



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

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA MEJORAR EL TRÁFICO
DE LOS ACCESOS NORTE Y SUR A LA CIUDAD DE
RIOBAMBA”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

AUTOR: JHONATAN JAVIER FLORES GALEANO

DIRECTOR: Ing. JOSÉ LUIS LLAMUCA LLAMUCA

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Jhonatan Javier Flores Galeano

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jhonatan Javier Flores Galeano, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados según la norma APA edición vigente a la fecha.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de septiembre de 2021



Jhonatan Javier Flores Galeano

C.C. 0604690966

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

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA MEJORAR EL TRÁFICO DE LOS ACCESOS NORTE Y SUR A LA CIUDAD DE RIOBAMBA**” realizado por el señor: Jhonatan Javier Flores Galeano, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Ruffo Neptali Villa Uvidia PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 RUFFO NEPTALI VILLA UVIDIA	2021/09/07
Ing. José Luis Llamuca Llamuca DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 JOSE LUIS LLAMUCA	2021/09/07
Ing. Gustavo Javier Aguilar Miranda MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 GUSTAVO JAVIER AGUILAR MIRANDA	2021/09/07

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se la dedico con mucho cariño a toda mi familia en especial a mi madre Dolores Cecilia que se encuentra en el cielo, quien me dejo las mejores enseñanzas de vida, a ser fuerte ante cualquier adversidad lo cual me sirvió como fundamentos sólidos para la formación profesional, a mi compañera de vida Alexandra por el apoyo incondicional en los buenos y malos momentos, a mi padre y hermanos por brindarme el amor incondicional de familia inculcándome que el esfuerzo y perseverancia son caminos hacia el éxito.

Jhonatan

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud, colmarme de bendiciones y por ser mi fortaleza en cada momento de mi vida.

A mi padre por sus enseñanzas, sus sabios consejos que le dieron la experiencia de los años, por su valentía y sobre todo por su generosidad para toda la familia.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a los docentes de la carrera de Ingeniería en Gestión de Transporte, en especial al Ing. José Llamuca y al Ing. Javier Aguilar, quienes han sido excelentes guías en el presente Trabajo de Titulación.

A mis queridos amigos y compañeros de clase con quienes se compartió momentos agradables en el transcurso académico. A toda mi familia, quienes me dieron su apoyo incondicional, a Alexandra por ser la persona que estuvo a mi lado pendiente de mis estudios y por la ayuda brindada un agradecimiento infinito por todo lo que hizo por mí.

A la pizzería Mónaco a Mayrita y Don Alex por brindarme la oportunidad de trabajar durante mis estudios, por la comprensión y flexibilidad con los horarios de trabajo, a mis compañeros de trabajo por su apoyo y amistad, a todos ustedes muchas gracias, y un Dios le pague, porque fueron parte esencial en mi formación profesional.

Jhonatan

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Problema de la investigación	3
1.1.1. <i>Planteamiento del Problema</i>	3
1.1.2. <i>Formulación del Problema</i>	5
1.1.3. <i>Delimitación del Problema</i>	5
1.2. Justificación.....	5
1.2.1. <i>Justificación Teórica</i>	5
1.2.2. <i>Justificación Metodológica</i>	6
1.2.3. <i>Justificación Práctico Social</i>	6
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	7
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	7
1.4. Antecedentes históricos	7
1.5. Antecedentes investigativos	8
1.6. Marco teórico	10
1.6.1. <i>Factores que intervienen en el problema del tránsito</i>	10
1.6.2. <i>Aforo Vehicular</i>	13
1.6.3. <i>Volumen de tránsito promedio</i>	14
1.6.4. <i>Infraestructura Vial</i>	15
1.6.5. <i>Capacidad vial</i>	15
1.6.6. <i>Nivel de servicio</i>	16
1.6.7. <i>Condiciones prevalecientes</i>	17
1.6.8. <i>Niveles de análisis</i>	18

1.6.9.	<i>Intersecciones con semáforos</i>	18
1.6.10.	<i>Niveles de servicio</i>	19
1.6.11.	<i>Semaforización</i>	20
1.6.12.	<i>Fase semafórica</i>	21
1.6.13.	<i>Flujo de saturación</i>	23
1.6.14.	<i>Tipos de Semáforos</i>	23
1.6.15.	<i>Capacidad vial y niveles de servicio</i>	23
1.6.16.	<i>Dispositivos de Control de Tránsito</i>	24
1.6.17.	<i>Clasificación de los dispositivos de control de Tránsito</i>	25
1.6.17.1.	<i>Señales Verticales</i>	25
1.6.17.2.	<i>Señales Horizontales</i>	25
1.6.17.3.	<i>Dispositivos para protección en obras</i>	25
1.6.17.4.	<i>Semáforos</i>	26
1.6.18.	<i>Intersecciones</i>	26
1.6.18.1.	<i>Clasificación de intersecciones</i>	27
1.6.18.2.	<i>Intersecciones a desnivel</i>	27
1.6.18.3.	<i>Intersecciones a nivel</i>	28
1.6.18.4.	<i>Factores para Diseñar una Intersección</i>	29
1.6.19.	<i>Uso de los volúmenes de tránsito</i>	33
1.6.20.	<i>Metodología de análisis operacional (HCM 2000)</i>	34
1.6.20.1.	<i>Cálculo del Nivel de Servicio</i>	35
1.6.21.	<i>Factibilidad</i>	37
1.6.22.	<i>Señalética Vertical</i>	38
1.6.22.1.	<i>Clasificación de señales y funciones</i>	39
1.6.22.2.	<i>Codificación de señales</i>	39
1.6.22.3.	<i>Uniformidad de Diseño</i>	39
1.6.22.4.	<i>Colocación lateral en zona rural</i>	42
1.6.22.5.	<i>Altura en zona rural</i>	43
1.6.22.6.	<i>Uniformidad de ubicación</i>	43
1.6.22.7.	<i>Dimensiones de las señales</i>	45
1.6.23.	<i>Señalética Horizontal</i>	46
1.6.23.1.	<i>Clasificación de la señalización horizontal</i>	46
1.6.23.2.	<i>Características básicas</i>	47
1.6.23.3.	<i>Líneas longitudinales</i>	47
1.6.23.4.	<i>Líneas segmentadas vía de dos carriles</i>	48
1.6.23.5.	<i>Líneas de continuidad</i>	48
1.6.23.6.	<i>Líneas de borde de calzada</i>	48

1.6.23.7.	<i>Líneas de borde de calzada continuas</i>	49
1.6.23.8.	<i>Líneas de Pare</i>	49
1.6.23.9.	<i>Líneas de pare en intersección con señal vertical de pare</i>	49
1.6.23.10.	<i>Línea de pare en cruces cebra en intersección controlada con señal vertical</i>	50
1.6.23.11.	<i>Líneas de ceda el paso</i>	50
1.6.23.12.	<i>Línea de ceda el paso con señal vertical</i>	51
1.6.23.13.	<i>Línea de ceda el paso en redondeles</i>	52
1.6.23.14.	<i>Línea de cruce peatonal</i>	52
1.6.23.15.	<i>Línea de cruce cebra</i>	52
1.7.	Marco conceptual	53
1.8.	Idea a defender	54
1.9.	Variables	54
1.9.1.	<i>Variable Independiente</i>	54
1.9.2.	<i>Variable Dependiente</i>	54

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	55
2.1.	Modalidad de la investigación	55
2.1.1.	<i>Cuantitativa</i>	55
2.1.2.	<i>Cualitativa</i>	55
2.2.	Tipos de investigación	55
2.2.1.	<i>De Campo</i>	55
2.2.2.	<i>Explicativa</i>	56
2.2.3.	<i>Bibliográfica - Documental</i>	56
2.2.4.	<i>Descriptiva</i>	56
2.3.	Métodos, técnicas e instrumentos	56
2.3.1.	Métodos	56
2.3.1.1.	<i>Método Inductivo</i>	56
2.3.1.2.	<i>Método Deductivo</i>	57
2.3.2.	Técnicas	57
2.3.2.1.	<i>Observación directa</i>	57
2.3.3.	Instrumentos	57
2.3.3.1.	<i>Ficha de Aforo Vehicular</i>	57
2.3.3.2.	<i>Ficha para el registro de ciclos y fases semafóricas</i>	58
2.3.3.3.	<i>Ficha de Observación</i>	58

