5.1.6.	Intersección 6: Av. Edelberto Bonilla Oleas Y Av. Celso Rodríguez.....	58
3.5.1.7.	Intersección 7: Av. Edelberto Bonilla Oleas Y Av. A. José De Sucre	62
3.5.1.8.	Intersección 8: Av. Héroes De Tapi Y Calle Brasil.....	66
3.5.1.9.	Intersección 9: Av. La Prensa Y Av. Lizarzaburu (Paso Elevado).....	70
3.5.1.10.	Intersección 10: Av. La Prensa Y Av. Milton Reyes.....	73
3.6	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER	77
3.6.1.	Intersección: Av. 9 de octubre y Calle S/N (Talleres del Ferrocarril).....	77
3.6.2.	Intersección: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa.....	79
3.6.3.	Intersección: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño.....	80
3.6.4.	Intersección: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire	82
3.6.5.	Intersección: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica.....	84
3.6.6.	Intersección: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez.....	85
3.6.7.	Intersección: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de sucre.....	87
3.6.8.	Intersección: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil	89
3.6.9.	Intersección: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu.....	90
3.6.10.	Intersección: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes	92
CAPITULO IV: MARCO PROPOSITIVO		94
4.1	ANÁLISIS Y SITUACION ACTUAL.....	94
4.2	CONTENIDO DE LA PROPUESTA.....	96
4.2.1.	Propuesta de sincronización semafórica: Av. 9 de octubre y Calle S/N.....	97
4.2.2.	Propuesta de sincronización semafórica: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa100	
4.2.3.	Propuesta de sincronización Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño	102
4.2.4.	Propuesta de sincronización Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire	104
4.2.5.	Propuesta de sincronización: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica	107
4.2.6.	Propuesta de sincronización: Av Edelberto Bonilla y Av Celso Rodríguez. 109	
4.2.7.	Propuesta de sincronización: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. J. de Sucre ...	111
4.2.8.	Propuesta de sincronización: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil	114
4.2.9.	Propuesta de sincronización: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu	117

4.2.10.	Propuesta de sincronización: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes	119
4.3.	RECURSOS Y FUENTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	122
4.3.1.	Requisitos para la implementación.....	122
4.3.2.	Fase de implementación	122
4.3.3.	Recursos.....	122
4.3.4.	Presupuesto.....	124
	CONCLUSIONES.....	125
	RECOMENDACIONES.....	126
	BIBLIOGRAFÍA	127
	ANEXOS	128

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: CONDICIONES DE VOLUMEN VEHICULAR PARA INSTALACIÓN SEMÁFOROS	14
TABLA 2: VALORES MÍNIMO PRODUCTO CRUCE PARA GIROS IZQUIERDOS PROTEGIDOS	25
TABLA 3: FACTORES DE AJUSTE PARA EL CÁLCULO DEL FLUJO DE SATURACIÓN.....	29
TABLA 4: CRITERIOS NIVEL DE SERVICIO PARA INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	32
TABLA 5: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS. AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	40
TABLA 6: CONDICIONES SEMAFÓRICAS: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N.....	41
TABLA 7: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS; AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA.....	43
TABLA 8: CONDICIONES SEMAFÓRICAS: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA	44
TABLA 9: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS AV 9 DE OCTUBRE AV JUAN FÉLIX PROAÑO ..	47
TABLA 10: CONDICIONES SEMAFÓRICAS: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FÉLIX PROAÑO.....	48
TABLA 11: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS AV 9 DE OCTUBRE AV LEOPOLDO FREIRE...	50
TABLA 12: CONDICIONES SEMAFÓRICAS: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	51
TABLA 13: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS. AV. 9 DE OCTUBRE Y COSTA RICA.....	54
TABLA 14: CONDICIONES SEMAFÓRICAS: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA.....	55
TABLA 15: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS EDELBERTO BONILLA CELSO RODRÍGUEZ ..	58
TABLA 16: CONDICIONES SEMAFÓRICAS: EDELBERTO BONILLA, CELSO RODRÍGUEZ.....	59
TABLA 17: CONDICIONES SEMAFÓRICAS:EDELBERTO BONILLA, ANTONIO JOSÉ DE SUCRE.	63
TABLA 18: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS. AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL.....	66
TABLA 19: CONDICIONES SEMAFÓRICAS: AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL.	67
TABLA 20: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS. AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	70
TABLA 21: CONDICIONES SEMAFÓRICAS: AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	71
TABLA 22: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS. AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	73
TABLA 23: CONDICIONES SEMAFÓRICAS: AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	74
TABLA 24: CAPACIDAD, NIVEL DE SERVICIO S.A.: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	78
TABLA 25: CAPACIDAD, NIVEL DE SERVICIO S.A.AV 9 DE OCTUBRE Y AV ATAHUALPA.....	80
TABLA 26: CAPACIDAD, NIVEL DE SERVICIO S.A. AV 9 DE OCTUBRE Y AV FÉLIX PROAÑO .	81
TABLA 27: CAPACIDAD, NIVEL DE SERVICIO SA AV 9 DE OCTUBRE, AV LEOPOLDO FREIRE	83
TABLA 28: CAPACIDAD, NIVEL DE SERVICIO S.A.: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA ..	85
TABLA 29: CAPACIDAD, NIVEL DE SERVICIO EDELBERTO BONILLA, CELSO RODRÍGUEZ	86
TABLA 30: CAPACIDAD, NIVEL DE SERVICIO: AV. EDELBERTO BONILLA, JOSÉ DE SUCRE...	88
TABLA 31: CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO S.A. AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL..	90

TABLA 32: CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO S.A AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	91
TABLA 33: CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO S.A. AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES ..	93
TABLA 34: RESUMEN ANÁLISIS SITUACION ACTUAL	95
TABLA 35: TIEMPO PERDIDO	96
TABLA 36: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN SEMAFÓRICA: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N ..	98
TABLA 37: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	99
TABLA 38: NIVEL DE SERVICIO: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	99
TABLA 39: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA	100
TABLA 40: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: AV. 9 DE OCTUBRE Y ATAHUALPA	101
TABLA 41: NIVEL DE SERVICIO: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA	101
TABLA 42: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FÉLIX PROAÑO	102
TABLA 43: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FÉLIX PROAÑO	103
TABLA 44: NIVEL DE SERVICIO: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FÉLIX PROAÑO	104
TABLA 45: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE...	105
TABLA 46: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	106
TABLA 47: NIVEL DE SERVICIO: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	106
TABLA 48: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	107
TABLA 49 : ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	108
TABLA 50: NIVEL DE SERVICIO: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	108
TABLA 51: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN: EDELBERTO BONILLA, CELSO RODRÍGUEZ	109
TABLA 52: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: EDELBERTO BONILLA Y CELSO RODRÍGUEZ	110
TABLA 53: NIVEL DE SERVICIO: AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. CELSO RODRÍGUEZ	111
TABLA 54: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN: EDELBERTO BONILLA Y JOSE DE SUCRE	112
TABLA 55 : ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: EDELBERTO BONILLA Y JOSÉ DE SUCRE	113
TABLA 56: NIVEL DE SERVICIO: AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. A. JOSÉ DE SUCRE	114
TABLA 57: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN: AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	115
TABLA 58 : ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	116
TABLA 59: NIVEL DE SERVICIO: AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	116
TABLA 60: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN: AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	117
TABLA 61 : ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	118
TABLA 62: NIVEL DE SERVICIO: AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	119
TABLA 63: PROPUESTA SINCRONIZACIÓN: AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	120
TABLA 64 : ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD: AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	121
TABLA 65: NIVEL DE SERVICIO: AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	121

TABLA 66: RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN POR INTERSECCIÓN.....	123
TABLA 67: PRESUPUESTO	124
TABLA 68: DÍAS/ OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	128
TABLA 69: CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO, AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N.....	141
TABLA 70: CONTEO VOLUMÉTRICO, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA	142
TABLA 71: CONTEO VOLUMÉTRICO, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. JUAN FÉLIX PROAÑO.....	143
TABLA 72: CONTEO VOLUMÉTRICO, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	144
TABLA 73: CONTEO VOLUMÉTRICO, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA.....	145
TABLA 74: CONTEO VOLUMÉTRICO, AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. CELSO RODRÍGUEZ	146
TABLA 75: CONTEO VOLUMÉTRICO, 9 DE EDELBERTO BONILLA Y JOSÉ DE SUCRE	147
TABLA 76: CONTEO VOLUMÉTRICO, AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL.	148
TABLA 77: CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO, AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA .	149
TABLA 78: CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES .	150

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: RELACIÓN ESPACIO - TIEMPO ENTRE VEHICULOS	16
GRÁFICO 2:RELACIÓN ENTRE VELOCIDAD DENSIDAD Y TAZA DE FLUJO.....	17
GRÁFICO 3: PUNTOS DE CONFLICTO EN UNA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA	20
GRÁFICO 4: DIVERGENCIAS Y CONVERGENCIAS	20
GRÁFICO 5: CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO EN UNA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA	21
GRÁFICO 6: PARTES DE UNA FASE SEMAFÓRICA SEGÚN EL INEN	23
GRÁFICO 7: PLAN DE FASES PRE ESTIMADA Y CON CONTROL DE TRÁNSITO.....	27
GRÁFICO 8:TÍPICO GRUPO DE CARRILES PARA ANÁLISIS	28
GRÁFICO 9: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N.....	40
GRÁFICO 10: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA ...	44
GRÁFICO 11: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FÉLIX PROAÑO.	47
GRÁFICO 12: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS:AV.9 DE OCTUBRE,AV.LEOPOLDO FREIRE	51
GRÁFICO 13: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	55
GRÁFICO 14: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS:EDELBERTO BONILLA,CELSO RODRÍGUEZ	59
GRÁFICO 15: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRIC: EDELBERTO BONILLA .AV JOSÉ DE SUCRE ..	62
GRÁFICO 16: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS: EDELBERTO BONILLA ,JOSÉ DE SUCRE....	63
GRÁFICO 17: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS: AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL. ...	67
GRÁFICO 18: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS: AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU.....	71
GRÁFICO 19: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS: AV. LA PRENSA Y AV. MILTON.....	74
GRÁFICO 20: SITUACIÓN ACTUAL: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	77
GRÁFICO 21: SITUACIÓN ACTUAL: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA.....	79
GRÁFICO 22:SITUACIÓN ACTUAL: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FÉLIX PROAÑO	80
GRÁFICO 23: SITUACIÓN ACTUAL: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE.....	82
GRÁFICO 24: SITUACIÓN ACTUAL: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	84
GRÁFICO 25: SITUACIÓN ACTUAL: AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. CELSO RODRÍGUEZ	85
GRÁFICO 26: SITUACIÓN ACTUAL: AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. A. JOSÉ DE SUCRE	87
GRÁFICO 27: SITUACIÓN ACTUAL: AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL.....	89
GRÁFICO 28: SITUACIÓN ACTUAL: AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	90
GRÁFICO 29: SITUACIÓN ACTUAL: AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	92
GRÁFICO 30: ANCHO DE CARRIL AV. A JOSÉ DE SUCRE.....	112
GRÁFICO 31: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLES S/N	131

GRÁFICO 32: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA	131
GRÁFICO 33: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FÉLIX PROAÑO	131
GRÁFICO 34: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	131
GRÁFICO 35: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	132
GRÁFICO 36: AV. EDELBERTO BONILLA Y CELSO RODRÍGUEZ	132
GRÁFICO 37: AV. EDELBERTO BONILLA Y A. JOSÉ DE SUCRE	132
GRÁFICO 38: AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL	133
GRÁFICO 39: AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	133
GRÁFICO 40: AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	133
GRÁFICO 41: INTERSECCIÓN 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	134
GRÁFICO 42: INTERSECCIÓN 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA	134
GRÁFICO 4543: INTERSECCIÓN 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	135
GRÁFICO 4744: CIRCULACIÓN: AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. A. JOSÉ DE SUCRE	136
GRÁFICO 45: INTERSECCIÓN AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	136
GRÁFICO 46: INTERSECCIÓN AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	137
GRÁFICO 47: FOTOGRAFÍA, AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N	138
GRÁFICO 48: FOTOGRAFÍA, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA	138
GRÁFICO 49: FOTOGRAFÍA, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FÉLIX PROAÑO	138
GRÁFICO 50: FOTOGRAFÍA, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	139
GRÁFICO 51: FOTOGRAFÍA, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	139
GRÁFICO 52: FOTOGRAFÍA, AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. CELSO RODRÍGUEZ	139
GRÁFICO 53: FOTOGRAFÍA, AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE....	140
GRÁFICO 54: FOTOGRAFÍA, AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL.	140
GRÁFICO 55: FOTOGRAFÍA, AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU	140
GRÁFICO 56: FOTOGRAFÍA, AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	140
GRÁFICO 57: SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: VOLÚMENES POR HORA, AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N.....	42
ILUSTRACIÓN 2: VOLUMEN/HORA/GIRO: AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N.....	42
ILUSTRACIÓN 3: VOLÚMENES POR HORA, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA	45
ILUSTRACIÓN 4: VOLUMEN/HORA/GIRO: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA	46
ILUSTRACIÓN 5 : VOLÚMENES POR HORA, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. JUAN FÉLIX PROAÑO .	49
ILUSTRACIÓN 6: VOLUMEN/HORA/GIRO: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FÉLIX PROAÑO	49
ILUSTRACIÓN 7: VOLÚMENES POR HORA, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. JUAN FÉLIX PROAÑO..	52
ILUSTRACIÓN 8: VOLUMEN/HORA/GIRO: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE	53
ILUSTRACIÓN 9: VOLÚMENES POR HORA, AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA.....	56
ILUSTRACIÓN 10: VOLUMEN /HORA/GIRO: AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA	57
ILUSTRACIÓN 11: VOLÚMENES POR HORA AV.EDELBERTO BONILLA.CELSO RODRÍGUEZ...	60
ILUSTRACIÓN 12: VOLUMEN/HORA PICO/GIRO: ELBERTO BONILLA.CELSO RODRÍGUEZ	61
ILUSTRACIÓN 13:VOLÚMENES POR HORA, EDELBERTO BONILLA, JOSÉ DE SUCRE	64
ILUSTRACIÓN 14:VOLUMEN/HORA/GIRO: AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. JOSÉ DE SUCRE	65
ILUSTRACIÓN 15: VOLÚMENES POR HORA, AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL.	68
ILUSTRACIÓN 16: VOLUMEN/HORA/GIRO: AV. HÉROES DE TAPI Y CALLE BRASIL.	69
ILUSTRACIÓN 17: VOLÚMENES POR HORA, AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU.....	72
ILUSTRACIÓN 18: VOLUMEN/HORA/GIRO: AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA	73
ILUSTRACIÓN 19: VOLÚMENES POR HORA, AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES.....	75
ILUSTRACIÓN 20:VOLUMEN/HORA/GIRO: AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES	76

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	128
ANEXO 2: FORMATO PARA LEVANTAMIENTO DE INFO GEOMÉTRICA Y SEMAFÓRICA ...	129
ANEXO 3: FORMATO LEVANTAMIENTNO DE INFORMACIÓN VOLUMÉTRICA.....	130
ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN VOLUMÉTRICA	131
ANEXO 5: CIRCULACIÓN VEHICULAR DE LAS INTERSECCIONES	133
ANEXO 6: FOTOGRAFÍAS FLUJO VEHICULAR POR INTERSECCIÓN.....	138
ANEXO 7: TABLA DE VOLÚMENES VEHICULARES REGISTRADOS EN LA HORA PICO.	141
ANEXO 8: SEPARACION DE CARRILES EDELBERTO BONILLA. A. JOSE DE SUCRE.....	151
ANEXO 9: PROFORMA PARA PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	152

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene por objetivo el análisis y evaluación de las intersecciones semaforizadas para mejorar el flujo vehicular de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, período 2015. Los métodos utilizados fueron el documental y experimental, esta es una investigación exploratoria, descriptiva, proyectiva, la información se la obtuvo de entrevistas y de la observación directa.

La investigación se desarrolla en base a la metodología del Highway Capacity Manual, metodología Webster, y bajo las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización Parte 4, 5 y recoge datos reales, los analiza, evalúa y propone de manera técnica sincronizaciones semafóricas rediseñadas, tanto en el plan de fases como en los tiempos semafóricos.

Los resultados de la investigación mejoran los niveles de servicio de las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de Riobamba y con esto reducen los retrasos que experimentan los vehículos en dichas intersecciones, optimizando la fluidez vehicular de cada intersección.

Se recomienda mayor control de tránsito que impida a los conductores desobedecer las leyes de tránsito, ya que es causa principal de accidentes en las vías, además realizar permanente mantenimiento de los sistemas semafóricos de la circunvalación, y la aplicación de este proyecto investigativo.

Palabras claves: sincronización semafórica, sistema semafórico, ciclo semafórico, plan de fases, verde efectivo.

Ing. Jose Luis Llamuca Llamuca M.g.s

DIRECTOR DEL TRIBUNAL

ABSTRACT

The current research has as objective to analyze and evaluate the signalized intersections to improve traffic flow of ring roads in Riobamba city, Chimborazo Province in the year 2015.

The methods used were documentary and experimental. It is an exploratory, descriptive and projective research, besides the information obtained from interviews and direct observation.

This research was based on methodology of Highway Capacity Manual, Webster method and under the rules of Instituto Ecuatoriano de Estandarización Parte 5 at the same time collects actual data, analyzes and evaluates them. The research proposes to synchronize traffic light installations redesigned in technical forms, according to phases plan and synchronization of traffic lights.

The results of this research improve service levels of signalized intersections in Riobamba ring roads and thereby reduce delays experienced by vehicles in these intersections, optimizing vehicular flow at each intersection

It recommends more traffic control to prevent drivers disobey traffic law due to this is a major cause of accidents on roads, also make permanent maintenance of the traffic light systems of the ring besides the applications of his research project.

Keywords: Traffic light synchronization, traffic light system, traffic light cycle, phases plan, effective green.

INTRODUCCIÓN

Los semáforos son parte de la señalización de tránsito, estos dispositivos luminosos son necesarios para controlar y regular los flujos vehiculares, peatonales, de bicicletas y de todos quienes hagan uso de las vías o calles donde se encuentran instalados. El objetivo principal de la instalación de un semáforo es asignar el paso de grupos de vehículos, peatones, bicicletas por la vía en estudio, mediante el uso de tres colores que indican cuando detenerse y cuando avanzar.

Toda señal de tránsito debe ser colocada y programada teniendo en cuenta un análisis de ingeniería de tránsito previo, es aquí donde se examina todas las características de la intersección, como volúmenes vehiculares, peatonales, en hora pico, geometría de la intersección, sistema semafórico existente, entre otros aspectos que influyen en el buen funcionamiento del sistema semafórico.

Este trabajo investigativo pretende hacer el análisis y la evaluación del actual diseño en cuanto a la sincronización semafórica de los semáforos ya implementados en las intersecciones de la circunvalación de la ciudad de Riobamba y con esto realizar el estudio adecuado para presentar una propuesta que mejore el nivel de servicio de cada una de estas, en el presente documento se encontrara el proceso completo del análisis, desde los resultados obtenidos del levantamiento de información hasta las propuestas detallando como fueron obtenidas y que parámetros se utilizaron para su cálculo.

Es de vital importancia la semaforización como un mecanismo regulador de tránsito en las vías o intersecciones, los mismos que deben ser diseñados e instalados para dotar a los usuarios de visibilidad, reconocimiento, entendimiento del mensaje y la toma rápida y segura de acciones apropiadas.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La congestión vehicular en años pasados era un tema al cual no se le daba mucha importancia, puesto que sus índices eran relativamente bajos, esto se debía que al reducido número de vehículos circulando por las vías, en la actualidad el panorama ha cambiado, los conflictos vehiculares aumentan constantemente a causa del desarrollo de las ciudades, del crecimiento poblacional que conlleva al aumento de la necesidad de movilización, provocando elevadas demandas vehiculares y el aumento de la tasa de motorización. Este es un problema que actualmente muestran tanto las ciudades grandes, medianas e incluso las pequeñas y cuyas consecuencias como el aumento de los tiempos de viaje, demoras en la vía, impiden su productividad y desarrollo afectando a la economía de las ciudades.

Según los cálculos realizados por la revista CEPAL “estiman que aumentar, en promedio, las velocidades de los viajes en auto en 1 km/h y los de transporte colectivo en 0.5 km/h implica una reducción de tiempos de viaje y de costos de operación por un valor equivalente a 0.1% del PIB” (Thomson Ian, 2002). Otro aspecto que se debe tener en cuenta es el impacto ecológico que se ocasiona por el uso desordenado de vehículos motorizados, causando contaminación ambiental y acústica.

La movilidad segura y eficiente tanto de conductores, peatones, ciclistas a más de reducir accidentes también impulsa el desarrollo de la ciudad, tanto de manera turística, como comercial, brindando a la ciudadanía y a sus visitantes las medidas necesarias para una movilidad segura y eficiente.

La escasa planificación, organización y regulación de la movilidad y la falta de aplicación de políticas estructuradas de transporte en las urbes, es una de las principales causas por las que se ve afectada la fluidez vehicular, para controlar este panorama existe un sin número de métodos reguladores del tránsito, entre ellos son la señalización, transporte colectivo, ciclo vías, semaforización entre otros, este último tiene como finalidad regular la circulación vehicular y peatonal de una manera eficaz y

segura, el semáforo ejerce gran influencia sobre el flujo del tránsito, por lo tanto es primordial un estudio minucioso del diseño de la sincronización semafórica, basado en el volumen de tránsito, las características del sector, condiciones de la vía, entre otros aspectos, que a lo largo de esta investigación se analizaran.

La circunvalación de la ciudad de Riobamba, fue diseñada con la finalidad de permitir a los conductores rodear a la ciudad y elegir el acceso que más les convenga para ingresar en ella; según el MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) por esta avenida de 11.98 kilómetros, un aproximado de 22.000 vehículos, que según datos del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) circulan por estas zonas de mayor congestión, ya sean estos livianos, pesados, motocicletas, bicicletas, buses.

El área de estudio de esta investigación es la circunvalación, que está constituida por 5 avenidas, la Av. La Prensa, Av. 9 de octubre, Av. Edelberto Bonilla Oleas, Av. Antonio José de Sucre y Av. Héroe de Tapi. Estas a la vez contienen 10 intersecciones semafóricas, cada una con variadas características, las mismas presentan ciertos inconvenientes en cuanto al diseño de los ciclos semafóricos, ocasionando largas colas vehiculares, reduciendo con esto la fluidez vehicular y aumentando el tiempo de viaje de quienes hacen uso de esta vía, en ciertas ocasiones se ha podido observar que pese a la existencia de semáforos los conductores optan por omitir a estos ya que se ven afectados por los tiempos en la sincronización semafórica o en otras palabras el desorden en el diseño de sus ciclos. Los niveles de servicio que brindan estas intersecciones son bajos para sus volúmenes vehiculares e infraestructura, estos pueden ser mejorados mediante el rediseño de sus ciclos, plan de fases y distribución de tiempos semafóricos.

1.1.1 Formulación del Problema

¿Cómo incide los ciclos semafóricos en la fluidez vehicular de las intersecciones semafóricas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, periodo 2015?

1.1.2 Delimitación del Problema

El objeto de estudio de esta investigación son los ciclos semafóricos de las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, en las cuales se analiza y evalúa su comportamiento, para que así se logre una propuesta que mejore el flujo vehicular de cada una de las intersecciones antes mencionadas; en cuanto a su campo de acción aplica a la gestión del tránsito. Esta abarca la organización, planificación, y diseño de infraestructura y redes viales, así también como el análisis y estudio técnico de las mismas.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo investigativo es de gran importancia debido a los varios beneficios que brinda sobre todo en el área de tránsito y fluidez vehicular de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, será de gran utilidad para quienes se movilizan a través de estas intersecciones, ya que al mejorar el nivel de servicio de cada intersección se está reduciendo el tiempo de demora en cada aproximación, lo que provoca reducción de tiempos de viaje.

El propósito principal del estudio es mejorar el flujo vehicular de cada intersección semaforizada, mediante el análisis y evaluación de las características de cada una, ya sean volúmenes de tránsito, características geométricas, tipos de semáforo, entre otras; logrando con esto un tránsito más organizado y seguro tanto para conductores y sobre todo para peatones, entre otros beneficios para la población riobambeña.

Para la realización del proyecto se cuenta con el apoyo necesario, de la Empresa Consultora de transporte A&V CONSULTORES ASOCIADOS y de las autoridades, de la Dirección de Tránsito de la Ciudad de Riobamba, tanto para la obtención de la información como para cualquier necesidad que se presente durante la realización del estudio, ellos muestran mucho interés en su desarrollo ya que es de gran ayuda para los habitantes de esta ciudad.

La bibliografía, teórica y técnica de semaforización existente es amplia, la misma que se puede obtener mediante libros, documentos, ayuda de las páginas web, que hacen que el desarrollo de este proyecto sea factible, a esto también se suma, que se cuenta en tiempo suficiente y los recursos necesarios para su realización.

Los beneficios que se pueden obtener de este estudio influirán de manera directa a quienes circulan por las intersecciones del este sector; y de manera indirecta al GADM de la ciudad de Riobamba y MTOP. Este estudio es de total originalidad, no se realiza copia de ningún otro documento, este tipo de investigación no se ha realizado anteriormente.

La realización de la investigación se limita al rediseño de la sincronización semafórica de cada intersección semaforizada de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, es importante mencionar que todo proyecto de tránsito tiene una vida útil 5 años de ejecución.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Mejorar el flujo vehicular de las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el diseño actual de los ciclos semafóricos de cada intersección semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba.
- Evaluar las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba.
- Proponer ciclos semafóricos mejorados para las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La semaforización como parte de la señalética luminosa, aparece a raíz de los grandes problemas de congestión causados por las altas demandas vehiculares y peatonales en las vías. Es importante mencionar que estos dispositivos fueron diseñados para el control y regulación de tráfico, haciendo así más segura la vía o intersecciones para sus usuarios

2.1.1 Antecedentes Históricos

Etimológicamente semáforo es de origen griego “sema”, y significa señal y “foros” que significa portador, es decir un semáforo es el portador de señales. El primer semáforo aparece en el año de 1868 en Londres, diseñado por el Ingeniero John Peake Knight, este semáforo tenía características bastante diferentes de los que actualmente se conoce, era manual y tenía dos brazos que indicaban los movimientos vehiculares, con el paso del tiempo se cambió de brazos a palabras detenerse y proceder (stop, proceed), y se automatizó.

El año 1917 William Ghiglieri presenta un semáforo con las luces rojas y verdes, en 1920 William Potts añade la luz amarilla, que era específica para advertir a los usuarios al cambio a rojo, de esta manera los semáforos han ido evolucionando hasta conseguir lo que actualmente conocemos como los semáforos inteligentes, y con mejor y más duradera tecnología como son las lámparas LED, pero no solo el artefacto ha evolucionado, sino también la manera regularlos de modo que sea lo más eficiente posible dependiendo de las características del lugar donde vaya a ser instalado.

Tanto a nivel nacional como internacional existen varios textos que sirven de guía, para la sincronización semafórica (ciclos, fases, intervalos, niveles de servicios, entre otros) y para su ubicación (visibilidad, comprensión, tiempo de reacción, entre otros).

2.1.1.1 Antecedentes a Nivel Internacional

La semaforización es un tema al cual se le ha dado gran importancia a nivel internacional, de esto ha resultado varias investigaciones a lo largo de los años, pero son dos las más utilizadas y conocidas, el HCM (Highway Capacity Manual) y MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices), estas dos son la recopilación de otras investigaciones realizadas en la antigüedad, es importante mencionar que los dos textos, tiene áreas diferentes de análisis de una vía semaforizada. HCM pueden brindar información acerca del cálculo de capacidad y nivel de servicio de las vías, entre otros aspectos netamente técnicos, mientras que las MUTCD explican las técnicas básicas para la ubicación y buen funcionamiento de señalización, y por ende de semaforización.

Highway Capacity Manual (HCM), fue desarrollado y revisado bajo la dirección de la investigación de transporte (TRB's); es un texto que fue creado por consejo nacional de investigación (National Research Council) de los Estados Unidos, este trabajo de titulación se basa en la edición HCM 2000, esta:

Provee una colección de lo último en técnicas para estimar la capacidad y determinar el nivel de servicio en el análisis de la transportación, incluyendo intersecciones y carreteras, y también vías para ciclistas y peatones. Aunque este no sea capaz de establecer una norma legal para el diseño y construcción de carreteras. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 5) .

Esta información es de gran ayuda para el análisis y evaluación técnica de las intersecciones que se estudian en este proyecto, ya que es el que posee tantos los conceptos, metodologías, análisis, simulaciones, entre otra, información básica necesaria para su realización.

En cuanto a las normas de The Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) fueron desarrolladas por Federal Highway Administrator, el objeto principal es como su nombre lo indica una guía “estándar para todos los dispositivos de control de tráfico instalados en una calle, carretera, ciclo vía, o vía peatonal, permitiendo con este tener una uniformidad en estos dispositivos de control”. (Federal Highway Administrator, 2009, pág. 1), este manual es importante para esta investigación ya que se debe tener muy en cuenta normas universales para el buen funcionamiento de vías, carreteras, intersecciones semaforizadas.

2.1.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional

La investigación realizada a nivel nacional en la cual se basa el trabajo de titulación, es el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004:2012 Parte 5; fue creada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, básicamente es la investigación más profunda realizada dentro del país acerca de semaforización, el objeto de estas normas internas ecuatorianas es:

Establecer los requisitos que deben cumplir los sistemas semafóricos, con el propósito de garantizar la seguridad de las personas, prevenir prácticas que puedan inducir a la accidentabilidad de los usuarios de las vías y minimizar los impactos negativos al medio ambiente. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, 2012, pág. 3)

Es necesario para la investigación tener una base legal, es por eso que es indispensable el estudio de las normas INEN, ya que esta es la normativa vigente que regula y estandariza el diseño de los sistemas semafóricos a nivel nacional.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La ingeniería del tránsito es una ciencia que se encarga de planificar, regular y controlar el tránsito, con el objetivo de proveer movimientos seguros, ágiles y convenientes a los usuarios de las vías. El uso de sistemas semafóricos en las urbes actualmente es indispensable para que el tráfico funcione en las mejores condiciones posibles, ya que la función del semáforo es proveer el derecho de circulación de cada usuario, separando en tiempo y espacio los movimientos vehiculares y peatonales de acuerdo a su trayectoria

de viaje. Pero para que un sistema semafórico cumpla con su función debe llevarse a cabo una investigación profunda de ingeniería de tránsito, como lo menciona las normas INEN.

Según las normas (INEN, 2012) una intersección semaforizada debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Promover un movimiento ordenado y seguro del tránsito
- Optimizar los flujos vehiculares en una intersección, cuando se usan las medidas de control y diseño apropiadas
- Reducir la frecuencia de ciertos tipos de accidentes, especialmente aquellos de ángulo recto
- Promover un movimiento continuo o progresivo del tránsito a una velocidad definida a lo largo de una ruta.
- Interrumpir volúmenes vehiculares de tránsito a intervalos pertinentes para permitir que otro tránsito vehicular o peatonal pueda cruzar la intersección.
- Proporcionar seguridad vehicular y peatonal. (pág. 8)

La falta de estudio o análisis de una intersección semaforizada puede causar muchos inconvenientes en el tránsito del sector, entre ellos el incremento de accidentes, provocando inseguridad, las demoras innecesarias, costos excesivos y la reducción de nivel de servicio de dicha intersección. Para la instalación y estudio de semáforos en una intersección, se debe tener en cuenta varios factores, estos deberán incluir un análisis de los factores relacionados con la operación y seguridad existentes en el lugar de estudio y el potencial de mejorar las condiciones entre estos factores tenemos, los volúmenes de tránsito que entran a la intersección, volúmenes clasificados por giros (giro a la derecha, giro a la izquierda y recto), volúmenes peatonales, límites de velocidad, acceso a vías principales, volúmenes peatonales, cruces peatonales escolares, conservación de progresión, frecuencia de accidentes, o diagrama físico de la intersección donde se indique todas las características geométricas de la misma.

Según la (Federal Highway Administrator, 2009) no se deben instalar semáforos si no se cumplen con las siguientes condiciones:

- No debe instalarse a menos que el estudio de ingeniería demuestre que hay mejoras en la operación y seguridad.
- No debe instalarse si provoca una alteración seria en el flujo progresivo del tráfico. (pág. 489)

La ingeniería del tránsito en el tema semaforización tiene como principal objetivo optimizar el uso de la infraestructura para con esto mejorar el flujo vehicular de la intersección o vía y brindar más seguridad a los usuarios, esta ciencia se encarga de evaluar mediante estudios de tránsito los volúmenes y comportamientos vehiculares, someterlos a modelos matemáticos en donde se incluye la velocidad, densidad y lograr ciclos semafóricos óptimos para el área de estudio.

2.2.1. Definiciones

Para el efectivo entendimiento de la metodología a utilizarse en la sincronización de los diseños semafóricos de las intersecciones de estudio es necesario conocer el significado de los términos más utilizados. Estas son algunas de las definiciones que intervienen en el estudio de un sistema semafórico:

Un **sistema semafórico** es el “conjunto de dispositivos de señalización luminosa interconectados y comunicados entre sus elementos y componentes, que sirven para regular el tránsito en forma segura en una red vial” (INEN, 2012, pág. 7).

Los **semáforos** son artefactos electrónicos automáticos que emiten tres tipos de luces rojo, amarillo o ámbar y verde, cuya comprensión es universal, los semáforos son de dos tipos:

Semáforos vehiculares: Estas en cambio regulan el derecho de vía específicamente de los vehículos, sean estos pesados, livianos o buses. En condiciones normales Se componen de tres módulos circulares (rojo, amarillo, verde), en caso de virajes se pueden acoplar tres módulos más en forma de flechas.

Semáforos peatonales: Su principal propósito es proteger a los peatones, estas señales de tránsito luminosas que regulan el derecho de paso de las personas que necesitan

cruzar una vía. Este en cambio puede tener lentes rectangulares, cuadrado incluso circulares, que emiten imágenes como un hombre caminando, una mano intermitente ya sean estas dinámicas o fijas. En la actualidad también existen semáforos exclusivos para ciclistas, que son aquellos que dan preferencia a los usuarios de bicicletas, estos son utilizados únicamente cuando existe un carril exclusivo para las mismas, en este caso no contamos con ninguna de estos carriles.

Es importante comprender el significado de la luz roja intermitente, luz amarilla intermitente.

Roja Intermitente: su significado es similar a una señal vertical de Pare; los conductores frente a estas luces, deben detenerse obligatoriamente y proseguir con precaución a través de la intersección solamente si no hay peligro de colisión o atropello con otro vehículo o peatón

Ámbar Intermitente: su significado es similar a una señal vertical de Ceda el Paso; los conductores frente a estas luces, pueden proseguir a través de la intersección si no existe peligro de colisión o atropello con otro vehículo o peatón (INEN, 2012, pág. 13)

Los **ciclos semafóricos** son el tiempo necesario para que se complete una sucesión de indicaciones en los semáforos.

Una **Fase semafórica** es una parte del ciclo que asignan el derecho de paso a un movimiento o un conjunto de movimientos específicos siempre y cuando estos no sean conflictivos.

El **Intervalo semafórico** son los tiempos sucesivos de las luces de un semáforo.

Intervalo semafórico de despeje en cambio es el tiempo de terminación de un movimiento en una aproximación, comprende entre el tiempo amarillo más el todo rojo.

Aproximación es el conjunto de carriles de una intersección que a los que arriban los vehículos para sus respectivos movimientos.

Grado de aproximación es el grado de una intersección expresado en porcentaje, con valores positivos cuando es ascendente y valores negativos cuando es descendente.

Grupo de carriles (movimientos) conjunto de carriles que se caracteriza por su dirección y provisión de derecho de paso.

Grupo de carril crítico es el grupo de carril con la más alta tasa de flujo para una fase semafórica.

Periodo de análisis es el periodo de tiempo durante el cual el análisis del rendimiento de la capacidad de la vía.

Cola vehicular son los vehículos que detenidos esperan el derecho de paso por la intersección.

Demanda es el número de usuario que pasan por la vía durante un periodo de tiempo estos pueden ser vehículos de cualquier tipo, bicicletas o peatones, la demanda es expresada en veh/h. Según las INEN demanda es “registro de presencia de tránsito que espera por el derecho de paso”. (pág. 6)

Flujo de saturación es el volumen por hora a la cual pueden atravesar los vehículos haciendo cola bajo condiciones prevalecientes y asumiendo que la señal de verde está disponible y no existen pérdidas. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 61)

El **volumen o intensidad de tránsito** es el número total de vehículos que pasan sobre un punto determinado o sección de vía en un intervalo de tiempo específico se calcula como vehículos por unidad de tiempo, expresado en vehículos por hora.

Tasa de flujo “Es el número promedio de vehículos que pasan sobre un punto dado durante un intervalo de tiempo menor que una hora, usualmente son 15 minutos. Expresado en vehículos por hora o vehículos por segundo, es importante resaltar que la tasa de flujo no es efectivamente el número de vehículos que pasan durante una hora completa”. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 87)

Según el HCM 2000 la diferencia entre volumen y tasa de flujo está en el tiempo de estudio, el tiempo para cálculo del volumen es de una hora completa, mientras que para el flujo de saturación se subdivide la hora, y se toma en cuenta el cuarto de hora pico para el cálculo, esto nos da valores diferentes para las dos variables. (pág. 87)

Ecuación 1: tasa de flujo

Tasa de flujo (q):
$$\frac{\text{Número de vehículos (N)}}{\text{Tiempo específico (15min)(T)}}$$

Flujo hora pico (PHF- peak flow rate): Según la (National Academy of Sciences, 2000), de estos valores se puede calcular el factor hora pico, (PHF), esta es la relación del volumen total por hora y la tasa de flujo máxima calculada por hora, por medio de la siguiente ecuación. (pág. 85).

Ecuación 2: flujo hora pico PHF

PHF:
$$\frac{\text{Volumen por hora (Q)}}{\text{Tasa de flujo (Hora Pico)(q)}}$$

El HCM 2000 afirma que una vez conocido el PHF se puede a este convertir en volumen hora pico con la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Tasa de flujo para 15 min pico

Tasa de Flujo (q) (para los 15 min pico):
$$\frac{\text{volumen hora pico}}{PHF}$$

Promedio de la velocidad de Viaje es el promedio de la velocidad a la que los vehículos circulan a través de la vía, expresada en Km/h medio como distancia sobre unidad de tiempo.

La **Densidad o concentración** es el número de vehículos que ocupa cierta longitud de una carretera se la mide en vehículo por kilómetro, en un instante determinado. Expresado en veh / km. Es importante señalar que la densidad es más utilizada cuando el flujo vehicular es de tipo continuo o no interrumpido. Según el HCM 2000 esta es calculada mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 4: densidad

Densidad:
$$\frac{\text{Tasa de flujo (veh/h)}}{\text{Promedio de velocidad de viaje (km/h)}}$$

Capacidad vial “El máximo de tasa de flujo donde los vehículos o personas pueden pasar por un punto o un segmento de carril durante un específico periodo de tiempo y bajo condiciones preestablecidas, expresada en veh/h” (National Academy of Sciences, 2000, pág. 59) El principal objetivo del análisis de capacidad es estimar el número máximo de personas o vehículos que una vía puede abarcar con seguridad durante un tiempo específico.

2.2.2. Volumen vehicular

Según (Federal Highway Administrator, 2009) para la instalación de un semáforo en una intersección se deben considerar el volumen vehicular mínimo, la condición A, está destinado para su aplicación en lugares donde un gran volumen vehicular y esta es la principal razón para considerar la instalación de una señal de control de tráfico.