2.4.	Población	58
2.4.1.	<i>Población</i>	58
2.4.2.	<i>Muestra</i>	59

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	60
3.1.	Localización del área de estudio	60
3.1.1.	<i>Sector Ex Media Luna</i>	61
3.1.2.	<i>Sector By Pass – Salida a Quito</i>	61
3.1.3.	<i>Prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos</i>	62
3.1.4.	<i>Av. Leopoldo Freire vía a Chambo</i>	63
3.2.	Resultados de los Aforos Vehiculares	63
3.2.1.	<i>Intersección: Av. Pedro Vicente Maldonado y Monseñor Leónidas Proaño</i>	65
3.2.2.	<i>Intersección: Av. Lizarzaburu y Monseñor Leónidas Proaño</i>	66
3.2.3.	<i>Intersección: Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño</i>	67
3.2.4.	<i>Intersección: Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre</i>	68
3.3.	Intersección: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño	69
3.3.1.	<i>Características geométricas de la vía</i>	69
3.3.2.	<i>Giros vehiculares</i>	70
3.3.3.	<i>Información de la situación actual semafórica</i>	70
3.3.4.	<i>Inventario de Señalización Vertical</i>	73
3.3.5.	<i>Inventario de Señalización Horizontal</i>	77
3.4.	Intersección: Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño	78
3.4.1.	<i>Características geométricas de la vía</i>	78
3.4.2.	<i>Giros vehiculares</i>	79
3.4.3.	<i>Información de la situación actual semafórica</i>	80
3.4.4.	<i>Inventario de señalización Vertical</i>	82
3.4.5.	<i>Inventario de señalización horizontal</i>	86
3.5.	Av. Leopoldo Freire y 9 de octubre - Vía a Chambo	86
3.5.1.	<i>Características geométricas de la vía</i>	86
3.5.2.	<i>Giros vehiculares</i>	87
3.5.3.	<i>Información de la situación actual semafórica</i>	88

3.5.4.	<i>Señalización Vertical</i>	90
3.5.5.	<i>Señalización Horizontal</i>	95
3.6.	Análisis de resultados de la información actual de las intersecciones semaforizadas	96
3.7.	Intersección : Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Mons. Leónidas Proaño	96
3.7.1.	<i>Características geométricas de la vía</i>	96
3.7.2.	<i>Giros vehiculares</i>	97
3.7.3.	<i>Información de la situación actual de la rotonda</i>	98
3.7.4.	<i>Señalización Vertical</i>	99
3.7.5.	<i>Señalización Horizontal</i>	102
3.8.	Comprobación de la Idea a Defender	108
3.9.	Propuesta	109
3.9.1.	<i>Título</i>	109
3.9.2.	<i>Análisis de la Situación Actual</i>	109
3.10.	Contenido de la Propuesta	109
3.10.1.	<i>Objetivo</i>	109
3.10.2.	<i>Ubicación del Proyecto</i>	109
3.10.2.1.	<i>Macro Localización</i>	109
3.10.2.2.	<i>Micro Localización</i>	110
3.11.	Desarrollo de la Propuesta	110
3.11.1.	<i>Intersección Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño</i>	112
3.11.1.1.	<i>Propuesta de rediseño de fases semafóricas</i>	112
3.11.1.2.	<i>Propuesta del rediseño de los tiempos de los ciclos semafóricos</i>	113
3.11.1.3.	<i>Propuesta de mejora de los niveles de servicio</i>	114
3.11.1.4.	<i>Propuesta de reestructuración de la señalización vertical</i>	115
3.11.1.5.	<i>Propuesta de reestructuración de la señalización horizontal</i>	117
3.11.2.	<i>Intersección Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño (By Pass)</i>	117
3.11.2.1.	<i>Propuestas de rediseño de fases semafóricas</i>	118
3.11.2.2.	<i>Propuesta del rediseño de los tiempos de los ciclos semafóricos</i>	119
3.11.2.3.	<i>Propuesta de mejora de los niveles de servicio</i>	120
3.11.2.4.	<i>Propuesta de reestructuración de la señalización vertical</i>	121
3.11.2.5.	<i>Propuesta de reestructuración de la señalización horizontal</i>	123
3.11.3.	<i>Intersección Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre.</i>	123
3.11.3.1.	<i>Propuesta de rediseño de fases semafóricas</i>	124
3.11.3.2.	<i>Propuesta del rediseño de los tiempos de los ciclos semafóricos</i>	125
3.11.3.3.	<i>Propuesta de mejora de los niveles de servicio</i>	126

3.11.3.4.	<i>Propuesta de reestructuración de la señalización vertical</i>	127
3.11.3.5.	<i>Propuesta de reestructuración de la señalización horizontal</i>	129
3.11.4.	<i>Intersección de la Av. Gonzalo Dávalos</i>	129
3.11.4.1.	<i>Propuesta de reestructuración de la señalización vertical</i>	130
3.11.5.	<i>Costos</i>	133
3.11.5.1.	<i>Señalización Vertical</i>	133
3.11.5.2.	<i>Señalización Horizontal</i>	134
3.11.5.3.	<i>Costo de señalización vertical y horizontal total.</i>	136
3.11.6.	<i>Estudio Financiero</i>	136
CONCLUSIONES		142
RECOMENDACIONES		143
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Delimitación del Problema.....	5
Tabla 2-1:	Niveles de Servicio.....	19
Tabla 3-1:	Instalaciones para el flujo sin interrupción y para el flujo interrumpido.....	23
Tabla 4-1:	Determinación del Nivel de Servicio	36
Tabla 5-1:	Uniformidad de diseño	40
Tabla 6-1:	Colores Normalizados para Señales	41
Tabla 7-1:	Distancias de Legibilidad	42
Tabla 8-1:	Dimensiones de las señales	45
Tabla 9-1:	Tolerancias máximas en las dimensiones de señalización	47
Tabla 1-2:	Identificación de las intersecciones conflictivas	59
Tabla 1-3:	Días de máxima demanda de las intersecciones de estudio.....	65
Tabla 2-3:	Composición vehicular del día de máxima demanda	65
Tabla 3-3:	Composición vehicular del día de máxima demanda	66
Tabla 4-3:	Composición vehicular del día de máxima demanda	67
Tabla 5-3:	Composición vehicular del día de máxima demanda	68
Tabla 6-3:	Características geométricas Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Mons. Leónidas Proaño.....	70
Tabla 7-3:	Giros vehiculares Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Mons. Leónidas Proaño	70
Tabla 8-3:	Información de la situación actual semafórica Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Mons. Leónidas Proaño	71
Tabla 9-3:	Señalización vertical - Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño.....	73
Tabla 10-3:	Señalización horizontal - Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño	77
Tabla 11-3:	Características geométricas de la vía Av. Lizarzaburu y Av. Mons. Leónidas Proaño.....	78
Tabla 12-3:	Giros vehiculares - Av. Lizarzaburu y Av. Mons. Leónidas Proaño.....	79
Tabla 13-3:	Información de la situación actual semafórica Av. Lizarzaburu y Av. Mons. Leónidas Proaño	80
Tabla 14-3:	Señalización Vertical - Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño	82
Tabla 15-3:	Señalización horizontal - Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño .	86
Tabla 16-3:	Características Geométricas de la vía.....	86
Tabla 17-3:	Giros vehiculares - Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre	87

Tabla 18-3:	Información de la situación actual semafórica Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre.....	88
Tabla 19-3:	Señalización vertical de la Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre.....	90
Tabla 20-3:	Señalización horizontal Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre.....	95
Tabla 21-3:	Características geométricas de la vía.....	96
Tabla 22-3:	Giros vehiculares por intersección de estudio.....	97
Tabla 23-3:	Información de la situación actual - Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Mons. Leónidas Proaño.....	98
Tabla 24-3:	Señalización Vertical de la Prolongación de la Av. Gonzalo y Av. Monseñor Leónidas Proaño.....	99
Tabla 25-3:	Señalización horizontal de la Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño.....	102
Tabla 26-3:	Análisis resumen de la operación actual semafórica y del redondel en las intersecciones de estudio.....	106
Tabla 27-3:	Propuesta de rediseño de las fases semafóricas.....	112
Tabla 28-3:	Niveles de servicio de la intersección.....	114
Tabla 29-3:	Latitud y longitud de señalización vertical en el Sector Media Luna.....	116
Tabla 30-3:	Señalización horizontal – Av. Pedro Vicente Maldonado (Sector Ex Media Luna).....	117
Tabla 31-3:	Propuesta de rediseño de las fases semafóricas en el sector By Pass.....	118
Tabla 32-3:	Niveles de servicio intersección sector By Pass.....	120
Tabla 33-3:	Latitud y longitud Señalización vertical Av. Lizaraburu (Sector By Pass) ...	122
Tabla 34-3:	Señalización horizontal Av. Lizaraburu (Sector By Pass).....	123
Tabla 35-3:	Propuesta de rediseño de las fases semafóricas en el sector Vía a Chambo....	124
Tabla 36-3:	Niveles de servicio intersección Vía a Chambo.....	126
Tabla 37-3:	Latitud y longitud de señalización vertical en la Vía a Chambo.....	128
Tabla 38-3:	Señalización horizontal de la Av. Leopoldo Freire.....	129
Tabla 39-3:	Señalización vertical de la prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos.....	131
Tabla 40-3:	Resumen de la propuesta de optimización de los ciclos semafóricos en las intersecciones de estudio.....	132
Tabla 41-3:	Costos de señalización vertical.....	133
Tabla 42-3:	Precios unitarios pintura.....	134
Tabla 43-3:	Costos de señalización horizontal.....	135
Tabla 44-3:	Presupuesto de señalización horizontal y vertical total.....	136
Tabla 45-3:	Costo por km recorrido.....	136
Tabla 46-3:	Costo de la señalización.....	136

Tabla 47-3:	Ciclo actual.....	137
Tabla 48-3:	Horario de funcionamiento.....	137
Tabla 49-3:	Segundos optimizados.....	137
Tabla 50-3:	Ventas (producto-servicio).....	137
Tabla 51-3:	Estado de resultados.....	138
Tabla 52-3:	Flujo de efectivo.....	139
Tabla 53-3:	Valor Actual Neto.....	140
Tabla 54-3:	Tasa Interna de Retorno.....	140
Tabla 55-3:	Relación Beneficio / Costo.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Bases para una solución.....	12
Figura 2-1:	Tipos de Aforo	13
Figura 3-1:	Niveles de análisis	18
Figura 4-1:	Volúmenes de tránsito absolutos y totales	21
Figura 5-1:	Partes del Semáforo.....	22
Figura 6-1:	Tipos de Semáforo.....	23
Figura 7-1:	Factores de los dispositivos de Control	25
Figura 8-1:	Intersecciones a desnivel	28
Figura 9-1:	Factores para diseñar una Intersección	29
Figura 10-1:	Tipología de Intersecciones.....	30
Figura 11-1:	Tipología de Intersecciones.....	30
Figura 12-1:	Intersecciones sin canalizar y canalizada	31
Figura 13-1:	Variantes en raqueta y rotonda o falsa glorieta	31
Figura 14-1:	Intersecciones de cuatro ramales	32
Figura 15-1:	Falsas glorietas	32
Figura 16-1:	Formas correctas de convertir intersecciones en X	33
Figura 17-1:	Clasificación de niveles de servicios.....	35
Figura 18-1:	Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforos	37
Figura 19-1:	Tipos de factibilidad.....	38
Figura 20-1:	Altura en zona urbana.....	44
Figura 21-1:	Líneas de continuidad.....	48
Figura 22-1:	Línea continua de borde con espaldón o berma	49
Figura 23-1:	Línea de pare en intersección con señal vertical de pare.....	50
Figura 24-1:	Línea pare en cruce controlada con señal vertical PARE.....	50
Figura 25-1:	Línea de ceda el paso con señal vertical.....	51
Figura 26-1:	Especificaciones de línea de ceda el paso	51
Figura 27-1:	Especificaciones de línea de ceda el paso	52
Figura 28-1:	Especificaciones de línea de cruce cebra.....	52
Figura 29-1:	Especificaciones de línea de cruce cebra en la intersección.....	53
Figura 1-3:	Especificaciones de línea de cruce cebra en la intersección.....	60
Figura 2-3:	Intersección de Análisis “Sector Ex Media Luna”	61
Figura 3-3:	Intersección de Análisis “Sector By Pass – Salida a Quito.....	61
Figura 4-3:	Intersección de Análisis “Prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos”.....	62
Figura 5-3:	Intersección de Análisis “Av. Leopoldo Freile vía a Chambo”	63

Figura 5-3:	Diagrama de los nuevos tiempos semafóricos en la intersección Ex Media Luna	113
Figura 6-3:	Propuesta de señalización vertical en la intersección de la Av. Pedro Vicente Maldonado y Mons. Leónidas Proaño	115
Figura 7-3:	Diagrama de los nuevos tiempos semafóricos en la intersección By Pass	119
Figura 9-3:	Diagrama de los nuevos tiempos semafóricos en la intersección Vía a Chambo	125
Figura 10-3:	Propuesta de señalización vertical en la intersección de la Vía a Chambo	127
Figura 11-3:	Propuesta de señalización vertical en la intersección de la prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos.....	130

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Volumen vehicular diario en los accesos Norte y Sur a la ciudad de Riobamba	64
Gráfico 2-3:	Hora de Máxima Demanda Vehicular sector Media Luna	66
Gráfico 3-3:	Hora de Máxima Demanda Vehicular sector vía a Quito.....	67
Gráfico 4-3:	Hora de Máxima Demanda Vehicular Prolongación Av. Gonzalo Dávalos	68
Gráfico 5-3:	Hora de máxima demanda vehicular sector vía a Chambo	69

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	FICHA DE AFORO VEHICULAR
ANEXO B:	AFORO VEHICULAR
ANEXO C:	FICHA DE OBSERVACIÓN PARA EL LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE SEMAFORIZACION DE LA INTERSECCIÓN
ANEXO D:	MEDICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL
ANEXO E:	PROFORMA DE COSTOS
ANEXO F:	COSTOS POR KM RECORRIDO TRANSPORTE LIVIANO Y PESADO

RESUMEN

El presente trabajo de titulación denominado “Estudio de factibilidad para mejorar el tráfico de los accesos norte y sur a la ciudad de Riobamba”, tuvo por objetivo desarrollar un estudio factible tanto técnico como económico, encaminado a mejorar el tráfico en dichos accesos, consiguiendo así una mejor movilidad y reduciendo la congestión que se origina en cada sector de análisis. Para ello se trabajó con una población de estudio sectorizada, misma que es el resultado de la población total analizada durante el desarrollo del trabajo. Se ajustó a los criterios de la investigación cuantitativa, no experimental, descriptiva de campo, usando fuentes de información documental y bibliográficas, realizando el trabajo de campo, se aplicó la técnica de observación directa por medio de fichas de observación y de aforo vehicular permitiendo la obtención de un diagnóstico y el desarrollo del análisis de las intersecciones con la metodología HCM 2000 (Manual de Capacidad de Carreteras), además de la verificación del cumplimiento de la Norma INEN en lo que se refiere a señalización vertical y horizontal. El estudio contempla el rediseño de los ciclos semafóricos, así como la implementación y adecuada ubicación de la señalización vertical y horizontal, por consiguiente, se necesita una inversión de \$ 5071,64 para implementar dicho trabajo. En conclusión, aplicando el rediseño de los ciclos semafóricos y la implementación de la señalética mejoran los niveles de servicio en cada una de los accesos analizados asimismo se determina factible la inversión del presupuesto, ya que el análisis de la relación beneficio/costo es de \$1,51 por cada dólar invertido, Se recomienda utilizar el presente documento como un repositorio de información y datos los cuales pueden ser utilizados como sustento y guía para el desarrollo de otras investigaciones similares.