La interrupción del tráfico continuo, Condición B, está destinado para su aplicación en los lugares donde la condición A no es satisfecha y donde el volumen de tráfico en una carretera principal es tan pesado que el tráfico de una intersección menor sufre de retardo o conflicto excesivo en entrar o cruce la principal calle. (pág. 438)

Tabla 1: Condiciones de volumen vehicular para la instalación de semáforos

Condición A: volumen vehicular mínimo									
Número de carriles por acceso		Vehículos por hora en calle principal (dos sentidos)				Vehículos por hora en acceso de mayor volumen (un sentido)			
Principal	Secundaria	100%	80%	70%	56%	100%	80%	70%	56%
1	1	500	400	350	280	150	120	105	84
2 o mas	1	600	480	420	336	150	120	105	84
2 o mas	2 o mas	600	480	420	336	200	160	140	112
1	2 o mas	500	400	350	280	200	160	140	112
Condición B: interrupción de trafico continuo									
Número de carriles por acceso		Vehículos por hora en calle principal (dos sentidos)				Vehículos por hora en acceso de mayor volumen (un sentido)			
Principal	Secundaria	100%	80%	70%	56%	100%	80%	70%	56%

1	1	750	600	525	420	75	60	53	42
2 o mas	1	900	720	630	504	75	60	53	42
2 o mas	2 o mas	900	720	630	504	100	80	70	56
1	2 o mas	750	600	525	420	100	80	70	56

Nota: Fuente de la tabla (Federal Highway Administrator, 2009, pág. 438)

- a. 100%: Volumen mínimo por hora Básica
- b. 80%: Se utiliza para la combinación de las condiciones A y B después de un juicio adecuado de otras medidas correctivas
- c. 70%: puede ser utilizado cuando la velocidad de la calle principal supera el 65 km/h o en una comunidad aislada con una población de menos de 10.000
- d. 56%: puede ser utilizado para la combinación de las condiciones A y B después de un juicio adecuado de otras medidas correctivas cuando la velocidad de la calle principal supera el 65 km/h o en una comunidad aislada con una población de menos de 10.000.

Es importante mencionar que el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 2012, establecen los mismos valores que se indicaron anteriormente (pág. 9).

2.2.3. Flujo Vehicular

El análisis del flujo vehicular describe la manera en como circulan los vehículos en un tramo de cualquier tipo vía y esto a su vez permite determinar el nivel de eficiencia de la operación de la misma. (CAL-Y-MAYOR, 2012)

2.2.3.1. Tipos de flujos de tránsito

Según el HCM 2000 existen dos tipos de operación de flujo vehicular el continuo y el discontinuo (pág. 85)

El **flujo vehicular continuo** o interrumpido es aquel que no presenta paradas obligadas en la vía como por ejemplo semáforos, redondeles o señales de alto y la única interrupción para la circulación es el tráfico interno de la vía, es decir la circulación vehicular.

El **flujo vehicular discontinuo o no interrumpido** en cambio es el que presenta interrupciones que obligan a los vehículos a detenerse o a reducir significativamente la velocidad independientemente de los volúmenes de tránsito que existan, como se había mencionado anteriormente semáforos, ceda el paso, señales de pare, entre otros. Es importante el estudio del tipo de flujo vehicular, en una intersección ya que la capacidad es limitada no solo por el espacio físico de una intersección sino también por el tiempo disponible de movimiento.

2.2.4. Relación de espacio y tiempo entre vehículos

Según el HCM 2000 “espaciamento es la distancia entre vehículos sucesivos en un tráfico extremo, medida desde el mismo punto en cada vehículo” es decir esta es una distancia y esta medida en metros.

Intervalo es el lapso de tiempo entre el paso de los vehículos sucesivos, generalmente expresado en segundos, medido desde el mismo punto en cada vehículo. Según (CAL-Y-MAYOR, 2012).

El *Gráfico 1* explica de manera más clara a un par de vehículos sucesivos. Donde el paso es el tiempo necesario para que el vehículo recorra su propia longitud, y la brecha o claro es el intervalo de tiempo libre disponible entre los dos vehículos, equivalente a la separación entre ellos, medida desde la defensa trasera del primer vehículo a la parte delantera del segundo vehículo.

Gráfico 1: RELACIÓN ESPACIO - TIEMPO ENTRE VEHICULOS



Nota: Fuente del grafico es (CAL-Y-MAYOR, 2012)

Esto se puede analizar tanto de manera microscópica como macroscópica, la microscópica incluye el estudio espaciamento velocidades vehiculares de manera individual, mientras que en la macroscópica considera la operación vehicular en termino de sus variables de flujo, es decir de forma agregada. Puede resultar más conveniente hacer la medición del intervalo que del espaciamento, ya que esta última requiere de técnicas más complejas para su obtención, en cambio el intervalo puede ser medido con técnicas comunes.

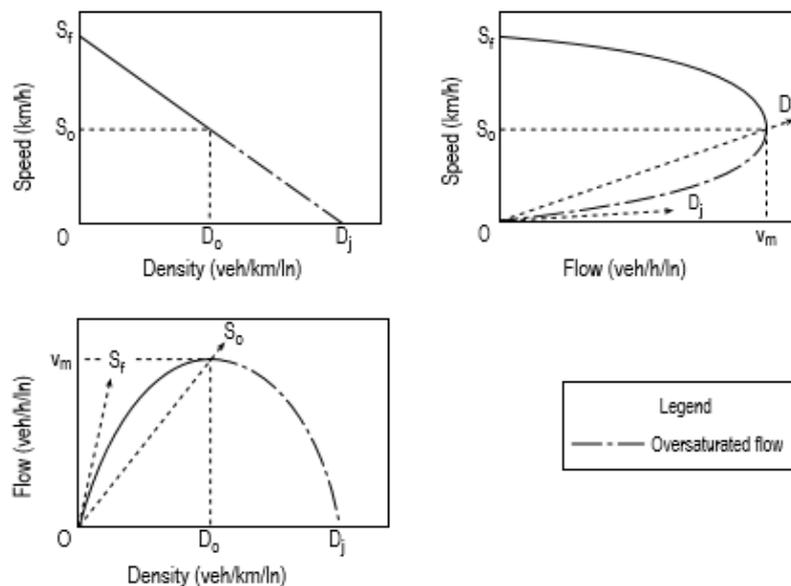
Relación entre velocidad, flujo y densidad

Cualquier flujo de corriente de transito puede definirse en termino de sus tres variables principales: la tasa de flujo (q), la velocidad (V) y la densidad (K), a estos se les conoce como los principios básicos del flujo de tránsito. “Esta relación se basa en la ecuación fundamental determinada a partir de la ecuación del espacio, y la del intervalo promedio.” (CAL-Y-MAYOR, 2012)

Ecuación 5: Flujo

Flujo (q): velocidad (v) * densidad (k)

Gráfico 2: Relación entre velocidad densidad y tasa de flujo



Source: Adapted from May (2).

Nota: Fuente del grafico (National Academy of Sciences, 2000, pág. 88)

Donde speed es velocidad, flow es flujo y density es densidad, como podemos observar en el gráfico 2 se explica la relación que existe entre cada una de las variables a considerar en el flujo vehicular, en el que explica la gráfica en condiciones favorables de la vía y en condiciones de sobre saturación de la misma.

En cuanto a la relación velocidad – densidad podemos notar que mientras la densidad aumenta la velocidad disminuye. La relación velocidad – flujo expresa mientras el flujo aumenta la velocidad disminuye. La relación flujo - densidad, podemos notar en esta relación que cuando el flujo va hacia 0, la densidad también se aproxima a 0, y cuando la densidad es máxima el flujo es 0, lo que nos indica que existen vehículos detenidos.

Los aspectos antes mencionados son los más estudiados para los flujos no interrumpidos, para el estudio de flujos interrumpidos tiene más complejidad. Según HCM 2000 en este análisis afectan los siguientes factores:

- Volumen y tasa de flujo
- Flujo de saturación, espaciamiento e intervalos
- Control de variables (pare o señales de control)
- Brechas, puntos de conflicto y retrasos

Los dos primeros ítems es decir el volumen, tasa de flujo, flujo de saturación espaciamiento e intervalos, se analizan de la misma manera que en los flujos no interrumpidos, mientras que el control de variables es un factor único para flujos interrumpidos, como es nuestro caso vamos a enfocarnos en intersecciones semaforizadas, las cuales detienen el flujo en cada movimiento o grupo de movimientos, es decir el flujo de tráfico que analizamos en nuestro estudio siempre va a ser interrumpido. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 89).

Según HCM 2000 Para el análisis de una intersección se toma en cuenta a los vehículos que abandonan la intersección, el flujo máximo es el límite de la capacidad de la vía, cuando la demanda excede la capacidad y la cola es creciente es aconsejable el estudio de la vía unos kilómetros antes de la misma (pág. 90).

2.2.5. Intersecciones semaforizadas

Como conocimiento previo, las intersecciones semaforizadas, es necesario explicar que una intersección es el punto en donde convergen dos o más vías, es en esta parte de la vía en donde los conductores presentan más conflicto de tránsito, esto se debe tanto a que los vehículos de una vía como los de la otra necesitan atravesar la intersección.

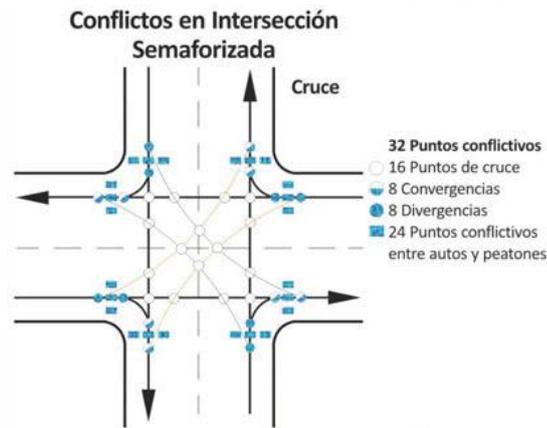
2.2.5.1. Modos de operación de las intersecciones semafóricas

Para los modos de operación de las intersecciones semafóricas se definirán tres tiempos los tiempos fijos, semi-actuados y actuados. (Federal Highway Administrator, 2009, pág. 489). Los tiempos fijos son aquellos que no varían, y su secuencia siempre es la misma, es decir no se toma en cuenta a ningún controlador, produciendo un ciclo constante, en cuanto a los tiempos semi-actuados permite la inclusión o exclusión de uno o más movimientos dentro de la secuencia, estos deben ser estados de tiempo fijo y por último los tiempos actuados son aquellos cuyos tiempos varían dependiendo del volumen de tráfico existente, este trabaja con sensores instalados, es decir la sincronización semafórica de todas las aproximaciones de una intersección, será influenciada por los sensores.

2.2.5.2. Puntos de Conflicto en una Intersección Semaforizada

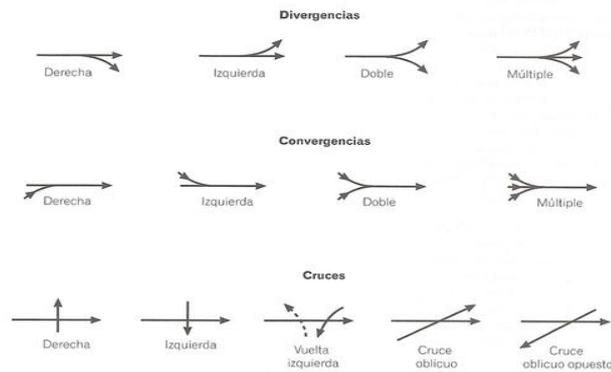
Los puntos de conflicto en una intersección semaforizada se describen en el *Grafico 4*, en este se puede observar los puntos de conflicto que se producen debido a las divergencias, convergencia y puntos de cruce que experimentan los vehículos dentro de la intersección.

Gráfico 3: Puntos de conflicto en una intersección semaforizada



Nota: Fuente del gráfico (Ayuntamiento de Mérida Yucatán México, 2016).

Gráfico 4: Divergencias y convergencias



Nota: Fuente del gráfico (RR STUDIO ARQUITECTURA Y DISEÑO, 2013)

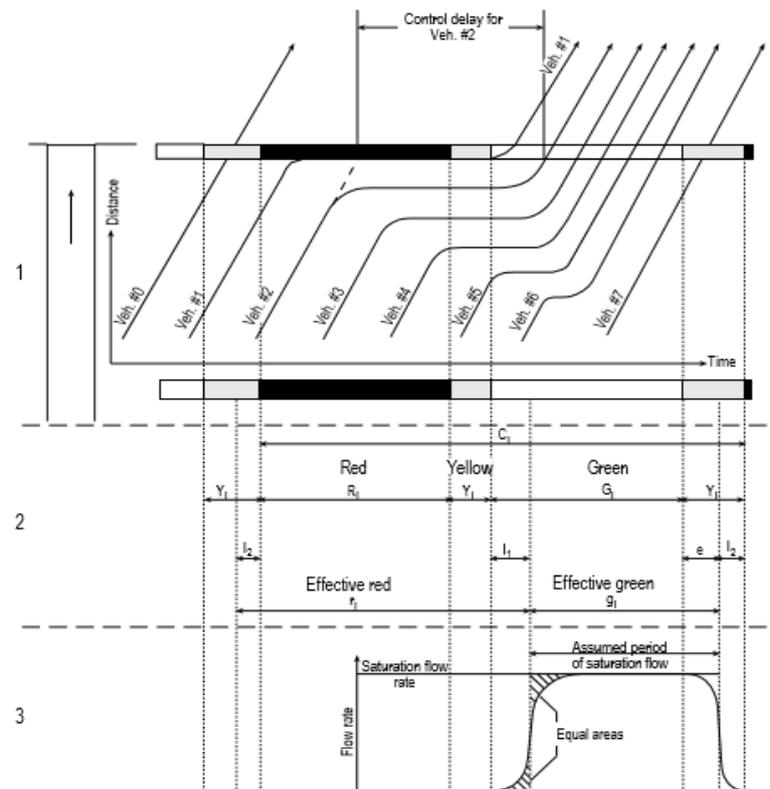
Todas intersecciones semaforizadas requieren cambios o mejoras, ya que a medida que pasa el tiempo las condiciones de la intersección cambian por ejemplo los flujos vehiculares pueden aumentar, es por eso que se debe también realizar cambios en la sincronizaciones semaforizadas estos deben coincidir con las condiciones actuales de la intersección, para la sincronización semaforizada se requiere conocer aspectos como la geometría de la intersección que sería un dato inalterable, y la composición del tránsito, que sería un dato variable.

La manera en la cual el tiempo para un movimiento es asignado afecta significativamente a el resto de movimientos, afectando esto a la capacidad de la

intersección, para el análisis de una intersección semaforizada se debe analizar mediante los grupos de carriles.

2.2.5.3. Principales características de flujo dentro de una intersección semaforizada

Gráfico 5: Características principales del flujo en una intersección semaforizada



Nota: Fuente del gráfico (National Academy of Sciences, 2000, pág. 160)

Donde:

R_i : Rojo

Y_i : cambio o limpieza del intervalo, amarillo o ámbar + todo rojo.

G_i : verde

C_i : ciclo

l_2 : tiempo perdido (tiempo de desalojo).

r_i : rojo efectivo: ciclo – verde efectivo.

g_i : verde efectivo: ciclo – rojo efectivo.

l_1 : tiempo perdido de arranque, generalmente 2 segundos

t_L : Tiempo perdido.

e : extensión de verde, generalmente es 2 segundos

L : tiempo total perdido

S : tasa de flujo de saturación medida en Veh/h

El HCM indica que la primera parte del gráfico describe la relación espacio tiempo y las características de flujo de cada vehículo que ingresa a una intersección en un ciclo semafórico, la segunda parte detalla las partes de un ciclo semafóricos, y la tercera indica el gráfico de la tasa de flujo pasando la línea de pare, indica como el flujo de saturación es definido. (pág. 159).

Es necesario comprender que el verde efectivo no es el mismo que el tiempo de verde, al igual que el rojo efectivo, la diferencia radica en la duración de sus tiempos, verde efectivo es el tiempo en el cual un grupo de carriles pueden proceder, rojo efectivo es el tiempo en el cual los vehículos de un grupo de carriles están direccionados a estar parados.

El tiempo de rojo y verde únicamente constituye al periodo de tiempo asignado en el ciclo semafórico para cada uno. Según el *Gráfico 6* resulta la ecuación siguiente:

Ecuación 6: Verde Efectivo

$$g_i = G_i + e - L_1$$

Según el HCM 2000 se experimenta dos tiempos perdidos, tanto al inicio como al final de cada movimiento, al inicio (l_1) se los conoce como start – up (puesta en marcha),

como su nombre lo indica este describe el tiempo que se pierde mientras los vehículos arrancan, para el tiempo perdido al final, se consideran dos tiempos extensión del verde efectivo (e) y el tiempo de desalojo (l_2). La sumatoria de l_1 y l_2 resulta el tiempo perdido por movimiento (t_L), para condiciones normales se asume que l_1 y e es de 2 seg. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 161)

2.2.5.4. Tipos de movimientos.

“Existen tres acciones que las fases semafóricas pueden proveer para el derecho de paso estas pueden admitir movimientos protegidos, permitidos e impedir movimientos de giro”. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 163)

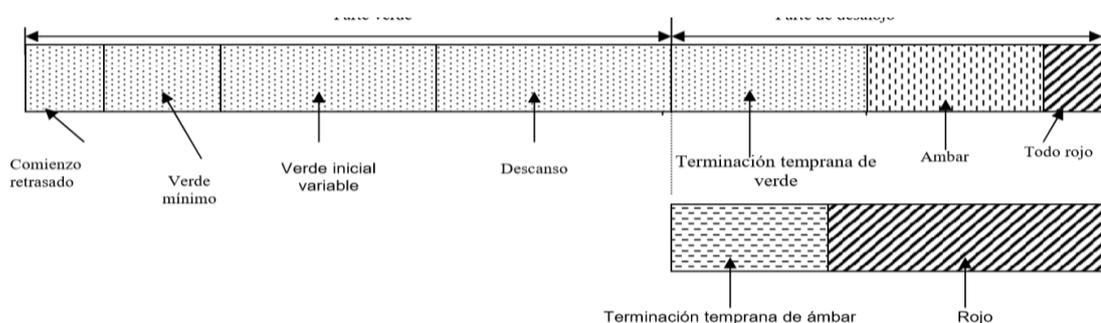
Protegido se refiere a tener el derecho de paso absoluto sin la necesidad de ceder el paso a otros movimientos conflictivos. El HCM 2000 sostiene que “un movimiento protegido es aquel que se hace sin conflicto, ya sea peatonal, de flujo de bicicletas o flujo vehicular”. (pág. 163).

Permitido es aquel que admite el paso a más de un movimiento vehicular, es decir es necesario cruzar con precaución la intersección, y si es necesario ceder el paso al tráfico opuesto o movimientos peatonales conflictivos.

Según el HCM 2000 “los giros permitidos es aquel que se hace, pero presenta conflicto ya sea peatonal, de flujo de bicicletas, o del flujo vehicular opuesto”. (pág. 163)

2.2.5.5. Parte de una fase semafórica según el Instituto Ecuatoriano de Normalización

Gráfico 6: Partes de una fase semafórica según el INEN



Nota: Fuente del grafico (Instituto Ecuatoriano de Normalizacion, INEN, 2012, pág. 90)

Según el INEN 2012 parte 5. Las partes de una fase semafórica son las que se pueden observar con mayor detenimiento en el *Gráfico 7*, éstas presentan ciertas variaciones en comparación con lo antes mencionado del HCM 2000, pero estas variaciones no perjudican en ningún sentido el análisis de la sincronización semafórica.

Se refiere periodo de arranque o comienzo de retraso como el tiempo que se le va a mantener en rojo a un grupo de señal (semáforo) al comienzo de una fase con el fin de evitar puntos de gran conflicto. El verde mínimo es el tiempo utilizado para asegurarse que el tiempo de verde es seguro. El periodo de verde inicial variable y el periodo de descanso es solo utilizado cuando hay detectores vehiculares y es el tiempo que se les da a los vehículos para que comiencen a moverse sobre estos y el periodo de longitud variable. El desalojo de los vehículos consta de terminación temprana de verde, que permite la terminación progresiva de la fase, amarillo y todo rojo que es el periodo de desalojo seguro de los vehículos antes de empezar con otra fase.

2.2.6. Flujo de saturación

El flujo de saturación es un parámetro básico usado para obtener la capacidad de la vía, estos esencialmente se determinan sobre la base de los mínimos avances que un grupo de carriles puede sostener a través de una línea de parada con los vehículos que salen de la intersección, el flujo de saturación será analizado por cada grupo de carril de una intersección.

2.2.7. Tratamiento de giros izquierdos

La sincronización semafórica necesita, de giros izquierdo permitidos, como resultado de analizar y recomendar giros protegidos izquierdos será óptimo para las operaciones de una intersección, ya que permitirá desalojar mayor cantidad de vehículos de la intersección y de manera más segura. El HCM provee una metodología para lograr estimar si el giro izquierdo debe ser protegido o solo permitido, esta tabla de trabajo se la presenta en el anexo 1 de este documento.

Según la HCM para la determinación de giros izquierdos protegidos se debe seguir los siguientes cuatro recomendaciones:

- La primera recomendación es que el giro izquierdo protegido se dé si hay más de un carril en la aproximación, es decir si hay un carril exclusivo de giro a la izquierda.
- Segunda recomendación es que se puede otorgar el giro izquierdo protegido si hay más de 240 veh/h girando a la izquierda.
- La tercera recomendación es si el producto del cruce del giro o también conocido como demanda de viraje a la izquierda y el volumen de la línea principal opuesta o flujo opuesto por hora excede el mínimo de los valores de la siguiente tabla 2. El volumen de la línea principal opuesta es la sumatoria de los vehículos opuestos pasos rectos y giros a la derecha.
- La última recomendación es comparar la demanda de giros izquierdos con el promedio del número que pueden pasar de improviso durante el tiempo de amarillo y recomienda que dé si los flujos opuestos no son tan altos, y que el factor equivalente de giro a la izquierda exceda 3.5.

Tabla 2: Valores del mínimo de producto de cruce recomendado para giros izquierdos protegidos

Número de carriles directos	Mínimo producto de cruce (cross - product)
1	50.000
2	90.000
3	110.000

Nota: Fuente de la tabla es (National Academy of Sciences, 2000, pág. 185)

2.2.8. Cálculo de tiempos

Para el cálculo de tiempo se ha podido investigar que se debe seguir varios pasos que a continuación, tomando en cuenta todos los aspectos que ya se han mencionado a lo largo de este documento.

- Determinar el plan de fases
- Establecer grupos de carriles

- Calcular flujos de saturación
- Escoger volúmenes críticos
- Determinar tiempo de ámbar, entre verde y tiempo perdido total
- Calcular el tiempo del ciclo
- Calcular tiempos de verde

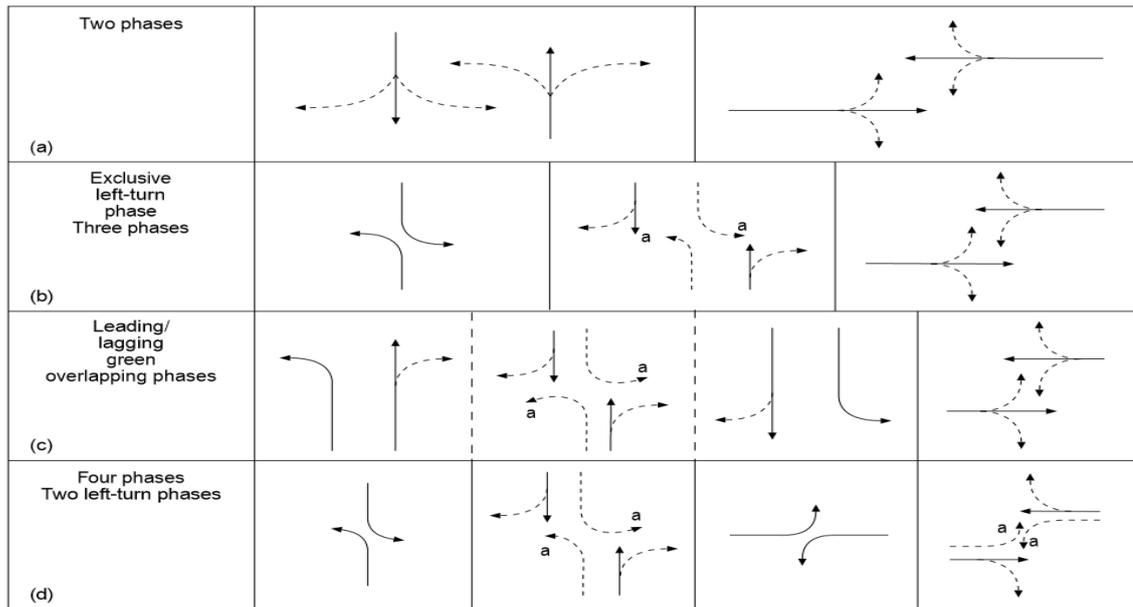
2.2.8.1. Determinar el plan de fases

El diseño del plan de fases dependerá del número de aproximaciones y giros izquierdos que se efectúen en la intersección, es recomendable utilizar el mínimo de fases posibles, para que el tiempo del ciclo semafórico se reduzca y con esto mejore los tiempos de viaje de conductor e incrementar los niveles de servicio de la vía. Para la determinación del plan de fases de debe tener en cuenta el estudio realizado para la determinación de giros izquierdos protegidos.

Además de eso también de debe tener en cuenta estas estrategias que se pueden asumir como por ejemplo la prohibición de giros izquierdos, ya que es el que mayor número de problemas genera dentro de la intersección, según (J. L Llamuca, 2016). No se puede prohibir los giros a la izquierda si: no hay ninguna otra alternativa o si se trasladare el problema. La ruta alternativa se basa en virajes a la derecha conocida como ruta más larga, puede pasar dos veces por la misma intersección.

El *Gráfico 7* presenta un posible diseño de fases que pueden ser utilizadas, las elecciones de estas deberán tener en cuenta la condición de la intersección.

Gráfico 7: Plan de fases pre estimada y con control de tránsito



Note:
a. Optional movement.

Nota: Fuente del gráfico es (National Academy of Sciences, 2000, pág. 444)

2.2.8.2. Determinación del grupo de carriles

Una nueva metodología desagregada, considera aproximaciones individuales y grupos individuales de carriles en las aproximaciones, este es un proceso simple que considera la geometría y la distribución de los movimientos, este menor número de grupo de carriles describe la operación de la intersección.

Para los movimientos exclusivo se debe asignar en un solo grupo de carril, como por ejemplo estos son giros exclusivos a la izquierda o derecha y los carriles con igual grado de utilización.

Gráfico 8: Tipico grupo de carriles para análisis

Number of Lanes	Movements by Lanes	Number of Possible Lane Groups
1	LT + TH + RT	① (Single-lane approach)
2	EXC LT TH + RT	②
2	LT + TH TH + RT	① OR ②
3	EXC LT TH TH + RT	② OR ③

Nota: Fuente del gráfico es (National Academy of Sciences, 2000, pág. 356)

2.2.8.3. Calculo del flujo de saturación

El HCM expone un método que parte de la ecuación, esta se explicara a continuación.

Ecuación 7: flujo de saturación

$$s = s_o N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Donde:

S =	velocidad de flujo de saturación para grupo carril sujeto, expresada como un total para todos los carriles en el grupo de carril
S_o =	velocidad de flujo de saturación de bases por carril
N =	número de carriles en grupo de carriles
f_w =	factor de ajuste para el ancho
f_{HV} =	factor de ajuste para vehículos pesados en flujo de tráfico
f_g =	factor de ajuste para el grado de enfoque
f_p =	factor de ajuste por la existencia de un carril de estacionamiento y aparcamiento y la actividad de aparcamiento
f_{bb} =	factor de ajuste para bloquear el efecto de los autobuses locales que paran en el área de intersección
f_a =	factor de ajuste de tipo de área
f_{LU} =	factor de ajuste para la utilización del carril
f_{LT} =	factor de ajuste para giros a la izquierda en el grupo de carriles
f_{RT} =	factor de ajuste para giros a la derecha en el grupo de carriles
f_{Lpb} =	factor de ajuste de peatones para los movimientos de giro a la izquierda
f_{Rpb} =	factor de ajuste de peatones para los movimientos de giro a la derecha

Cada uno de los parámetros antes mencionados, se pueden calcular de acuerdo a la *Tabla 3*, la misma que proporciona las fórmulas para el cálculo de cada factor necesario en el flujo de saturación.

Tabla 3: Factores de ajuste para el cálculo del flujo de saturación

FACTOR	FÓRMULA	DEFINICIÓN DE VARIABLES	NOTAS
Ancho de Carril	$f_w = 1 + \frac{(W - 3.6)}{9}$	W= ancho de carril	$W \geq 2.4$ If $W > 4.8$, a two-lane analysis may be considered
Vehículos Pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \% HV(E_T - 1)}$	%HV=% vehículos pesados por volumen de grupo de carril	$E_T = 2.0$ pc/HV
Grados	$f_g = 1 - \frac{\% G}{200}$	%G=% gradiente de un grupo de carril de la aproximación	$-6 \leq \% G \leq +10$ Negative is downhill
Estacionamiento	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$	N=número de carriles en un grupo de carriles NM=número de manobras de parqueo	$0 \leq N_m \leq 180$ $f_p \geq 0.050$ $f_p = 1.000$ for no parking
Bloqueo de bus	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$	N=número de carriles en un grupo de carriles Nb=número de paradas de buses	$0 \leq N_b \leq 250$ $f_{bb} \geq 0.050$
Tipo de área	$f_a = 0.900$ in CBD $f_a = 1.000$ in all other areas		
Utilización de carril	$f_{LU} = v_g / (v_{g1} N)$	Vg= demanda de tasa de flujo para el grupo de carriles Vg1=ajuste de la demanda de tasa de flujo en un solo carril en un grupo de carriles con el mayor volumen N= número de carriles en un grupo de carriles	
Giros a la izquierda	Protected phasing: Exclusive lane: $f_{LT} = 0.95$ Shared lane: $f_{LT} = \frac{1}{1.0 + 0.05P_{LT}}$	PLT= Proporción de giros izquierdos en un grupo de carriles	See Exhibit C16-1, Appendix C, for nonprotected phasing alternatives
Giros a la derecha	Exclusive lane: $f_{RT} = 0.85$ Shared lane: $f_{RT} = 1.0 - (0.15)P_{RT}$ Single lane: $f_{RT} = 1.0 - (0.135)P_{RT}$	PRT= Proporción de giros derechos en un grupo de carriles	$f_{RT} \geq 0.050$

Nota: Fuente de información de esta tabla es (National Academy of Sciences, 2000, pág. 360)

2.2.8.4.Determinación de grupo critico

Un grupo de carriles será el que regule el tiempo de verde de cada fase, para esto se debe determinar la mayor razón de flujo que se lo puede calcular a partir de la *Ecuación 13*.

Ecuación 8: Razón de flujo

$$Y_i = v/s$$

Donde:

y_i = razón de flujo

v = volumen veh/h

s = flujo de saturación veh/h

La mayor razón de flujo por cada grupo de movimiento, será la que determine el tiempo de verde de la fase.

Determinación del tiempo de entre verde y tiempo total perdido

El tiempo de amarillo o ámbar alerta a los conductores a detenerse, la ecuación para el cálculo del tiempo de entre verde es la siguiente. (Hoel, 2005, pág. 304)

Ecuación 9: Entre verde- total tiempo perdido

$$t_{ev} = T + \left(\frac{V}{2a + 2Gg} \right) + \frac{w + l}{V}$$


Donde:

T: tiempo de reacción se asume que es 1 segundo

V: velocidad del vehículo (m/s)

a: desaceleración se asume que es de 3.05 m/s²

G: gradiente (1)

g: gravedad se asume que es 9.8 m/s²

w: ancho de la intersección (m)

l: longitud de un vehículo se asume que es 6.1 m. El tiempo total perdido por ciclo resultaría de la sumatoria de todos los amarillos y la sumatoria de todos los rojos.

2.2.8.5. Cálculo del tiempo del ciclo óptimo

Para el cálculo de tiempo del ciclo óptimo nos guiaremos en la ecuación 15 determinada por Webster:

Ecuación 10: Tiempo ciclo óptimo

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

2.2.8.6. Cálculo de tiempo de verde

Para el cálculo de tiempo de verde nos basaremos también en la ecuación 16 determinada por Webster, en la cual para dos brazos de una misma fase con diferentes razones de flujo (Y_i) la demora mínima se obtiene con la proporción de la razón crítica sobre el total de los Y_i .

Ecuación 11: tiempo de verde

$$g_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^{\phi} y_i} (C_o + L)$$

2.2.9. Capacidad y niveles de servicio de una intersección semaforizada

2.2.9.1. Capacidad de una intersección semaforizada

“Al igual que el flujo de saturación la capacidad es también estudiada por cada grupo de carril, la capacidad por grupo de carril es la tasa máxima por hora en la que los vehículos pueden razonablemente esperar para pasar a través de la intersección, bajo condiciones de tráfico determinadas y condiciones de señalización, esta es expresada en veh / h.” (National Academy of Sciences, 2000, pág. 152)

2.2.9.2. Nivel de servicio de una intersección semaforizada

Es necesario realizar el cálculo del nivel del servicio de una intersección semaforizada para poder determinar si el cálculo de la sincronización semafórica es eficiente. El nivel de servicio de una intersección se define en termino de control de retraso, existen varias maneras de medir el nivel de servicio, por medio de la conformidad del conductor,

frustración, consumo de combustible e incremento de tiempos de viaje, generalmente el nivel de servicio es obtenido por el promedio del control de retraso por vehículo, en 15 min de periodo de análisis. (National Academy of Sciences, 2000, pág. 164). El retraso es una medida que depende de ciertas variables, según las HCM 2000 son los siguientes:

- Cantidad de progresión
- La duración del ciclo
- Tiempo de verde
- La tasa de relación v/c (pág. 164)

Para determinar cuál es el nivel de servicio que una intersección semaforizada brinda a los usuarios se debe tener en cuenta el control de retraso para esto el HCM determina los siguientes valores descritos a continuación.

Tabla 4: Criterios de nivel de servicio para las intersecciones semaforizadas

Nivel de servicio	Demora por vehículo (s/ veh)	Descripción
A	≤ 10	Ocurre cuando el progreso es extremadamente favorable, muchos vehículos llegan durante la fase de verde, muchos vehículos no paran por completo, corta duración del ciclo.
B	>10 y ≤ 20	Tiene buena progresión y corta duración del ciclo, pero más vehículos paran que en el nivel A
C	>20 y ≤ 35	Los ciclos más sincronizados pueden ser los que ocasionan el mayor retraso, el número de vehículos que paran es alto en este nivel.
D	>35 y ≤ 55	La congestión en este nivel es más notable, mayores retrasos, progresión, larga duración del ciclo, o alta tasa de la relación v/c, muchos vehículos paran.
E	>55 y ≤ 80	Este experimenta un gran retraso, que indica una muy mala progresión, largas duración del ciclo, las fallas en los ciclos son frecuentes. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de control, congestión, accidentes de tránsito.
F	>80	Ese es un nivel inaceptable, generalmente ocurre sobrecapacidad, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril.

Nota: Fuente de la tabla es (National Academy of Sciences, 2000, pág. 164), la tabla fue elaborada por la investigadora.

2.3 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

2.3.1 Hipótesis General

La sincronización semafórica incide en la fluidez vehicular dentro de las intersecciones de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.

2.4 VARIABLES

2.4.1 Variable Independiente

La sincronización semafórica de las intersecciones de circunvalación de la ciudad de Riobamba

2.4.2 Variable Dependiente

El flujo vehicular.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad a utilizarse para este estudio son las que a continuación se definen:

De campo: La información necesaria para el proyecto se recoge de un contexto natural, para la realización de este proyecto se requiere de información real para su realización.

Documental: Se basa en la obtención y análisis de la información proveniente de textos, documentos, entre otros. Esta investigación se fundamenta en anteriores estudios realizados por expertos en el tema de semaforización.

3.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Para la realización de este proyecto se utilizará los siguientes tipos de investigación.

Exploratoria: Este tipo de investigación se basa en la observación y el registro, ya que el tema a tratar no ha sido suficientemente estudiado.

Descriptiva: La investigación describe precisamente el evento de estudio, ya que realiza un diagnóstico de la situación actual de las intersecciones a ser tratadas.

Explicativa: Se pretende buscar las causas del problema de esta investigación, en base de la observación, descripción y comparación.

Proyectiva: Este proyecto intenta proponer soluciones a las demoras vehiculares, diagnóstica, analiza y propone alternativas de cambio en cuanto a la sincronización semafórica de las intersecciones en estudio.

Evaluativa: Ya que busca evaluar el resultado tanto de la propuesta a ser aplicada como de la situación actual de la sincronización semafórica.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para este tipo de investigaciones la principal fuente de información a requerirse es la observación directa de cada una de las diez intersecciones en estudio, donde se toma datos de los volúmenes de tránsito, flujos vehiculares por movimiento y por vehículo, características geométricas, actual sincronización semafórica y condiciones de tránsito estos datos deben ser tomados durante tres días típicos de la semana, pero en el caso de este estudio y en base a estudios realizados anteriormente por la Agencia Nacional de Tránsito de todo el cinturón vial que es estudiado, se determina que el día pico es el día viernes (ANEXO1).

El levantamiento de información se divide en dos partes, en la recolección de datos geométricos donde también se observa la sincronización semafórica y en la recolección de datos volumétricos de la intersección. Los datos en cuanto a volúmenes vehiculares de la intersección son recolectados durante 9 horas, del día 29 de enero del 2016, escogiendo este día por ser considerado como un día típico, esta recopilación de información está dividida en periodos de 15min de hora para mejorar la eficiencia del estudio, según aconseja las HCM (Council, 2000, pág. 26), para su ejecución se cuenta con la colaboración de 39 estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Gestión de Transporte, los cuales son distribuidos, dos por cada intersección y en dos jornadas; el horario de la mañana empieza desde las 6:00 a 13:00 y por la tarde de 13:00 a 19:00.

En cuanto a los datos geométricos y sincronización semafórica se realizan el día 3 de febrero del 2016, dentro de este análisis se incluye anchos de carril, existencia de carriles exclusivos, bloqueo por parqueo o por parada de bus, las condiciones semafóricas, plan de fases, tiempos sincronizados, tipos de semáforos con los que actualmente opera la intersección.

Además del estudio de campo realizado, también se obtiene información de entrevistas a autoridades y servidores públicos tanto de la Agencia Nacional de Tránsito como de la Dirección de Tránsito de la Ciudad de Riobamba, con conocimientos del tema de

semaforización dentro de la circunvalación de Riobamba, como es el caso del Arquitecto Washington Gallegos, Ing. Samaniego, técnicos de tránsito de la ANT, y del Ing. Jonathan Carrera Director de la Dirección de Tránsito y Movilidad de la Ciudad de Riobamba.

3.3.1. Técnicas

Las técnicas que se aplican para esta investigación son las que se mencionan a continuación:

Entrevista: La entrevista se realiza a directivos en el área de tránsito, ingenieros conocedores del tema de tránsito, entre otros con el propósito de obtener información que pueda ser útil para la presentación de la propuesta.

Observación Directa: Se realiza la observación sistemática y dirigida para captar las características semafóricas, volumétricas, de tránsito y geométricas de las intersecciones semaforizadas de la circunvalación.

3.3.1. Instrumentos

Los instrumentos a utilizarse irán en binomio con las técnicas antes señaladas.

Guía de entrevista: Se realiza una guía de entrevista el tipo de preguntas son ítems de cortes abiertos, se realiza aproximadamente 4 preguntas, el modelo de guía de entrevista que se utiliza esta adjuntado en el *Anexo 2*.

Ficha de observación: Es utilizada para observación de la situación actual, en el caso de este proyecto son volúmenes vehiculares por giro (izquierdo, derecho o recto) y tipo de vehículo (/livianos, pesados o buses), volúmenes peatonales, maniobras de estacionamiento de cada aproximación y características en general de las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, el modelo de ficha de observación a utilizarse se adjunta en el *Anexo 3*.

3.4 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para esta investigación se hará uso del método científico que a continuación se define.