Palabras clave: <CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS>, <FACTIBILIDAD>, <TRÁFICO>, <SEMAFORIZACIÓN>, <AFORO>, <CONGESTIÓN>, <SEÑALIZACIÓN>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>



Elaborado digitalmente por:
JHONATAN RODRIGO
PARRINO UQUILLAS



28-10-2021

2004-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The present degree work called "Feasibility study to improve the traffic of the north and south accesses to the city of Riobamba", aimed to develop a feasible study both technical and economic, aimed at improving traffic in said accesses, thus achieving better mobility and reducing the congestion that originates in each sector of analysis. For this, it was worked with a sectorized study population, same that represents the total population analyzed during the development work. It was adjusted to the criteria of quantitative, non-experimental, descriptive field research, using documentary and bibliographic information sources, carrying out field work, the direct observation technique was applied through observation cards and vehicle capacity allowing the correct diagnosis and developing the analysis of the intersections with the HCM 2000 methodology (Highway Capacity Manual), in addition to verifying compliance with the INEN Standard regarding vertical and horizontal signaling. The study contemplates the redesign of traffic light cycles, as well as the implementation and proper location of vertical and horizontal signage, therefore, an investment of \$ 5071.64 is needed to implement this work. In conclusion, applying the redesign of the traffic light cycles and the implementation of signage improve the service levels in each of the accesses analyzed, it is also determined that the budget investment is feasible, due to the analysis of the benefit / cost ratio is \$ 1 .51 for every dollar invested. It is recommended to use this document as a repository of information and data which can be used as support and guide for the development of other similar investigations.

Keywords: <ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES>, <FEASIBILITY>, <TRAFFIC>, <SIGNALING>, <ALIGHT>, <CONGESTION>, <SINGPOST> RIOBAMBA (CANTON)>



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS



28-10-2021

2004-DBRA-UTP-2021

JOSE LUIS
ANDRADE
MENDOZA

Firmado digitalmente por
JOSE LUIS ANDRADE
MENDOZA
Fecha: 2021.11.04 16:52:11
-05'00'

INTRODUCCIÓN

La movilización de las personas es fundamental y por ende se considera como un derecho constitucional el cual permite que las necesidades de traslado de los individuos sean satisfechas. Además, influye en diversos aspectos de la sociedad y uno de ellos es la economía urbana, la seguridad vial e inclusive la calidad de vida de la población, misma que crece demográficamente, es importante tener en consideración que el desarrollo vial no va en paralelo por lo cual su capacidad es superada.

En el Cantón Riobamba existen varias problemáticas relacionados con movilidad especialmente en lo referente al tráfico vehicular en los accesos norte y sur, por lo cual se ha considerado indispensable proporcionar un estudio de factibilidad técnico, mismo que servirá de guía técnica en la toma de decisiones para reducir o terminar con los inconvenientes relacionados con la congestión vehicular, señalética, seguridad vial, intersecciones sin proyecciones al crecimiento del parque automotor entre otras, entre otros.

Las horas pico constituyen el problema más significativo en los accesos norte y sur de Riobamba puesto que en estos ingresos se observa vehículos pesados, transporte intercantonal, transporte comercial, particular entre otros, que ocupan la misma vialidad por lo que se produce mayor congestión, en cada uno de los corredores existen semáforos y en otro únicamente hay un redondel pero los mismos no han dado un resultado positivo porque se presentan demoras innecesarias y en algunas ocasiones han producido siniestros viales.

El presente trabajo investigativo se halla estructurado de la siguiente forma:

En el Capítulo I que incluye el marco referencial, expone el planteamiento del problema, de igual manera se incluyen los objetivos de investigación y la justificación. Además, abarca los antecedentes históricos y de investigación que junto con los referentes teóricos le dan argumento al presente trabajo en cuestión, incluso enlista las ideas a defender en el estudio y las interrogantes, cada uno de estos subtemas son desglosados y analizados para establecer una fundamentación teórica que permita generar una propuesta acorde a la realidad actual del sector de estudio, en beneficio de la comunidad que se encuentra en estos sitios.

En el Capítulo II se aborda el marco metodológico que explica la ruta a proseguir en la investigación para dar cumplimiento con los objetivos planteados. Para este caso está enmarcada por el enfoque cuantitativo, cualitativo, con un diseño no experimental, descriptivo de campo, lo cual contribuye a recabar datos que permiten conocer la situación actual del sector.

En lo que compete al Capítulo III abarca el marco de resultados y discusión de los mismos, además se ubica el análisis de las intersecciones con la metodología HCM. Por último, el diseño de un estudio de factibilidad para mejorar el Tráfico de los Accesos Norte y Sur que permiten incrementar el nivel de servicio en cada una de las intersecciones.

Para finalizar se presentaron las conclusiones y las recomendaciones, fuentes bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del Problema

El transporte es un sector estratégico básico para el desarrollo global de la economía, por distintos motivos, uno de ellos y muy importante es que garantiza la movilidad de los ciudadanos, también responde a la libre circulación de mercancías y constituye una herramienta básica para incrementar la productividad de los sectores productivos. (Navarro I. , 2019)

El transporte es uno de los sectores que más participa como encadenamiento en la mayor parte de las cadenas productivas, por lo general, sigue el ciclo de crecimiento de la economía y resulta de gran importancia en cualquier sistema económico. En Ecuador, la actividad de transporte y almacenamiento mantiene el 13% del total de empresas de la economía y sus ingresos totales representan el 4% del total de ingresos del sector privado. Su aporte al PIB es del 5,2% y sus actores más importantes son las empresas de transporte aéreo. (Revista Ekos, 2019)

El Art. 394 de la Constitución de la República del Ecuador establece que: “El Estado, garantizará la libertad de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial, dentro del territorio nacional, sin privilegios de ninguna naturaleza. La promoción del transporte público masivo y la adopción de una política de tarifas diferenciadas de transporte serán prioritarias”. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

En consecuencia, el Estado, regulará el transporte terrestre, aéreo y acuático y las actividades aeroportuarias y portuarias, para lo cual es necesario que el país cuente con infraestructura adecuada en todos los modos de transporte, que interconecten entre sí lugares de interés (económico, productivo, turístico, social), permitiendo la movilidad sustentable de las personas y bienes entre los diferentes puntos. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2019).

La congestión vehicular es un problema permanente en el Ecuador y sus aspectos son negativos porque afecta a la calidad de vida de sus ciudadanos. El mismo que es evidente en todas las ciudades del Ecuador. Principalmente es por el crecimiento desordenado de las ciudades y el aumento del parque automotor que no da prioridad al ser humano como parte de este sistema de transporte.

Quito fue la primera ciudad en ejecutar un proyecto de pico y placa para controlar la congestión vehicular con su respectiva ordenanza. Los primeros resultados eran positivos con el pasar del tiempo los mismos descendieron a negativos por el aumento del parque automotor no estaban incluidos los taxis y motocicletas. En la ciudad de Riobamba, la movilidad es muy limitada y se desarrolla en condiciones poco favorables que inciden en la eficiencia de la economía y la seguridad ciudadana, lo que afecta la calidad de vida de la población.

Resulta muy complejo determinar las causas que generan congestión vehicular en la ciudad, sin embargo, se estima que la geografía de la ciudad, el crecimiento de la población, la desigual distribución de las funciones urbanas, el crecimiento del parque automotor, la escasez de infraestructura vial, la falta de educación vial y, sobre todo, la preferencia por el uso del automóvil incide de manera directa en la congestión vehicular. Dentro de esta zona de estudio están los accesos Norte y Sur a la ciudad.

El cantón Riobamba es el más grande de la provincia de Chimborazo con una extensión de 973 Km², lo cual representa el 15,1% del territorio provincial, y una densidad poblacional de 266 hab./Km², esto según el Censo llevado a cabo en el año 2010, por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

Según el Plan Urbano aprobado en 1997 el área urbana era de 2.812 hectáreas, pero debido al acelerado crecimiento de los últimos 20 años se habla de que la parte urbana estaría situada en un área que bordean las 6.000 hectáreas, eso significa un crecimiento urbano del 53%.

Los vehículos matriculados en el año 2019 fueron (58.384 vehículos matriculados) con los que cuenta el cantón Riobamba que le hacen poseedor del mayor número de vehículos matriculados en la zona centro de acuerdo a la Dirección de Movilidad manifestándose esto como otro de los graves problemas que limitan la capacidad vial, por lo que el servicio de estas vías no es óptimo lo que demuestra que la ciudad de Riobamba está copada de vehículos motorizados provocando así; congestión vehicular, saturación de la capacidad de las vías, estrés al conductor y demoras al momento de ser trasladado por las vías de la ciudad.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Mediante el Estudio de factibilidad mejorará el tráfico de los accesos Norte y Sur a la ciudad de Riobamba?

1.1.3. Delimitación del Problema

- **Objetivo de Estudio:** Estudio de Ordenamiento y circulación de vehículos.
- **Área:** Cantón Riobamba.
- **Espacio:** Accesos Norte y Sur de la Ciudad de Riobamba.

Tabla 1-1: Delimitación del Problema

N°	Accesos	Nombre de la calle	Jerarquización Vial
1	Norte	Avenida Pedro Vicente Maldonado (Sector Ex Media Luna)	Principal
2	Norte	E-35 Vía a Quito (Sector By Pass)	Principal
3	Norte	Prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos	Principal
4	Sur	Avenida Leopoldo Freire vía a Chambo	Principal

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Flores, Jonathan. 2021.

1.2. Justificación

Uno de los grandes problemas que están relacionados con la movilidad y que afectan de manera constante a las actividades que llevan a cabo las distintas personas de una ciudad, es sin duda alguna la congestión vehicular, dicha problemática se ha ido posicionando como un flagelo particular de severidad que se manifiesta tanto en países industrializados como también en los que están en vía de desarrollo, afectando tanto a conductores como a los usuarios que utilizan el sistema de transporte público urbano además de acarrear pérdidas de eficiencia económicas así como otros efectos negativos para la sociedad.

1.2.1. Justificación Teórica

Es indispensable entender que a la actualidad en la ciudad de Riobamba, no han existido estudios técnicos cuya orientación de análisis sea la dinamización y la mejora del tráfico en las intersecciones o accesos norte y sur de la ciudad de estudio, es por ello que para entender y desarrollar la presente investigación se debe contextualizar los problemas en base a una

fundamentación teórica que permita detallar de manera general aquellos factores que causan congestión vehicular, pudiendo estas ser el mal diseño geométrico de la infraestructura vial así como también el estado físico actual de la infraestructura vial, el mal diseño de las fases y ciclos semafóricos con la cual operara la intersección, visibilidad y estado de la señalización horizontal y vertical entre otros factores.

1.2.2. Justificación Metodológica

El levantamiento de información juega un papel importante en la investigación de este proyecto, es por ello que a través de la recopilación y cuantificación de datos se podrá obtener información que permita diagnosticar la situación actual para en base a ello determinar alternativas de solución que logren mejorar eficientemente el tráfico vehicular a través de los accesos norte y sur de la ciudad de Riobamba.

1.2.3. Justificación Práctico Social

La elaboración de un estudio de factibilidad para mejorar el tráfico de los accesos norte y sur de la ciudad de Riobamba, será aquel documento que servirá a futuro como una guía técnica en la toma de decisiones que permita mejorar el tráfico de los accesos norte y sur a la ciudad de Riobamba, corrigiendo así también los índices de nivel de servicio y el ámbito de la seguridad vial, por otro lado es importante destacar que la institución encargada de ejecutar este estudio de factibilidad quedara a cargo del GAD Municipal del cantón Riobamba, que de acuerdo a la Resolución N°006-CNC-2012 emitida por el Concejo Nacional de Competencias estableció transferir de manera progresiva las actividades para planificar, regular y controlar el tránsito, el transporte terrestre y la seguridad vial hacia los principales municipios del Ecuador, así mismo se ha establecido los beneficiarios directos del proyecto, siendo estas las personas que residen alrededor de los sectores de estudio, así como también los conductores que ingresan a la ciudad ya sea por comercio, trabajo, educación o turismo, la ciudadanía en general y también el medio ambiente.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un Estudio de Factibilidad para mejorar el Tráfico de los accesos Norte y Sur a la ciudad de Riobamba.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del tráfico en los accesos Norte y Sur a la ciudad de Riobamba.
- Analizar el nivel de servicio de la infraestructura vial de los accesos Norte y Sur.
- Diseñar el Estudio de Factibilidad para mejorar el Tráfico de los Accesos Norte y Sur a la ciudad de Riobamba.

1.4. Antecedentes históricos

Alternativa De Solución Vial A La Intersección De Las Av. A. Cáceres Y Av. Ramón Múgica, Piura. Autor: Luis Otero-Seminario. Las conclusiones son: Si bien las normas extranjeras son aplicables a nuestro entorno, para efectos más precisos el Perú debería pensar en elaborar su propio manual de tránsito ya que la realidad de un conductor en Estados Unidos de Norteamérica, Chile, México o Centroamérica son distintas a la de un conductor peruano.

Se evaluaron 4 soluciones:

1. Construcción de un paso a desnivel con semáforos en su parte inferior.
2. Diseño geométrico basado en las normas internacionales, pero no se cuenta con el mismo espacio físico.
3. En el nuevo diseño geométrico y señalización no se está considerando una fase de semáforos exclusivamente peatonal ya que no existe una cultura por parte de los conductores de respetar al peatón haciendo que puedan ocurrir algunos accidentes. Pero de igual forma, el diseño propone colocar semáforos advirtiendo con un conteo regresivo cada fase peatonal para su

correcto uso. Estas fases peatonales serán compartidas con las fases de los semáforos vehiculares correspondientes.

4. Se colocaron 2 carriles de giro exclusivo a la derecha en las 2 direcciones de la Av. Cáceres, esto para tratar de generar las menores distancias de colas posibles para los vehículos que giran a la derecha y la menor interferencia con los vehículos que giran desde la otra dirección de la avenida

El autor de este proyecto propone realizar un manual de tránsito para el conductor de Perú. Basándose en las metodologías de otros países.

Las soluciones planteadas son:

- Construir un paso a desnivel con semáforos en su interior.
- El diseño geométrico según las normas internacionales, pero no existe el espacio físico necesario.
- El diseño geométrico no tiene esta fase de semáforos peatonal es necesario porque no existe cultura vial de parte de los conductores hacia los peatones. Las características de los semáforos son: Conteo regresivo en cada fase según los semáforos vehicular y peatonal.
- Carriles exclusivos de giro a la derecha para menor distancia y evitar colas de vehículos, menor interferencia para vehículos que circulan a otras direcciones de la vía.

1.5. Antecedentes investigativos

Para llevar a cabo la presente investigación, es importante tener en claro los antecedentes investigativos relacionados a esta área de estudio, teniendo con ello los siguientes ejes referenciales:

A escala macro, en la ciudad de Salamanca, perteneciente a España, dentro del repositorio de la Universidad Politécnica de Catalunya, existe un estudio de que lleva por nombre “ESTUDIO DE REGULACION DEL TRÁNSITO DE VEHICULOS Y PEATONES EN LOS ALREDEDORES DE LA AVENIDA PORTUGAL DE SALAMANCA” de la autora (Holgado, 2012), en dicho estudio tuvo como objetivo determinar los ejes centrales de análisis de tránsito relacionados a la infraestructura y el diseño vial, así como también a las obras de arte, así mismo

la metodología empleada obedece a los métodos cuantitativos combinados a partir de procedimientos de micro simulación por ordenador haciendo uso de los programas Simio Y Aimsun, a partir de todos los datos recolectados se estableció una serie de configuraciones viales para el tránsito vehicular, como en el diseño viario y la restructuración de los ciclos y tiempos de cada fase semafóricas, reduciendo así significativamente los colapsos por congestión vehicular en todo el sistema.