Método Científico: Ya que se realizará un conjunto de etapas, destinado a obtener un resultado de calidad desde el punto de vista científico, mediante la observación sistemática, medición, experimento, formulación, análisis y modificación de hipótesis.

Además del método científico también se complementará la investigación con métodos particulares que se describe a continuación.

Método inductivo, deductivo: Para la investigación se utiliza un razonamiento que nos lleva de lo parcial a lo general de una parte a un todo y de manera opuesta.

Método analítico: La investigación realiza un estudio minucioso, ya que fragmenta un todo (en este caso la intersección en general) y analizarlo por partes (sus características)

Método sintético: También dentro de esta investigación se analizan las partes para llegar a un todo por cada intersección semaforizada.

3.5 RESULTADOS

3.5.1. Información general de la circunvalación de Riobamba.

La información acerca de las generalidades en cuanto al funcionamiento y operación de la circunvalación de Riobamba se obtuvo mediante entrevistas realizadas a las autoridades antes mencionadas, a continuación, se describe dicha información.

La circunvalación de Riobamba, fue reformada hace aproximadamente dos años atrás, dentro estas reformas se presentaron nuevos diseños geométricos para ciertas intersecciones que anteriormente constaban con redondeles o isletas como distribuidores de tránsito, como es el caso de la avenida la Prensa y Av. Lizarzaburu, Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa, Av. José Antonio José de Sucre y Vía al Cantón Guano, Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre, implementando en su cambio señalización semaforizada.

A lo largo de las 10 intersecciones consideradas para este estudio se incorporan y reemplazan (en el caso de las intersecciones que ya constaban con sistema semafórico), por semáforos de tipo Led, que se caracterizan por ser más amigables con el medio ambiente, el bajo consume de energía, optima luminosidad, y larga vida útil, todos estos semáforos operan de forma predeterminada, y únicamente el semáforo ubicado en la Av. 9 de Octubre y Calle S/N, opera de manera actuada pero solo para el ferrocarril que circula a través de esta intersección, situación que no afecta al semáforo vehicular existente, ya que este es predeterminado.

Las autoridades nos supieron mencionar que es necesario un estudio técnico de estas intersecciones ya que el estudio realizado hace dos años, podía haber servido para esa época, pero en la actualidad es obsoleto ya que los volúmenes y condiciones de flujos vehiculares han cambiado.

3.5.1. Información Individual por Intersección de la Circunvalación de Riobamba

El levantamiento de los datos en cuanto a las condiciones de tránsito cada intersección fue coordinado por la analista del proyecto y realizado por los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Gestión de Transporte, como prueba de la realización de la recolección de datos se presenta fotografías en el *Anexo 4*. El levantamiento de los datos geométricos de la intersección fue realizado y coordinado por la analista del proyecto, la gradiente de cada aproximación, se obtienen mediante el plano en AutoCAD proporcionado por un técnico de la ANT.

A cada intersección de este proyecto se le da tratamiento diferente, ya que cada una posee sus propias características geométricas, semafóricas y condiciones de flujo, entre otros, las distancias que tienen entre semáforos de intersección en intersección no afecta la operación de ninguna entre sí, es decir no se necesita hacer un análisis coordinado de intersecciones. Más adelante se mostrará de manera detallada las características de cada intersección, su ubicación, geometría, actual circulación.

En cada intersección se presenta una tabla que describe las características geométricas de la intersección, en las que se incluyen el número de carriles, existencia de carriles exclusivos, si el parqueo dentro de los 75 metros precedentes a la línea de pare de cada

aproximación es permitido, y el número de maniobras de parqueo realizado por hora, si existe o no parada de bus en cada aproximación de la intersección. También se resume en una tabla las condiciones semafóricas, incluyendo duración del ciclo, plan de fases, tiempos de verde efectivo para cada fase, semaforización existente en la intersección.

Se presenta las condiciones volumétricas, para este estudio se trabajará con la hora pico de cada intersección según lo denota la recopilación de información realizada, en la cual se describe la cantidad de vehículos dependiendo del sentido de circulación que realiza (giro izquierdo, giro derecho o recto) y la aproximación de donde ingresa a la intersección, el tipo de vehículo, otorgando la letra A para livianos, B para buses y C para vehículos pesados, en periodos de 15 minutos.

3.5.1.1. Intersección 1: Av. 9 de octubre y Calle S/N

La intersección está ubicada en la parroquia Lizarzaburu, al oeste de la ciudad, cuya latitud y longitud son $1^{\circ}40'2.38''S$ y $78^{\circ}40'5.404''O$ respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. 9 de octubre son Este – Oeste y de la Calle S/N son Norte – Sur.

Esta intersección consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste, con dos carriles por cada aproximación de sentido E-O y O-E, y un solo carril para las aproximaciones de sentido N-S, S-N, posee un carril exclusivo de giros izquierdos en la aproximación E-O, no tiene carriles exclusivos de giros derechos para ninguna aproximación, los movimientos que realiza son 12, ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y circulación recta, la intersección es asimétrica para las aproximaciones Sur -Norte como indica el *Anexo 5*.

El centro de atracción de viajes que influye en cuanto a peatones y vehículos en esta intersección es el Colegio Jefferson, además en esta desembocan todos los vehículos provenientes del norte de la ciudad que se dirigen al sur de la misma. El paso del ferrocarril a través de esta detiene por completo el tránsito vehicular, debido a que en esta intersección el tránsito del ferrocarril es controlado por un semáforo de tipo actuado, que da preferencia al paso de este modo de transporte, cabe recalcar que una vez pasa el ferrocarril por la intersección, la operación semafórica vehicular que es de

tipo predeterminado regresa a su normal funcionamiento, concluyendo que la existencia de este escenario no afecta a la sincronización semafórica vehicular.

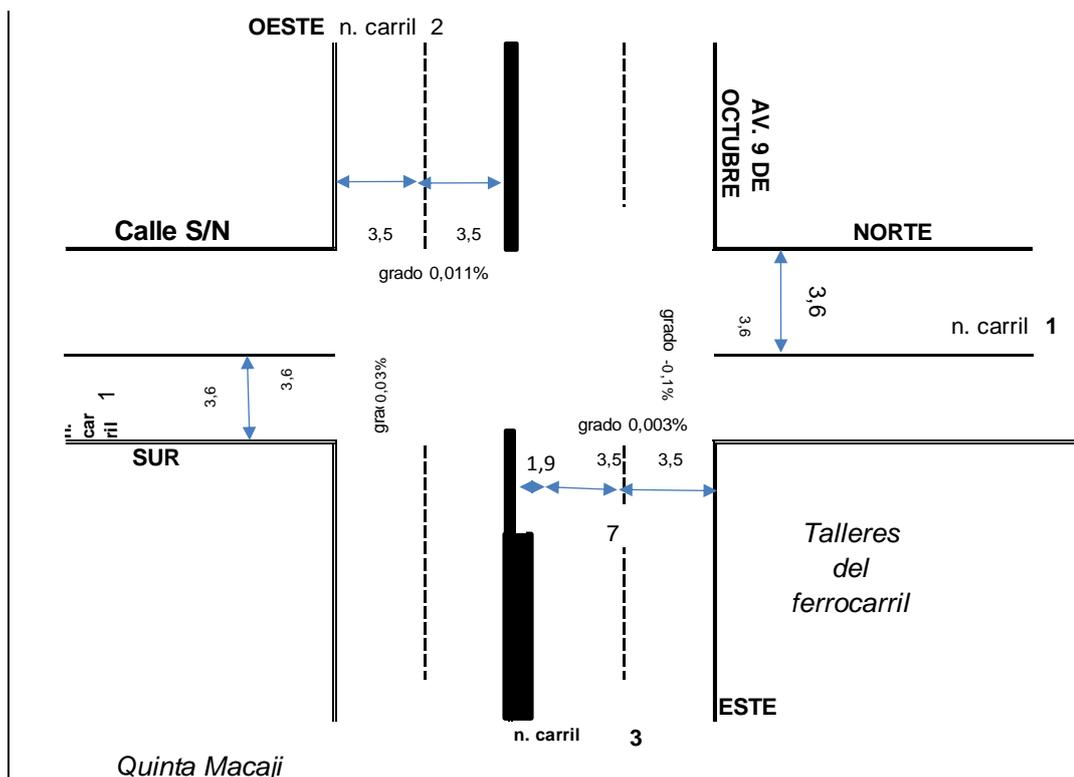
Tabla 5: Características Geométricas. Av. 9 de octubre y Calle S/N

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA INTERSECCIÓN: Av. 9 de octubre y Calle S/N							
	Norte		Sur		Este	Oeste	
N° de carriles	1		1		3	2	
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	DER
Parqueo permitido	SI		SI		SI	SI	
Parada de bus	NO		NO		NO	NO	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación							
HORA PICO	Norte		Sur		Este	Oeste	
N° de peatones hora pico	16		0		2	9	
N° de maniobras de estacionamiento	7		1		12	3	

Nota: Fuente observación de campo - 3 febrero 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares)- 29 de enero del 2016. Realizado por la analista

El Gráfico 9 muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril, la gradiente por aproximación.

Gráfico 9: Características Geométricas: Av. 9 de octubre y Calle S/N



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

La *Tabla 6* recoge datos del actual funcionamiento del sistema semafórico.

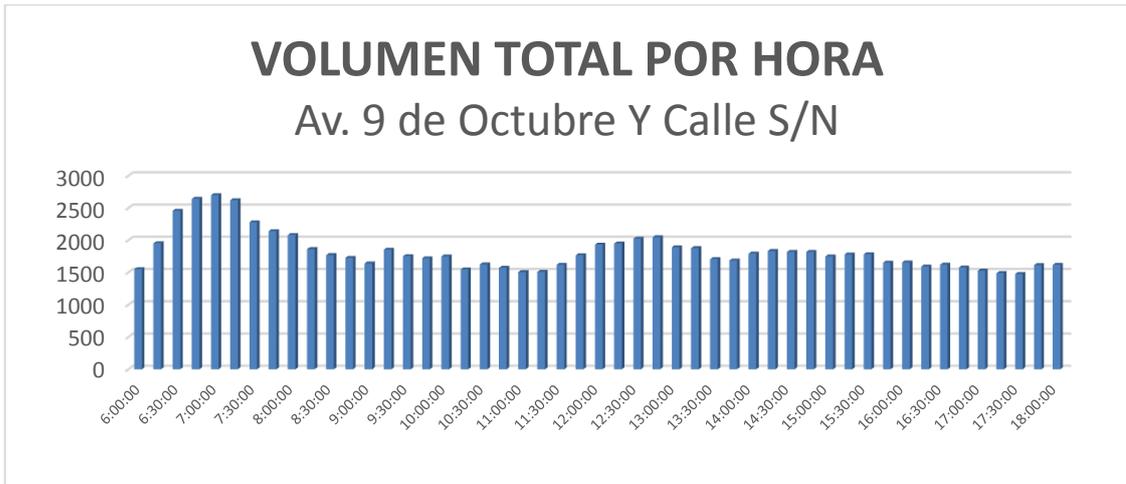
Tabla 6: Condiciones semafóricas: Av. 9 de octubre y Calle S/N

V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	Ø1		Ø2		Ø3		Ø4	
		Y:	3	Y:	3	Y:		Y:	
Tiempo	R:	30	R:	30	R:		R:		
	V:	27	V:	27	V:		V:		
	Duración del ciclo		60		Operación		Actuada	Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares sin giros exclusivos				Semáforos vehiculares sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.									

Condiciones de Tránsito de la Intersección: Av. 9 de octubre y Calle S/N

A través de esta intersección circulan 22602 vehículos al día, en un promedio de 1646 vehículos por hora, la hora pico de esta intersección es de 7:00 a 8:00 am, este valor se justifica por la afluencia de vehículos atraídos por el Colegio Jefferson, la *Ilustración 1* muestra los volúmenes vehiculares por hora de esa intersección.

Ilustración 1: Volúmenes por hora, Av. 9 de octubre y Calle S/N

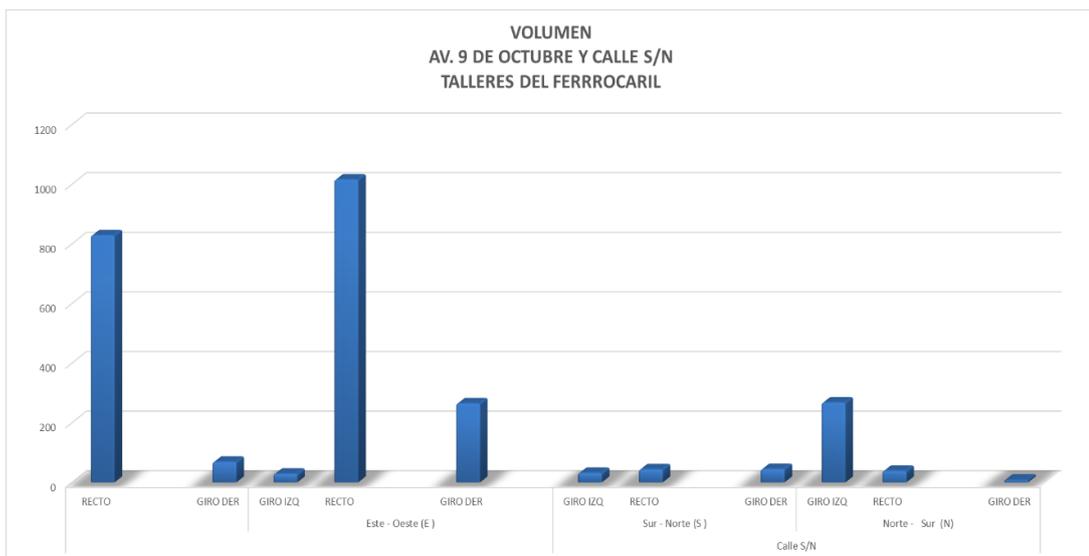


Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular mostrando la información necesaria para el estudio

Como resultado de los conteos vehiculares antes vistos, se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, en la *Ilustración 2* se puede observar claramente esta situación. Reflejando la realidad de la intersección, donde las aproximaciones más transcurridas son la O-E y E-O, en circulación recta y E-O presenta una mediana carga vehicular de giros derechos, un flujo mediano también se nota en la aproximación N-S en giros izquierdos, y un volumen vehicular relativamente bajo se muestra en la aproximación S-N.

Ilustración 2: Volumen/Hora/Giro: Av. 9 de octubre y Calle S/N



Nota: Fuente de la Ilustración: Conteo 29/02/2016, realizado por la analista.

3.5.1.2. Intersección 2: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa (Colegio Chiriboga)

La intersección está ubicada en la parroquia Lizarzaburu, al oeste de la ciudad, cuya latitud y longitud son 1°40'36.22''S y 78°39'32.98''O respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. 9 de octubre son este – oeste y de la Av. Atahualpa son norte – sur.

La intersección consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste, con dos carriles por cada aproximación, no hay carriles exclusivos de giros izquierdos o derechos para ninguna aproximación, esta intersección realiza 12 movimientos, cada aproximación está habilitada para realizar los 3 tipos de circulación, la aproximación es asimétrica, para las aproximaciones N-S y S-N, presenta también irregularidad en las aproximaciones E-O. Como indica el *Anexo 5*.

El principal centro de atracción de viajes en esta intersección es el Colegio Chiriboga, el alto conflicto peatonal es subsanado en parte por el paso peatonal elevado que se construyó en esta zona, el tipo de suelo es comercio, vivienda y estudio.

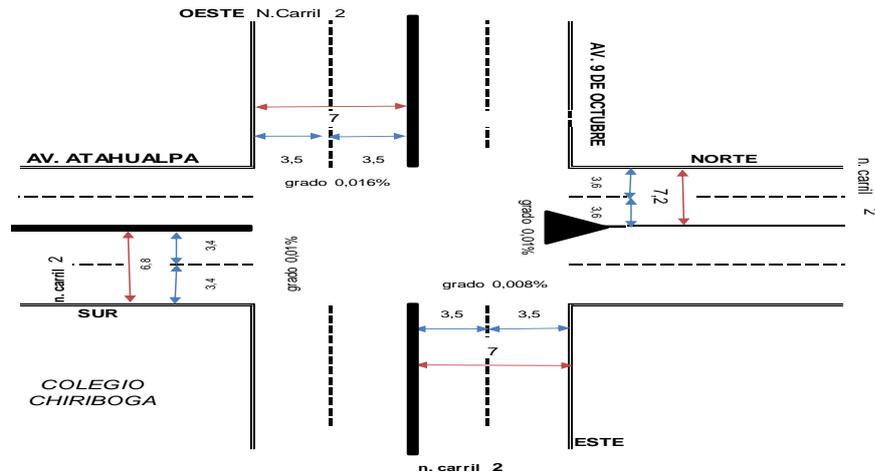
Tabla 7: Características Geométricas; Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA INTERSECCIÓN:								
Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa								
	Norte		Sur		Este		Oeste	
Nº de carriles	2		2		2		2	
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Parqueo permitido	NO		NO		NO		NO	
Parada de bus	SI		SI		NO		SI	
Nº de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación								
HORA PICO	Norte		Sur		Este		Oeste	
Nº de peatones hora pico	0		2		15		19	
Nº de maniobras de estacionamiento	0		0		0		0	

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo - 3 febrero 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares)- 29 de enero del 2016.

El *Gráfico 10* muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril, la gradiente por aproximación.

Gráfico 10: Características Geométricas: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa



Nota: Realizado por analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

Además de las condiciones geométricas también se debe tener en cuenta las condiciones semafóricas de la intersección, la *Tabla 8* recoge datos del actual funcionamiento del sistema semafórico.

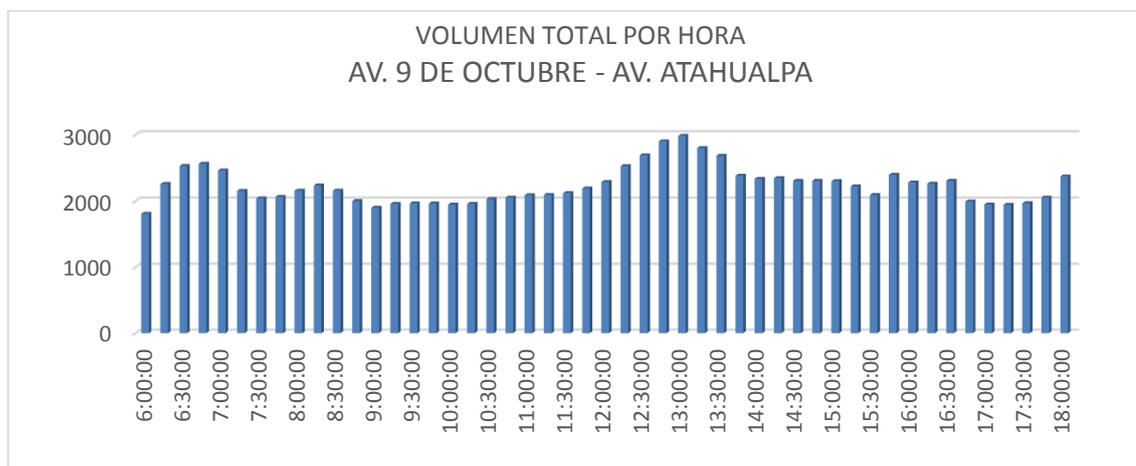
Tabla 8: Condiciones semafóricas: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	Ø1		Ø2		Ø3		Ø4	
V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	Y:	3	Y:	3	Y:	3	Y:	3	
Tie mp o	R:	68	R:	66	R:	77	R:	71	
	V:	23	V:	25	V:	14	V:	20	
	Duración del ciclo		94		Operación		Actuada	Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales					
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.									

Condiciones de Tránsito: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa.

A través de esta intersección circulan 28849 vehículos al día, en un promedio de 2232 vehículos por hora, la hora pico de esta intersección es de 13:00 a 14:00 como muestra la *Ilustración 3*, este valor se justifica por la afluencia de vehículos atraídos por el Colegio Chiriboga.

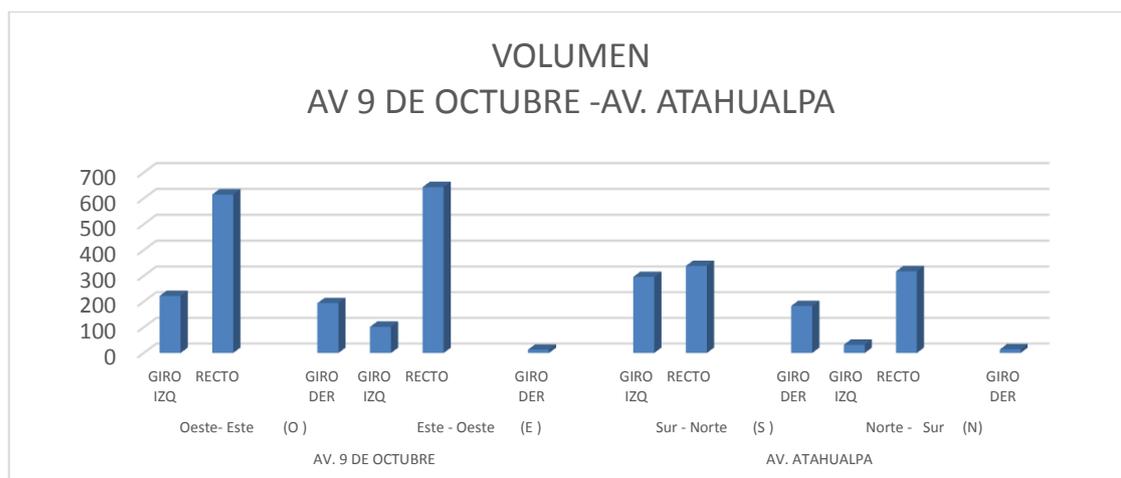
Ilustración 3: Volúmenes por hora, Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa



Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

Para el estudio semafórico se tomará en cuenta la hora con mayor flujo vehicular, El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular dentro de la hora pico. Se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, esto se puede observar en la *Ilustración 4*, donde las aproximaciones más transcurridas son las O-E y E-O, en circulación recta, en estas mismas aproximaciones se observa que existe un flujo mediano de giros derechos e izquierdos respectivamente, un flujo mediano alto tienen la aproximación S-N, en todos los sentidos, mientras que en la aproximación N-S los dos giros derechos e izquierdos son bajos, pero en circulación recta es mediana alta.

Ilustración 4: Volumen/Hora/Giro: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa



Nota: Fuente de la Ilustración: Cuento 29/02/2016, realizado por la analista.

3.5.1.3. Intersección 3: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño (Salida a San Luis)

La intersección está ubicada en la parroquia Veloz, cuya latitud y longitud son 1°41.9'11''S y 78°38'36.54''O respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. 9 de octubre son Este – Oeste y de la Av. Juan Félix Proaño son Norte – Sur.

La intersección consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste, de tipo cruz, con dos carriles por cada aproximación, no se consta con carriles exclusivos de giros izquierdos o derechos para ninguna aproximación, esta intersección realiza 12 movimientos, ya que cada aproximación está habilitada para realizar giros izquierdos, giros derechos y circulación recta. La intersección es simétrica, no existe ninguna irregularidad en ninguna aproximación. Como indica el *Anexo 5*.

Es la principal vía que permite la salida e ingreso a la Parroquia San Luis, se observa que el tipo de suelo es comercial, vivienda y estudio, hay presencia de vehículos de servicio inter parroquial e interprovincial y servicio urbano.

Tabla 9: Características Geométricas; Av. 9 de octubre y Av. Juan Félix Proaño

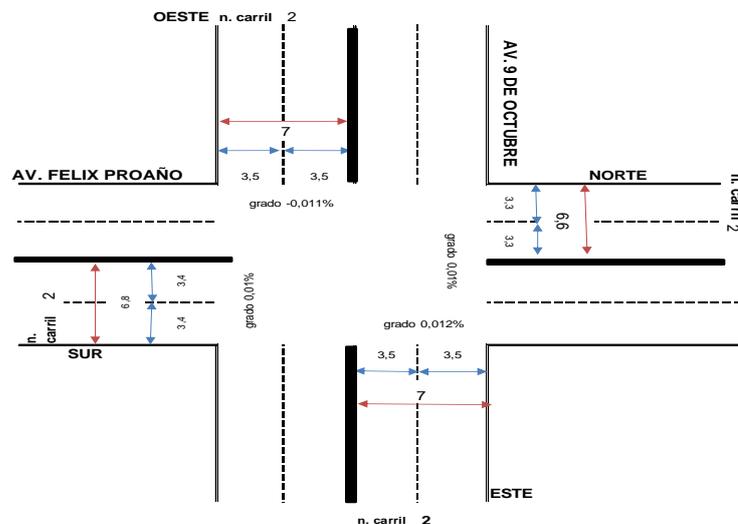
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA INTERSECCIÓN:								
Av. 9 de octubre y Av. Juan Félix Proaño								
	Norte		Sur		Este		Oeste	
Nº de carriles	2		2		2		2	
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Parqueo permitido	NO		NO		SI		NO	
Parada de bus	SI		SI		SI		SI	
Nº de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación								
HORA PICO	Norte		Sur		Este		Oeste	
Nº de peatones hora pico	16		11		14		7	
Nº de maniobras de estacionamiento	4		4		0		0	

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo - 3 febrero 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares) - 29 de enero del 2016.

Se observa parada de taxis en la aproximación S-N y al mismo tiempo se prohíben los estacionamientos, en la aproximación O-E existe estacionamientos aun cuando son prohibidos.

El *Gráfico 11* muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril, la gradiente por aproximación.

Gráfico 11: Características Geométricas: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño.



Nota: Realizado por la analista, fuente observación directa 3/2/2016, Plano AutoCAD de la ciudad.

La *Tabla 10* recoge datos del actual funcionamiento del sistema semafórico.

Tabla 10: Condiciones semafóricas: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño.

Condiciones semafóricas									
V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	Ø1		Ø2		Ø3		Ø4	
	Tiem po	Y:	3	Y:	3	Y:	3	Y:	3
		R:	92	R:	92	R:	93	R:	98
		V:	30	V:	30	V:	29	V:	24
Duración del ciclo			125		Operación		Actuada	Establecida	
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.									

Condiciones de Tránsito: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño

Los resultados del levantamiento de información, arrojaron que a través de esta intersección circulan 26605 vehículos al día, en un promedio de 1980 vehículos por hora, la hora pico de esta intersección es de 7:00 a 8:00 am, la *Ilustración 5* muestra los volúmenes vehiculares por hora de esa intersección.

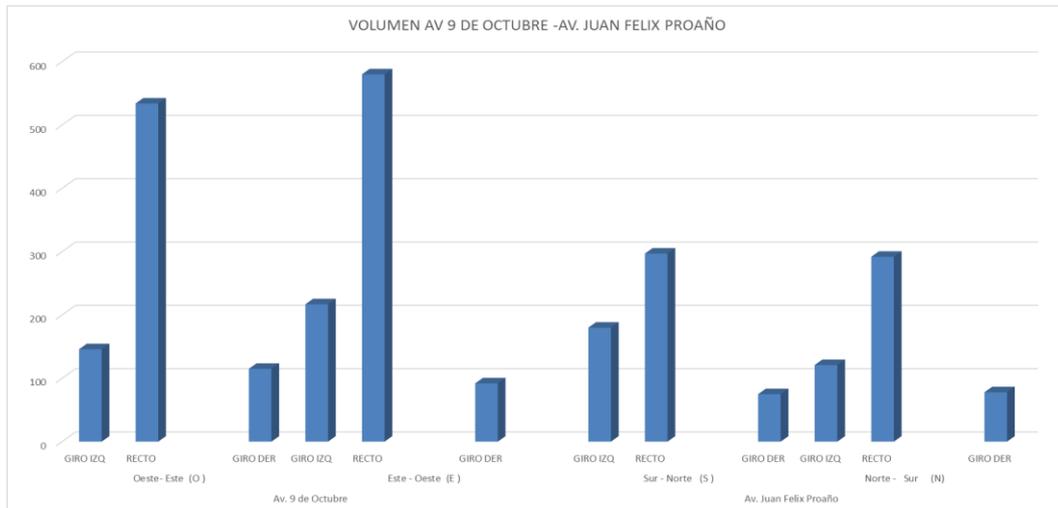
Ilustración 5 : Volúmenes por hora, Av. 9 de octubre y Av. Juan Félix Proaño



Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular, como resultado de los conteos vehiculares antes vistos, se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, en la *Ilustración 6* se puede observar claramente esta situación. Reflejando la realidad de la intersección, donde las aproximaciones más transcurridas son la O-E y E-O, en circulación recta con una carga vehicular mediana en giros izquierdos y derechos, un flujo mediano también se nota en la aproximación S-N y N-S.

Ilustración 6: Volumen/Hora/Giro: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño



Nota: Fuente de la Ilustración: Conteo 29/02/2016, realizado por la analista.

3.5.1.4. Intersección 4: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire (Salida a Chambo)

La intersección está ubicada en la parroquia Lizarzaburu, al oeste de la ciudad, cuya latitud y longitud son 1°41'22.11''S y 78°37'5.485''O respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. 9 de octubre son Norte – Sur y de la Av. Leopoldo Freire son Este – Oeste. Esta intersección consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste, de tipo cruz, con dos carriles por cada aproximación, no tiene carriles exclusivos de giros derechos ni izquierdos para ninguna aproximación, cada aproximación está dividida por su respectivo parterre, los movimientos que realiza son 12, ya que cada aproximación está habilitada para realizar los 3 tipos de circulación, como indica el *Anexo 5*.

El principal centro de atracción de viajes que influye en esta intersección son el Mercado Mayorista, El Camal de la Ciudad y del Colegio Daquilema, además es la principal vía que permite la salida e ingreso al cantón Chambo, existe presencia de vehículos de servicio intraparroquial, taxis y servicio urbano, además gran afluencia de vehículos pesados, se observa que en horas pico, la congestión ocasionada por el ingreso de vehículos al Camal de la ciudad, provoca colas vehiculares que atraviesan la intersección, además que la falta de control en esta intersección permite a los conductores hacer maniobras no permitidas como giros en U.

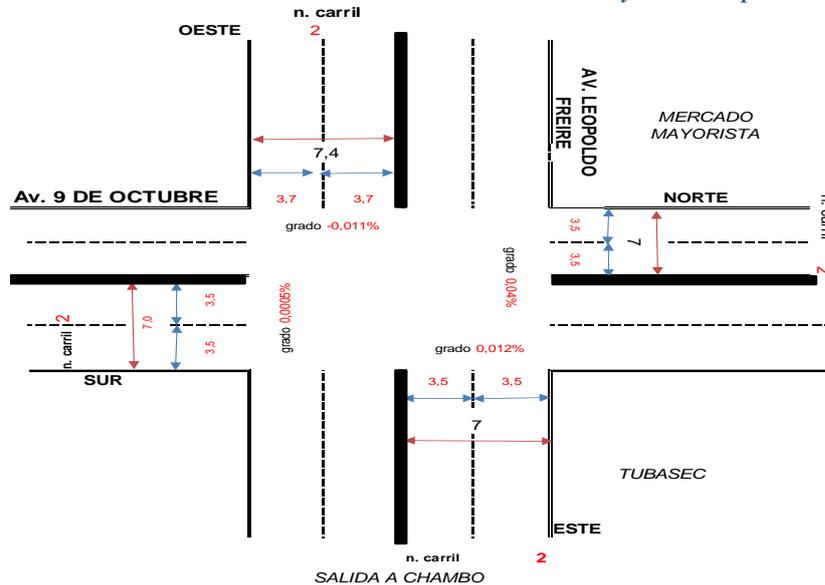
Tabla 11: Características Geométricas; Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA INTERSECCIÓN:								
Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire								
	Norte		Sur		Este	Oeste		
Nº de carriles	2		2		2	2		
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Parqueo permitido	NO		NO		NO	NO		
Parada de bus	SI		NO		SI	SI		
Nº de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación								
HORA PICO	Norte		Sur		Este	Oeste		
Nº de peatones hora pico	30		83		14	65		
Nº de maniobras de estacionamiento	0		0		0	0		

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo - 3 febrero 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares)- 29 de enero del 2016.

El *Gráfico 12* muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril, la gradiente por aproximación.

Gráfico 12: Características Geométricas: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

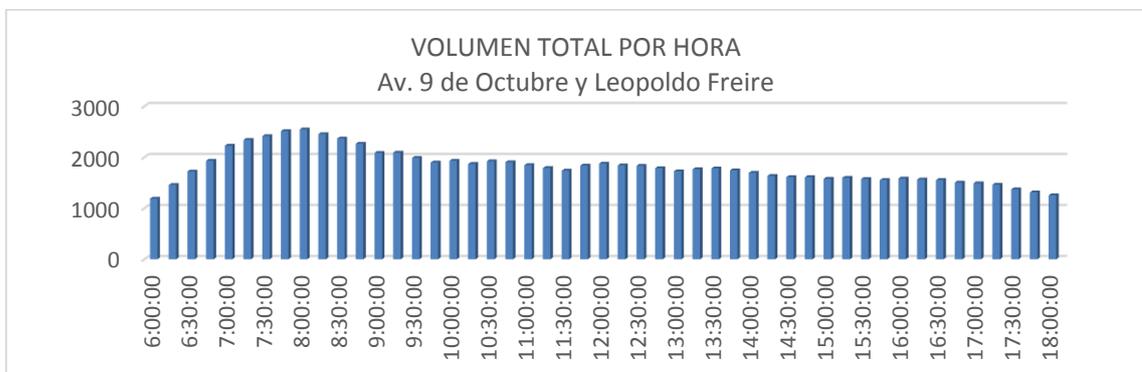
Tabla 12: Condiciones semafóricas: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

Condiciones semafóricas									
V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	Ø1		Ø2		Ø3		Ø4	
	Tie mp o	Y:	3	Y:	3	Y:	3	Y:	3
		R:	96	R:	101	R:	89	R:	101
V:		30	V:	25	V:	37	V:	25	
Duración del ciclo			129		Operación		Actuada	Establecida	
Aproximación Norte					Aproximación Sur				
Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales					Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				
Aproximación Este					Aproximación Oeste				
Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales					Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.									

Condiciones de Tránsito de la Intersección: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

Los resultados del levantamiento de información, arrojaron que a través de esta intersección circulan 23033 vehículos al día, en un promedio de 1757 vehículos por hora, la hora punta o pico de esta intersección es de 8:00 a 9:00 am, la *Ilustración 8* muestra los volúmenes vehiculares por hora de esa intersección

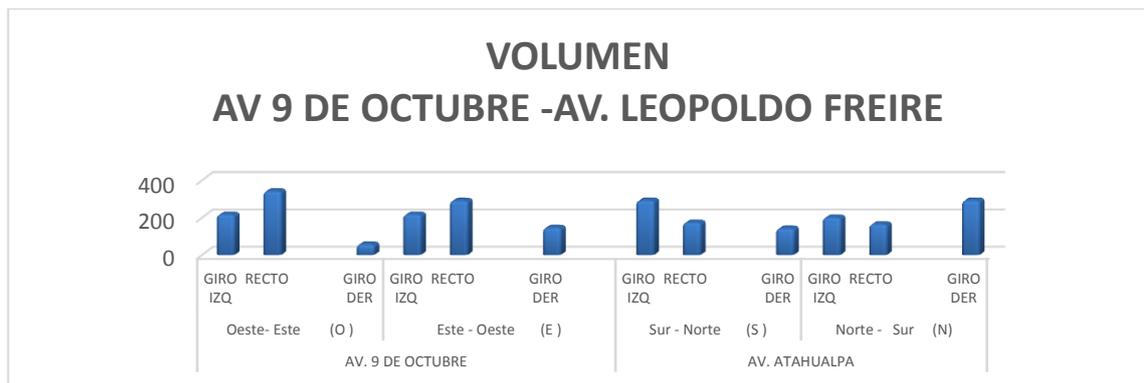
Ilustración 7: Volúmenes por hora, Av. 9 de octubre y Av. Juan Félix Proaño



Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular, como resultado de los conteos vehiculares, se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, en la *Ilustración 9* se puede observar claramente esta situación. Reflejando la realidad de la intersección, donde todas las aproximaciones son transcurridas por igual volumen vehicular, se tiene gran presencia de giros izquierdos para todas las aproximaciones.

Ilustración 8: Volumen/Hora/Giro: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire



Nota: Fuente de la Ilustración: Conteo 29/02/2016, realizado por la analista.

3.5.1.5. Intersección 5: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica

La intersección está ubicada en la Parroquia Maldonado, cuya latitud y longitud son 1°41'10.58''S y 78°37'49.29''O respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. 9 de octubre son norte – sur y de la Av. Costa Rica son este – oeste. La intersección consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste, la aproximación E-O tiene dos carriles, sin carriles exclusivos de giros, la aproximación N-S consta 2 carriles y un carril exclusivo de giro izquierdo, la aproximación S-N posee 5 carriles, 2 carriles exclusivo de giro derecho, un carril de exclusivo de giro izquierdo y dos carriles para circulación recta, esta intersección realiza 9 movimientos. Únicamente 3 de las aproximaciones convergen a la intersección, la aproximación O-E tiene únicamente sentido de divergencia a la aproximación, no se encuentra asimetría en para las aproximaciones N-S y S-N, pero es irregular para la aproximación E-O, como indica el *Anexo 5*.

El principal centro de atracción de viajes que influye en esta intersección es el Mercado Mayorista de la Ciudad, se observa que el tipo de suelo es comercial, vivienda y estudio, hay presencia de vehículos de carga pesada y servicio urbano.

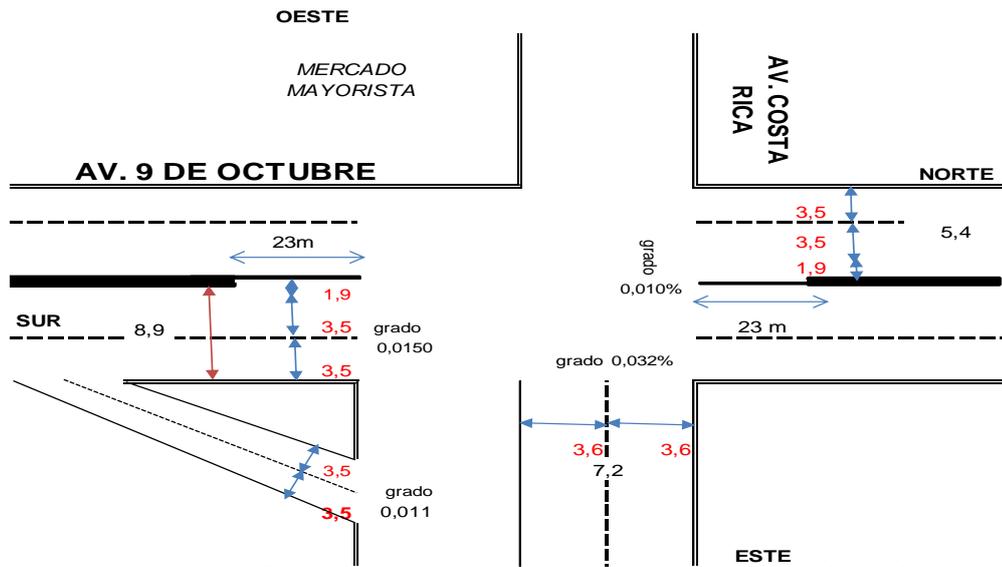
Tabla 13: Características Geométricas. Av. 9 de octubre y Costa Rica

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA INTERSECCIÓN:								
Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica								
	Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles	3		5		2		-	
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Parqueo permitido	NO		NO		NO		-	
Parada de bus	SI		SI		-		-	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación								
HORA PICO	Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico	6		91		4		-	
N° de maniobras de estacionamiento	0		0		0		0	

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo - 3 febrero 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares)- 29 de enero del 2016.

El *Gráfico 13* muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril, la gradiente por aproximación.

Gráfico 13: Características Geométricas: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3/02/2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

La *Tabla 14* recoge datos del actual funcionamiento del sistema semafórico.