A nivel Latinoamericano, en Colombia se llevó a cabo un estudio técnico, el cual lleva por nombre “ PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD EN LA INTERSECCIÓN DE LA TRANSVERSAL SUPERIOR Y LA AVENIDA LAS PALMAS, MEDELLIN COLOMBIA”, de los autores (Carrillo & Montoya Juan, 2020), en dicho estudio se determinó que el flujo vehicular de la intersección analizada es lento y que los vehículos que requieren incorporarse al tránsito vehicular lo realizan de manera insegura sin generar brechas optimas de tiempo, ocasionando que empeore la congestión vehicular, a partir de ello las propuestas estratégicas que se avizoran en esta línea de investigación guardan una estrecha relación con dos campos, el primero de ellos es el rediseño de los tiempos de los ciclos y las fases semafóricas y el segundo de ellos está vinculada a la implementación de una estructura civil o la incorporación de un carril de aceleración, pronosticando que a futuro los tiempos de viaje reducirán en aproximadamente 21 segundos por cada hora de máxima demanda mejorando el nivel de servicio de “C” a un nivel de servicio tipo “A”, logrando así satisfacer una mayor demanda vehicular.

Ya para finalizar, a escala micro existe un artículo de investigación que lleva por título “ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA PRINCIPAL EN GUAYAQUIL - ECUADOR” los autores intelectuales (Ashhad, Cabrera, & Roa Olga, 2020) detallan que el análisis se centra en la Avenida Pedro Menéndez Gilbert, el cual es una vía principal de la ciudad de Guayaquil, la cual está diseñada para una capacidad de operación y transitabilidad que bordea los 9000 vehículos/hora y que a la actualidad presenta problemas de congestionamiento vial afectando de manera directa a los usuarios, así mismo el objetivo principal de este estudio se enfoca en proponer posibles soluciones a la movilidad, el método de toma de datos consistió en la observación de campo en las intersecciones de entrada y salida dentro de un tramo de 900 metros de longitud, así como también aforos vehiculares en base a la categorización de vehículos para finalizar en los conteos de tiempos de reparto de los semáforos, concluyendo que las causas principales de congestionamiento son la distribución de los tiempos de reparto de los ciclos semafóricos y el atascamiento que se produce se da por los buses alimentadores y colectores de la Metro vía.

1.6. Marco teórico

1.6.1. Factores que intervienen en el problema del tránsito

Las ciudades dependen grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. Estos sistemas de transporte operan por encima de su capacidad con el fin de satisfacer la demanda que se presenta en ese momento. Los vehículos que circulan son: vehículos livianos, tránsito comercial, transporte público con acceso a distintas propiedades o estacionamientos etc. Originan y Representan problemas de tránsito que se puede medir en términos de accidentes o congestiónamiento. (Cárdenas & Cárdenas, 2007).

A continuación, se enuncian cinco factores que podrían ser los contribuyentes a estos problemas y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento de solucionarlos:

1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad.

- a. Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
- b. Automóviles diversos.
- c. Camiones y autobuses, de alta velocidad.
- d. Camiones pesados, de baja velocidad, incluyendo remolques.
- e. Vehículos tirados por animales, que aún subsisten en algunos países.
- f. Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, etc.

2. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas.

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

3. Falta de planificación en el tránsito.

- a. Calles, carreteras y puentes que se siguen construyendo con especificaciones inadecuadas a las características funcionales, rol, clasificación y calificación de las nuevas vialidades, obras de infraestructura (tal como puentes, túneles, etc.) y otros.
- b. Intersecciones proyectadas con una mala concepción, desarrolladas e implementadas sin base técnica.

- c. Inadecuada política de estacionamiento, con la carencia de una estrategia que permita prever espacios para estacionamiento, coherente con los lineamientos preestablecidos.
- d. Incoherencia en la localización de zonas residenciales en relación con el funcionamiento de las zonas industriales o comerciales.

4. *El automóvil no considerado como una necesidad pública.*

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

5. *Falta de asimilación por parte del Gobierno y del usuario.*

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

Las ciudades tienen un sistema de calles que prestan servicios de transporte los mismos que operan por encima de su capacidad con la demanda que se presenta en ese momento. Los vehículos que circulan son, vehículos livianos, tránsito comercial, transporte público con acceso a distintas propiedades o estacionamientos, midiendo los problemas de tránsito en términos de accidentes o congestiónamiento.

A continuación se enumera los 5 factores que indican las características de los problemas de tránsito y como debe solucionarlos para obtener mejores resultados, siendo estos los siguientes:

- Diferentes tipos de vehículos en una sola vialidad: Camiones pesados incluyendo el remolque, vehículos livianos, Bicicletas, motocicletas, etc.
- Vialidades Inadecuadas: calles torcidas, angostas y aceras con poco espacio para peatones.
- Se construyen carreteras sin estudios técnicos.
- Los vehículos no están considerados como parte de la Economía del sector.
- Las leyes no están hechas de acorde a la realidad del sector del transporte porque desconocen la educación vial.

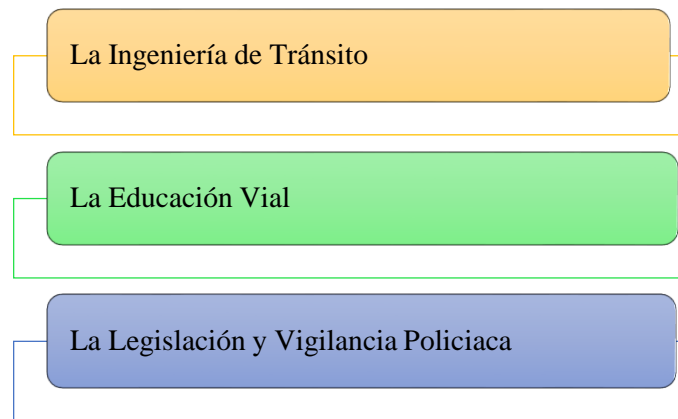


Figura 1-1: Bases para una solución

Realizado por: Flores, J. 2021

Los tres elementos también llamados columnas del templo de la seguridad.

Toda clase de soluciones deben tomar en cuenta estas tres herramientas: Un profesional especializado en Ingeniería de Tráfico, las instituciones educativas y el gobierno.

Los 6 pasos son necesarios para obtener una solución lógica y práctica. (Cárdenas & Cárdenas, 2007)

1. Observación de la problemática
2. Formulación de hipótesis de la problemática y su solución
3. Recopilación de datos
4. Análisis de los datos
5. Proposición concreta y detallada
6. Estudio de los resultados obtenidos

El primer paso es levantar información estadística necesaria en el lugar del proyecto.

El segundo es el análisis de los datos estadísticos con una interpretación real realizada por un especialista y resolver el problema presentando una solución factible incluyendo los siguientes aspectos físicos, uso de suelo del área urbanística de las calles urbanas, las características de los vehículos y el comportamiento del usuario en educación vial según las características del proyecto. Los sistemas legislativos y los policías también deben ayudar a implementar la solución.

Este último paso es el resultado de la solución aplicada al proyecto. Este resultado se tiene por medio de la estadística levantadas en el trabajo de campo como del movimiento vehicular, peatones, disminución o aumento de accidentes. Todas las soluciones requieren revisión y perfeccionamiento este último es de mucha importancia.

Los pasos para un proyecto de tráfico son:

- Observar la vía o campo de estudio.
- Analizar los datos estadísticos y proponer una solución factible basada en los siguientes aspectos físicos: Uso de suelo del área urbanística, características de los vehículos, comportamiento de los usuarios en Educación Vial.
- Las leyes y los policías formen parte de la solución.
- Estadística del trabajo de campo donde indica movimiento vehicular, peatones, disminución o aumento de accidentes.
- Revisar cada uno de los pasos anteriores.

1.6.2. Aforo Vehicular

“Es la enumeración de los aforos fotográficos o en vehículos que pasa por uno o varios puntos de una vía o vías, clasificándolos de acuerdo con distintos criterios. (Navarro S. , 2013)

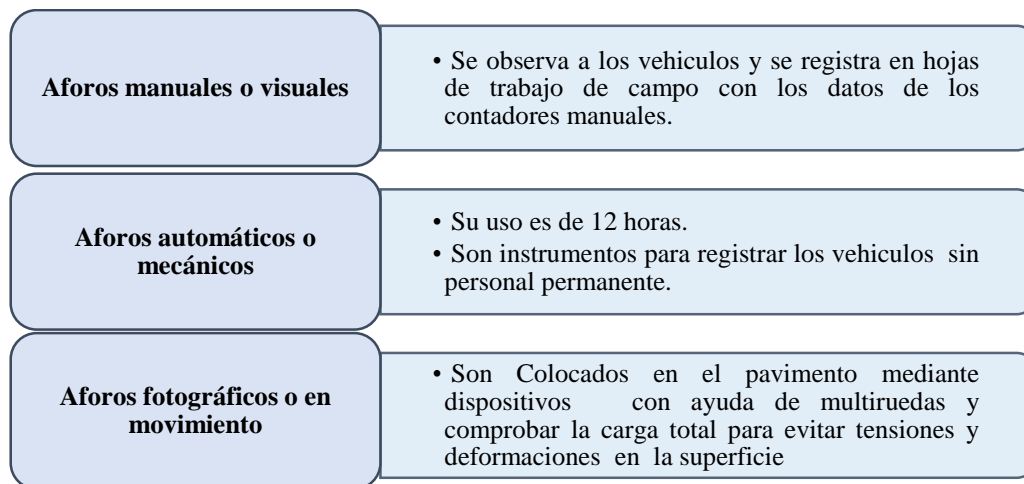


Figura 2-1: Tipos de Aforo

Realizado por: Flores, J. 2021

Este método se emplea para obtener volúmenes de tránsito en un tramo de la vía urbana, sirviendo además para determinar tiempos y velocidades de recorrido medias. Para aplicar este método se emplea un vehículo con su conductor, que recorre el tramo de vía considerado a la velocidad media de la corriente de tránsito, acompañado de uno o más observadores que deben registrar el tiempo que tarda el tramo de la vía considerado, los vehículos que se cruzan con él y están en sentido contrario, los vehículos pasados y los que se adelantan a él, en el mismo sentido. (Navarro S. , 2013).

1.6.3. Volumen de tránsito promedio

Se define al volumen de tránsito promedio diario (TPD) como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor a un día, dividido por el número de días del período, de manera general se expresa como:

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T < 1 \text{ año}}$$

Donde N representa el número de vehículos que pasan durante T días, de ahí salen unas constantes importantes de estudio y proyectos tales como:

- Tráfico Promedio Anual (TPDA)

Número de vehículos que pasan durante un período, en días completos igual o menor a un año y, mayor que un día, dividido para los días del período a considerar.

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Dónde:

TA: Tráfico Anual

- Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{N}{30}$$

- Tránsito Promedio diario Semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{N}{7}$$

1.6.4. Infraestructura Vial

Las formas más simples de infraestructura vial son los nodos y los arcos.

Los nodos o intersecciones son puntos en que se cruzan dos o más vías, por lo que el espacio vial es compartido por ellas; en las intersecciones los vehículos pueden cambiarse a una ruta diferente. Por su parte, los arcos son tramos de vías entre intersecciones y, en general, presentan cierta uniformidad en su ancho; no es posible cambiar de ruta para los vehículos que operan en él, pudiendo sólo salir o incorporarse a la vía hacia o desde los predios vecinos.

Una sucesión de arcos e intersecciones configura lo que se denomina eje vial o simplemente, vía o calle. Las vías se entrecruzan formando una auténtica malla. Por ello, lo que sucede en una calle puede repercutir en otras, especialmente en situaciones de congestión. De ahí que en el lenguaje técnico suele hablarse de “redes viales”, como el conjunto de arcos y nodos conexos que constituyen un sistema. La operación del tránsito lo pone de manifiesto, surgiendo un conjunto de impactos encadenados y difundidos territorialmente.

Una red vial debe ser tratada como tal, lo que muchas veces obliga a ampliar las áreas de análisis para un adecuado planteamiento de medidas de mejoramiento de la operación del transporte. (Bull, 2003)

La infraestructura vial es el conjunto de nodos y arcos. Los arcos e intersecciones forman los ejes viales. Las vías forman una malla porque existe un cruce entre los mismos. El lenguaje técnico es Redes Viales porque son el conjunto de arcos y nodos que forman un sistema de transporte en un territorio. Esta red vial algunas veces debe cambiar según el análisis técnico para un mejor servicio de transporte a la sociedad.

1.6.5. Capacidad vial

En las fases de planeación, estudio, proyecto y operación de carreteras y calles, la demanda de tránsito, presente o futura se considera como una cantidad conocida. Una medida de la eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a esta demanda es su capacidad. La capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto o un carril durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

El intervalo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad vial es de 15 minutos, debido a que se considera que este es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un

flujo estable. Como se sabe, que el volumen en 15 minutos así obtenido es convertido a tasa de flujo horaria, entonces la capacidad de un sistema vial es la tasa máxima horaria. La infraestructura vial, sea esta una carretera o calle, puede ser de circulación continua o discontinua.

Los sistemas viales de circulación continua no tienen elementos externos al flujo de tránsito, tales como los semáforos y señales de alto que produzcan interrupciones en el mismo. Los sistemas viales de circulación discontinua tienen elementos fijos que provocan interrupciones periódicas de flujo de tránsito, independientemente de la cantidad de vehículos, tales como los semáforos, las intersecciones de prioridad con señales de alto y ceda el paso, y otros tipos de regulación.

Dependiendo del tipo de infraestructura vial a analizar, se debe establecer un procedimiento para el cálculo de su capacidad y calidad de servicio. (Cárdenas & Cárdenas, 2007). Por lo tanto, el principal objetivo del análisis de capacidad es estimar el máximo número de vehículos que un sistema vial puede soportar con la seguridad de un flujo continuo. A su vez, mediante los análisis de capacidad, también se estima la cantidad máxima de vehículos que el sistema vial puede soportar mientras se mantiene una determinada calidad de servicio, introduciéndose aquí el concepto de nivel de servicio.

1.6.6. Nivel de servicio

Para medir la calidad de flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. De los factores que afectan el nivel del servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, etc. Entre los externos están las características fijas, tales como el ancho de los carriles, la distancia libre lateral, el ancho de cunetas, las pendientes, etc. (Cárdenas & Cárdenas, 2007)

El nivel de servicio es una medida cualitativa que da a conocer las condiciones del flujo vehicular. Los factores Internos son variaciones de velocidad, volumen composición del tránsito. Factores Externos: Ancho de carriles, distancia libre lateral, ancho de cunetas, pendientes, etc.

1.6.7. Condiciones prevalecientes

Es necesario tener en cuenta el carácter probabilístico de la capacidad, por lo que puede ser mayor o menor en un instante dado. A su vez, como la definición misma lo dice, la capacidad se define para condiciones variantes que dependen de:

- **Condiciones de la infraestructura vial**

Son las características fijas de la carretera o la calle, el desarrollo de su entorno, las características geométricas (ancho de carriles, obstrucciones laterales, velocidad del proyecto, restricciones para el rebase) y el tipo de terreno donde se aloja la infraestructura vial.

- **Condiciones de tránsito**

Se refiere a la distribución del tránsito en el tiempo y en el espacio; a su composición en tipos de vehículos como livianos, camiones, autobuses, etc. a la distribución de carriles, y a la dirección de los mismos.

- **Condiciones de los controles**

Hace referencia a los dispositivos para el control de tránsito, tales como los semáforos (fases, longitudes de ciclo, repartición de verdes, etc.), las señales restrictivas (alto, ceda el paso, no estacionarse, solo vueltas a la izquierda, etc.) y las velocidades límites.

- **Condiciones base o ideales**

Una condición base o ideal, es una condición óptima estándar, que deberá ser ajustada para tener en cuenta las condiciones iniciales. Las condiciones base asumen buen estado del tiempo, buenas condiciones del pavimento, usuarios familiarizados con el sistema vial y sin impedimentos en el flujo vehicular. Por lo anterior, se puede plantear de manera general, una condición prevaleciente en función de una condición base, mediante cualquiera de las dos siguientes relaciones:

$$\text{Condición Prevaleciente} = (\text{Condición Base}) - (\text{Ajuste})$$

$$\text{Condición Prevaleciente} = (\text{Condición Base}) \times (\text{Factor de Ajuste})$$

Mediante la primera relación se llega a la condición prevaleciente, restando un valor a la condición base con las mismas unidades de la característica o variable analizada. Y mediante la

segunda relación se llega a la condición prevaleciente, multiplicando la condición base por un factor de ajuste, que generalmente es menor o igual a uno.