Tabla 14: Condiciones semafóricas: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica.

Condiciones semafóricas									
V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	Ø1		Ø2		Ø3		Ø4	
		Y:	3	Y:	3	Y:	3	Y:	
		R:	53	R:	57	R:	60	R:	
Temp _o	V:	29	V:	25	V:	22	V:		
Duración del ciclo			85		Operación		Actuada		Establecida
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos izquierdos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos izquierdos, y derechos, semáforos peatonales								

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

Condiciones de Tránsito: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica

Los resultados del levantamiento de información, arrojaron que a través de esta intersección circulan 13723 vehículos al día, en un promedio de 1065 vehículos por hora, la hora pico de esta intersección es de 17:30 a 18:30, la *Ilustración 9* muestra los volúmenes vehiculares por hora de esa intersección.

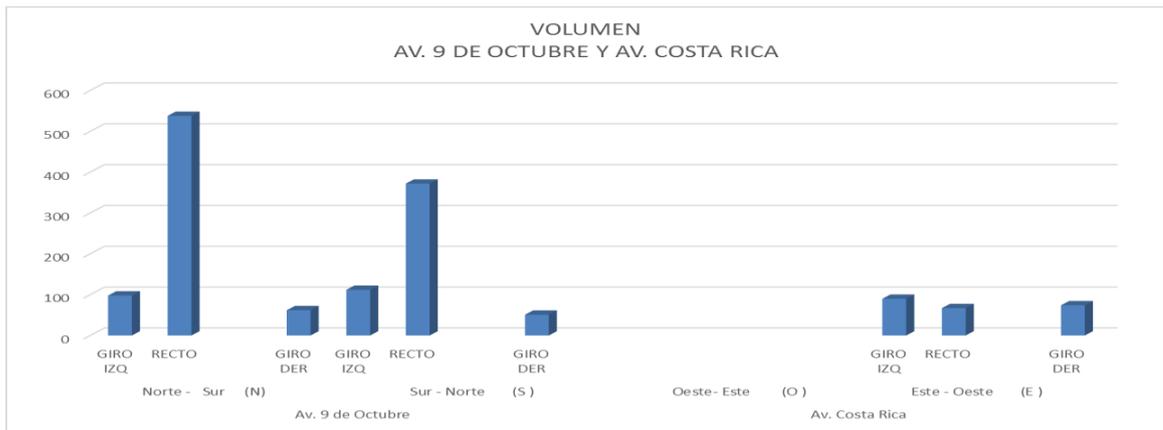
Ilustración 9: Volúmenes por hora, Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica



Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular, como resultado de los conteos vehiculares, se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, en la *Ilustración 10* se puede observar claramente esta situación, la misma que refleja la realidad de la intersección, donde las aproximaciones más transcurridas son la S-N y N-S, en circulación recta y con una carga vehicular mediana en giros izquierdos y derechos, un flujo bajo también se nota en la aproximación E-O.

Ilustración 10: Volumen /Hora/Giro: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica



Nota: Fuente de la Ilustración: Cuento 29/02/2016, realizado por la analista.

3.5.1.6. Intersección 6: Av. Edelberto Bonilla Oleas y Av. Celso Rodríguez

La intersección está ubicada en la parroquia Maldonado, cuya latitud y longitud son 1°40'51.36''S y 78°37'48.02''O respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. Edelberto Bonilla son norte – sur y de la Av. Celso Rodríguez son este – oeste.

La intersección consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste, de tipo cruz, con dos carriles por cada aproximación, no se consta con carriles exclusivos de giros izquierdos o derechos para ninguna aproximación, esta intersección realiza 12 movimientos, esta intersección es simétrica, no se encuentran irregularidades que afecten su tránsito vehicular, como indica el *Anexo 5*

El tipo de suelo es comercial, y vivienda, hay presencia de vehículos de servicio urbano, vehículos pesados, taxis y vehículos particulares, el nuevo edificio de la ANT es uno de los centros de atracción a esta intersección.

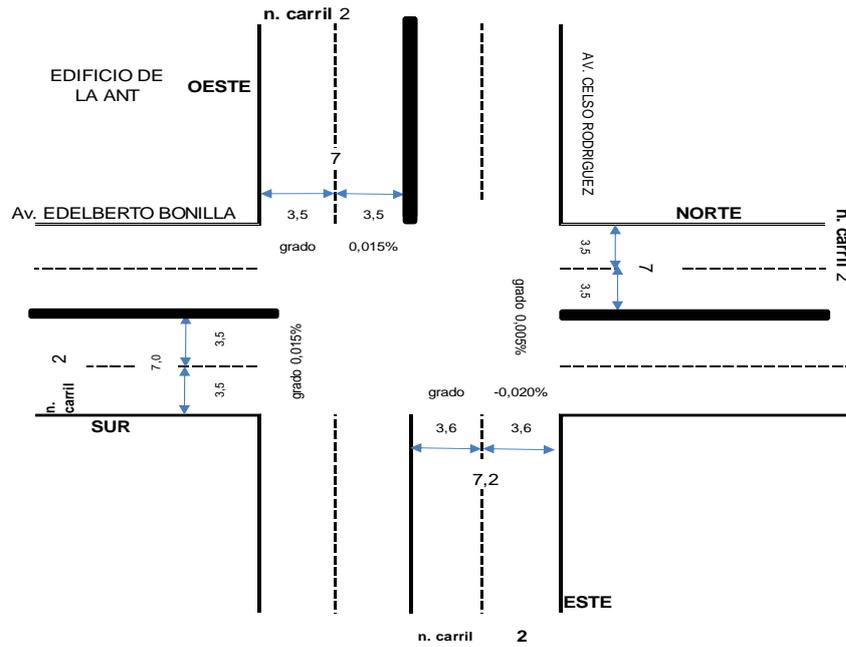
Tabla 15: Características Geométricas. Av. Edelberto Bonilla y Celso Rodríguez

CARÁCTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA INTERSECCIÓN:									
Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez									
	Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de carriles	2		2		2		2		
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DE R	IZQ	DER	
Parqueo permitido	NO		NO		SI		NO		
Parada de bus	NO		SI		NO		SI		
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
HORA PICO	Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de peatones hora pico	42		30		97		4		
N° de maniobras de estacionamiento	0		3		0		0		

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo - 3 febrero 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares)- 29 de enero del 2016.

El *Gráfico 14* muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril, la gradiente por aproximación.

Gráfico 14: Características Geométricas: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

La *Tabla 16* recoge datos del actual funcionamiento del sistema semafórico.

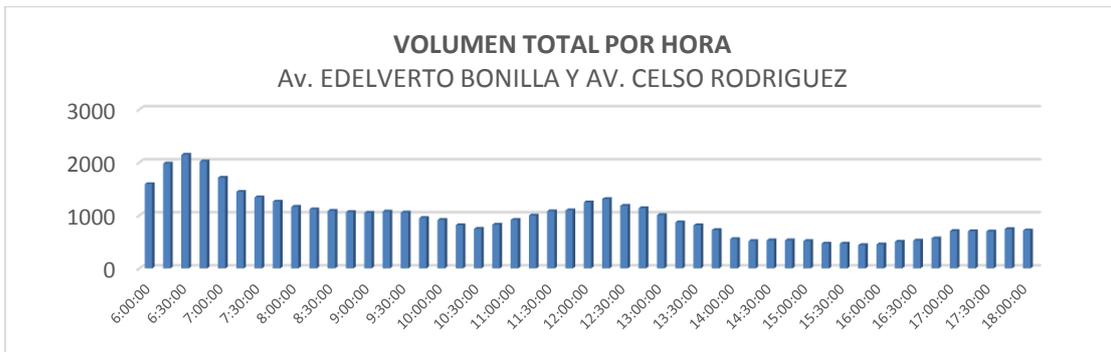
Tabla 16: Condiciones semafóricas: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez

		PLAN DE FASES EXISTENTE							
		Ø1		Ø2		Ø3		Ø4	
V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	DIAGRAMA								
	Tiempo	Y:	3	Y:	3	Y:	3	Y:	3
		R:	77	R:	82	R:	74	R:	67
		V:	20	V:	15	V:	23	V:	30
Duración del ciclo		100		Operación	Actuada	Establecida			
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos izquierdos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares y semáforos sin giros exclusivos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos sin giros exclusivos, semáforos peatonales				
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.									

Condiciones de Tránsito: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez

Los resultados del levantamiento de información, arrojaron que a través de esta intersección circulan 12552 vehículos al día, en un promedio de 819 vehículos por hora, la hora punta o pico de esta intersección es de 6:30 a 7:30 am, la *Ilustración 11* muestra los volúmenes vehiculares por hora de esa intersección.

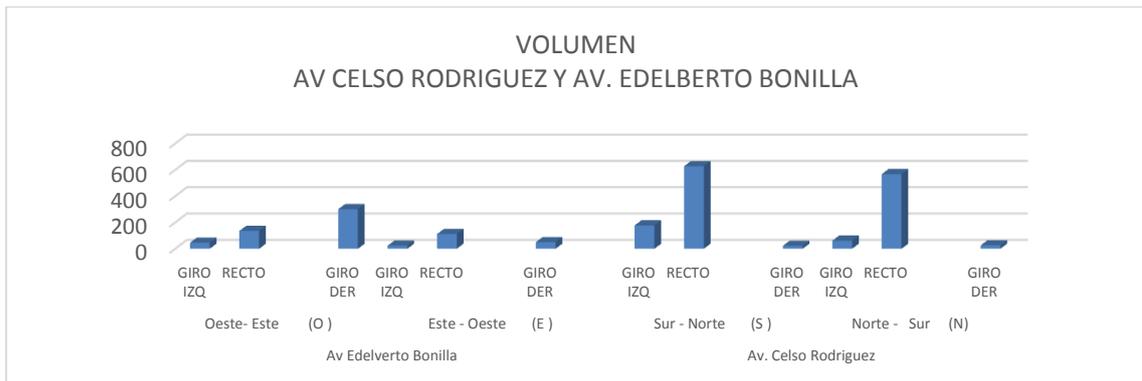
Ilustración 11: Volúmenes por hora, Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez



Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular, como resultado de los conteos vehiculares, se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, en la *Ilustración 13* se puede observar claramente esta situación. Reflejando la realidad de la intersección, donde las aproximaciones más transcurridas son la S-N y N-S, en circulación recta con una carga vehicular mediana en giros izquierdos y baja en giros derechos, un flujo mediano alto también se nota en la aproximación. O-E y E-O, en circulación recta y giros derechos respectivamente.

Ilustración 12: Volumen/Hora Pico/Giro: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez



Nota: Fuente de la Ilustración: Conteo 29/02/2016, realizado por la analista.

3.5.1.7. Intersección 7: Av. Edelberto Bonilla Oleas y Av. A. José de Sucre

La intersección está ubicada en la parroquia Velazco, al Noroeste de la ciudad, cuya latitud y longitud son $1^{\circ}39'3879''S$ y $78^{\circ}38'53.37''O$ respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. Edelberto Bonilla son este – oeste y de la Av. Antonio José de Sucre son norte – sur. Esta intersección consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste, de tipo cruz, con dos carriles por cada aproximación, no posee carriles exclusivos de giros izquierdos y derechos para ninguna aproximación, se nota que en la aproximación oeste no existe un parterre que divida la circulación por sentido los movimientos que realiza son 12, esta intersección es asimétrica para sus aproximaciones O-E y E-O, situación que afecta el normal tránsito vehicular, como indica el *Anexo 5*.

El principal centro de atracción de viajes que influye en esta intersección son el Colegio Experimental Pedro Vicente Maldonado, el centro comercial Paseo Shopping, la Universidad Nacional de Chimborazo, además es la principal vía que permite la salida e ingreso al cantón Guano, se observa que el tipo de suelo es comercial, vivienda y estudio, durante la hora pico en esta intersección si observa colas vehiculares prolongadas en las aproximaciones N y S.

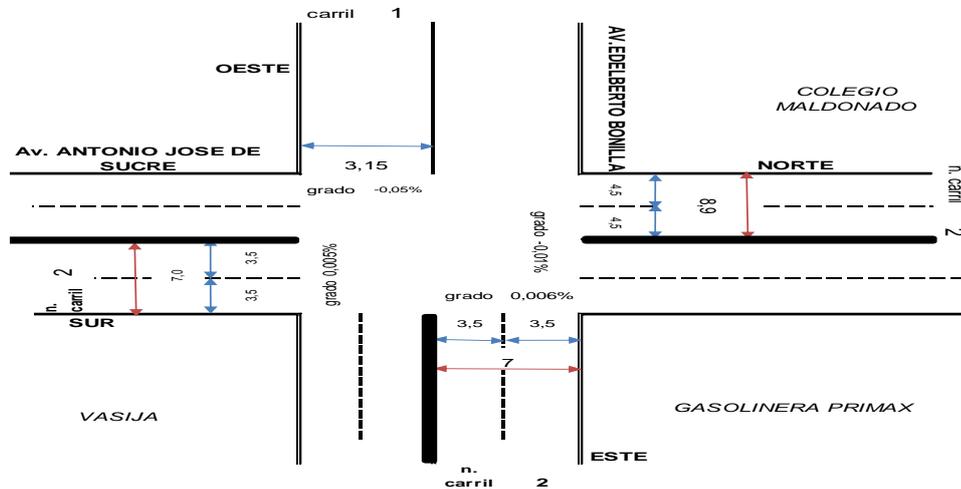
Gráfico 15: Características Geométricas. Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre

CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS DE LA INTERSECCIÓN:									
Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre									
	Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de carriles	2		2		2		1		
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	
Parqueo permitido	NO		NO		Existencia de gasolinera		NO		
Parada de bus	SI		SI		NO		NO		
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
HORA PICO	Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de peatones hora pico	3		9		343		181		
N° de maniobras de estacionamiento	0		0		0		0		

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo - 3 /2/ 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares)- 29 /1/ 2016.

El *Gráfico 16* muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril, la gradiente por aproximación.

Gráfico 16: Características Geométricas de la Intersección: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

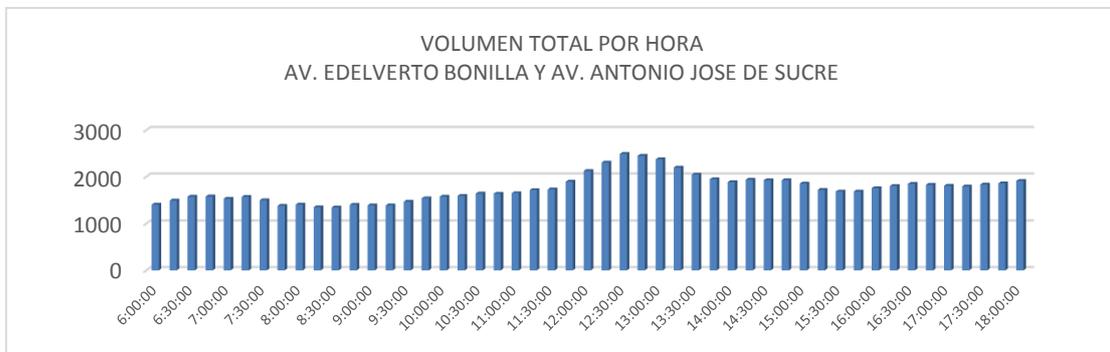
Tabla 17: Condiciones semafóricas: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre.

		PLAN DE FASES EXISTENTE							
		Ø1		Ø2		Ø3		Ø4	
V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	DIAGRAMA								
	Tiempo	Y:	3	Y:	3	Y:	3	Y:	3
		R:	95	R:	95	R:	73	R:	55
		V:	20	V:	20	V:	24	V:	42
Duración del ciclo		118		Operación	Actuada	Establecida			
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares, semáforos peatonales				
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.									

Condiciones de Tránsito: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre

Los resultados del levantamiento de información, arrojaron que a través de esta intersección circulan 22688 vehículos al día, en un promedio de 1809 vehículos por hora, la hora pico de esta intersección es de 7:00 a 8:00 am, la *Ilustración 13* muestra los volúmenes vehiculares por hora de esa intersección.

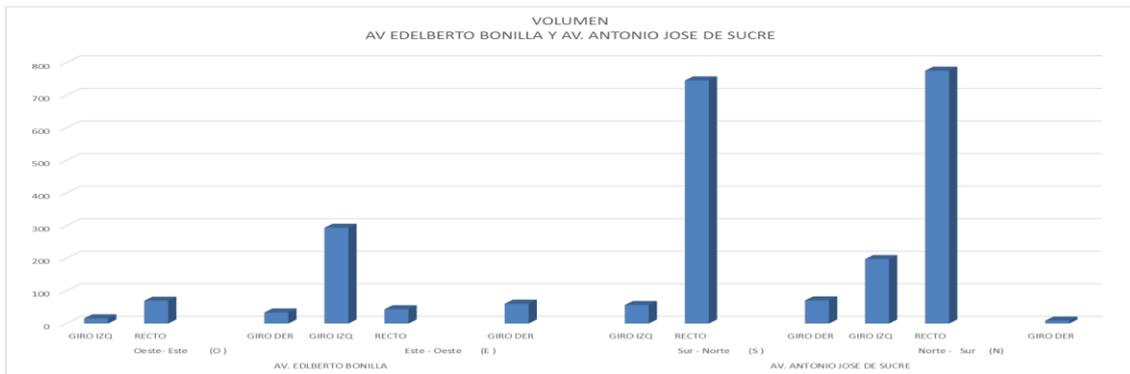
Ilustración 13: Volúmenes por hora, Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre



Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular, como resultado de los conteos vehiculares, se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, en la *Ilustración 14* se puede observar claramente esta situación. Reflejando la realidad de la intersección, donde las aproximaciones más transcurridas son la S-N y N-S, en circulación recta con una carga vehicular mediana en giros izquierdos y derechos, un flujo mediano también se nota en la aproximación E-O y un flujo bajo para la aproximación O-E.

Ilustración 14: Volumen/Hora/Giro: Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre



Nota: Fuente de la Ilustración: Conteo 29/02/2016, realizado por la analista.

3.5.1.8. Intersección 8: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

La intersección está ubicada en la parroquia Veloz, cuya latitud y longitud son $1^{\circ}39'40.29''S$ y $78^{\circ}39'8.41''O$ respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. Héroes de Tapi son este – oeste y de la Calle Brasil son norte – sur.

La intersección consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste, de tipo cruz, la aproximación N -S es un callejón sin salida, es decir únicamente los moradores de sitio ingresan y salen por esta aproximación, ésta y la aproximación S-N tienen un solo carril por sentido, las aproximaciones E-O y O-E constan de dos carriles por cada aproximación y no se tiene carriles exclusivos de giros izquierdos o derechos para ninguna aproximación, esta intersección realiza 12 movimientos, la geometría de esta intersección es simétrica no afecta al tránsito vehicular, como indica el *Anexo 5*.

El principal centro de atracción de viajes que influye en esta intersección es el colegio militar Comil, se observa que el tipo de suelo es vivienda y estudio, hay presencia de vehículos de servicio urbano, taxis, buses interprovinciales y vehículos particulares.

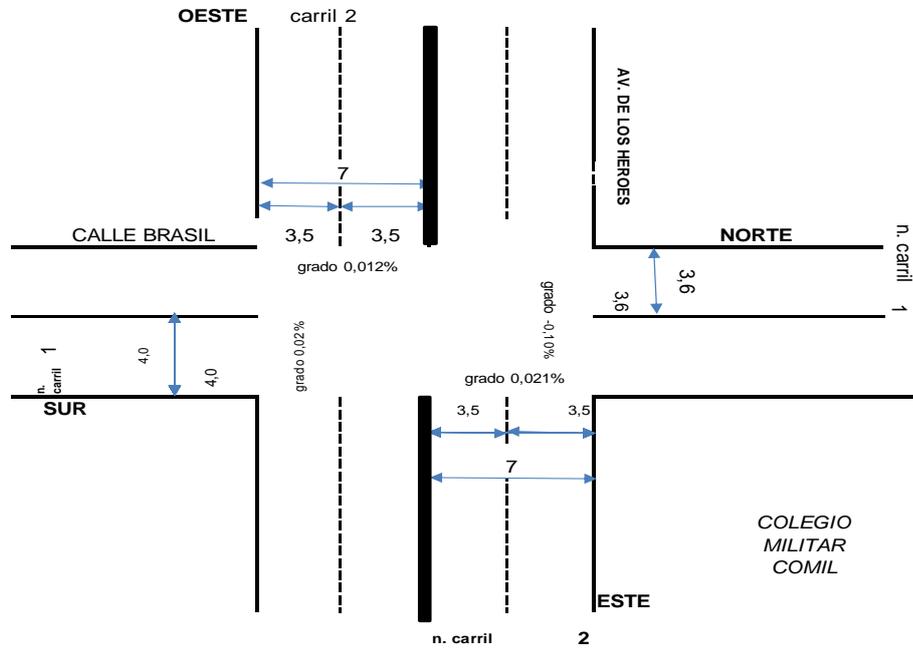
Tabla 18: Características Geométricas. Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA INTERSECCIÓN:									
Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil									
	Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de carriles	1		1		2		2		
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	
Parqueo permitido	SI		SI		NO		NO		
Parada de bus	SI		SI		SI		SI		
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación									
HORA PICO	Norte		Sur		Este		Oeste		
N° de peatones hora pico	35		7		11		4		
N° de maniobras de estacionamiento	0		0		0		0		

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo - 3 febrero 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares)- 29 de enero del 2016.

El *Gráfico 17* muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril, la gradiente por aproximación.

Gráfico 17: Características Geométricas: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

Tabla 19: Condiciones semafóricas: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.

		PLAN DE FASES EXISTENTE							
		Ø1		Ø2		Ø3		Ø4	
V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	DIAGRAMA								
	Tiempo	Y:	3	Y:	3	Y:	3	Y:	
		R:	67	R:	53	R:	77	R:	
		V:	30	V:	44	V:	20	V:	
Duración del ciclo		106		Operación	Actuada	Establecida			
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares, semáforos peatonales				
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.									

Condiciones de Tránsito de la Intersección: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

Los resultados del levantamiento de información, arrojaron que a través de esta intersección circulan 15648 vehículos al día, en un promedio de 1195 vehículos por hora, la hora punta o pico de esta intersección es de 12:30 a 13:30 am, la *Ilustración 15* muestra los volúmenes vehiculares por hora de esa intersección.

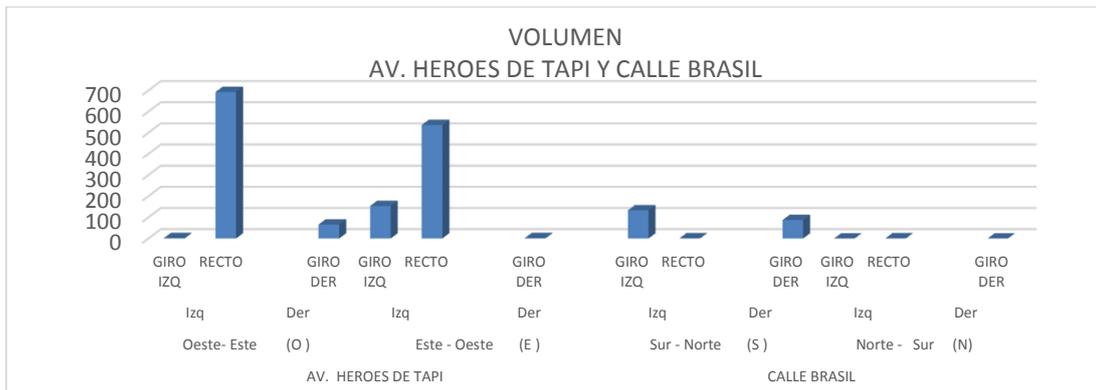
Ilustración 15: Volúmenes por hora, Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.



Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular, como resultado de los conteos vehiculares, se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, en la *Ilustración 16* se puede observar claramente esta situación. Reflejando la realidad de la intersección, donde las aproximaciones más transcurridas son la O-E y E-O, en circulación recta con una carga vehicular mediana en giros izquierdos y derechos únicamente para la aproximación E-O, un flujo mediano bajo también se nota en la aproximación S-N y para la aproximación N-S se observa carga vehicular baja, esto se debe a que esa aproximación no tiene salida.

Ilustración 16: Volumen/Hora/Giro: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.



Nota: Fuente de la Ilustración: Conteo 29/02/2016, realizado por la analista

3.5.1.9. Intersección 9: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu (Paso Elevado)

La intersección está ubicada en la parroquia Veloz, cuya latitud y longitud son 1°39'11''S y 78°39'42.93''O respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. Lizarzaburu son este – oeste y de la Av. La Prensa son norte – sur.

La aproximación consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste de tipo cruz, con dos carriles por cada aproximación, no se consta con carriles exclusivos de giros izquierdos ni derechos para ninguna aproximación, esta intersección realiza 12 movimientos, la intersección no presenta ninguna asimetría, el tránsito vehicular no se ve afectado, como indica el *Anexo 5*.

El principal centro de atracción de viajes que influye en cuanto a peatones y vehículos en esta intersección es el Colegio Riobamba, existe gran flujo peatonal a la hora salida de los estudiantes del colegio. Esta es una de las intersecciones que forman parte de una de las dos Avenidas de ingreso directo al centro de la ciudad de Riobamba, esta zona es de tipo comercial, vivienda y educación.

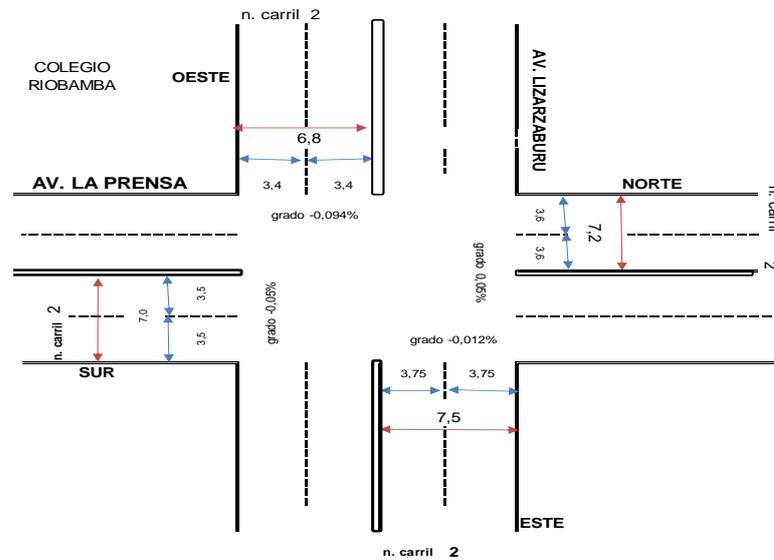
Tabla 20: Características Geométricas. Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA INTERSECCIÓN:								
Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu								
	Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de carriles	2		2		2		2	
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Parqueo permitido	NO		NO		NO		NO	
Parada de bus	NO		SI		SI		SI	
N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación								
HORA PICO	Norte		Sur		Este		Oeste	
N° de peatones hora pico	3		10		3		4	
N° de maniobras de estacionamiento	0		0		0		0	

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo - 3 febrero 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares)- 29 de enero del 2016.

El *Gráfico 18* muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril y la gradiente por aproximación.

Gráfico 18: Características Geométricas de la Intersección: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

La Tabla 21 recoge datos del actual funcionamiento del sistema semafórico

Tabla 21: Condiciones semafóricas: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

Condiciones semafóricas									
V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE								
	DIAGRAMA	Ø1		Ø2		Ø3		Ø4	
		Y:	3	Y:	3	Y:	3	Y:	3
		R:	94	R:	107	R:	97	R:	110
Tiempo	V:	38	V:	25	V:	35	V:	25	
Duración del ciclo			135		Operación		Actuada		Establecida
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				
	Aproximación Este				Aproximación Oeste				
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos derechos e izquierdos, semáforos peatonales				
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.									

Condiciones de Tránsito Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

Los resultados del levantamiento de información, arrojaron que a través de esta intersección circulan 25712 vehículos al día, en un promedio de 2064 vehículos por hora, la hora pico de esta intersección es de 17:00 a 18:00 am, la *Ilustración 18* muestra los volúmenes vehiculares por hora de esa intersección.

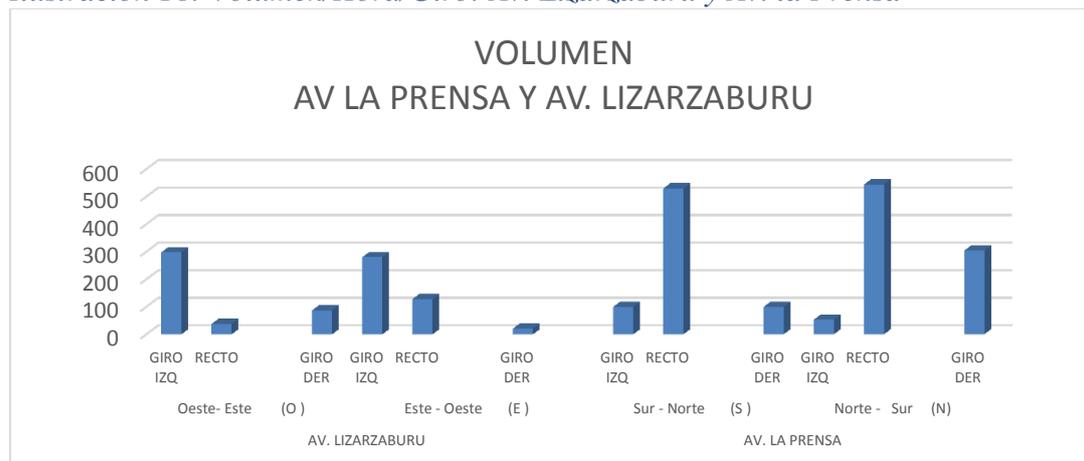
Ilustración 17: Volúmenes por hora, Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu



Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular, como resultado de los conteos vehiculares, se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, en la *Ilustración 17* se puede observar claramente esta situación. Reflejando la realidad de la intersección, donde las aproximaciones más transcurridas son las S-N y N-S, en circulación recta y con una carga vehicular mediana alta en giros derechos para la aproximación N-S, un flujo mediano alto también se nota en la aproximación O-E y E-O en giros izquierdos y baja para giros derechos.

Ilustración 18: Volumen/Hora/Giro: Av. Lizarzaburu y Av. la Prensa



Nota: Fuente de la Ilustración: Conteo 29/02/2016, realizado por la analista.

3.5.1.10. Intersección 10: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

La intersección está ubicada en la parroquia Veloz, cuya latitud y longitud son $1^{\circ}39'40.29''S$ y $78^{\circ}39'8.41''O$ respectivamente, basándonos en el plano de AutoCAD de la ciudad de Riobamba los puntos cardinales de la Av. 9 Milton Reyes son este – oeste y de la Av. la Prensa son norte – sur.

La intersección consta de 4 aproximaciones, Norte, Sur, Este y Oeste de tipo cruz, con dos carriles por cada aproximación, no se consta con carriles exclusivos de giros izquierdos ni derechos para ninguna aproximación, esta intersección realiza 12 movimientos, la intersección presenta asimetría en para las aproximaciones E-O y O-E, esto influye en el tránsito vehicular como indica el *Anexo 5*.

El principal centro de atracción de viajes que influye en cuanto a peatones y vehículos en esta intersección es el Terminal Terrestre de la ciudad, existe flujo buses interprovinciales y servicio urbano, esta zona es de tipo comercial y vivienda.

Tabla 22: Características Geométricas. Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

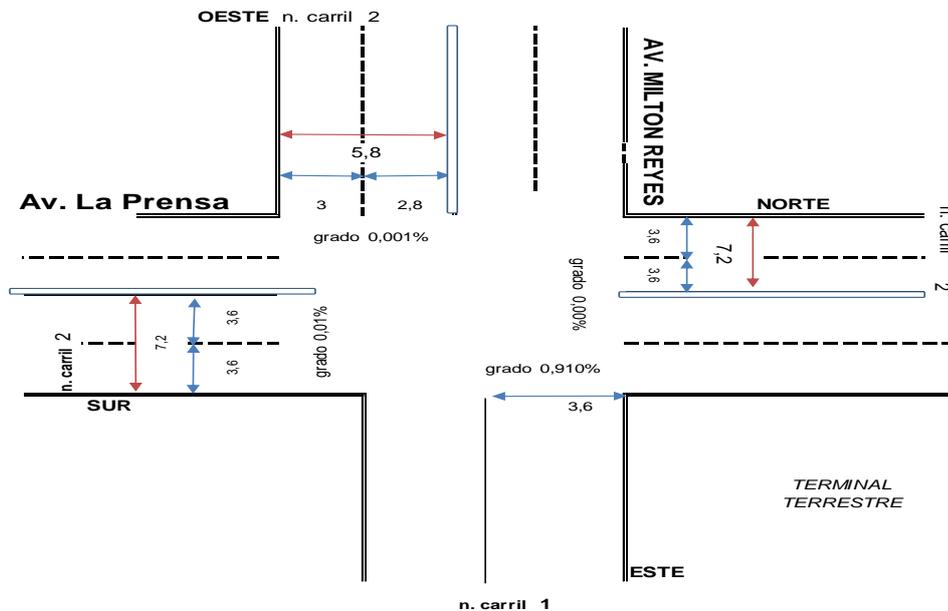
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA INTERSECCIÓN: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes									
	Norte		Sur		Este		Oeste		
Nº de carriles	2		2		1		2		
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	
Parqueo permitido	SI		NO		SI		NO		
Parada de bus	SI		SI		NO		NO		

N° de peatones y maniobras de estacionamiento por aproximación				
HORA PICO	Norte	Sur	Este	Oeste
N° de peatones hora pico	10	10	3	4
N° de maniobras de estacionamiento	3	0	1	2

Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo - 3 febrero 2016 y levantamiento de información (volúmenes vehiculares)- 29 de enero del 2016.

El *Gráfico 19* muestra otros datos relevantes en el análisis de la intersección, como el ancho de cada carril y la gradiente por aproximación.

Gráfico 19: Características Geométricas de la Intersección: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.

La *Tabla 23* recoge datos del actual funcionamiento del sistema semafórico.

Tabla 23: Condiciones semafóricas: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

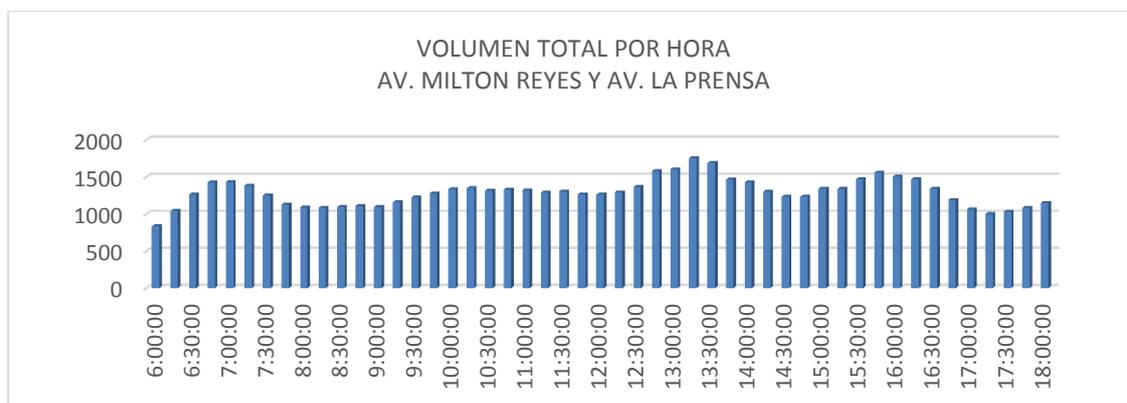
V: Verde Y: Amarillo – todo rojo R: Rojo	PLAN DE FASES EXISTENTE				
	DIAGRAMA	Ø1	Ø2	Ø3	Ø4

	Tiempo	Y:	3	Y:	3	Y:	3	Y:		
		R:	52	R:	77	R:	62	R:		
		V:	37	V:	12	V:	27	V:		
Duración del ciclo		92		Operación	Actuada	Establecida				
Semáforos	Aproximación Norte				Aproximación Sur					
	Semáforos vehiculares y semáforos sin giros exclusivos, semáforos ni peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos sin giros exclusivos, ni semáforos peatonales					
	Aproximación Este				Aproximación Oeste					
	Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos ni semáforos peatonales				Semáforos vehiculares y semáforos con giros exclusivos, ni semáforos peatonales					
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016, Plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba.										

Condiciones de Tránsito de la Intersección: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

Los resultados del levantamiento de información, arrojaron que a través de esta intersección circulan 16472 vehículos al día, en un promedio de 1309 vehículos por hora, la hora pico de esta intersección es de 13:15 a 13:15 am, la *Ilustración 19* muestra los volúmenes vehiculares por hora de esa intersección.

Ilustración 19: Volúmenes por hora, Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

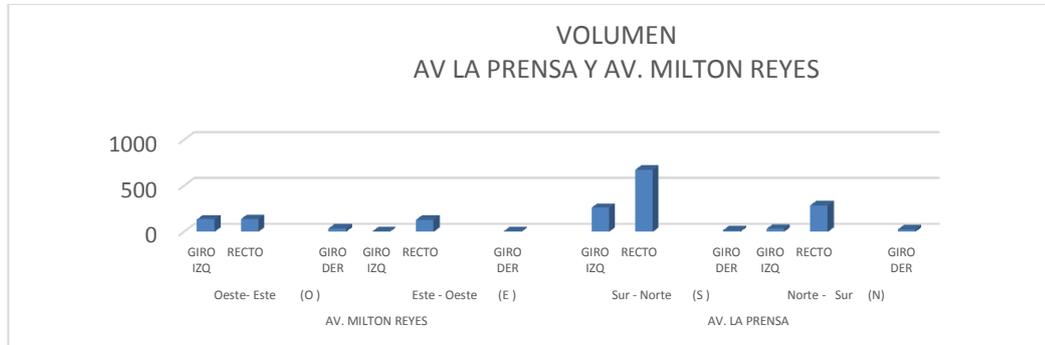


Nota: Ilustración realizada por la analista, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

El *Anexo 7* indica los resultados del conteo vehicular, como resultado de los conteos vehiculares, se analiza cuáles son los carriles, y sentido de circulación con más demanda vehicular, en la *Ilustración 20* se puede observar claramente esta situación. Reflejando la realidad de la intersección, donde la aproximación más transcurrida es la S-N, en circulación recta y giros izquierdos, con una carga vehicular mediana en giros derechos

para la aproximación N-S, un flujo mediano bajo también se nota en la aproximación O-E y E-O en todos los sentidos.

Ilustración 20: Volumen/Hora/Giro: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes



Nota: Fuente de la Ilustración: Conteo 29/02/2016, realizado por la analista.

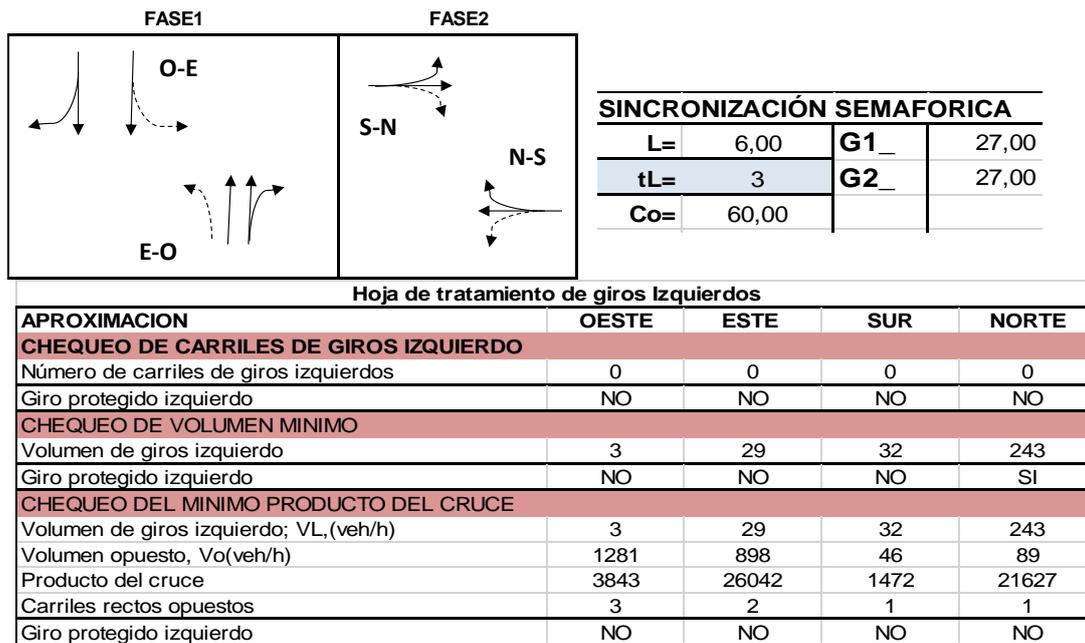
3.6 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos del levantamiento de información, se concluye que varias intersecciones presentan notables retrasos y bajos niveles de servicio, los niveles de servicio se definen en término del retraso en segundos por vehículo, estos relacionan variables como el volumen vehicular, la relación volumen capacidad y la tasa de verde total para su cálculo.

Para verificar la hipótesis planteada, se analizará intersección por intersección, evitando así posibles confusiones.

3.6.1. Intersección: Av. 9 de octubre y Calle S/N (Talleres del Ferrocarril)

Gráfico 20: Situación actual: Av. 9 de octubre y Calle S/N



Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos recopilados observación directa, realizado por la investigadora.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el Gráfico 20 y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la Tabla 24, revelándonos que el nivel de servicio de la intersección como un todo es C, con un retraso de 30.7 segundos por vehículo, los ciclos mal sincronizados pueden ser los que ocasionan el mayor retraso, el número de

vehículos que paran es alto en este nivel, en cuanto al tratamiento de los giros izquierdos se puede observar que recomienda giros protegidos izquierdos para la aproximación Norte -Sur, además se puede notar que el nivel de servicio de la aproximación Este -Oeste es D, teniendo un retraso de 48.8 segundos, esta es la aproximación con mayor volumen vehicular, y tienen el mismo tiempo de verde efectivo que las demás aproximaciones.

Como último punto a observar es la relación volumen /capacidad que para la aproximación antes mencionada se acerca a 1, esto nos dice que la demanda está a punto de alcanzar su capacidad.

Tabla 24: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. 9 de octubre y Calle S/n

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase	1		1		2		2			
Tipo de fase	p		p		p		p			
Grupo de carril										
Volumen vehicular, v (veh/h)	901		1310		121		315			
flujo de saturación, s (veh/h)	3349		2985		1263		1040			
tiempo perdido tL (s)	3		3		3		3			
tiempo de verde efectivo g , (s)	27,00		27,00		27,00		27,00			
tasa de verde g/C	0,450		0,450		0,450		0,450			
capacidad del grupo de carril, c (veh/h)	1507		1343		568,35		468			
relacion volumen-capacidad X	0,598		0,97525		0,213		0,673			
razon de flujo Yi , (veh/h)	0,269		0,4389		0,096		0,303			
grupo de carril critico de la fase			x				x			
suma de flujo criticos Yc					0,742					
tiempo perdido por ciclo L					6					
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc					0,824					
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO										
	Aprox. Oeste		Aprox. Este		Aprox. Sur		Aprox. Norte			
Grupo de carril										
Volumen vehicular, v (veh/h)	901		1310		121		315			
capacidad del grupo de carril, c (veh/h)	1507		1343		568		468			
relacion volumen-capacidad X	0,598		0,98		0,213		0,673			
tasa de verde total g/C	0,450		0,386		0,386		0,386			
Retraso uniforme, $d1$, (s/veh)	12,415		21,171		14,389		17,838			
Calibracion del incremento de retraso k	0,500		0,500		0,500		0,500			
Incremento de retraso, $d2$ (s/veh)	1,759		19,312		0,855		7,533			
retraso inicial de la cola vehicular $d3$, (s/veh)	0		0		0		0			
factor de progresión PF	1,24		1,395		1		1,395			
Retraso, d (s/veh)	17,2		48,8		15,2		32,4			
nivel de servicio de grupo de carril	B		D		B		C			
Retraso por aproximación dA (s/veh)	17,2		48,8		15,2		32,4			
nivel de servicio de aproximación	B		D		B		C			
tasa de flujo de la aproximación VA , (veh/h)	901		1310		121		315			
retraso de la interseccion dI , (s/veh)					30,7					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION					C					

Nota: Fuente de tabla: calculado con datos recopilados observación, realizado por la investigadora.

3.6.2. Intersección: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

Gráfico 21: Situación actual: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	SINCRONIZACIÓN SEMAFORICA			
				L=	12,00	G1_	23,00
				tL=	3	G2_	25,00
				Co=	94,00	G3_	20,00
						G4_	14,00

Hoja de tratamiento de giros Izquierdos				
APROXIMACION	OESTE	ESTE	SUR	NORTE
CHEQUEO DE CARRILES DE GIROS IZQUIERDO				
Número de carriles de giros izquierdos	0	0	0	0
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO
CHEQUEO DE VOLUMEN MINIMO				
Volumen de giros izquierdo	222	102	296	32
Giro protegido izquierdo	NO	NO	SI	NO
CHEQUEO DEL MINIMO PRODUCTO DEL CRUCE				
Volumen de giros izquierdo; VL,(veh/h)	222	102	296	32
Volumen opuesto, Vo(veh/h)	657	809	332	522
Producto del cruce	145854	82518	98272	16704
Carriles rectos opuestos	2	2	2	2
Giro protegido izquierdo	SI	NO	SI	NO

Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos realizado por la analista.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el *Gráfico 21* y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la *Tabla 25*, revelándonos que el nivel de servicio de la intersección como un todo es F, con un retraso de 101.6 segundos por vehículo, un nivel inaceptable, generalmente ocurre sobresaturación, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril, la relación volumen /capacidad, las aproximaciones O- E y S-N tienen es de 1.249 y 1.171 respectivamente, lo que nos dice que hay un exceso de demanda sobre la capacidad.

La tabla de tratamiento de giros izquierdos aconseja giros protegidos para las aproximaciones O-E y S-N, lo que nos indica que el plan de fases que actualmente funciona está bien diseñado, además también se permiten giros derechos exclusivos a las aproximaciones laterales.

Tabla 25: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN											
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD											
Numero de fase	,1/4	1		,2/3	2		,3/1	3		,4/2	4
Grupo de carril											
Volumen vehicular ,v (veh/h)		1031			759			818			364
flujo de saturación, s (veh/h)		3375			3542			3284			3561
tiempo perdido tL (s)		3			3			3			3
tiempo de verde efectivo g, (s)		23,00			25,00			20,00			14,00
tasa de verde g/C		0,245			0,266			0,213			0,149
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)		826			942			699			530
relacion volumen-capacidad X		1,249			0,8058			1,171			0,686
razon de flujo Yi, (veh/h)		0,305			0,2143			0,249			0,102
grupo de carril critico de la fase		x			x			x			x
suma de flujo criticos Yc								0,871			
tiempo perdido por ciclo L											
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc								0,871			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO											
		Aprox. Oeste		Aprox. Este		Aprox. Sur		Aprox. Norte			
Grupo de carril											
Volumen vehicular ,v (veh/h)		1031		759		818		364			
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)		826		942		699		530			
relacion volumen-capacidad X		1,249		0,81		1,171		0,686			
tasa de verde total g/C		0,245		0,266		0,213		0,149			
Retraso uniforme,d1, (s/veh)		35,500		32,232		37,000		37,918			
Calibracion del incremento de retraso k		0,500		0,500		0,500		0,500			
Incremento de retraso, d2 (s/veh)		121,876		7,315		91,631		7,069			
retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)		0		0		0		0			
factor de progresión PF		1,063		1,007		1,063		1,007			
Retraso, d (s/veh)		159,6		39,8		131,0		45,3			
nivel de servicio de grupo de carril		F		D		F		D			
Retraso por aproximación dA (s/veh)		159,6		39,8		131,0		45,3			
nivel de servicio de aproximación		F		D		F		D			
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)		1031		759		818		364			
retraso de la interseccion dl, (s/veh)						101,6					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION						F					

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

3.6.3. Intersección: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño

Gráfico 22: Situación actual: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4

SINCRONIZACIÓN SEMAFORICA			
L=	12,00	G1_	30,00
tL=	3	G2_	29,00
Co=	125,00	G3_	30,00
		G4_	24,00

Hoja de tratamiento de giros Izquierdos				
APROXIMACION	OESTE	ESTE	SUR	NORTE
CHEQUEO DE CARRILES DE GIROS IZQUIERDO				
Número de carriles de giros izquierdos	0	0	0	0
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO
CHEQUEO DE VOLUMEN MINIMO				
Volumen de giros izquierdo	146	217	180	121
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO
CHEQUEO DEL MINIMO PRODUCTO DEL CRUCE				
Volumen de giros izquierdo; VL,(veh/h)	146	217	180	121
Volumen opuesto, Vo(veh/h)	672	649	370	372
Producto del cruce	98112	140833	66600	45012
Carriles rectos opuestos	2	2	2	2
Giro protegido izquierdo	SI	SI	NO	NO

Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos realizado por la analista.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el *Gráfico 22* y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la *Tabla 26*, donde nos revelan que el nivel de servicio de la intersección como un todo es E, con un retraso de 72.9 segundos por vehículo, La congestión en este nivel es más notable, mayores retrasos, larga duración del ciclo, o alta tasa de la relación v/c, muchos vehículos paran, la tabla de tratamiento de giros izquierdos aconsejan giros protegidos para las aproximaciones Oeste y Este, también se permiten giros derechos exclusivos a las aproximaciones laterales. Como último punto a observar es la relación volumen /capacidad, la aproximación E-O tiene 1.14, lo que nos dice que hay un exceso de demanda sobre la capacidad, en este grupo de carril tiene un nivel de servicio F tiene el volumen vehicular mayor de todas las aproximaciones y tiene mismo tiempo de verde efectivo que el de las demás.

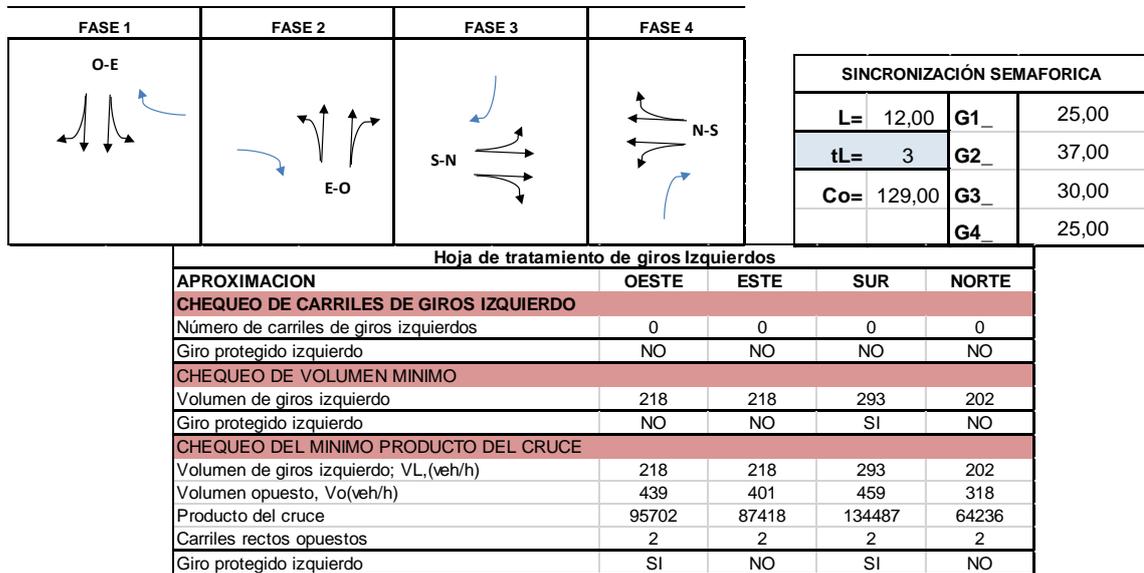
Tabla 26: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase	,1/4	1	,2/3	2	,3/1	3	,4/2	4		
Grupo de carril										
Volumen vehicular ,v (veh/h)		795		889		552		491		
flujo de saturacion, s (veh/h)		3431		3374		2999		3017		
tiempo perdido tL (s)		3		3		3		3		
tiempo de verde efectivo g, (s)		30,00		29,00		30,00		24,00		
tasa de verde g/C		0,240		0,232		0,240		0,192		
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)		823		783		720		579		
relacion volumen-capacidad X		0,965		1,1358		0,767		0,848		
razon de flujo Yi, (veh/h)		0,232		0,2635		0,184		0,163		
grupo de carril critico de la fase		x		x		x		x		
suma de flujo críticos Yc						0,842				
tiempo perdido por ciclo L						12				
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc						0,931				
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO										
	Aprox. Oeste		Aprox. Este		Aprox. Sur		Aprox. Norte			
Grupo de carril										
Volumen vehicular ,v (veh/h)		795		889		552		491		
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)		823		783		720		579		
relacion volumen-capacidad X		0,965		1,14		0,767		0,848		
tasa de verde total g/C		0,240		0,232		0,240		0,192		
Retraso uniforme,d1, (s/veh)		46,987		48,000		44,245		48,736		
Calibracion del incremento de retraso k		0,500		0,500		0,500		0,500		
Incremento de retraso, d2 (s/veh)		24,003		76,480		7,672		14,305		
retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)		0		0		0		0		
factor de progresión PF		1,007		1,063		1,007		1,007		
Retraso, d (s/veh)		71,3		127,5		52,2		63,4		
nivel de servicio de grupo de carril		E		F		D		E		
Retraso por aproximación dA (s/veh)		71,3		127,5		52,2		63,4		
nivel de servicio de aproximación		E		F		D		E		
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)		795		889		552		491		
retraso de la interseccion dI, (s/veh)						72,9				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION						E				

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

3.6.4. Intersección: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

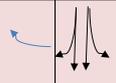
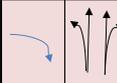
Gráfico 23: Situación actual: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire



Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos realizado por la analista.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el Gráfico 23 y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la Tabla 27, donde nos revelan que el nivel de servicio de la intersección como un todo es D, con un retraso de 42.9 segundos por vehículo, la congestión es más notable, mayores retrasos, larga duración del ciclo, o alta tasa de la relación v/c, muchos vehículos paran, la tabla de tratamiento de giros izquierdos aconsejan giros protegidos para la aproximación Sur, también se permiten giros derechos exclusivos a las aproximaciones laterales, por el ancho de carril que tiene esta vía el plan de fases que opera actualmente es correcto. Como último punto a observar es la relación volumen /capacidad, la aproximación N-S presenta 1.063, es decir la demanda supera la capacidad de este grupo de carril.

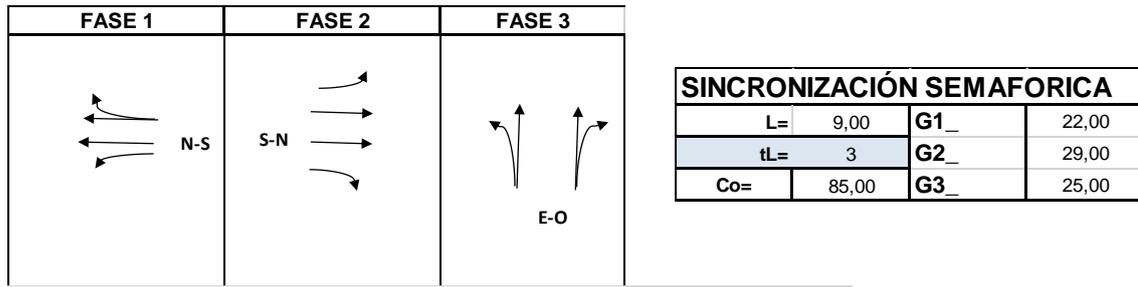
Tabla 27: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase	,1/4	1	,2/3	2	,3/1	3	,4/2	4		
Grupo de carril										
Volumen vehicular ,v (veh/h)		619		657		611		661		
flujo de saturacion, s (veh/h)		3454		3297		3335		3209		
tiempo perdido tL (s)		3		3		3		3		
tiempo de verde efectivo g, (s)		25,00		37,00		30,00		25,00		
tasa de verde g/C		0,194		0,287		0,233		0,194		
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)		669		946		776		622		
relacion volumen-capacidad X		0,925		0,694728		0,788		1,063		
razon de flujo Yi, (veh/h)		0,179		0,1993		0,183		0,206		
grupo de carril critico de la fase		x		x		x		x		
suma de flujo criticos Yc						0,768				
tiempo perdido por ciclo L						12				
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc						0,846				
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO										
		Aprox. Oeste		Aprox. Este		Aprox. Sur		Aprox. Norte		
Grupo de carril										
Volumen vehicular ,v (veh/h)		619		657		611		661		
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)		669		946		776		622		
relacion volumen-capacidad X		0,925		0,69		0,788		1,063		
tasa de verde total g/C		0,194		0,287		0,233		0,194		
Retraso uniforme,d1, (s/veh)		51,077		40,970		46,509		52,000		
Calibracion del incremento de retraso k		0,500		0,500		0,500		0,500		
Incremento de retraso, d2 (s/veh)		20,575		4,203		7,953		53,952		
retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)		1,007		1,007		1,007		1,063		
factor de progresión PF		1		1		1		1		
Retraso, d (s/veh)		72,7		46,2		55,5		107,0		
nivel de servicio de grupo de carril		E		D		E		F		
Retraso por aproximación dA (s/veh)		72,7		46,2		55,5		107,0		
nivel de servicio de aproximación		E		D		E		F		
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)		619		657		611		661		
retraso de la interseccion dI, (s/veh)						42,9				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION						D				

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

3.6.5. Intersección: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica

Gráfico 24: Situación actual: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica



Hoja de tratamiento de giros Izquierdos				
APROXIMACION	NORTE	SUR	OESTE	ESTE
CHEQUEO DE CARRILES DE GIROS IZQUIERDO				
Número de carriles de giros izquierdos	1	1	0	0
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO
CHEQUEO DE VOLUMEN MINIMO				
Volumen de giros izquierdo	98	112	0	90
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO
CHEQUEO DEL MINIMO PRODUCTO DEL CRUCE				
Volumen de giros izquierdo; VL,(veh/h)	98	112	0	90
Volumen opuesto, Vo(veh/h)	423	600	141	0
Producto del cruce	41454	67200	0	0
Carriles rectos opuestos	2	1	0	1
Giro protegido izquierdo	NO	SI	NO	NO

Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos realizado por la analista.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el Gráfico 24 y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la Tabla 28, donde nos revelan que el nivel de servicio de la intersección como un todo es C, con un retraso de 26.2 segundos por vehículo, pueden ser por mayores retrasos, larga duración del ciclo, muchos vehículos paran, la tabla de tratamiento de giros izquierdos aconsejan giros protegidos en la aproximación sur y por la geometría de la intersección nos permite analizar un nuevo plan de fases más eficiente.

La relación volumen /capacidad, todas las aproximaciones poseen una baja relación v/c, es decir la demanda no afecta la capacidad de cada grupo de carril.

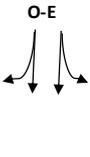
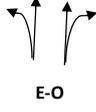
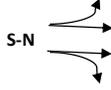
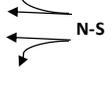
Tabla 28: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase		1		2		3				
Tipo de fase		p		p		p				
Grupo de carril		N-S,i,r,d		S-N,i,r,d		E-O,i				
Volumen vehicular v (veh/h)		698		535		231				
flujo de saturación s (veh/h)		5003		7963		3387				
tiempo perdido tL (s)		3		3		3				
tiempo de verde efectivo g (s)		22,00		29,00		25,00				
tasa de verde g/C		0,259		0,341		0,294				
capacidad del grupo de carril c (veh/h)		1295		2717		996				
relacion volumen-capacidad X		0,539		0,197		0,232				
razon de flujo Y_i (veh/h)		0,140		0,0672		0,068				
grupo de carril critico de la fase		x		x		x				
suma de flujo criticos Y_c						0,275				
tiempo perdido por ciclo L						9				
taza de flujo relacionado con la capacidad X_c						0,307				
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO										
		Aprox. Norte		Aprox. Sur		Aprox. Este		Aprox. Oeste		
Grupo de carril		N-S,i,r,d		S-N,i,r,d		E-O,r,d				
Volumen vehicular v (veh/h)		698		535		231				
capacidad del grupo de carril c (veh/h)		1295		2717		996				
relacion volumen-capacidad X		0,539		0,20		0,232				
tasa de verde total g/C		0,259		0,341		0,294				
Retraso uniforme $d1$ (s/veh)		27,133		19,776		22,727				
Calibracion del incremento de retraso k		0,500		0,500		0,500				
Incremento de retraso $d2$ (s/veh)		1,613		0,16		0,545				
factor de progresión PF		1,063		1,063		1,063				
Retraso d (s/veh)		30,5		21,2		24,7				
nivel de servicio de grupo de carril		C		C		C				
Retraso por aproximación dA (s/veh)		30,5		21,2		24,7				
nivel de servicio de aproximación		C		C		C				
tasa de flujo de la aproximación VA (veh/h)		698		535		231				
retraso de la interseccion dI (s/veh)				26,2						
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION				C						

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

3.6.6. Intersección: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez

Gráfico 25: Situación actual: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
			

SINCRONIZACIÓN SEMAFORICA			
L=	12,00	G1_	20,00
tL=	3	G2_	15,00
Co=	100,00	G3_	23,00
	100	G4_	30,00

Hoja de tratamiento de giros Izquierdos				
APROXIMACION	OESTE	ESTE	SUR	NORTE
CHEQUEO DE CARRILES DE GIROS IZQUIERDO				
Número de carriles de giros izquierdos	0	0	0	0
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO
CHEQUEO DE VOLUMEN MINIMO				
Volumen de giros izquierdo	46	24	178	62
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO
CHEQUEO DEL MINIMO PRODUCTO DEL CRUCE				
Volumen de giros izquierdo; VL (veh/h)	46	24	178	62
Volumen opuesto, Vo (veh/h)	162	442	594	651
Producto del cruce	7452	10608	105732	40362
Carriles rectos opuestos	2	2	2	2
Giro protegido izquierdo	NO	NO	SI	NO

Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos realizado por la analista.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el *Gráfico 25* y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la *Tabla 29*, revelándonos que el nivel de servicio de la intersección como un todo es C, con un retraso de 28.7 segundos por vehículo, los ciclos mal sincronizados pueden ser los que ocasionan el mayor retraso, el número de vehículos que paran es alto en este nivel, en cuanto al tratamiento de los giros izquierdos se puede observar que recomienda giros protegidos izquierdos para la aproximación S-N, aspecto importante para determinar el diseño del plan de fases.

Como último punto a observar es la relación volumen /capacidad, la cual es relativamente baja para todas las aproximaciones, la más alta es la aproximación sur con 0.777, se la tendrá pendiente en el análisis de la propuesta.

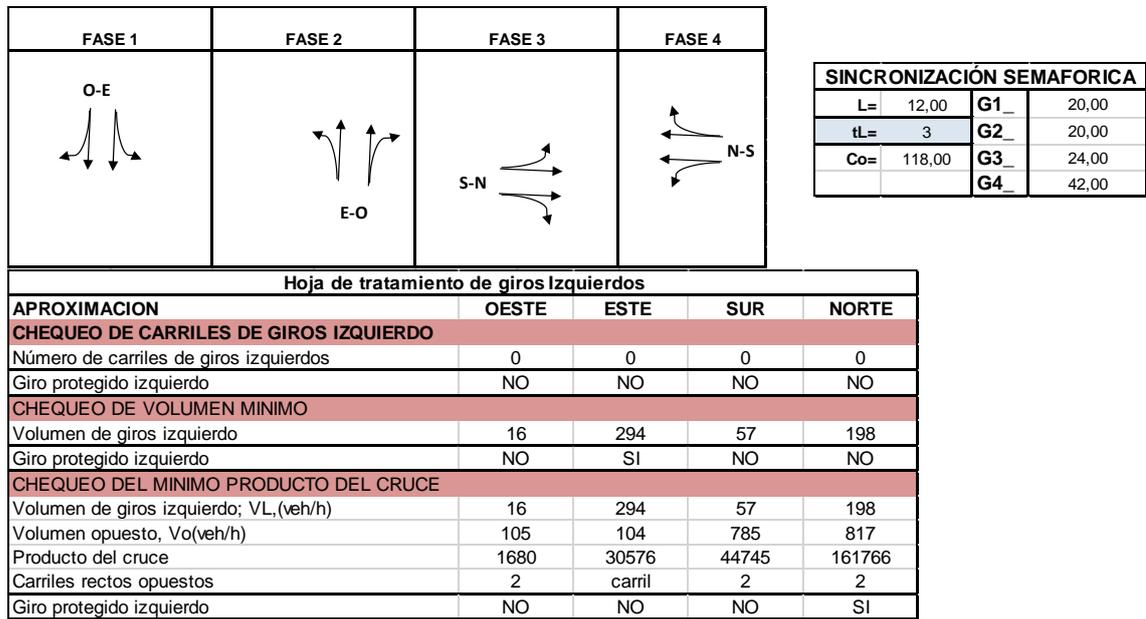
Tabla 29: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase	1		2		3		4			
Grupo de carril										
Volumen vehicular, v (veh/h)	483		186		829		656			
flujo de saturacion, s (veh/h)	3154		3250		3245		3537			
tiempo perdido tL (s)	3		3		3		3			
tiempo de verde efectivo g, (s)	20,00		15,00		23,00		30,00			
tasa de verde g/C	0,286		0,214		0,329		0,429			
capacidad del grupo de carril, c (veh/h)	901		696		1066		1516			
relacion volumen-capacidad X	0,536		0,267114		0,777		0,433			
razon de flujo Yi, (veh/h)	0,153		0,0572		0,255		0,185			
grupo de carril crítico de la fase	x		x		X		x			
suma de flujo criticos Yc					0,651					
tiempo perdido por ciclo L					9					
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc					0,747					
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO										
	Aprox. Oeste		Aprox. Este		Aprox. Sur		Aprox. Norte			
Grupo de carril										
Volumen vehicular, v (veh/h)	483		186		829		656			
capacidad del grupo de carril, c (veh/h)	901		696		1066		1516			
relacion volumen-capacidad X	0,536		0,27		0,777		0,433			
tasa de verde total g/C	0,200		0,150		0,230		0,300			
Retraso uniforme, d1, (s/veh)	35,842		37,633		36,100		28,156			
Calibracion del incremento de retraso k	0,500		0,500		0,500		0,500			
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	2,282		0,939		5,586		0,903			
retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	1,007		1		1,136		1,063			
factor de progresión PF	1		1		1		1			
Retraso, d (s/veh)	39,1		39,6		42,8		30,1			
nivel de servicio de grupo de carril	D		D		D		C			
Retraso por aproximación dA (s/veh)	39,1		39,6		42,8		30,1			
nivel de servicio de aproximación	D		D		D		C			
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	483		186		829		656			
retraso de la interseccion dI, (s/veh)					28,7					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION					C					

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

3.6.7. Intersección: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de sucre

Gráfico 26: Situación actual: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre



Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos realizado por la analista.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el Gráfico 226 y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la Tabla 30, revelándonos que el nivel de servicio de la intersección como un todo es F, con un retraso de 107.7 segundos por vehículo, es un nivel inaceptable, generalmente ocurre sobresaturación, esto ocurre cuando la tasa de flujo supera la capacidad del grupo de carril. Las consecuencias de este nivel de servicio son el aumento de congestión, accidentes de tránsito, en cuanto al tratamiento de los giros izquierdos se puede observar que recomienda giros protegidos izquierdos para las aproximaciones E-O y N-S, es importante mencionar que los volúmenes vehiculares en las aproximaciones N-S y S-N son altas aspecto importante para determinar el plan de fases, además se puede notar que el nivel de servicio de la aproximación S-N es F , esta es la aproximación mayor volumen vehicular

Como último punto a observar es la relación volumen /capacidad para la aproximación antes mencionada es de 1.418, esto nos dice que hay un exceso de demanda sobre capacidad, para las otras aproximaciones el nivel de servicio es de D, es decir los retrasos para todas las aproximaciones nos van más abajo que 41 segundos.

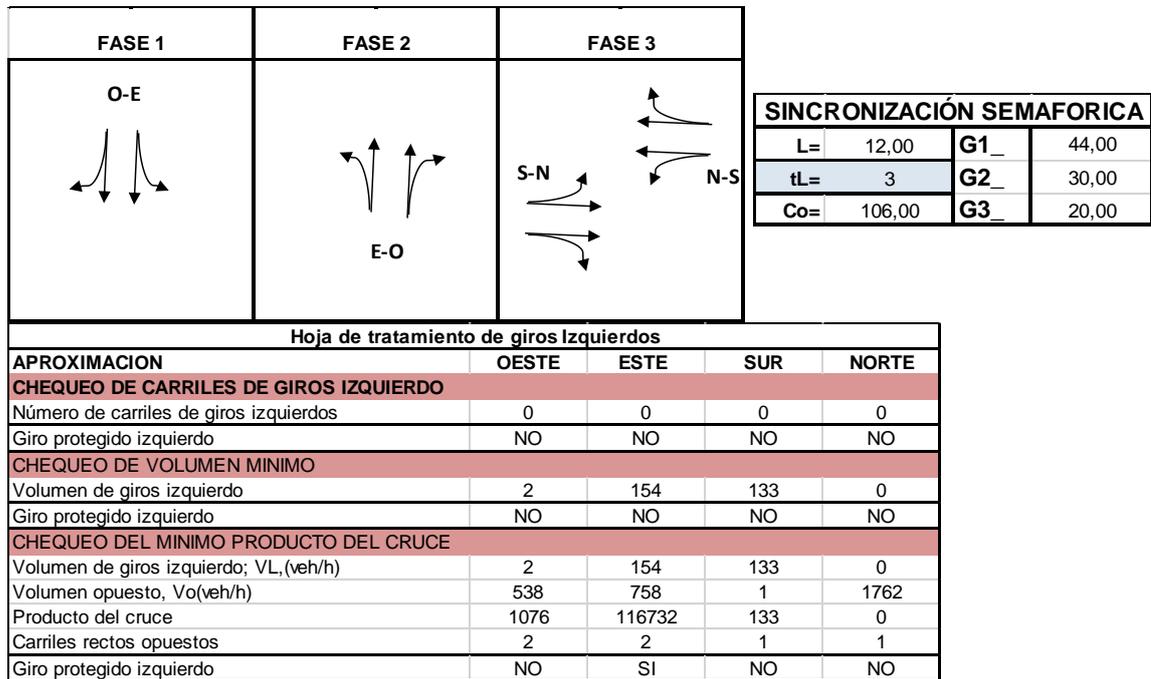
Tabla 30: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase	1	2	3	4						
Grupo de carril										
Volumen vehicular ,v (veh/h)	120	399	989	983						
flujo de saturacion, s (veh/h)	1720	3335	3429	3518						
tiempo perdido tL (s)	3	3	3	3						
tiempo de verde efectivo g, (s)	20,00	20,00	24,00	42,00						
tasa de verde g/C	0,169	0,169	0,203	0,356						
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	292	565	698	1252						
relacion volumen-capacidad X	0,412	0,7059	1,418	0,785						
razon de flujo Y _i , (veh/h)	0,070	0,1196	0,288	0,279						
grupo de carril critico de la fase	x	x	x	x						
suma de flujo criticos Y _c	0,757									
tiempo perdido por ciclo L	12									
taza de flujo relacionado con la capacidad X _c	0,843									
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO										
	Aprox. Oeste	Aprox. Este	Aprox. Sur	Aprox. Norte						
Grupo de carril										
Volumen vehicular ,v (veh/h)	120	399	989	983						
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	292	565	698	1252						
relacion volumen-capacidad X	0,412	0,71	1,418	0,785						
tasa de verde total g/C	0,169	0,169	0,203	0,356						
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	43,746	46,226	47,000	33,965						
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500						
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	4,248	7,248	196,428	4,991						
retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0	0						
factor de progresión PF	1	1,007	1,007	1,063						
Retraso, d (s/veh)	48,0	53,8	243,8	41,1						
nivel de servicio de grupo de carril	D	D	F	D						
Retraso por aproximación dA (s/veh)	48,0	53,8	243,8	41,1						
nivel de servicio de aproximación	D	D	F	D						
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	120	399	989	983						
retraso de la interseccion dI, (s/veh)	107,7									
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	F									

Nota: Fuente de tabla: Cálculo realizado por la analista.

3.6.8. Intersección: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

Gráfico 27: Situación actual: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil



Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos realizado por la analista.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el Gráfico 27 y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la Tabla 31, revelándonos que el nivel de servicio de la intersección como un todo es D, con un retraso de 36.1 segundos por vehículo, la congestión en este nivel es más notable, mayores retrasos, larga duración del ciclo, alta tasa de la relación v/c, muchos vehículos paran, en cuanto al tratamiento de los giros izquierdos recomienda giros protegidos en la aproximación E-O, aspecto importante para determinar el plan de fases más eficiente.

Como último punto a observar es la relación volumen /capacidad para todas las aproximaciones es bajo, es decir la demandan está bajo la capacidad tanto de la intersección como del grupo de carriles

Tabla 31: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD				
Numero de fase	1	2	3	3
Grupo de carril				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	760	692	221	1
flujo de saturacion, s (veh/h)	3465	3499	1704	1900
tiempo perdido tL (s)	3	3	3	3
tiempo de verde efectivo q. (s)	44,00	30,00	20,00	20,00
tasa de verde g/C	0,415	0,283	0,189	0,189
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	1438	990	322	358
relacion volumen-capacidad X	0,528	0,69873	0,687	0,003
razon de flujo Yi, (veh/h)	0,219	0,1978	0,130	0,001
grupo de carril critico de la fase	x	x	x	x
suma de flujo criticos Yc	0,547			
tiempo perdido por ciclo L	12			
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc	0,617			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
	Aprox. Oeste	Aprox. Este	Aprox. Sur	Aprox. Norte
Grupo de carril				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	760	692	221	1
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	1438	990	322	358
relacion volumen-capacidad X	0,528	0,70	0,687	0,003
tasa de verde total g/C	0,415	0,283	0,189	0,189
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	23,226	33,961	40,085	34,905
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	1,393	4,092	11,380	0,014
retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0	0
factor de progresión PF	1,136	1,063	1,007	1
Retraso, d (s/veh)	27,8	40,2	51,7	34,9
nivel de servicio de grupo de carril	C	D	D	C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	27,8	40,2	51,7	34,9
nivel de servicio de aproximación	C	D	D	C
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	760	692	221	1
retraso de la interseccion dI, (s/veh)	36,1			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	D			

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

3.6.9. Intersección: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

Gráfico 28: Situación actual: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	SINCRONIZACIÓN SEMAFORICA			
				L=	12,00	G1_	25,00
				tL=	3	G2_	25,00
				Co=	135,00	G3_	38,00
						G4_	35,00
Hoja de tratamiento de giros Izquierdos							
APROXIMACION	OESTE	ESTE	SUR	NORTE			
CHEQUEO DE CARRILES DE GIROS IZQUIERDO							
Número de carriles de giros izquierdos	0	0	0	0			
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO			
CHEQUEO DE VOLUMEN MINIMO							
Volumen de giros izquierdo	298	280	100	53			
Giro protegido izquierdo	SI	SI	NO	NO			
CHEQUEO DEL MINIMO PRODUCTO DEL CRUCE							
Volumen de giros izquierdo; VL,(veh/h)	298	280	100	53			
Volumen opuesto, Vo(veh/h)	149	125	848	630			
Producto del cruce	44402	35000	84800	33390			
Carriles rectos opuestos	2	2	2	2			
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO			

Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos realizado por la analista.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el *Gráfico 70* y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la *Tabla 41*, revelándonos que el nivel de servicio de la intersección como un todo es D, con un retraso de 35.5 segundos por vehículo, los ciclos mal sincronizados pueden ser los que ocasionan el mayor retraso, el número de vehículos que paran es alto en este nivel, en cuanto al tratamiento de los giros izquierdos se puede observar que recomienda giros protegidos izquierdos para las aproximaciones O-E y E-O, aspecto importante para determinar el plan de fases, es importante mencionar que en el caso de esta intersección que posee un puente de paso elevado vehicular, que permite eliminar movimientos de circulación recta para las aproximaciones cuyo movimiento recto puede efectuarse mediante esta infraestructura, además se puede notar que el nivel de servicio de la aproximación Este -Oeste es E, teniendo un retraso de 55.5 segundos, esto puede ser optimizado proponiendo un plan que contenga menos cantidad de fases. Como último punto a observar es la relación volumen /capacidad que no es alta para ninguna de las aproximaciones, es decir la demanda se encuentra por debajo de la capacidad de la intersección en general y de cada aproximación por individual.

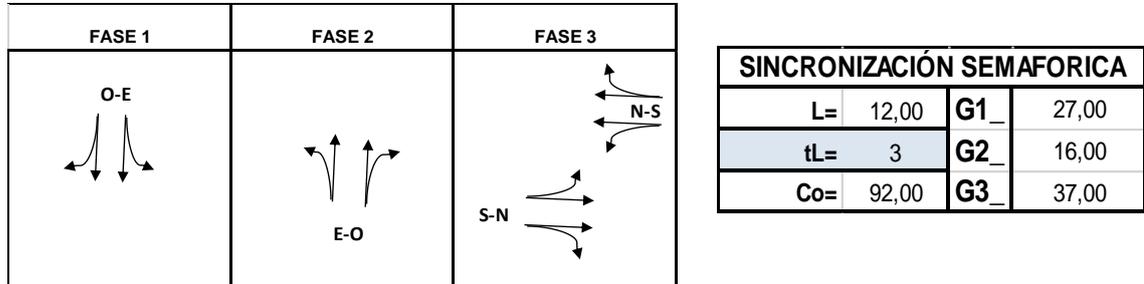
Tabla 32: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. La Prensa y Av. Lizarزابuru

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN									
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD									
Numero de fase	.1/4	1	.2/3	2	.3/1	3	.4/2	4	
Grupo de carril									
Volumen vehicular ,v (veh/h)		336		408		630		597	
flujo de saturacion, s (veh/h)		3285		3473		3375		3369	
tiempo perdido tL (s)		3		3		3		3	
tiempo de verde efectivo g, (s)		25,00		25,00		38,00		35,00	
tasa de verde g/C		0,185		0,185		0,281		0,259	
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)		608		643		950		874	
relacion volumen-capacidad X		0,552		0,6344		0,663		0,683	
razon de flujo Yi, (veh/h)		0,102		0,1175		0,187		0,177	
grupo de carril critico de la fase		x		x		x		x	
suma de flujo criticos Yc						0,584			
tiempo perdido por ciclo L						12			
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc						0,641			
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO									
		Aprox. Oeste		Aprox. Este		Aprox. Sur		Aprox. Norte	
Grupo de carril									
Volumen vehicular ,v (veh/h)		336		408		630		597	
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)		608		643		950		874	
relacion volumen-capacidad X		0,552		0,63		0,663		0,683	
tasa de verde total g/C		0,185		0,185		0,281		0,259	
Retraso uniforme,d1, (s/veh)		49,920		50,781		42,846		45,012	
Calibracion del incremento de retraso k		0,500		0,500		0,500		0,500	
Incremento de retraso, d2 (s/veh)		3,585		4,721		3,642		4,317	
retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)		0		0		0		0	
factor de progresión PF		1		1		1		1	
Retraso, d (s/veh)		53,5		55,5		46,5		49,3	
nivel de servicio de grupo de carril		D		E		D		D	
Retraso por aproximación dA (s/veh)		53,5		55,5		46,5		49,3	
nivel de servicio de aproximación		D		E		D		D	
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)		336		408		630		597	
retraso de la interseccion dI, (s/veh)						35,5			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION						D			

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

3.6.10. Intersección: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

Gráfico 29: Situación actual: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes



Hoja de tratamiento de giros Izquierdos				
APROXIMACION	OESTE	ESTE	SUR	NORTE
CHEQUEO DE CARRILES DE GIROS IZQUIERDO				
Número de carriles de giros izquierdos	0	0	0	0
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO
CHEQUEO DE VOLUMEN MINIMO				
Volumen de giros izquierdo	136	5	262	33
Giro protegido izquierdo	NO	NO	SI	NO
CHEQUEO DEL MINIMO PRODUCTO DEL CRUCE				
Volumen de giros izquierdo; VL,(veh/h)	136	5	262	33
Volumen opuesto, Vo(veh/h)	141	175	315	690
Producto del cruce	19176	875	82530	22770
Carriles rectos opuestos	2	1	2	2
Giro protegido izquierdo	NO	NO	NO	NO

Nota: Fuente de gráfico: Verificación de datos realizado por la analista.

Se analiza el plan de fases, ciclo optimo, verdes efectivos de cada fase que nos indica el *Gráfico 71* y los niveles de servicio, tiempo de retraso y relación volumen capacidad que se puede observar en la *Tabla 42*, revelándonos que el nivel de servicio de la intersección como un todo es C, con un retraso de 27.4 segundos por vehículo, los ciclos mal sincronizados pueden ser los que ocasionan el mayor retraso, el número de vehículos que paran es alto en este nivel, en cuanto al tratamiento de los giros izquierdos se puede observar que recomienda giros protegidos izquierdos para la aproximación S-N, el existente según recomienda el HCM 2000 no es recomendable porque el volumen de giros izquierdos para la aproximación Sur excede los 240 veh/h, ante este volumen es necesario un giro izquierdo protegido además se puede notar que el nivel de servicio de las aproximaciones E-O y S-N son D, teniendo un retraso de 38.9 y 35.9 segundos respetivamente, siendo estas dos aquellas que tienen menor nivel de servicio.

Como último punto a observar es la relación volumen /capacidad que es baja para todas las aproximaciones, lo que nos dice que la demanda vehicular está bajo la capacidad de la intersección.

Tabla 33: Capacidad y nivel de servicio S.A.: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN									
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD									
Numero de fase	1	2	3	3					
Grupo de carril									
Volumen vehicular ,v (veh/h)	311	146	952	348					
flujo de saturacion, s (veh/h)	3167	1851	3408	3540					
tiempo perdido tL (s)	3	3	3	3					
tiempo de verde efectivo g. (s)	27,00	16,00	37,00	37,00					
tasa de verde g/C	0,293	0,174	0,402	0,402					
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	929	322	1371	1424					
relacion volumen-capacidad X	0,335	0,4534	0,695	0,244					
razon de flujo Yi, (veh/h)	0,098	0,0789	0,279	0,098					
grupo de carril critico de la fase	x	x	x	x					
suma de flujo criticos Yc				0,555					
tiempo perdido por ciclo L				12					
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc				0,638					
DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO									
Grupo de carril	Aprox. Oeste	Aprox. Este	Aprox. Sur	Aprox. Norte					
Grupo de carril									
Volumen vehicular ,v (veh/h)	311	146	952	348					
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	929	322	1371	1424					
relacion volumen-capacidad X	0,335	0,45	0,695	0,244					
tasa de verde total g/C	0,293	0,174	0,402	0,402					
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	25,462	34,079	22,812	18,233					
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500					
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0,971	4,554	2,924	0,409					
factor de progresión PF	1	1,007	1,445	1,136					
Retraso, d (s/veh)	26,4	38,9	35,9	21,1					
nivel de servicio de grupo de carril	C	D	D	C					
Retraso por aproximación dA (s/veh)	26,4	38,9	35,9	21,1					
nivel de servicio de aproximación	C	D	D	C					
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	311	146	952	348					
retraso de la interseccion dl, (s/veh)				27,4					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION				C					

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

CAPITULO IV: MARCO PROPOSITIVO

4.1 ANÁLISIS Y SITUACION ACTUAL

La *Tabla 34* resume la situación actual en cuanto a la sincronización semafórica y características volumétricas, geométricas y operativas de las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, esta tabla presenta el plan de fase y ciclo semafórico con la que actualmente opera cada intersección, el volumen de vehículos que hacen uso de la intersección en la hora pico, el nivel de servicio que presenta y el retraso que sufren los vehículos en segundos, además también se detallan en observaciones que se debe tener en cuenta para mejorar el nivel de servicio y reducir el retraso de los vehículos que ingresan a estas intersecciones.

Tabla 34: RESUMEN ANÁLISIS SITUACION ACTUAL

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL																									
NOMBRE INTERESECCIÓN	PLAN DE FASES			VOLUMEN HORA PICO	SINCRONIZACIÓN SEMAFORICA	NIVEL SERV	RESTRASO	OBSERVACIONES																	
AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N					2647	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>6,00</td> <td>G1_</td> <td>27,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>27,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>60,00</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	L=	6,00	G1_	27,00	tL=	3	G2_	27,00	Co=	60,00			C	30,7 seg	Sincronizacion semaforica				
L=	6,00	G1_	27,00																						
tL=	3	G2_	27,00																						
Co=	60,00																								
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. ATAHUALPA					2972	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>12,00</td> <td>G1_</td> <td>23,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>25,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>94,00</td> <td>G3_</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>G4_</td> <td>14,00</td> </tr> </table>	L=	12,00	G1_	23,00	tL=	3	G2_	25,00	Co=	94,00	G3_	20,00			G4_	14,00	F	101,6seg	Sincronizacion semaforica
L=	12,00	G1_	23,00																						
tL=	3	G2_	25,00																						
Co=	94,00	G3_	20,00																						
		G4_	14,00																						
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FELIX PROAÑO					2727	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>12,00</td> <td>G1_</td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>29,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>125,00</td> <td>G3_</td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>G4_</td> <td>24,00</td> </tr> </table>	L=	12,00	G1_	30,00	tL=	3	G2_	29,00	Co=	125,00	G3_	30,00			G4_	24,00	E	72,9 seg	Sincronizacion semaforica
L=	12,00	G1_	30,00																						
tL=	3	G2_	29,00																						
Co=	125,00	G3_	30,00																						
		G4_	24,00																						
AV. 9 DE OCTUBRE Y LEOPOLDO FREIRE					2548	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>12,00</td> <td>G1_</td> <td>25,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>37,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>129,00</td> <td>G3_</td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>G4_</td> <td>25,00</td> </tr> </table>	L=	12,00	G1_	25,00	tL=	3	G2_	37,00	Co=	129,00	G3_	30,00			G4_	25,00	D	42,9 seg	Sincronizacion semaforica
L=	12,00	G1_	25,00																						
tL=	3	G2_	37,00																						
Co=	129,00	G3_	30,00																						
		G4_	25,00																						
AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA							1464	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>9,00</td> <td>G1_</td> <td>22,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>29,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>85,00</td> <td>G3_</td> <td>25,00</td> </tr> </table>	L=	9,00	G1_	22,00	tL=	3	G2_	29,00	Co=	85,00	G3_	25,00	C	26,2 seg	Rediseño de Plan de Fases Sincronizacion semaforica		
L=	9,00	G1_	22,00																						
tL=	3	G2_	29,00																						
Co=	85,00	G3_	25,00																						
AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. CELSO RODRIGUEZ					2154	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>12,00</td> <td>G1_</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>15,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>100,00</td> <td>G3_</td> <td>23,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>G4_</td> <td>30,00</td> </tr> </table>	L=	12,00	G1_	20,00	tL=	3	G2_	15,00	Co=	100,00	G3_	23,00			G4_	30,00	C	28,7 seg	Rediseño de Plan de Fases Sincronizacion semaforica
L=	12,00	G1_	20,00																						
tL=	3	G2_	15,00																						
Co=	100,00	G3_	23,00																						
		G4_	30,00																						
AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. A. JOSE DE SUCRE					2491	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>12,00</td> <td>G1_</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>20,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>118,00</td> <td>G3_</td> <td>24,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>G4_</td> <td>42,00</td> </tr> </table>	L=	12,00	G1_	20,00	tL=	3	G2_	20,00	Co=	118,00	G3_	24,00			G4_	42,00	F	107,7 seg	Rediseño de Plan de Fases Sincronizacion semaforica
L=	12,00	G1_	20,00																						
tL=	3	G2_	20,00																						
Co=	118,00	G3_	24,00																						
		G4_	42,00																						
AV. HEROES DE TAPI Y CALLE BRASI					1674	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>12,00</td> <td>G1_</td> <td>44,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>106,00</td> <td>G3_</td> <td>20,00</td> </tr> </table>	L=	12,00	G1_	44,00	tL=	3	G2_	30,00	Co=	106,00	G3_	20,00	D	36,1seg	Rediseño de Plan de Fases Sincronizacion semaforica				
L=	12,00	G1_	44,00																						
tL=	3	G2_	30,00																						
Co=	106,00	G3_	20,00																						
AV. LA PRENSA Y AV. LIZARZABURU					2483	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>12,00</td> <td>G1_</td> <td>25,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>25,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>135,00</td> <td>G3_</td> <td>38,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>G4_</td> <td>35,00</td> </tr> </table>	L=	12,00	G1_	25,00	tL=	3	G2_	25,00	Co=	135,00	G3_	38,00			G4_	35,00	D	35,5 seg	Rediseño de Plan de Fases Sincronizacion semaforica
L=	12,00	G1_	25,00																						
tL=	3	G2_	25,00																						
Co=	135,00	G3_	38,00																						
		G4_	35,00																						
AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES					1757	<table border="1"> <tr> <td>L=</td> <td>12,00</td> <td>G1_</td> <td>27,00</td> </tr> <tr> <td>tL=</td> <td>3</td> <td>G2_</td> <td>16,00</td> </tr> <tr> <td>Co=</td> <td>92,00</td> <td>G3_</td> <td>37,00</td> </tr> </table>	L=	12,00	G1_	27,00	tL=	3	G2_	16,00	Co=	92,00	G3_	37,00	C	27,4 seg	Rediseño de Plan de Fases Sincronizacion semaforica				
L=	12,00	G1_	27,00																						
tL=	3	G2_	16,00																						
Co=	92,00	G3_	37,00																						

Nota: Fuente: análisis recolección de datos. Tabla realizada por la analista.

4.2 CONTENIDO DE LA PROPUESTA

Las propuestas de sincronización semafórica por intersección se explican detalladamente más adelante, cada propuesta presenta una tabla que contiene la razón de flujo por grupo de carril, que es de donde se parte para obtener los tiempos semafóricos, la duración del ciclo, verdes efectivos por fase, estos datos se los obtiene mediante el método webster, además indica el plan de fase, el diagrama semafórico a proponer, se demuestra también el análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección, para su cálculo se toma en cuenta el volumen de cada grupo de carril, flujo de saturación, tiempo total perdido, verde efectivo de cada grupo de carril y el nivel de servicio tanto de la intersección en general como de cada aproximación y cada grupo de carril el volumen vehicular, la capacidad del carril, la duración del ciclo y el tiempo de verde efectivo para cada fase y grupo de carril, calcula el retraso en segundos que tienen los vehículos en cada aproximación, grupo de carril e intersección en general.

El tiempo perdido por cada fase de cada intersección es de 3 segundos, para este cálculo se ha tomado la velocidad del en la que el vehículo se moviliza a través de las avenidas que conforman esta intersección, la desaceleración, gradiente, gravedad, ancho de intersección y longitud promedio de un vehículo, la *Tabla 35* muestra el cálculo del tiempo perdido promedio para todas las intersecciones,

Tabla 35:Tiempo Perdido

TIEMPO PERDIDO				
DATOS		Unidad		
TIEMPO DE PERCEPCION-REACCION(T)	1	s		Tl=tiempo perdido T (reacción) 1 AMARILLO 0,5370 TODO ROJO 1,3116 Tev= 2,85
VELOCIDAD DEL VEHICULO (V) km/h	50	km/h	13,8	
DESACELERACION (a)	3,05	m/s ²		
GRADIENTE (G)	1			
GRAVEDAD (g) m/s ²	9,8	m/s ²		
ANCHO INTERSECCIÓN (W) m	12	m		
LONGITUD DE UN VEHICULO (l) m	6,1	m		

Nota: Tabla realizada por la analista.

4.2.1. Propuesta de sincronización semafórica: Av. 9 de octubre y Calle S/N

La *Tabla 36* resume la propuesta de sincronización semafórica, donde el plan de fases propuesto es igual al actual, pero se diferencia en la duración de los tiempos semafóricos. El ciclo semafórico obtenido, resulta estar por debajo del ciclo mínimo establecido por las HCM 2000, es por eso que se agrega un valor default de 70 segundos para tiempo del ciclo optimo en esta intersección.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación norte, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos recomienda que se dé una fase de giros protegidos, pero mediante observación directa se ha visualizado que el flujo opuesto tanto de circulación recta como de giros izquierdos que forman puntos de conflicto con la aproximación mencionada, únicamente aparecen al ingreso y salida de los estudiantes al Colegio Jefferson, dejando el resto del día la aproximación Sur- Norte con un flujo vehicular que en ocasiones resulta en cero, de ahí que se concluye que no se debe dar una fase exclusiva para esta aproximación, ya que resultaría pérdida de tiempo para las otras aproximaciones con flujos vehiculares recargados.

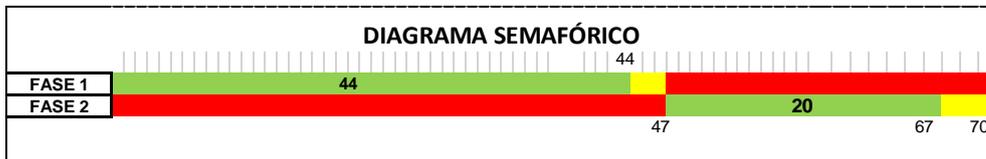
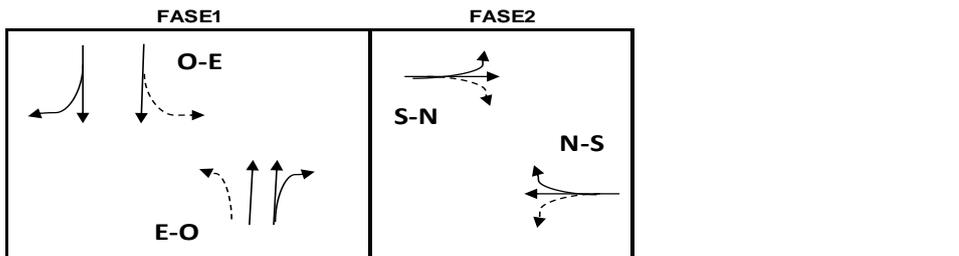
Tabla 36: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. 9 de octubre y Calle S/N

Sincronización Semafórica

fase	movimiento	volumen	flujo de saturación	Yi
1	O-E, i	3	3532	0,255
	O-E, r	829		
	O-E, d	69		
	E-O, i	29	3464	0,378
	E-O, r	1016		
	E-O, d	265		
2	S-N, i	32	1659	0,073
	S-N, r	44		
	S-N, d	45		
	N-S, i	268	1817	0,173
	N-S, r	39		
	N-S, d	8		

r: RECTO
i: GIRO IZQUIERDO
d: GIRO DERECHO
N: NORTE
S: SUR
O: OESTE
E: ESTE

SINCRONIZACIÓN SEMAFORICA					CALIBRACION
fase1	0,378	L=	6,00	G1	43,88
fase2	0,173	tL	3	G2	20,12
		Co=	31,22		
		CAL. CICLO	70		



Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la Tabla 37, se concluye que el indicador de la capacidad general es de 0.603, este se encuentra bajo la capacidad, según el (Council, 2000, págs. 10-46), lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 37: Análisis de la capacidad: Av. 9 de octubre y Calle S/N

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase		1			1			2		2
Tipo de fase		p			p			p		p
Grupo de carril										
Volumen vehicular <i>v</i> (veh/h)		901			1310			121		315
flujo de saturación <i>s</i> (veh/h)		3532			3464			1659		1817
tiempo perdido <i>t_L</i> (s)		3			3			3		3
tiempo de verde efectivo <i>g</i> , (s)		44,00			44,00			20,00		20,00
tasa de verde <i>g/C</i>		0,629			0,629			0,286		0,286
capacidad del grupo de carril <i>c</i> (veh/h)		2220			2177			474,1		519
relacion volumen-capacidad <i>X</i>		0,406			0,60166			0,255		0,607
razon de flujo <i>Y_i</i> (veh/h)		0,255			0,3782			0,073		0,173
grupo de carril critico de la fase					x					x
suma de flujo criticos <i>Y_c</i>								0,552		
tiempo perdido por ciclo <i>L</i>								6		
volumen relacionado con la capacidad <i>X_c</i>								0,603		

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. 9 de octubre y Calle S/N

Tabla 38: nivel de servicio: Av. 9 de octubre y Calle S/N

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
	Aprox. Oeste	Aprox. Este	Aprox. Sur	Aprox. Norte
Grupo de carril				
Volumen vehicular <i>v</i> (veh/h)	901	1310	121	315
capacidad del grupo de carril <i>c</i> (veh/h)	2220	2177	474	519
relacion volumen-capacidad <i>X</i>	0,406	0,60	0,255	0,607
tasa de verde total <i>g/C</i>	0,629	0,629	0,286	0,286
Retraso uniforme <i>d₁</i> , (s/veh)	6,482	7,765	19,262	21,603
Calibracion del incremento de retraso <i>k</i>	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, <i>d₂</i> (s/veh)	0,552	1,240	1,296	5,202
retraso inicial de la cola vehicular <i>d₃</i> , (s/veh)	0	0	0	0
factor de progresión <i>PF</i>	1,24	1,395	1	1,395
Retraso, <i>d</i> (s/veh)	8,6	12,1	20,6	35,3
nivel de servicio de grupo de carril	A	B	C	D
Retraso por aproximación <i>d_A</i> (s/veh)	8,6	12,1	20,6	35,3
nivel de servicio de aproximación	A	B	C	D
tasa de flujo de la aproximación <i>V_A</i> , (veh/h)	901	1310	121	315
retraso de la interseccion <i>d_I</i> , (s/veh)	9,8			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	A			

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de ser de Nivel C a Nivel A, y de manera individual por cada aproximación no se tiene niveles menores de C, el retraso de los vehículos en la intersección se ha reducido de 30.7 segundos a 9.8 segundos.

4.2.2. Propuesta de sincronización semafórica: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

La *Tabla 39* resume la sincronización semafórica propuesta para esta intersección, en el caso de esta intersección el plan de fases propuesto es igual al actual, por la geometría de la intersección (ancho de carriles), pero se diferencia en la duración de los tiempos.

Tabla 39: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

Sincronización Semafórica				
fase	movimiento	volumen	flujo de saturación	Yi
1	O-E, i	222	3375	0,305
	O-E, r	615		
	O-E, d	194		
	N-S, d	14		
2	E-O, i	102	3542	0,214
	E-O, r	644		
	E-O, d	13		
	S-N, d	183		
3	S-N, i	296	3284	0,249
	S-N, r	339		
	S-N, d	183		
	E-O, d	13		
4	N-S, i	32	3561	0,102
	N-S, r	318		
	N-S, d	14		
	O-E, d	194		

r: RECTO
i: GIRO IZQUIERDO
d: GIRO DERECHO
N: NORTE
S: SUR
O: OESTE
E: ESTE

SINCRONIZACIÓN SEMAFORICA					CALIBRACION	
fase1	0,305	L=	12,00	G1_	48,40	48
fase2	0,214	tL:	3	G2_	33,95	34
fase3	0,249	Co=	178,41	G3_	39,46	39
fase4	0,102	CAL. CICLO	150	G4_	16,19	17

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4

DIAGRAMA SEMAFÓRICO



Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación O-E y S-N, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos del HCM 2000 recomienda que se dé una fase de giros protegidos, a estas dos aproximaciones, es por eso que no se puede proponer un plan de fases con menos fases. Dentro de estas fases se permiten giros derechos laterales como dependiendo la aproximación que tiene el paso.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la *Tabla 40*, se concluye que el indicador de la capacidad completa de la intersección es de 0.947, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 40: Análisis de la capacidad: Av. 9 de octubre y Atahualpa

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN								
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD								
Numero de fase	,1/4	1	,2/3	2	,3/1	3	,4/2	4
Grupo de carril								
Volumen vehicular v (veh/h)		1031		759		818		364
flujo de saturación s (veh/h)		3375		3542		3284		3561
tiempo perdido t_L (s)		3		3		3		3
tiempo de verde efectivo g (s)		48,00		34,00		39,00		17,00
tasa de verde g/C		0,320		0,227		0,260		0,113
capacidad del grupo de carril c (veh/h)		1080		803		854		404
relacion volumen-capacidad X		0,955		0,94543		0,958		0,902
razon de flujo Y_i (veh/h)		0,305		0,2143		0,249		0,102
grupo de carril critico de la fase		x		x		x		x
suma de flujo criticos Y_c						0,871		
tiempo perdido por ciclo L						12		
taza de flujo relacionado con la capacidad X_c						0,947		

Nota: Realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

Tabla 41: nivel de servicio: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
	Aprox. Oeste	Aprox. Este	Aprox. Sur	Aprox. Norte
Grupo de carril				
Volumen vehicular v (veh/h)	1031	759	818	364
capacidad del grupo de carril c (veh/h)	1080	803	854	404
relacion volumen-capacidad X	0,955	0,95	0,958	0,902
tasa de verde total g/C	0,320	0,227	0,260	0,113
Retraso uniforme d_1 (s/veh)	49,934	57,087	54,693	65,676
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso d_2 (s/veh)	18,433	20,958	22,148	25,850
factor de progresión PF	1,063	1,007	1,063	1,007
Retraso d (s/veh)	71,5	78,4	80,3	92,0
nivel de servicio de grupo de carril	E	E	F	F
Retraso por aproximación dA (s/veh)	71,5	78,4	80,3	92,0
nivel de servicio de aproximación	E	E	F	F
tasa de flujo de la aproximación VA (veh/h)	1031	759	818	364
retraso de la interseccion dI (s/veh)	66,9			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	E			

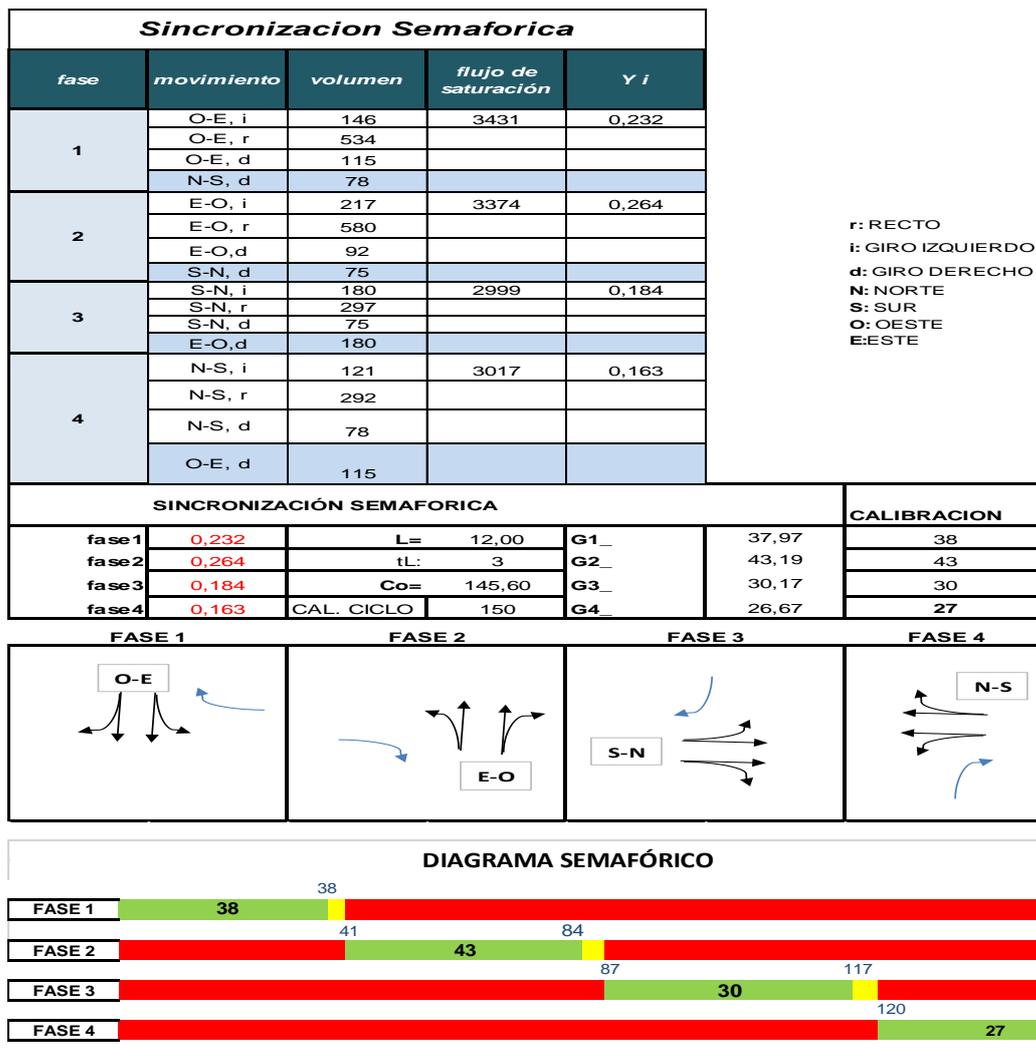
Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de ser de Nivel F a Nivel E, el retraso de los vehículos en la intersección se ha reducido de 101.6 segundos a 66.9 segundos.

4.2.3. Propuesta de sincronización semafórica: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño

La *Tabla 42* resume la sincronización semafórica propuesta para esta intersección, en el caso de esta intersección el plan de fases propuesto es igual al actual, por la geometría de la intersección (ancho de carriles), pero se diferencia en la duración de los tiempos.

Tabla 42: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño



Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación O-E y E-O, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos del HCM 2000 recomienda que se dé una fase de giros protegidos, a estas dos aproximaciones, es por eso que no se puede proponer un plan de fases con menos fases, ya que se podría afectar a la seguridad vial de la intersección, además que no se tiene la infraestructura necesaria (carril exclusivo de giros izquierdos) para presentar una propuesta de tres fases. Dentro de estas fases se permiten giros derechos laterales dependiendo de la aproximación que tiene el paso.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la *Tabla 43*, se concluye que el indicador de la capacidad completa de la intersección es de 0.915, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, según el (Council, 2000, págs. 10-46), lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 43: Análisis de la capacidad: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase	,1/4	1	,2/3	2	,3/1	3	,4/2	4		
Grupo de carril										
Volumen vehicular, v (veh/h)		795		889		552		491		
flujo de saturacion, s (veh/h)		3431		3374		2999		3017		
tiempo perdido tL (s)		3		3		3		3		
tiempo de verde efectivo g, (s)		38,00		43,00		30,00		27,00		
tasa de verde g/C		0,253		0,287		0,200		0,180		
capacidad del grupo de carril, c (veh/h)		869		967		600		543		
relacion volumen-capacidad X		0,915		0,91921		0,920		0,904		
razon de flujo Yi, (veh/h)		0,232		0,2635		0,184		0,163		
grupo de carril critico de la fase		x		x		x		x		
suma de flujo criticos Yc						0,842				
tiempo perdido por ciclo L						12				
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc						0,915				

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño

Tabla 44: nivel de servicio: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
	Aprox. Oeste	Aprox. Este	Aprox. Sur	Aprox. Norte
Grupo de carril				
Volumen vehicular ,v (veh/h)	795	889	552	491
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	869	967	600	543
relacion volumen-capacidad X	0,915	0,92	0,920	0,904
tasa de verde total g/C	0,253	0,287	0,200	0,180
Retraso uniforme, d1, (s/veh)	54,423	51,818	58,829	60,233
Calibración del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	15,736	14,993	21,636	21,023
retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0	0
factor de progresión PF	1,007	1,063	1,007	1,007
Retraso, d (s/veh)	70,5	70,1	80,9	81,7
nivel de servicio de grupo de carril	E	E	F	F
Retraso por aproximación dA (s/veh)	70,5	70,1	80,9	81,7
nivel de servicio de aproximación	E	E	F	F
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	795	889	552	491
retraso de la intersección dI, (s/veh)	59,8			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	E			

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general conserva el mismo nivel de servicio E, pero el retraso de los vehículos en la intersección se ha reducido de 59.8 segundos de 72.9 segundos, es decir 13.1 seg menos de retraso.

4.2.4. Propuesta de sincronización semafórica: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

La *Tabla 45* resume la sincronización semafórica propuesta para esta intersección, en el caso de esta intersección el plan de fases propuesto es igual al actual, por la geometría de la intersección (ancho de carriles), pero se diferencia en la duración de los tiempos.

Tabla 45: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

Sincronización Semafórica				
fase	movimiento	volumen	flujo de saturación	Y i
1	O-E, i	218	3454	0,179
	O-E, r	343		
	O-E, d	58		
	N-S, d	293		
2	E-O, i	218	3297	0,199
	E-O, r	292		
	E-O, d	147		
	S-N, d	143		
3	S-N, i	293	3335	0,183
	S-N, r	175		
	S-N, d	143		
	E-O, d	147		
4	N-S, i	202	3209	0,206
	N-S, r	166		
	N-S, d	293		
	O-E, d	58		

SINCRONIZACIÓN SEMAFORICA				CALIBRACION	
fase1	0,179	L=	12,00	G1	20,55
fase2	0,199	tL:	3	G2	22,84
fase3	0,183	Co=	99,00	G3	21,00
fase4	0,206	CAL. CICLO	100	G4	23,61

<p>FASE 1</p>	<p>FASE 2</p>	<p>FASE 3</p>	<p>FASE 4</p>
---------------	---------------	---------------	---------------

DIAGRAMA SEMAFÓRICO

FASE 1	21	21	
FASE 2	24	23	47
FASE 3	50	21	71
FASE 4	74	23	97

Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación S-N, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos del HCM 2000 recomienda que se dé una fase de giros protegidos, es por eso que no se puede proponer un plan de fases con menos fases, ya que se podría afectar a la seguridad vial de la intersección, ya que la carga vehicular es alta para todas las aproximaciones. Dentro de estas fases se permiten giros derechos laterales dependiendo de la aproximación que tiene el paso.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la *Tabla 46*, se concluye que el indicador de la capacidad completa de la intersección es de 0.872, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, según el

(Council, 2000, págs. 10-46), lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 46: Análisis de la capacidad: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase	,1/4	1	,2/3	2	,3/1	3	,4/2	4		
Grupo de carril										
Volumen vehicular, v (veh/h)		619		657		611		661		
flujo de saturacion, s (veh/h)		3454		3297		3335		3209		
tiempo perdido tL (s)		3		3		3		3		
tiempo de verde efectivo g, (s)		21,00		23,00		21,00		23,00		
tasa de verde g/C		0,210		0,230		0,210		0,230		
capacidad del grupo de carril, c (veh/h)		725		758		700		738		
relacion volumen-capacidad X		0,853		0,86636		0,872		0,896		
razon de flujo Yi, (veh/h)		0,179		0,1993		0,183		0,206		
grupo de carril critico de la fase		x		x		x		x		
suma de flujo criticos Yc						0,768				
tiempo perdido por ciclo L						12				
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc						0,872				

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

Tabla 47: nivel de servicio: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO				
Grupo de carril	Aprox. Oeste	Aprox. Este	Aprox. Sur	Aprox. Norte
Grupo de carril				
Volumen vehicular, v (veh/h)	619	657	611	661
capacidad del grupo de carril, c (veh/h)	725	758	700	738
relacion volumen-capacidad X	0,853	0,87	0,872	0,896
tasa de verde total g/C	0,210	0,230	0,210	0,230
Retraso uniforme, d1, (s/veh)	38,019	37,022	38,204	37,335
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	12,200	12,704	14,106	15,683
factor de progresión PF	1,007	1,007	1,007	1,063
Retraso, d (s/veh)	51,0	50,5	53,1	55,9
nivel de servicio de grupo de carril	D	D	D	E
Retraso por aproximación dA (s/veh)	51,0	50,5	53,1	55,9
nivel de servicio de aproximación	D	D	D	E
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	619	657	611	661
retraso de la interseccion dI, (s/veh)	38,1			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	D			

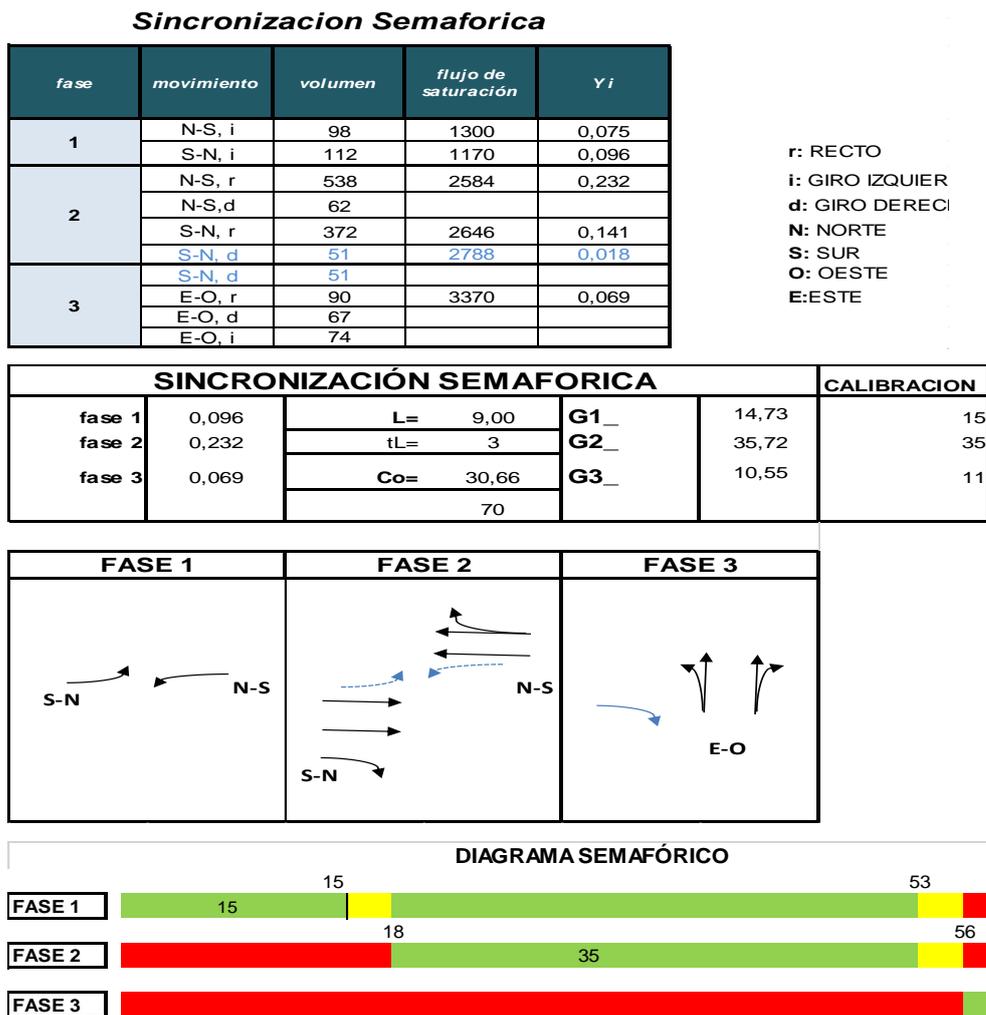
Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general se mantiene en Nivel D, con un retraso de 38.1 segundos en comparación al actual de 42.9, además la relación volumen capacidad de todas las aproximaciones se mantienen por debajo de los estándares técnicos.

4.2.5. Propuesta de sincronización semafórica: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica

La *Tabla 48* resume la sincronización semafórica propuesta para esta intersección, en el caso de esta intersección el plan de fases propuesto cambia del anterior, la propuesta consta de tres fases, la primera permite movimientos para los giros izquierdos de las aproximaciones S-N y N-S.

Tabla 48: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica



Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación S-N, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos del HCM 2000 recomienda que se dé una fase de giros protegidos, a estas dos aproximaciones, es por eso en la fase 1 se realiza solo giros izquierdos.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la *Tabla 49*, se concluye que el indicador de la capacidad completa de la intersección es de 0.327, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, según el (Council, 2000, págs. 10-46), lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 49 :Análisis de la capacidad: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN									
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD									
Numero de fase	1B	1A	1A	1B	,1B/2	3		1A	1A
Tipo de fase	p	p	p	p	p	p		p	p
Grupo de carril									
Volumen vehicular ,v (veh/h)	600	98	112	372	51	231		0	0
flujo de saturacion, s (veh/h)	2584	1300	1170	2646	2788	3370		577	611
tiempo perdido tL (s)	3	3	3	3	3	3		0	0
tiempo de verde efectivo g, (s)	35,00	15,00	15,00	35,00	49,00	11,00		38,00	38,00
tasa de verde g/C	0,500	0,214	0,214	0,500	0,700	0,157		0,543	0,543
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	1292	279	251	1323	1952	530		313	332
relacion volumen-capacidad X	0,464	0,352	0,447	0,281	0,026	0,436		0,000	0,000
razon de flujo Yi, (veh/h)	0,232	0,075	0,096	0,1406	0,0183	0,069		0,000	0,000
grupo de carril crítico de la fase		x		x		x			
suma de flujo criticos Yc						0,285			
tiempo perdido por ciclo L						9			
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc						0,327			

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica

Tabla 50: nivel de servicio: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO									
Grupo de carril	Aprox. Norte		Aprox. Sur			Aprox. Este	Aprox. Oeste		
Volumen vehicular ,v (veh/h)	600	98	112	372	51	231			
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	1292	592	582	1323	1952	530			
relacion volumen-capacidad X	0,464	0,166	0,192	0,28	0,03	0,436			
tasa de verde total g/C	0,500	0,214	0,214	0,500	0,700	0,157			
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	11,397	22,402	22,536	10,181	3,209	26,694			
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	1,500	2,500	0,500	1,500	0,500			
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	1,202	1,802	3,644	0,53	0,07	2,604			
factor de progresión PF	1,24	1	1,007	1,24	1	1			
Retraso, d (s/veh)	15,3	24,2	26,3	13,2	3,3	29,3			
nivel de servicio de grupo de carril	B	C	C	B	A	C			
Retraso por aproximación dA (s/veh)	15,3		15,0			29,3			
nivel de servicio de aproximación	B		B			C			
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	698		535			231			
retraso de la interseccion dI, (s/veh)						17,4			
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION						B			

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

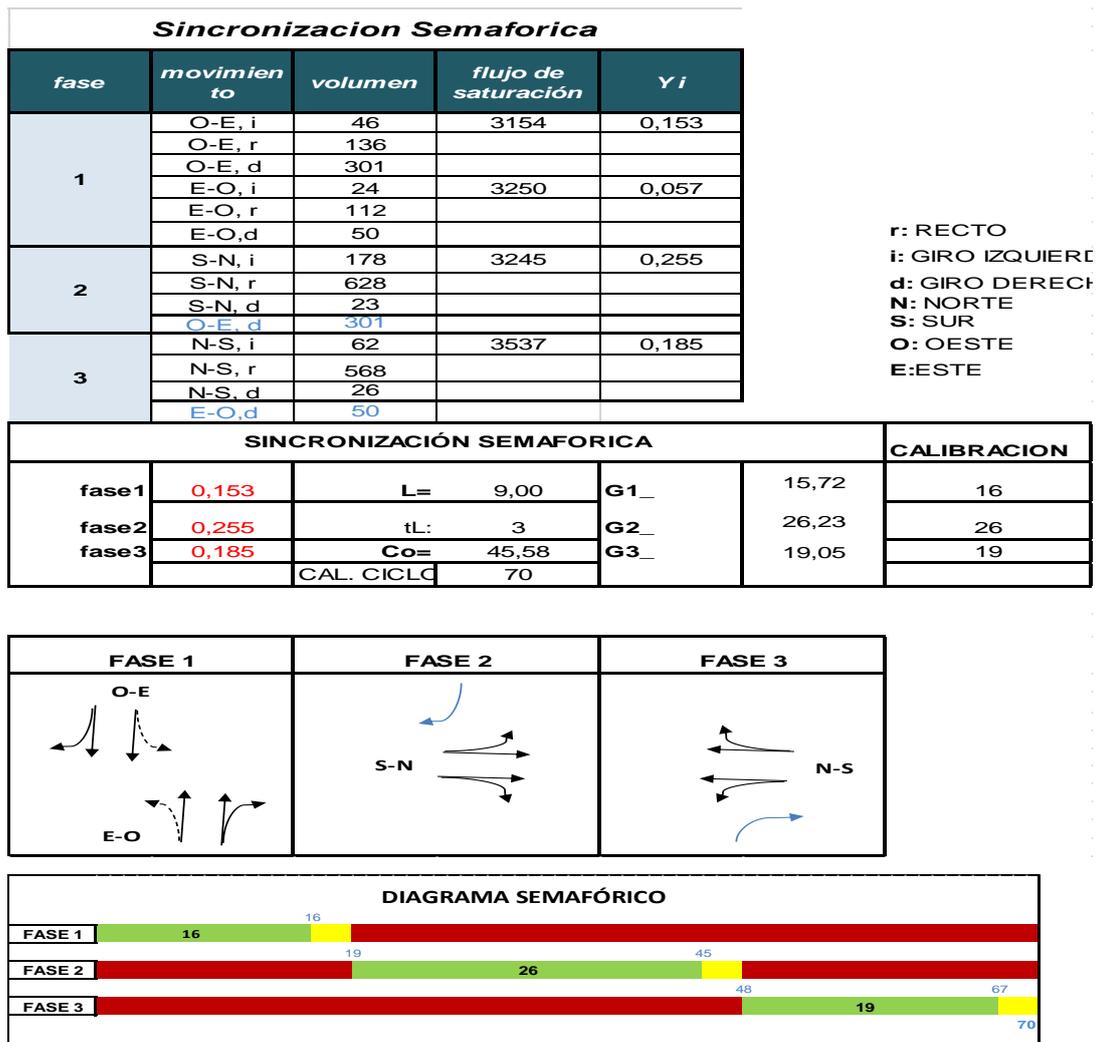
Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de ser de Nivel C a Nivel B, y de manera individual por cada aproximación no se tiene niveles menores

de C, el retraso de los vehículos en la intersección se ha reducido de 26.2 segundos a 17.4 segundos, la relación volumen capacidad está dentro del rango establecido técnicamente.

4.2.6. Propuesta de sincronización semafórica: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez

La *Tabla 51* resume la sincronización semafórica propuesta para esta intersección, en el caso de esta intersección el plan de fases propuesto reduce una fase quedando únicamente tres fases, las aproximaciones O-E y E-O comparten una fase ya que sus volúmenes vehiculares son bajos,

Tabla 51: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez



Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación S-N, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos del HCM 2000 recomienda que se dé una fase de giros protegidos, es por eso que para esta aproximación se le da una fase única al igual que a la aproximación N-S. Dentro de estas dos fases se permiten giros derechos laterales dependiendo de la aproximación que tiene el paso.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la *Tabla 52*, se concluye que el indicador de la capacidad completa de la intersección es de 0.682, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, según el (Council, 2000, págs. 10-46), lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 52: Análisis de la capacidad: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase	1		1		2		3			
Grupo de carril										
Volumen vehicular ,v (veh/h)	483		186		0 829		0 656			
flujo de saturacion, s (veh/h)	3154		3250		1620 3245		1707 3537			
tiempo perdido tL (s)	3		3		0 3		0 3			
tiempo de verde efectivo g, (s)	16,00		16,00		42,00 26,00		35,00 19,00			
tasa de verde g/C	0,229		0,229		0,600 0,371		0,500 0,271			
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	721		743		972 1205		853 960			
relacion volumen-capacidad X	0,670		0,250		0,000 0,688		0,000 0,683			
razon de flujo Yi, (veh/h)	0,153		0,0572		0,000 0,255		0,000 0,185			
grupo de carril critico de la fase	x				X		x			
suma de flujo criticos Yc	0,594									
tiempo perdido por ciclo L	9									
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc	0,682									

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. 9 de octubre y Av. Celso Rodríguez

Tabla 53: nivel de servicio: Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO									
Grupo de carril	Aprox. Oeste			Aprox. Este		Aprox. Sur		Aprox. Norte	
									
Volumen vehicular ,v (veh/h)	0	483		186	0	829			656
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	972	721		743	960	1205			960
relacion volumen-capacidad X	0,000	0,670		0,25	0,00	0,688			0,683
tasa de verde total g/C	0,600	0,229		0,229	0,500	0,371			0,271
Retraso uniforme, d1, (s/veh)	5,600	24,595		22,093	8,750	18,573			22,810
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	0,500		0,500	0,500	0,500			0,500
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	0,000	4,907		0,808	0,000	3,216			3,939
factor de progresión PF	1	1,007		1	1	1,136			1,063
Retraso, d (s/veh)	5,6	29,7		22,9	8,8	24,3			28,2
nivel de servicio de grupo de carril	A	C		C	A	C			C
Retraso por aproximación dA (s/veh)	29,7			22,9		24,3		28,2	
nivel de servicio de aproximación	C			C		C		C	
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	483			186		829		656	
retraso de la interseccion dI, (s/veh)	18,0								
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	B								

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

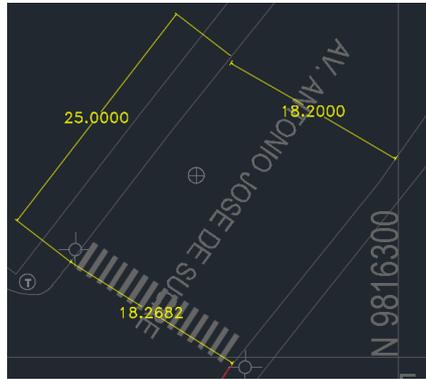
Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección pasa a ser de nivel C con un retraso de 28.7 seg a nivel B, con un retraso de 18 segundos por vehículos, la relación Volumen Capacidad se mantiene en los estándares técnicos establecidos, lo que nos dice que la capacidad esta sobre la demanda de todas las aproximaciones y grupos de carril de la intersección.

4.2.7. Propuesta de sincronización semafórica: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre

La *Tabla 54* resume la sincronización semafórica propuesta para esta intersección, en el caso de esta intersección el plan de fases propuesto cambia del anterior, la propuesta consta de 4 fases, la tercera permite movimientos completos para de la aproximación N-S, es un factor beneficioso también el ancho del carril de esta aproximación, ya que nos da espacio para un carril exclusivo de giros izquierdos como lo muestra el *Gráfico 30*; para mejor comprensión vea el *Anexo 8*, se prohíben los giros izquierdos en la

aproximación S-N, estos son en un volumen mínimo así que no afecta a otras áreas de la ciudad, además existen vías alternas que pueden tomar los vehículos para llegar a su destino, lo que se conoce técnicamente como la ruta más larga.

Gráfico 30: Ancho de carril Av. A José de Sucre



Nota: Fuente del grafico plano AutoCAD de la ciudad de Riobamba

Tabla 54: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre

Sincronización Semafórica				
fase	movimiento	volumen	flujo de saturación	Yi
1	O-E, i	16	1720	0,070
	O-E, r	70		
	O-E, d	34		
2	E-O, i	294	3335	0,120
	E-O, r	44		
	E-O, d	61		
3	N-S, i	198	1443	0,137
	N-S, r	776		
	N-S, d	9		
4	S-N, r	839	3439	0,273
	S-N, d	100		
	N-S, r	776	3360	0,234
	N-S, d	9		

r: RECTO
i: GIRO IZQUIERDO
d: GIRO DERECHO
N: NORTE
S: SUR
O: OESTE
E: ESTE

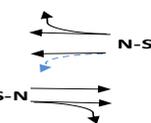
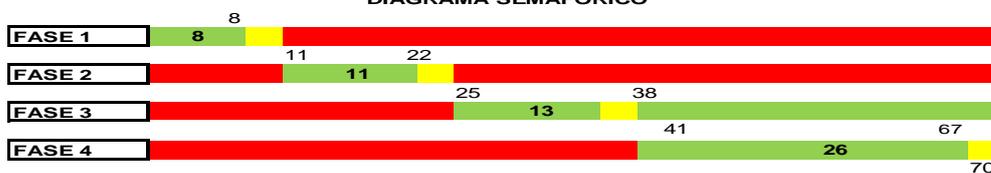
SINCRONIZACION SEMAFORICA				CALIBRACION	
fase 1	0,070	L= 12,00	G1	6,75	8
fase 2	0,120	tL: 3	G2	11,57	11
fase 3	0,137	Co= 57,46	G3	13,27	13
fase 4	0,273	CAL. CICLO 70	G4	26,41	26
FASE 1		FASE 2		FASE 3	
					
					

DIAGRAMA SEMAFÓRICO



Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación N-S Y E-O, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos del HCM 2000 recomienda que se dé una fase de giros protegidos, a estas dos aproximaciones, es por eso se da movimientos protegidos de giros izquierdos en fase 3 y para E-O se ha designado una fase única para todos los giros de esta aproximación.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la *Tabla 55*, se concluye que el indicador de la capacidad completa de la intersección es de 0.818, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, según el (Council, 2000, págs. 10-46), lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 55 :Análisis de la capacidad: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN									
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD									
Numero de fase	1	2	3	3/4	4	4			
Grupo de carril									
Volumen vehicular <i>v</i> (veh/h)	120	338	198	0	785	939			
flujo de saturación <i>s</i> (veh/h)	1720	3335	1443	542	3360	3439			
tiempo perdido <i>tL</i> (s)	3	3	3	0	3	3			
tiempo de verde efectivo <i>g</i> , (s)	8,00	11,00	13,00	32,00	42,00	26,00			
tasa de verde <i>g/C</i>	0,114	0,157	0,186	0,457	0,600	0,371			
capacidad del grupo de carril <i>c</i> (veh/h)	197	524	268	248	2016	1277			
relacion volumen-capacidad <i>X</i>	0,610	0,645	0,739	0,000	0,389	0,735			
razon de flujo <i>Yi</i> (veh/h)	0,070	0,1014	0,137	0,000	0,234	0,273			
grupo de carril critico de la fase	x	x			x				
suma de flujo criticos <i>Yc</i>	0,678								
tiempo perdido por ciclo <i>L</i>	12								
taza de flujo relacionado con la capacidad <i>Xc</i>	0,818								

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre

Tabla 56: nivel de servicio: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO					
	Aprox. Oeste	Aprox. Este	Aprox. Sur	Aprox. Norte	
Grupo de carril					
Volumen vehicular, v (veh/h)	120	338	939	785	198
capacidad del grupo de carril c (veh/h)	197	524	1277	2016	516
relacion volumen-capacidad X	0,610	0,65	0,735	0,389	0,384
tasa de verde total g/C	0,114	0,157	0,371	0,600	0,186
Retraso uniforme, $d1$, (s/veh)	29,516	27,669	19,024	7,307	24,989
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500	1,500
Incremento de retraso, $d2$ (s/veh)	13,325	6,015	3,793	0,568	6,380
retraso inicial de la cola vehicular $d3$, (s/veh)	0	0	0	0	0
factor de progresión PF	1	1,007	1,286	2,001	1,167
Retraso, d (s/veh)	42,8	33,9	28,3	15,2	35,5
nivel de servicio de grupo de carril	D	C	C	B	D
Retraso por aproximación dA (s/veh)	42,8	33,9	28,3	19,3	
nivel de servicio de aproximación	D	C	C	B	
tasa de flujo de la aproximación VA , (veh/h)	120	338	939	983	
retraso de la interseccion dI , (s/veh)	18,1				
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	B				

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de ser de Nivel F a Nivel B, el retraso de los vehículos en la intersección se ha reducido de 107 segundos a 18.1 segundos, la relación volumen capacidad está dentro del rango establecido técnicamente para todas las aproximaciones.

4.2.8. Propuesta de sincronización semafórica: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

La *Tabla 57* resume la sincronización semafórica propuesta para esta intersección, en el caso de esta intersección el plan de fases propuesto cambia del anterior, la propuesta consta de 3 fases, la segunda permite movimientos completos, en la aproximación E-O y en la tercera se permite continuar a estos movimientos ya que los giros izquierdos de la aproximación O-E son nulos, no se cuenta con espacio para designar un carril de giro exclusivo izquierdo así que la sincronización semafórica se realiza con el volumen total de vehículos que llegan a la aproximación, en la hora pico, de igual manera el flujo de saturación es el de la aproximación completa, con esto no se afecta el normal funcionamiento de los vehículos que realizan circulación recta por la intersección desde esta aproximación, como precaución se prohíben los giros izquierdos para la aproximación O-E.

Tabla 57: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

Sincronizacion Semaforica				
fase	movimiento	volumen	flujo de saturación	Yi
1	S-N, i	133	1704	0,130
	S-N, r	1		
	S-N, d	87		
	N-S, i	0	1900	0,001
	N-S, r	1		
2	E-O, i	154	3499	0,198
	E-O, r	536		
	E-O, d	2		
3	O-E, r	692	3465	0,219
	O-E, d	66		
	O-E, i	2		
	E-O, i	154		
	E-O, r	536		
	E-O, d	2		

r: RECTO
i: GIRO IZQUIERDO
d: GIRO DERECHO
N: NORTE
S: SUR
O: OESTE
E: ESTE

SINCRONIZACION SEMAFORICA				CALIBRACION	
fase 1	0,130	L= 9,00	G1_	14,47	15
fase 2	0,198	tL: 3	G2_	22,06	22
fase 3	0,219	Co= 40,81	G3_	24,47	24
		CAL. CICLO	70		

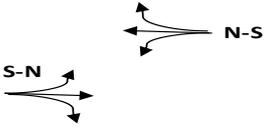
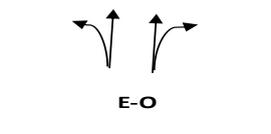
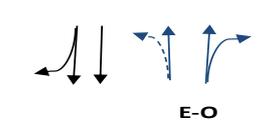
FASE 1	FASE 2	FASE 3
		

DIAGRAMA SEMAFÓRICO	
FASE 1	11 15
FASE 2	18 22
FASE 3	40 24 67 70

Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación E-O, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos del HCM 2000 recomienda que se dé una fase de giros protegidos, es por eso que realiza la fase 2.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la Tabla 58, se concluye que el indicador de la capacidad completa de la intersección es de 0.810, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, según el (Council, 2000, págs. 10-46), lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 58 :Análisis de la capacidad: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN										
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD										
Numero de fase		1			1	2	3	2/3		3
Grupo de carril										
Volumen vehicular ,v (veh/h)		221		1		154	0	690		758
flujo de saturacion, s (veh/h)		1704		1900		1856	1856	3499		3465
tiempo perdido tL (s)		4		4		4	0	4		4
tiempo de verde efectivo g, (s)		15,00		15,00		22,00	28,00	50,00		24,00
tasa de verde g/C		0,214		0,214		0,314	0,400	0,714		0,343
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)		365		407		583	743	2500		1188
relacion volumen-capacidad X		0,605		0,00246		0,264	0,000	0,276		0,638
razon de flujo Yi, (veh/h)		0,130		0,0005		0,083	0,000	0,197		0,219
grupo de carril critico de la fase		x		x				x		
suma de flujo criticos Yc						0,546				
tiempo perdido por ciclo L						9				
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc						0,627				

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

Tabla 59: nivel de servicio: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO						
	Aprox. Sur	Aprox. Norte	Aprox. Oeste	Aprox. Este		
Grupo de carril						
Volumen vehicular ,v (veh/h)	221	1	758	690	154	
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	365	407	1188	2500	583	
relacion volumen-capacidad X	0,605	0,00	0,638	0,276	0,264	
tasa de verde total g/C	0,214	0,214	0,343	0,714	0,714	
Retraso uniforme, d1, (s/veh)	24,826	21,619	19,346	3,559	3,521	
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500	1,500	
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	7,257	0,011	2,627	0,274	3,286	
retraso inicial de la cola vehicular d3, (s/veh)	0	0	0	0	0	
factor de progresión PF	1,167	1	1,286	2,556	1	
Retraso, d (s/veh)	36,2	21,6	27,5	9,4	6,8	
nivel de servicio de grupo de carril	D	C	C	A	A	
Retraso por aproximación dA (s/veh)	36,2	21,6	27,5	8,9		
nivel de servicio de aproximación	D	C	C	A		
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	221	1	758	844		
retraso de la interseccion dI, (s/veh)	15,8					
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	B					

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de ser de Nivel D a Nivel B, el retraso de los vehículos en la intersección se ha reducido de 36.10 segundos a 15.8 segundos, reduciendo 20.3 segundos el retraso. La relación volumen capacidad está dentro del rango establecido técnicamente para todas las aproximaciones.

4.2.9. Propuesta de sincronización semafórica: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

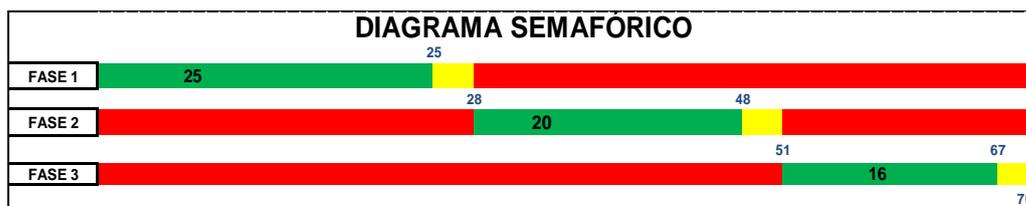
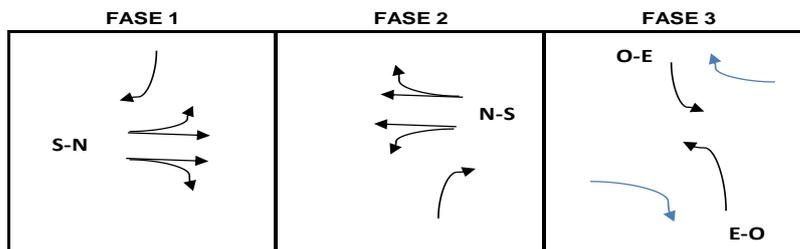
La *Tabla 60* resume la sincronización semafórica propuesta para esta intersección, en el caso de esta intersección el plan de fases propuesto cambia del anterior, la propuesta consta de solo 3 fases, la fase 3 otorga el paso a vehículos de giros izquierdos desde las aproximaciones O-E y E-O, se prohíben circulación recta desde estas dos aproximaciones, ya que existe el paso vehicular elevado que permite esta circulación, los giros derechos de estas aproximaciones avanzaran únicamente como giros laterales de las fases 1 y 2.

Tabla 60: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

Sincronización Semafórica				
fase	movimiento	volumen	flujo de saturación	Yi
1	N-S, i	53	3369	0,267
	N-S, r	544		
	N-S, d	304		
	E-O, d	21	1716	0,012
2	S-N, i	100	3375	0,216
	S-N, r	530		
	S-N, d	100		
	O-E, d	87	1826	0,048
3	O-E, i	298	1738	0,171
	S-N, d	100		
	E-O, i	280	1761	0,159
	N-S, d	304		

r: RECTO
i: GIRO IZQUIERDO
d: GIRO DERECHO
N: NORTE
S: SUR
O: OESTE
E: ESTE

SINCRONIZACIÓN SEMAFORICA				CALIBRACION	
fase1	0,267	L= 9,00	G1_	24,90	25
fase2	0,216	tL: 3	G2_	20,14	20
fase3	0,171	Co= 53,65	G3_	15,97	16
fase4		CAL. CICLO 70	G4_		



Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación N-S y S-N, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos del HCM 2000 recomienda que se dé una fase de giros protegidos, a estas dos aproximaciones, es por eso que realiza las dos primeras fases, en las que además se permiten giros derechos laterales también como se ha mencionado en el párrafo anterior.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la *Tabla 61*, se concluye que el indicador de la capacidad completa de la intersección es de 0.480, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, según el (Council, 2000, págs. 10-46), lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 61 :Análisis de la capacidad: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN												
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD												
Numero de fase		3			3		,2/3	2	2	,1/3	1	1
Grupo de carril												
Volumen vehicular, v (veh/h)		329		408		0	630	87	0	597	21	
flujo de saturacion, s (veh/h)		1738		1761		1799	3375	1716	1799	3369	1826	
tiempo perdido tL (s)		3		3		3	3	3	3	3	3	
tiempo de verde efectivo g, (s)		25,00		25,00		49,00	20,00	20,00	45,00	16,00	20,00	
tasa de verde g/C		0,357		0,357		0,700	0,286	0,286	0,643	0,229	0,286	
capacidad del grupo de carril, c (veh/h)		621		629		1259	964	490	1156	770	522	
relacion volumen-capacidad X		0,530		0,64886		0,000	0,653	0,177	0,000	0,775	0,040	
razon de flujo Yi, (veh/h)		0,189		0,2317		0,000	0,187	0,051	0,000	0,177	0,011	
grupo de carril critico de la fase				x			x		x			
suma de flujo criticos Yc							0,418					
tiempo perdido por ciclo L							9					
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc							0,480					

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

Tabla 62: Nivel de servicio: Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO											
Grupo de carril	Aprox. Oeste		Aprox. Este		Aprox. Sur			Aprox. Norte			
											
Volumen vehicular, v (veh/h)	329	87	408	21	0	630			0	597	
capacidad del grupo de carril, c (veh/h)	621	490	629	522	1259	964			1156	770	
relacion volumen-capacidad X	0,530	0,177	0,65	0,04	0,00	0,653			0,000	0,775	
tasa de verde total g/C	0,357	0,286	0,357	0,286	0,700	0,286			0,643	0,229	
Retraso uniforme, $d1$, (s/veh)	17,842	18,811	18,827	18,065	3,150	21,955			4,464	25,314	
Calibracion del incremento de retraso k	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500			0,500	0,500	
Incremento de retraso, $d2$ (s/veh)	3,223	0,790	5,124	0,145	0,000	3,441			0,000	7,502	
retraso inicial de la cola vehicular $d3$, (s/veh)	0	0	0	0	0	0			0	0	
Retraso, d (s/veh)	21,1	19,6	24,0	18,2	3,2	25,4			4,5	32,8	
nivel de servicio de grupo de carril	C	B	C	B	A	C			A	C	
Retraso por aproximación dA (s/veh)	20,8		23,7		25,4					32,8	
nivel de servicio de aproximación	C		C		C					C	
tasa de flujo de la aproximación VA , (veh/h)	416		429		630					597	
retraso de la interseccion dI , (s/veh)	16,8										
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	B										

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

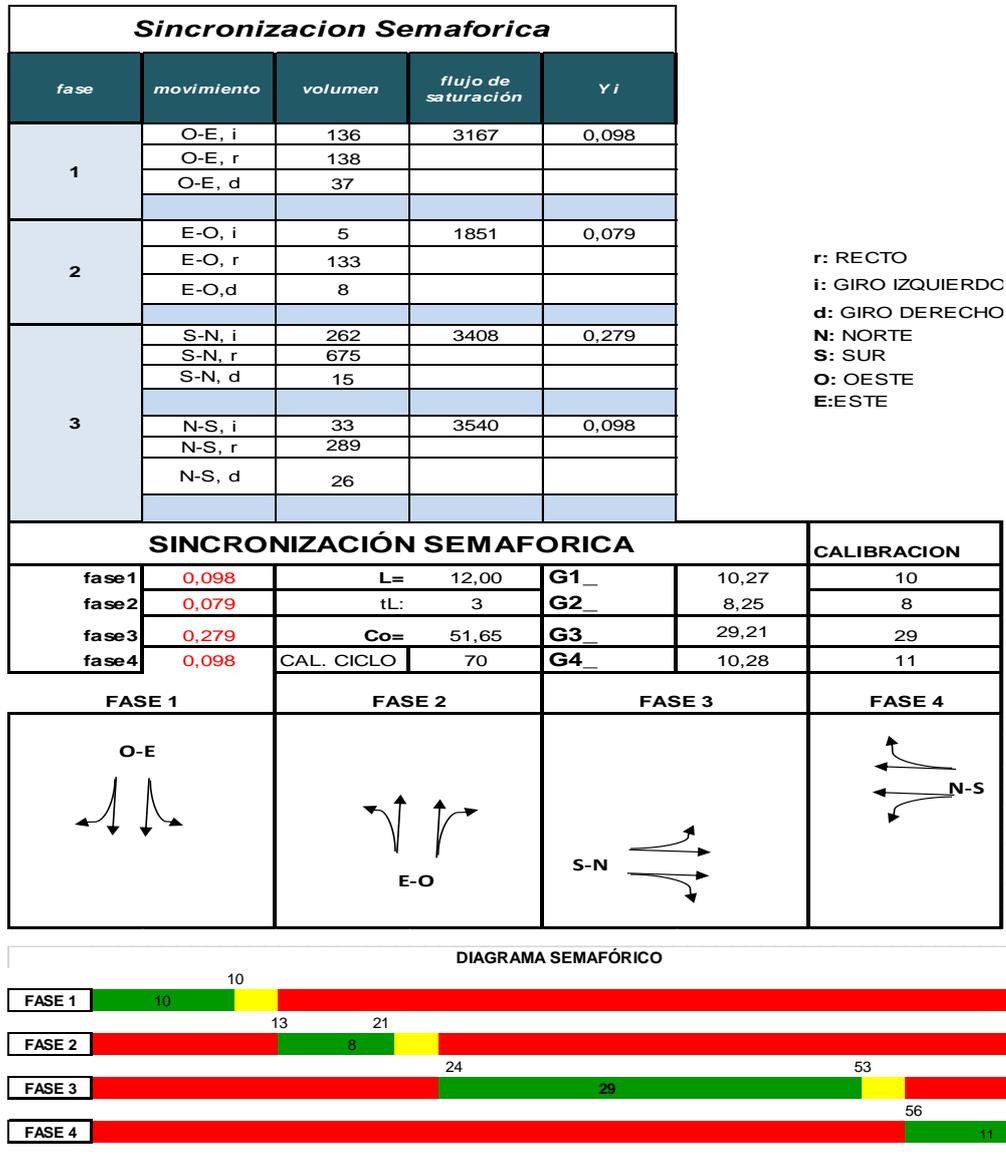
Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección en general ha pasado de ser de Nivel C a Nivel B, el retraso de los vehículos en la intersección se ha reducido de 35.5 segundos a 16.8 segundos, lo que resulta 18.7 segundos ganados, la relación volumen capacidad está dentro del rango establecido técnicamente para todas las aproximaciones.

4.2.10. Propuesta de sincronización semafórica: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

La *Tabla 63* resume la sincronización semafórica propuesta para esta intersección, en el caso de esta intersección el plan de fases propuesto cambia del anterior, la propuesta consta de 4 fases, es importante mencionar que el funcionamiento actual de esta intersección afecta la seguridad vial de la misma, ya que se permiten giros izquierdos en la permitidos en las aproximaciones N-S y S-N, aun cuando los volúmenes de giro izquierdo superan los 240 veh/h, la propuesta que se presenta a más de ayudar en menor parte a el nivel de servicio de la intersección, también cuida la seguridad vial de la

misma, no se pueden efectuar giros permitidos en las aproximaciones O-E y E-O por la geometría de la vía, esta es asimétrica para estas dos aproximaciones.

Tabla 63: Propuesta Sincronización Semafórica: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes



Nota: Fuente: Análisis, evaluación y cálculo realizado por la analista a partir del levantamiento de información 29/01/2016.

Existe un amplio flujo vehicular de giros izquierdos en la aproximación N-S Y S-N, según la tabla de tratamientos de giros izquierdos del HCM 2000 recomienda que se dé una fase de giros protegidos, es por eso asignamos las dos primeras fases para movimientos únicos desde cada aproximación.

El análisis de la capacidad de cada grupo de carril y en general de toda la intersección se muestra en la *Tabla 64*, se concluye que el indicador de la capacidad completa de la intersección es de 0.973, este se encuentra bajo la capacidad de la intersección, según el (Council, 2000, págs. 10-46), lo que nos dice que la demanda no se sobrepasa la capacidad de la intersección con esta propuesta.

Tabla 64 :Análisis de la capacidad: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN									
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD									
Numero de fase	1		2		3		4		
Grupo de carril									
Volumen vehicular ,v (veh/h)	311		146		952		348		
flujo de saturacion, s (veh/h)	3167		1851		3408		3540		
tiempo perdido tL (s)	3		3		3		3		
tiempo de verde efectivo g, (s)	10,00		8,00		29,00		11,00		
tasa de verde g/C	0,143		0,114		0,414		0,157		
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	452		212		1412		556		
relacion volumen-capacidad X	0,687		0,69003		0,674		0,626		
razon de flujo Yi, (veh/h)	0,098		0,0789		0,279		0,098		
grupo de carril critico de la fase	x		x		x		x		
suma de flujo criticos Yc	0,555								
tiempo perdido por ciclo L	12								
taza de flujo relacionado con la capacidad Xc	0,669								

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Niveles de servicio: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

Tabla 65: nivel de servicio: Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DEL GRUPO DE CARRIL, CONTROL DE RETRASO, NIVEL DE SERVICIO									
	Aprox. Oeste		Aprox. Este		Aprox. Sur		Aprox. Norte		
Grupo de carril									
Volumen vehicular ,v (veh/h)	311		146		952		348		
capacidad del grupo de carril ,c (veh/h)	452		212		1412		556		
relacion volumen-capacidad X	0,687		0,69		0,674		0,626		
tasa de verde total g/C	0,143		0,114		0,414		0,157		
Retraso uniforme,d1, (s/veh)	28,515		29,808		16,661		27,575		
Calibracion del incremento de retraso k	0,500		0,500		0,500		0,500		
Incremento de retraso, d2 (s/veh)	8,265		16,892		2,593		5,244		
factor de progresión PF	1		1,007		1,445		1,136		
Retraso, d (s/veh)	36,8		46,9		26,7		36,6		
nivel de servicio de grupo de carril	D		D		C		D		
Retraso por aproximación dA (s/veh)	36,8		46,9		26,7		36,6		
nivel de servicio de aproximación	D		D		C		D		
tasa de flujo de la aproximación VA, (veh/h)	311		146		952		348		
retraso de la interseccion dl, (s/veh)	24,9								
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION	C								

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

Si realizamos la comparación entre el nivel de servicio actual con el propuesto podemos deducir que el nivel de servicio de la intersección se mantiene en C, el retraso de los vehículos en la intersección se ha reducido de 27.4 segundos a 24.9 segundos, la relación volumen capacidad está dentro del rango establecido técnicamente para todas las aproximaciones y se procura la seguridad vial.

4.3. RECURSOS Y FUENTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

4.3.1. Requisitos para la implementación

El tema de sincronización semafórica, trabaja con información real levantada en el campo de estudio, así mismo es requisito importante que los datos sean actuales, es decir este proyecto debe ser implementado mientras los volúmenes vehiculares y característica de cada intersección concuerden con los ya investigados no se puede implementar si los flujos vehiculares cambian, ya sea por la construcción de nuevos centros de atracción o cambios en las características de la intersección.

4.3.2. Fase de implementación

Como se había mencionado anteriormente, cada intersección es diferente, ninguna fue analizada en conjunto con otra, la implementación se puede realizar de una en una sin tener consecuencias de afectar el funcionamiento y operación de las otras.

4.3.3. Recursos

Los recursos necesarios para la implementación de este proyecto investigativo por cada intersección se detallan en la *Tabla 66*.

Tabla 66: Recursos Para La Implementación Por Intersección

Recursos Para la Implementación				
N°	N. Intersección	Recurso	Unidad	Cant
1	Av. 9 De octubre y Calle S/N	Técnico En Programación Semafórica	u	1
2	Av. 9 De octubre y Av. Atahualpa	Técnico En Programación Semafórica	u	1
3	Av. 9 De octubre y Av. Félix Proaño	Técnico En Programación Semafórica	u	1
4	Av. 9 De octubre y Leopoldo Freire	Técnico En Programación Semafórica	u	1
5	Av. 9 De octubre y Av. Costa Rica	Técnico En Programación Semafórica	u	1
6	Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez	Técnico En Programación Semafórica	u	1
7	Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José De Sucre	Técnico En Programación Semafórica	u	1
		Semáforo De Flecha En Policarbonato Tipo Leds 1/300 Y 2/200, Incluye Viseras, Pantallas Para Semáforos, Soporte Para Semáforo Normal,	u	2
		Señalización De Transito Vial (No Giros Izquierdos) De 60x60cm En Placa De Aluminio Sobre Vinil Retroreflectivo, Con Poste Cuadrado Galvanizado	u	2
		Pintura Trafico Señalización Horizontal, Flechas De Direccionamiento, Separación Carriles Blanco	m2/ml	9,75/18,8
8	Av. Héroes De Tapi y Calle Brasil	Técnico En Programación Semafórica	u	1
		Señalización De Transito Vial (No Giros Izquierdos) De 60x60cm En Placa De Aluminio Sobre Vinil Retroreflectivo, Con Poste Cuadrado Galvanizado	u	1
9	Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu	Técnico En Programación Semafórica	u	1
		Señalización De Transito Vial (No Circulación Recta) De 60x60cm En Placa De Aluminio Sobre Vinil Retroreflectivo, Con Poste Cuadrado Galvanizado	u	4
10	Av. La Prensa y Av. Milton Reyes	Técnico En Programación Semafórica	u	1

Nota: Fuente de tabla: Hoja de Cálculo realizado por la analista.

4.3.4. Presupuesto

La *Tabla 67* resume el presupuesto necesario para la implementación completa del presente proyecto. Los precios presentados en esta tabla son de la empresa consultora privada Gamatrafic.Cia. Ltda. la proforma enviada se la presenta en el *Anexo 9*.

Tabla 67: Presupuesto

PRESUPUESTO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Técnico en programación semafórica	u	10	\$150,00	\$1.500,00
SEÑALIZACION DE TRANSITO VIAL (NO CIRCULACION RECTA) DE 60X60CM EN PLACA DE ALUMINIO SOBRE VINIL RETROREFLECTIVO, CON POSTE CUADREDO GALVANIZADO	u	4	\$112,00	\$448,00
SEÑALIZACION DE TRANSITO VIAL (NO GIROS IZQUIERDOS) DE 60X60CM EN PALACA DE ALUMINIO SOBRE VINIL RETROREFLECTIVO, CON POSTE CUADREDO GALVANIZADO	u	3	\$112,00	\$336,00
PINTURA TRAFICO SEÑALIZACION HORIZONTAL, FLECHAS DE DIRECCIONAMIENTO	m2	9,75	\$15,85	\$154,54
PINTURA TRAFICO SEÑALIZACION HORIZONTAL, LINEA DE SEPARACION DE CARRIL	ml	18,8	\$0,95	\$17,81
SEMAFORO DE FLECHA EN POLICARBONATO TIPO LEDS 1/300 Y 2/200, INCLUYE VISERAS,	u	3	\$739,75	\$2.219,25
PANTALLAS PARA SEMAFOROS	u	3	\$75,94	\$227,82
soporte para semaforo normal	u	3	\$52,84	\$158,52
pernos galv 2,1,/2	u	12	\$2,11	\$25,32
costo de instalacion	u	1	\$500,00	\$500,00
TOTAL				\$5.587,26

Nota: Fuente: Empresa consultora privada Gamatrafic.Cia. Ltda

CONCLUSIONES

- Mediante el análisis y evaluación de los actuales ciclos semafóricos de las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba se determina que estos deben ser mejorados.
- De las 10 intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba 6 presentan niveles de servicio bajos, que para el volumen vehicular y geometría de la vía mejoran con nuevo plan de fases, 4 intersecciones trabajan con un plan de fases bien elaborado, pero la distribución de tiempo debe ser diferente.
- Mediante el rediseño de la sincronización semafórica de todas las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba, se ha logrado mejorar el flujo vehicular para cada intersección, reduciendo al menos 10 segundos de retraso por cada intersección y se redujo riesgos en cuanto a seguridad vial.

RECOMENDACIONES

- Para mejorar el nivel de servicio de una intersección se debe considerar el mayor número de movimientos posibles dentro de una fase semafórica.
- Dentro de las intersecciones semaforizadas de la circunvalación de la ciudad de Riobamba los conductores realizar maniobras que nos están permitidas como es el caso de estacionamientos en áreas prohibidas y giros en U dentro de estas intersecciones, por lo que se recomienda control permanente a lo largo de este cinturón vial.
- A las autoridades pertinentes se recomienda aplicar lo más pronto posible este proyecto, ya que es elaborado con datos reales y será de gran beneficio para la población riobambeña.

BIBLIOGRAFÍA

- Federal Highway Administrator. (2009). *Manual on Uniform Traffic Control Devices*, 2009 Edition, United States, US Department of Transportation.
- Hoel, G. y. (2005). *INGENIERIA DE TRANSITO Y CARRETERAS*, 3era Edicion, México, Thomson.
- National Academy of Sciences. (2000). *HIGHWAY CAPACITY MANUAL*. Estados Unidos de America, Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Solórzano, J. P. (2013). *Ingeniería de Tráfico*. Quito: Universidad Catolica del Ecuador.
- Thomson Ian, B. A. (2002). Revista de la CEPAL 76. *La congestión del tránsito urbano Mexico*, CEPAL.
- WEBSTER, F. A Method for Measuring Saturation Flow at Traffic Signals Road Research Laboratory. London, Inglaterra, 1967.

INTERNET

- Ayuntamiento de Mérida Yucatán México. *Transporte Municipal*. Obtenido de <http://www.merida.gob.mx/transporte/glorietas.htm>
- CAL-Y-MAYOR. (2012). *ANALISIS DEL FLUJO VEHICULAR*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/yanetsydelgado/analisis-deflujovehicularcalmayor>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). *Parte 2: Señalización Horizontal*. Quito, Recuperado http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/prte_004_2.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion, INEN. (2012). *Reglamento Tecnico Ecuatoriano INEN 004:2012 Parte 5*. Quito, Recuperado http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_4_5.pdf
- RR STUDIO ARQUITECTURA Y DISEÑO. *Conceptos básicos de Vialidad*. Obtenido de <http://rr-studio.tumblr.com/post/48684530223/conceptos-b%C3%A1sicos-de-vialidad>

ANEXOS

ANEXO I: Levantamiento de Información

Para la obtención de datos de estudios semafóricos normalmente se debe realizar una medición que identifique la variación horaria (para esto se debe medir todo el día) y la variación diaria (para esto se debe medir toda la semana).

Se analiza la información y se define la hora pico (puede ser la mañana, la tarde o el medio día, depende del sitio) y el día pico

El objetivo de todo esto es saber cuál es el día y la hora pico. Se toma la hora más cargada y se combina con el día más cargado ya que normalmente se realiza la simulación en la peor situación, debido a que se debe resolver ese problema.

Para el presente proyecto investigativo no se cuenta con equipos de medición volumétrica vehicular, así que este estudio parte con datos de anteriores estudios de tránsito realizados en el sector donde se define el día pico con esta información secundaria. De esa forma se puede realizar el conteo solo durante el día pico.

Los días de la semana fueron divididos en días Normales y Días Comerciales, de los cuales el lunes, martes, miércoles y jueves se los considera normales, y los días sábados y domingos son comerciales.

Para este estudio se realizó una selección aleatoria de tres de estos días, lunes, miércoles y Viernes, en base a información de otros estudios de tránsito realizados anteriormente se hace un análisis proporcional, cuyos resultados se detallan en la siguiente tabla.

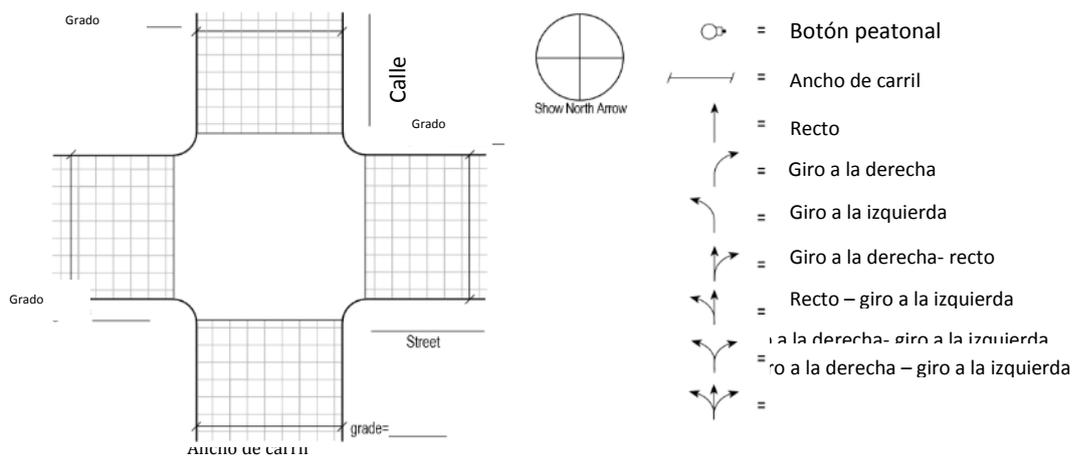
Tabla 68: Días/ Obtención de Información

Día	Porcentaje / flujo vehicular
Lunes	33%
Miércoles	32%
Viernes	35%

Nota: Fuente: Análisis datos de anteriores investigaciones.

Como ya se mencionó se debe seleccionar el día con más afluencia vehicular, es por ello que se seleccionó el día viernes para todas las intersecciones, y se realizó en conteo vehicular a lo largo de todo el día para determinar cuál es la hora pico dependiendo de las circunstancias de cada intersección

ANEXO 2: Formato para levantamiento de información geométrica y semafórica

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS ESCUELA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE																																													
Ficha de observación																																														
Información general																																														
Analista	N. Intersección																																													
Fecha de realización	Año de Análisis																																													
Responsable	Jurisdicción																																													
Geometría de la Intersección																																														
																																														
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS:																																														
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Norte</th> <th colspan="2">Sur</th> <th colspan="2">Este</th> <th colspan="2">Oeste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº de carriles</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Carriles exclusivos de giro</td> <td>IZQ</td><td>DER</td><td>IZQ</td><td>DER</td><td>IZQ</td><td>DER</td><td>IZQ</td><td>DER</td> </tr> <tr> <td>Parqueo permitido</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Parada de bus</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		Norte		Sur		Este		Oeste		Nº de carriles									Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	Parqueo permitido									Parada de bus								
	Norte		Sur		Este		Oeste																																							
Nº de carriles																																														
Carriles exclusivos de giro	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER																																						
Parqueo permitido																																														
Parada de bus																																														
Condiciones semafóricas																																														
PLAN DE FASES EXISTENTE																																														
V: Verde Y: Amarillo – todo R: Rojo	DIAGRAMA	Ø1	Ø2	Ø3	Ø4																																									
Duración del ciclo	Tiempo	Y: <input type="text"/>	Y: <input type="text"/>	Y: <input type="text"/>	Y: <input type="text"/>																																									
Operación		R: <input type="text"/>	R: <input type="text"/>	R: <input type="text"/>	R: <input type="text"/>																																									
		V: <input type="text"/>	V: <input type="text"/>	V: <input type="text"/>	V: <input type="text"/>																																									
Observaciones																																														
Semáforos	Aproximación Norte		Aproximación Sur																																											
	Aproximación Este		Aproximación Oeste																																											

ANEXO 3: Formato levantamiento de información volumétrica

ANEXO 4: Fotografías de levantamiento de información volumétrica

Gráfico 31: Av. 9 de octubre y calles S/N



Gráfico 32: Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa



Nota: Fotografías tomada el día 29 de enero del 2016, 11H00 y 13H00.

Gráfico 33: Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño



Nota: Fotografías tomada el día 29 de enero del 2016, 11:15 y 13H10.

Gráfico 34: Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire



Nota: Fotografías tomada el día 29 de enero del 2016, 9H30 y 13H45.

Gráfico 35: Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica



Nota: Fotografías tomada el día 29 de enero del 2016, 8H00 y 14H10.

Gráfico 36: Av. Edelberto Bonilla y Celso Rodríguez



Nota: Fotografías tomada el día 29 de enero del 2016, 07H30 y 14H00.

Gráfico 37: Av. Edelberto Bonilla y A. José de Sucre



Nota: Fotografías tomada el día 29 de enero del 2016, 08H00 y 13H45.

Gráfico 38: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil



Nota: Fotografías tomada el día 29 de enero del 2016, 7H45 y 14H10.

Gráfico 39: Av. La prensa y Av. Lizarzaburu



Nota: Fotografías tomada el día 29 de enero del 2016, 08H45 y 14H30.

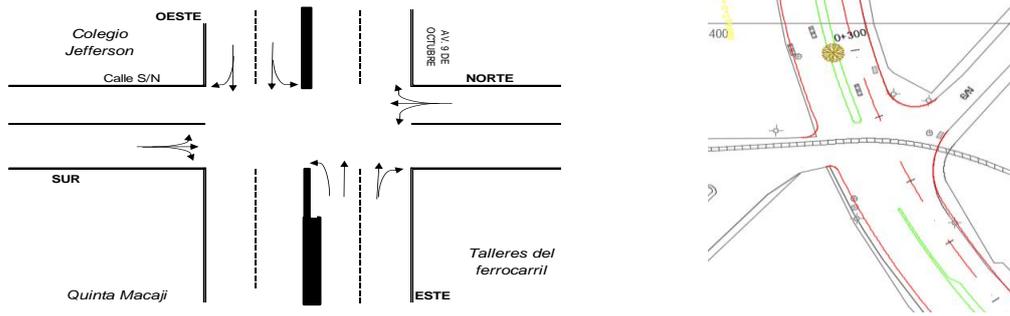
Gráfico 40: Av. La prensa y Av. Milton Reyes



Nota: Fotografías tomada el día 29 de enero del 2016, 8H00 y 14H15.

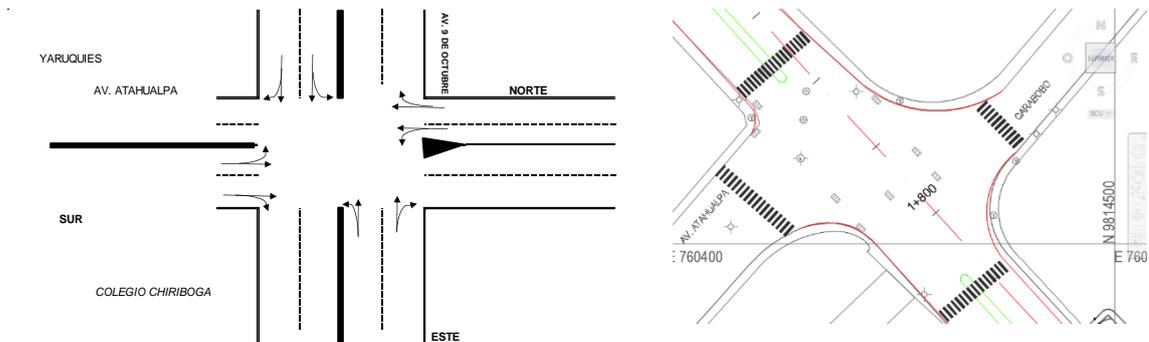
ANEXO 5: Circulación vehicular de las intersecciones

Gráfico 41: Intersección 9 de octubre y Calle S/N



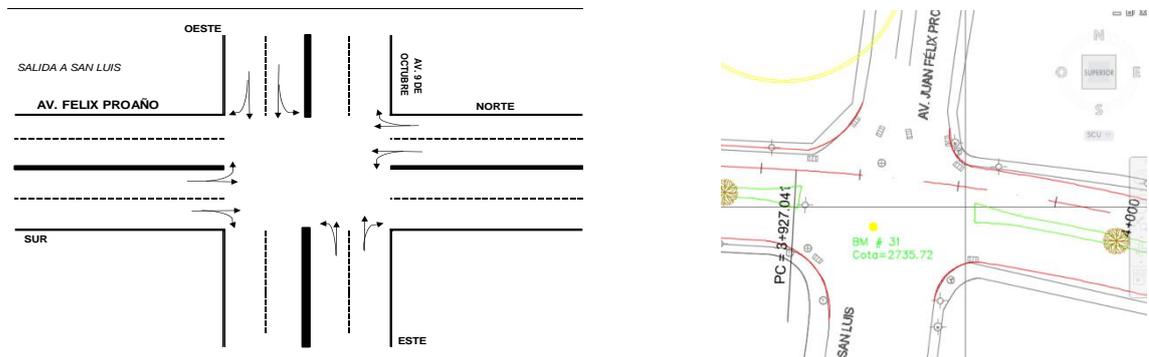
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Gráfico 42: Intersección 9 de octubre y Av. Atahualpa



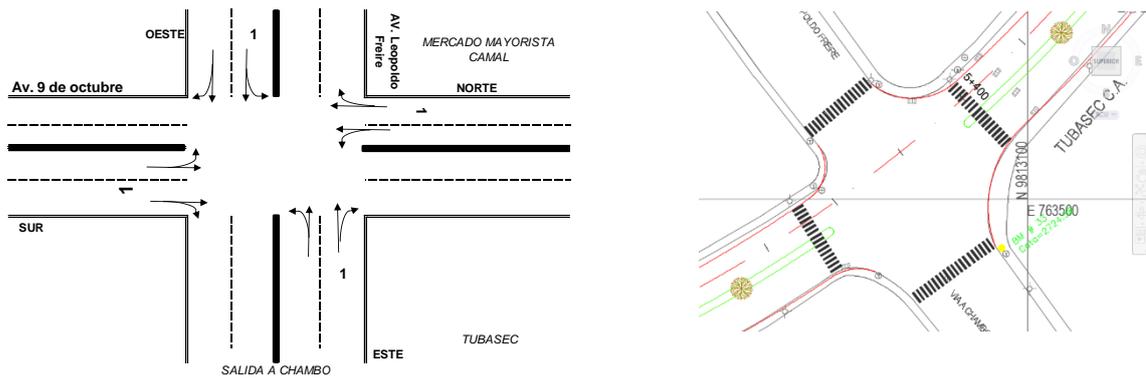
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Gráfico 43: Intersección 9 de octubre y Félix Proaño



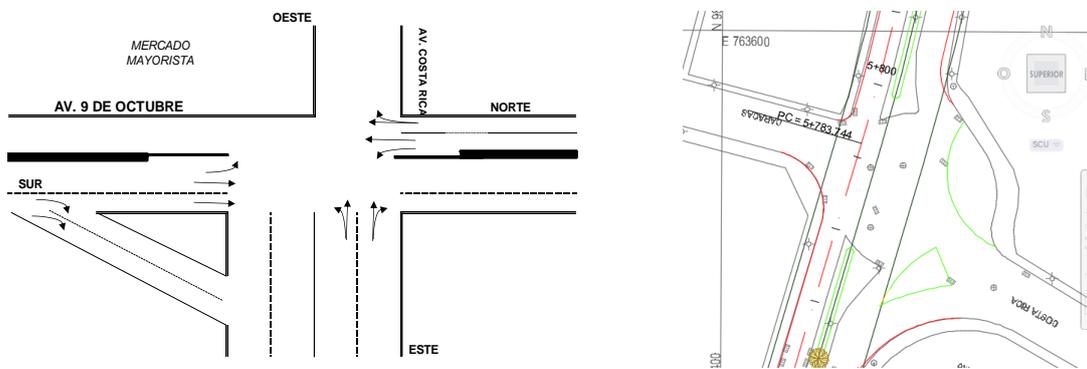
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Gráfico 44: Intersección 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire



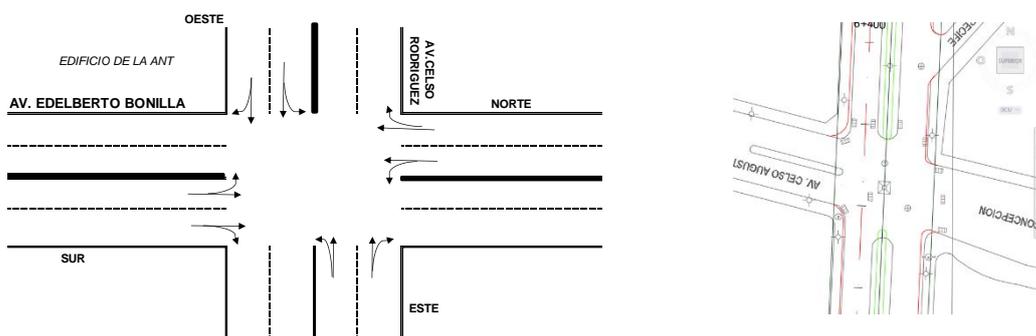
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Gráfico 4543: Intersección 9 de octubre y Av. Costa Rica



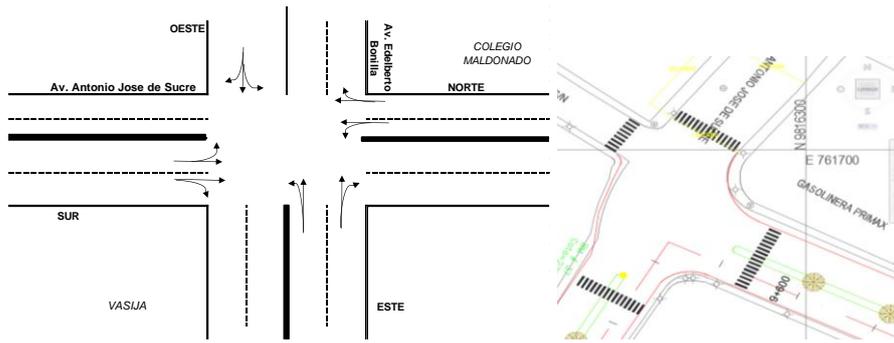
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Gráfico 46: Intersección Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez



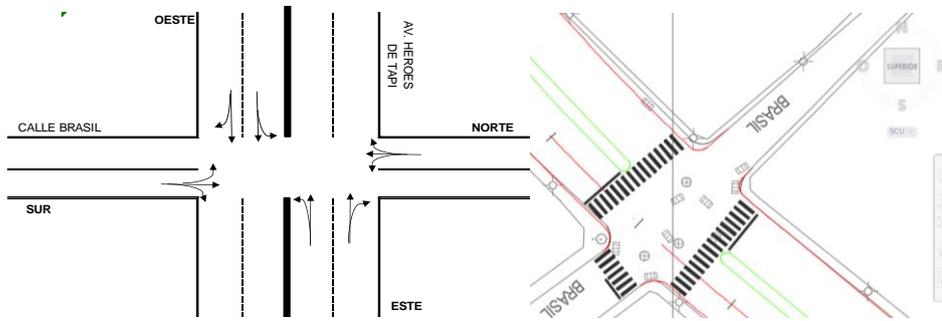
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Gráfico 4744: Circulación: Av. Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre



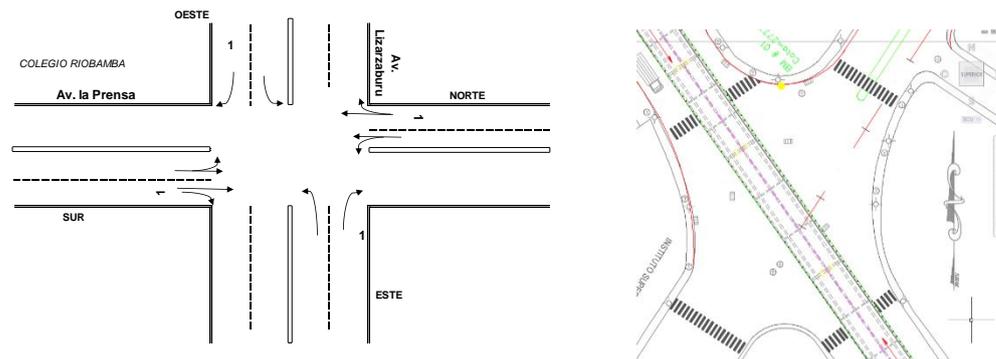
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Gráfico 48: Circulación: Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil



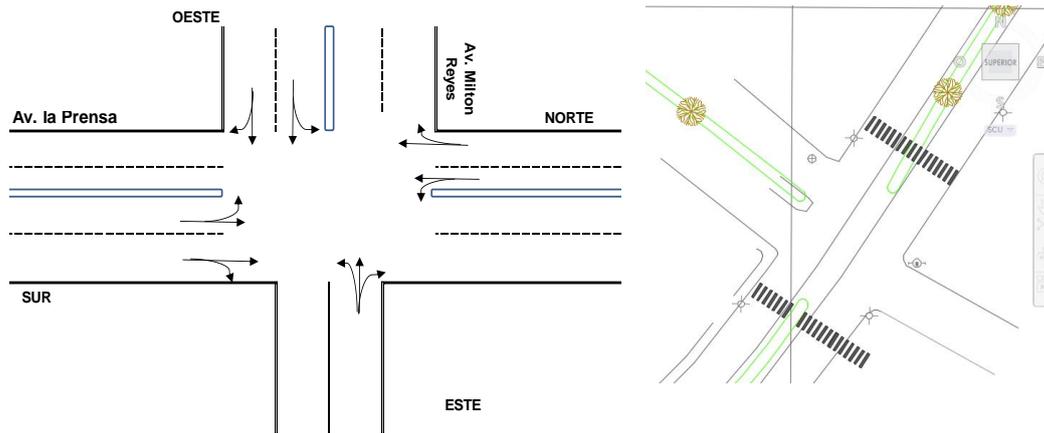
Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Gráfico 45: Intersección Av. la Prensa y Av. Lizarzaburu



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Gráfico 46: Intersección Av. la Prensa y Av. Milton Reyes



Nota: Realizado por la analista, fuente observación de campo 3 febrero 2016. y plano AutoCAD Riobamba.

Anexo 6: Fotografías flujo vehicular por Intersección

Gráfico 47: Fotografía, Av. 9 de octubre y Calle S/N



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 10H00.

Gráfico 48: Fotografía, Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 10H15.

Gráfico 49: Fotografía, Av. 9 de octubre y Av. Félix Proaño



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 10H30.

Gráfico 50: Fotografía, Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 10H45.

Gráfico 51: Fotografía, Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 11H00.

Gráfico 52: Fotografía, Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 11H15.

Gráfico 53: Fotografía, Av. Edelberto Bonilla y Av. Antonio José de Sucre



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 12H00.

Gráfico 54: Fotografía, Av. Héroes de Tapi y Calle Brasil.



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 12H30.

Gráfico 55: Fotografía, Av. La Prensa y Av. Lizarzaburu



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 12H45.

Gráfico 56: Fotografía, Av. La Prensa y Av. Milton Reyes



Nota: Fotografía tomada el día 15 de enero del 2016, 10:00 am, 11H00

ANEXO 7: Tabla de volúmenes vehiculares registrados en la hora pico por intersección.

Tabla 69: Conteo Volumétrico de Tránsito, Av. 9 de octubre y Calle S/N

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																		
Intersección			AV. 9 DE OCTUBRE Y CALLE S/N (TALLERES DEL FERROCARRIL)															
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio															
Nombre	Sentido	Sentido de Circulación	7:00			7:15			7:30			7:45			SUB TOTAL			TOTAL
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Av. 9 de Octubre	Oeste- Este (O)	RECTO	158	0	38	178	0	17	157	0	4	262	0	15	755	0	74	829
		GIRO DER	1	0	0	30	0	5	10	0	7	12	0	4	53	0	16	69
	Este - Oeste (E)	GIRO IZQ	13	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	29
		RECTO	266	0	10	341	0	18	223	0	4	139	0	15	969	0	47	1016
		GIRO DER	57	0	1	47	0	3	108	0	0	45	0	4	257	0	8	265
Calle S/N	Sur - Norte (S)	GIRO IZQ	7	0	0	23	0	1	1	0	0	0	0	0	31	0	1	32
		RECTO	13	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	44
		GIRO DER	10	0	0	31	0	0	3	0	0	1	0	0	45	0	0	45
	Norte - Sur (N)	GIRO IZQ	80	0	0	77	0	0	54	0	2	54	0	1	265	0	3	268
		RECTO	15	0	0	23	0	0	0	0	0	1	0	0	39	0	0	39
		GIRO DER	2	0	0	3	0	0	1	0	1	1	0	0	7	0	1	8

Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

Tabla 70: Conteo Volumétrico de Tránsito, Av. 9 de octubre y Av. Atahualpa

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																		
Intersección			AV. 9 DE OCTUBRE Y ATAHUALPA															
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio													SUB TOTAL		TOTAL
Nombre	Sentido	Sentido de Circulación	13:00			13:15			13:30			13:45			A	B	C	VOLUMEN
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. 9 DE OCTUBRE	Oeste- Este (O)	GIRO IZQ	55	4	5	51	3	0	57	2	0	45	0	0	208	9	5	222
		RECTO	125	0	30	145	0	9	130	0	40	135	0	1	535	0	80	615
		GIRO DER	60	0	3	51	0	0	35	0	1	44	0	0	190	0	4	194
	Este - Oeste (E)	GIRO IZQ	25	0	0	20	0	1	30	0	5	21	0	0	96	0	6	102
		RECTO	157	0	18	150	0	17	150	0	19	133	0	0	590	0	54	644
		GIRO DER	0	0	2	3	0	2	1	0	0	3	0	0	9	0	4	13
AV. ATAHUALPA	Sur - Norte (S)	GIRO IZQ	67	0	1	42	0	3	85	0	3	95	0	0	289	0	7	296
		RECTO	75	2	3	90	3	3	82	3	0	75	3	0	322	11	6	339
		GIRO DER	35	0	2	40	0	1	60	0	0	45	0	0	180	0	3	183
	Norte - Sur (N)	GIRO IZQ	0	0	1	7	0	2	8	0	3	9	0	2	24	0	8	32
		RECTO	88	2	20	76	0	19	59	0	2	51	0	1	274	2	42	318
		GIRO DER	2	0	1	1	1	1	2	0	1	2	1	2	7	2	5	14

Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

Tabla 71: Conteo Volumétrico de Tránsito, Av. 9 de octubre y Av. Juan Félix Proaño

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																		
Intersección			AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. FELIX PROAÑO															
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio															
Nombre	Sentido	Sentido de Circulación	7:00			7:15			7:30			7:45			SUB TOTAL			TOTAL
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	VOLUMEN
Av. 9 de Octubre	Oeste- Este (O)	GIRO IZQ	55	0	4	30	0	1	35	0	1	11	0	9	131	0	15	146
		RECTO	112	0	10	132	0	12	116	0	8	144	0	0	504	0	30	534
		GIRO DER	13	0	4	24	2	2	28	1	3	32	2	4	97	5	13	115
	Este - Oeste (E)	GIRO IZQ	56	2	2	41	0	2	53	0	2	57	2	0	207	4	6	217
		RECTO	167	2	12	126	4	12	109	2	9	132	3	2	534	11	35	580
		GIRO DER	12	0	0	13	0	1	24	0	2	40	0	0	89	0	3	92
Av. Juan Felix Proaño	Sur - Norte (S)	GIRO IZQ	74	2	1	22	0	2	29	2	2	38	1	7	163	5	12	180
		RECTO	108	8	5	30	2	0	47	2	0	84	7	4	269	19	9	297
		GIRO DER	18	0	2	13	0	0	18	0	1	20	0	3	69	0	6	75
	Norte - Sur (N)	GIRO IZQ	44	2	2	18	2	4	23	0	3	18	3	2	103	7	11	121
		RECTO	113	3	2	32	4	3	72	0	5	45	9	4	262	16	14	292
		GIRO DER	31	0	0	17	1	2	17	0	0	8	0	2	73	1	4	78

Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

Tabla 72: Conteo Volumétrico de Tránsito, Av. 9 de octubre y Av. Leopoldo Freire

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																		
Intersección			AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. LEOPOLDO FREIRE															
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio															
Nombre	Sentido	Sentido de Circulación	8:00			8:15			8:30			8:45			SUB TOTAL			TOTAL
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. 9 DE OCTUBRE	Oeste- Este (O)	GIRO IZQ	46	3	2	45	1	2	62	0	1	48	1	7	201	5	12	218
		RECTO	84	0	7	89	0	4	76	1	7	70	1	4	319	2	22	343
		GIRO DER	10	0	0	19	0	1	11	0	1	10	0	6	50	0	8	58
	Este - Oeste (E)	GIRO IZQ	61	0	4	44	0	7	51	0	1	49	0	1	205	0	13	218
		RECTO	65	3	3	57	7	8	60	3	2	81	2	1	263	15	14	292
		GIRO DER	40	1	7	33	1	2	20	1	2	34	2	4	127	5	15	147
AV. LEOPOLDO FREIRE	Sur - Norte (S)	GIRO IZQ	50	0	4	74	2	7	72	1	3	74	1	5	270	4	19	293
		RECTO	33	0	1	39	1	4	49	0	4	37	0	7	158	1	16	175
		GIRO DER	33	0	3	37	0	3	21	0	2	40	0	4	131	0	12	143
	Norte - Sur (N)	GIRO IZQ	54	4	5	35	1	4	55	1	2	37	1	3	181	7	14	202
		RECTO	39	2	1	27	1	3	52	1	2	35	1	2	153	5	8	166
		GIRO DER	64	4	2	56	4	4	60	5	1	81	6	6	261	19	13	293

Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

Tabla 73: Conteo Volumétrico de Tránsito, Av. 9 de octubre y Av. Costa Rica

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																		
Intersección			AV. 9 DE OCTUBRE Y AV. COSTA RICA															
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio													SUB TOTAL		TOTAL
Nombre	Sentido	Sentido de Circulación	17:30			17:45			18:00			18:15			A	B	C	VOLUMEN
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C				
Av. 9 de Octubre	Norte - Sur (N)	GIRO IZQ	28	0	0	20	0	0	19	0	4	25	0	2	92	0	6	98
		RECTO	132	10	8	150	6	8	99	8	7	92	12	6	473	36	29	538
		GIRO DER	15	0	3	20	0	1	8	0	2	13	0	0	56	0	6	62
	Sur - Norte (S)	GIRO IZQ	18	5	4	12	6	6	20	5	5	18	8	5	68	24	20	112
		RECTO	94	6	12	45	12	11	87	5	3	81	7	9	307	30	35	372
		GIRO DER	10	0	6	12	0	1	6	0	2	5	0	9	33	0	18	51
Av. Costa Rica	Oeste- Este (O)																	
	Este - Oeste (E)	GIRO IZQ	20	0	3	11	0	13	21	0	5	12	0	5	64	0	26	90
RECTO		18	0	4	12	0	3	12	0	3	12	0	3	54	0	13	67	
GIRO DER		2	0	5	12	0	4	18	0	4	24	0	5	56	0	18	74	

Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

Tabla 74: Conteo Volumétrico de Tránsito, Av. Edelberto Bonilla y Av. Celso Rodríguez

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																		
Intersección			AV. EDELBERTO BONILLA Y AV. CELSO RODRIGUEZ															
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio															
			6:30			6:45			7:00			7:15			SUB TOTAL			TOTAL
Nombre	Sentido	Sentido de Circulación	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	VOLUMEN
Av Edelverto Bonilla	Oeste- Este (O)	GIRO IZQ	13	0	1	10	0	2	9	0	3	8	0	0	40	0	6	46
		RECTO	25	0	5	42	0	5	25	0	4	23	0	7	115	0	21	136
		GIRO DER	90	3	2	75	2	5	70	3	6	37	3	5	272	11	18	301
	Este - Oeste (E)	GIRO IZQ	3	0	1	7	0	0	5	0	1	6	0	1	21	0	3	24
		RECTO	25	0	1	42	0	1	21	0	1	21	0	0	109	0	3	112
		GIRO DER	9	0	0	17	0	0	14	0	2	7	0	1	47	0	3	50
Av. Celso Rodriguez	Sur - Norte (S)	GIRO IZQ	31	2	0	57	2	0	45	2	4	29	4	2	162	10	6	178
		RECTO	109	0	13	206	0	32	139	0	24	89	0	16	543	0	85	628
		GIRO DER	3	0	2	5	0	0	8	0	0	5	0	0	21	0	2	23
	Norte - Sur (N)	GIRO IZQ	16	0	4	0	0	10	20	0	6	6	0	0	42	0	20	62
		RECTO	137	0	2	120	0	15	135	0	13	144	0	2	536	0	32	568
		GIRO DER	7	0	1	0	0	3	4	0	5	6	0	0	17	0	9	26

Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016

Tabla 75: Conteo Volumétrico de Tránsito, Av. 9 de Edelberto Bonilla y Av. A. José de Sucre

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																		
Intersección			SALIDA A GUANO															
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio															
Nombre	Sentido	Sentido de Circulación	12:30			12:45			13:00			13:15			SUB TOTAL			TOTAL
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. EDLBERTO BONILLA	Oeste- Este (O)	GIRO IZQ	4	0	2	1	0	0	4	0	1	4	0	0	13	0	3	16
		RECTO	12	0	5	16	0	7	12	0	5	10	0	3	50	0	20	70
		GIRO DER	5	0	1	7	0	2	9	0	2	8	0	0	29	0	5	34
	Este - Oeste (E)	GIRO IZQ	60	0	8	71	0	3	67	0	10	70	0	5	268	0	26	294
		RECTO	7	0	0	14	0	2	13	0	0	6	0	2	40	0	4	44
		GIRO DER	17	1	3	12	2	0	11	2	1	9	0	3	49	5	7	61
AV. ANTONIO JOSE DE SUCRE	Sur - Norte (S)	GIRO IZQ	13	0	0	10	0	0	13	0	0	14	0	0	50	0	0	50
		RECTO	193	2	4	198	4	2	205	5	3	218	1	4	814	12	13	839
		GIRO DER	25	0	3	21	0	2	20	0	3	23	0	3	89	0	11	100
	Norte - Sur (N)	GIRO IZQ	37	2	2	45	1	8	47	0	4	45	0	7	174	3	21	198
		RECTO	166	2	5	199	1	5	208	0	2	184	2	2	757	5	14	776
		GIRO DER	1	0	0	1	0	0	1	0	0	5	0	1	8	0	1	9

Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

Tabla 76: Conteo Volumétrico de Tránsito, Av. Héroe de TAPI y Calle Brasil.

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																			
Intersección			AV. HEROES DE TAPI Y CALLE BRASIL																
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio																
Nombre	Sentido	Carril	Sentido de Circulación	12:30			12:45			13:00			13:15			SUB TOTAL			TOTAL
				A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. HEROES DE TAPI	Oeste - Este (O)	Izq	GIRO IZQ	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
			RECTO	145	1	9	191	4	16	195	2	5	114	2	8	645	9	38	692
		Der	GIRO DER	7	0	0	15	0	0	25	0	0	19	0	0	66	0	0	66
	Este - Oeste (E)		Izq	GIRO IZQ	41	0	4	40	0	0	32	0	2	31	0	4	144	0	10
		RECTO		84	1	10	125	1	7	125	2	2	164	1	14	498	5	33	536
		Der	GIRO DER	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
CALLE BRASIL	Sur - Norte (S)		Izq	GIRO IZQ	29	0	0	41	0	2	36	0	0	24	0	1	130	0	3
		RECTO		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		Der	GIRO DER	22	1	0	20	2	0	22	1	0	17	2	0	81	6	0	87
	Norte - Sur (N)		Izq	GIRO IZQ												0	0	0	0
		RECTO							1						1	0	0	1	
		Der	GIRO DER												0	0	0	0	

Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

Tabla 77: Conteo Volumétrico de Tránsito, Av. Lizarzaburu y Av. la Prensa

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																		
Intersección			AV. LIZARZABURU Y AV. LA PRENSA															
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio															
Nombre	Sentido	Sentido de Circulación	17:00			17:15			17:30			17:45			SUB TOTAL			TOTAL
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
AV. LIZARZABURU	Oeste- Este (O)	GIRO IZQ	75	0	0	71	0	0	74	0	0	78	0	0	298	0	0	298
		RECTO	6	1	1	8	0	0	9	0	0	13	0	0	36	1	1	38
		GIRO DER	23	0	1	24	1	0	18	1	1	17	1	0	82	3	2	87
	Este - Oeste (E)	GIRO IZQ	69	3	1	71	1	0	67	3	0	63	2	0	270	9	1	280
		RECTO	25	0	0	39	0	0	35	0	0	29	0	0	128	0	0	128
		GIRO DER	4	0	0	7	0	0	6	0	0	4	0	0	21	0	0	21
AV. LA PRENSA	Sur - Norte (S)	GIRO IZQ	21	0	0	27	0	1	24	0	1	26	0	0	98	0	2	100
		RECTO	120	5	2	117	3	5	123	1	7	143	2	2	503	11	16	530
		GIRO DER	21	1	0	24	1	1	28	1	0	22	1	0	95	4	1	100
	Norte - Sur (N)	GIRO IZQ	13	0	0	16	0	0	10	0	0	14	0	0	53	0	0	53
		RECTO	140	1	0	121	3	1	138	1	0	138	1	0	537	6	1	544
		GIRO DER	72	0	1	70	0	1	81	1	2	73	1	2	296	2	6	304

Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

Tabla 78: Conteo Volumétrico de Tránsito Av. La Prensa y Av. Milton Reyes

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO																		
Intersección			AV. LA PRENSA Y AV. MILTON REYES															
DISTRIBUCIÓN DE CALLES - SENTIDO Y CARRILES			Periodo de Estudio															
			13:15			13:30			13:45			14:00			SUB TOTAL			TOTAL
Nombre	Sentido	Sentido de Circulación	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	VOLUMEN
AV. MILTON REYES	Oeste- Este (O)	GIRO IZQ	25	0	4	29	0	0	21	0	0	55	0	2	130	0	6	136
		RECTO	30	0	0	35	0	1	29	0	0	43	0	0	137	0	1	138
		GIRO DER	12	0	0	10	0	0	7	0	0	8	0	0	37	0	0	37
	Este - Oeste (E)	GIRO IZQ	1	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	5	0	0	5
		RECTO	32	1	1	28	1	3	31	1	2	29	1	3	120	4	9	133
		GIRO DER	2	0	0	2	0	0	3	0	0	1	0	0	8	0	0	8
AV. LA PRENSA	Sur - Norte (S)	GIRO IZQ	69	0	2	80	0	0	49	0	0	59	0	3	257	0	5	262
		RECTO	94	5	14	216	8	16	108	1	2	194	1	16	612	15	48	675
		GIRO DER	3	0	1	6	0	0	1	0	0	4	0	0	14	0	1	15
	Norte - Sur (N)	GIRO IZQ	15	0	0	0	0	1	6	0	0	11	0	0	32	0	1	33
		RECTO	70	0	6	76	0	8	58	0	1	62	0	8	266	0	23	289
		GIRO DER	10	0	0	0	0	1	7	0	0	8	0	0	25	0	1	26

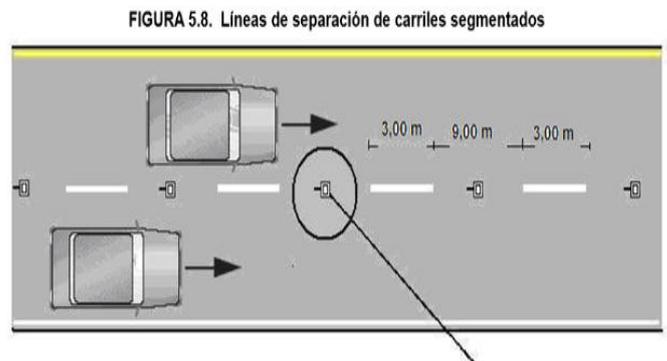
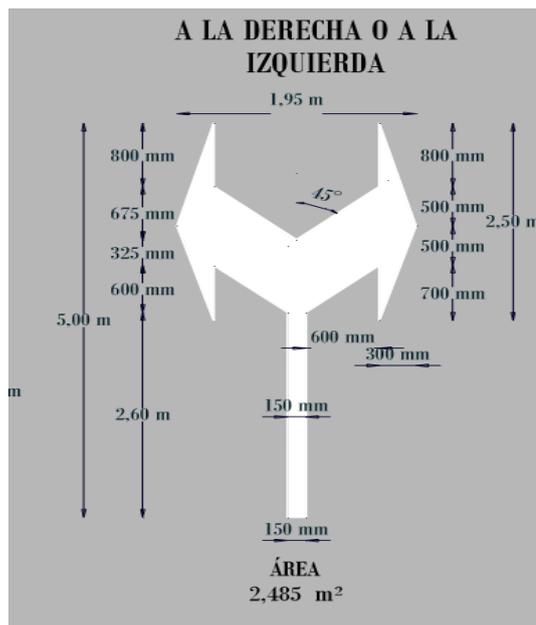
Nota: Tabla realizada por la investigadora, fuente conteo vehicular 29/01/2016.

ANEXO 8: Separación de carriles Av. Edelberto Bonilla y Antonio Jose de Sucre

El siguiente gráfico muestra la situación actual en cuanto a la geometría de la intersección, indicándonos que la aproximación convergente N-S tiene un ancho de carril de 9.1 m y que esta no altera a lo largo de los 25 metros estipulados por él (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Con esto se concluye que se puede otorgar 2 carriles de 3 metros y un carril de 2.9 m para giros izquierdos, dando un total de 3 carriles para esta aproximación, para su operación se propone la señalización horizontal tanto de los tres carriles con líneas blancas separadoras de carriles y flechas de direccionamiento como lo indica el siguiente gráfico.

Gráfico 57: Señalización Horizontal



Nota: Fuente de los gráficos INEN parte 4: señalización horizontal

ANEXO 9: Proforma para presupuesto del proyecto

PROFORMA

Nro. 2015-10-08-338

FECHA	Riobamba, 2 de Marzo del 2016		
OFERENTE	Trabajo de Titulación- Andrea Cisneros		
OFERTANTE	Gamatrafic. Cia Ltda.	RUC: 0691745635001	
DIRECCIÓN	Calle Juan Salinas y Amazonas		
PROYECTO:	Intersecciones semaforizadas circunvalación de Riobamba		

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	V.UNITARIO	V.TOTAL
	Controlador de semáforos	1	u	2.500,00	2.500,00
	Semáforo Normales en policarbonato Tipo leds 1/300-2/200, incluye viseras	8	u	739,75	5.918,00
	Semáforo de Flecha en policarbonato Tipo leds 1/300-2/200, incluye viseras	4	u	739,75	2.959,00
	Semáforo de policarbonato Tipo leds 2/200, PEATONAL incluye viseras con contador de tiempo de cruce	8	u	564	4.512,00
	Poste báculo incluido base	4	u	725	2.900,00
	Poste para semáforo peatonal y caja de control incluido base	6	u	294	1.764,00
	Poste para semáforo Normales de 4" de 6 metros	1	u	450	450,00
	Pantallas para Semáforos de 1/300 - 2/200 mm	12	u	75,94	911,28
	Soporte para Semáforo normal (4")	4	u	52,84	211,36
	Soporte para semáforos (4") aéreo	8	u	77,99	623,92
	Pernos Galv 2,1/2" *	80	u	2,11	168,80
	Cable para Semáforo concéntrico 2*14	100	ml	4,89	489,00
	Cable para Semáforo concéntrico 4*16	350	ml	4,89	1.711,50
	Punto de corriente	1	u	157,5	157,50
	Costo de instalación de intersección	1	u	924	924,00
	Total				26.200,36

Forma de pago. - 70% a la firma del contrato y el saldo contra entrega.
Plazo de entrega. - 15 días luego de la entrega del anticipo. Validez de la oferta 15 días.

NO INCLUYE B. IVA

Mg. María de Lourdes Martínez Salas
Gerente General

Dirección: Barrio La Cerámica - Calle Oscar Elvín Reyes y Pablo Palacios
Teléfono: 022-463-217 0903941319 - 0993468860
Mail: gamatrafic@hotmail.com-gem13@hotmail.es
Riobamba Ecuador