1.6.8. Niveles de análisis

El procedimiento básico en general, para los diferentes tipos de infraestructuras viales, considera tres niveles de aplicación de la metodología de análisis de capacidades y niveles de servicio.

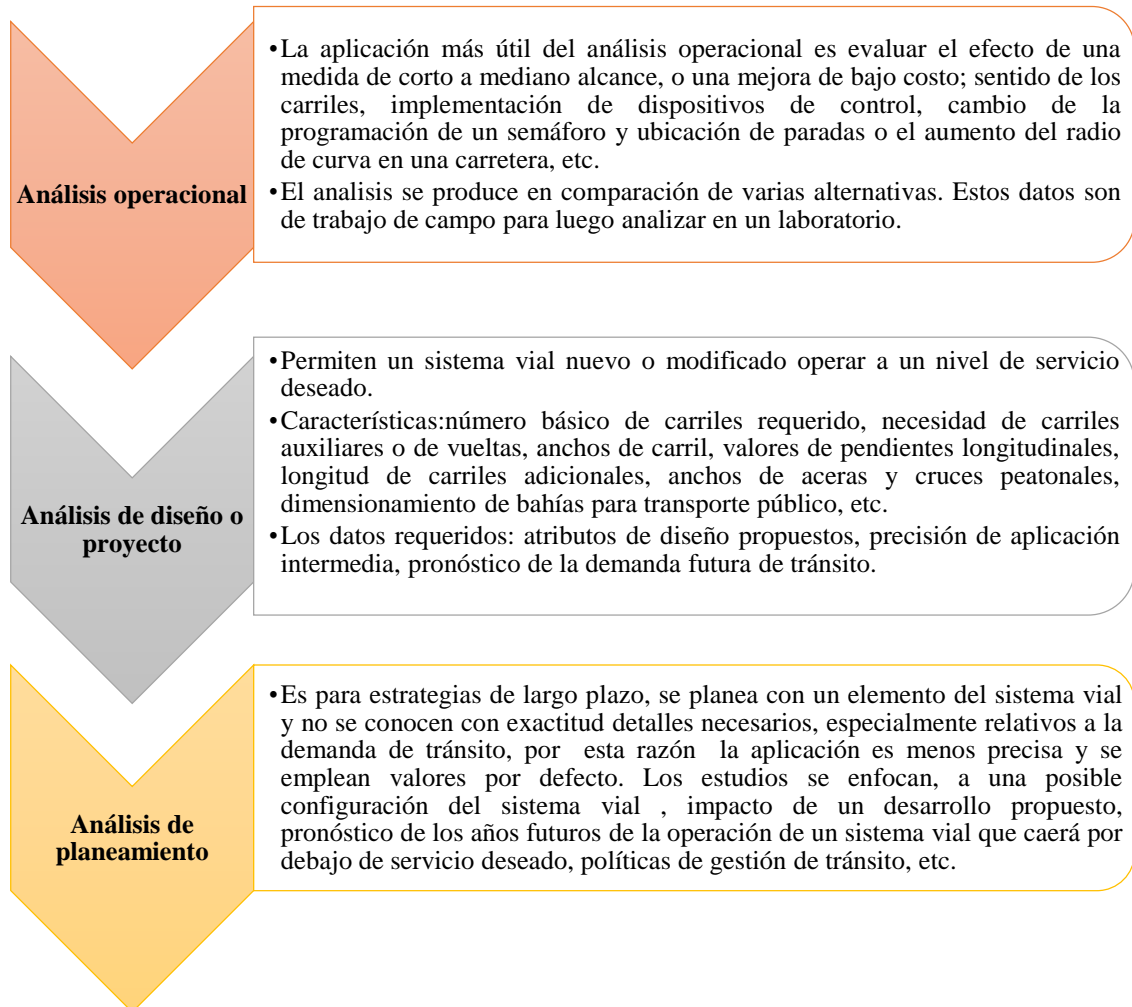


Figura 3-1: Niveles de análisis

Realizado por: Flores, J. 2021

1.6.9. Intersecciones con semáforos

Se presenta de una manera general el análisis operacional de intersecciones con semáforos bajo condiciones de circulación discontinua. Condiciones que tienen que ver con la geometría, el tránsito y los semáforos mismos. Muy rara vez se encontrará que todos los accesos de una intersección funcionen en las mismas condiciones. Por lo tanto, se debe hacer referencia a las capacidades de los diferentes accesos para movimientos críticos en carriles simples o agrupados.

A diferencia de los sistemas viales de circulación continua, en las intersecciones con semáforos, la capacidad no está totalmente correlacionada, determinado nivel de servicio. El análisis de capacidad implica el cálculo de la relación volumen/capacidad para movimientos críticos en carriles simples o agrupados, mientras que el análisis de nivel de servicio se basa en la demora media de los vehículos detenidos por la acción de los semáforos.

1.6.10. Niveles de servicio

El nivel de servicio de una intersección con semáforos se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, el consumo de combustible, de la incomodidad y de la frustración. Específicamente, el nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debida a las detenciones para un periodo de análisis de 15 minutos, considerado como periodo máximo de demanda.

Tabla 2-1: Niveles de Servicio

Nivel de Servicio	Demora por Semáforo (Segundos/vehículo)
A	≤ 10
B	$> 10-20$
C	$> 20-35$
D	$> 35-55$
E	$> 55-80$
F	> 80

Fuente: Volumen de Diseño

Realizado por: Flores, Jonathan. 2021.

Nivel de servicio A: Operación con demoras muy bajas, menores de 10 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos llegan durante la fase verde y no se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto pueden contribuir a las demoras mínimas.

Nivel de servicio B: Operación con demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse.

Nivel de servicio C: Operación con demoras entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a malograrse.

Nivel de servicio D: Operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de ciclo

amplias, o relación verde/rojo altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados.

Nivel de servicio E: Operación con demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demoras. Las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones verde/rojo muy altas.

Nivel de servicio F: Operación con demoras superiores a los 80 segundos por vehículo. Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada.

1.6.11. Semafización

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como son el verde, el amarillo y el rojo. Su finalidad principal es la permitir el paso, alternadamente, a las corrientes de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

- Volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad.
- Tasa de flujo. Es la frecuencia en la cual pasan vehículos o personas durante un tiempo específico menor a una hora expresada como tasa horaria equivalente.
- Volumen. Número de vehículos (personas) que pasan por un punto durante un tiempo específico.
- Demanda. Es el número de vehículos o personas que desean viajar y pasa por un punto determinado durante un tiempo específico. Donde existe congestión la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían a rutas alternas y otros no se realizan debido a restricciones en el sistema vial.
- Capacidad. Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto en un tiempo específico. Puede definirse como la representación de la oferta vial. (Cárdenas & Cárdenas, 2007)

Tránsito anual (TA)	<ul style="list-style-type: none"> • Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $T = 1$ año.
Tránsito mensual (TM)	<ul style="list-style-type: none"> • Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T = 1$ mes .
Tránsito semanal (TS)	<ul style="list-style-type: none"> • Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. • En este caso $T = 1$ semana
Tránsito diario (TD)	<ul style="list-style-type: none"> • Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso $T = 1$ día.
Tránsito horario (TH)	<ul style="list-style-type: none"> • Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $T = 1$ hora.
Tránsito en un período inferior a una hora (Q_i)	<ul style="list-style-type: none"> • Es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora.

Figura 4-1: Volúmenes de tránsito absolutos y totales

Realizado por: Flores, J. 2021

1.6.12. Fase semafórica

Parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso, durante uno o más intervalos. Es la selección y ordenamiento de movimientos simultáneos. Una fase puede significar un solo movimiento vehicular, un solo movimiento peatonal, o una combinación de movimientos vehiculares y peatonales. Una fase comienza con la pérdida del derecho de paso de los movimientos que entran en conflicto con los que lo ganan. Un movimiento pierde el derecho de paso en el momento de aparecer la indicación ámbar.

- **Ciclo o longitud de ciclo:** Tiempo necesario para que el disco indicador efectúe una revolución completa. En otras palabras, es el tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones de señal del semáforo.
- **Movimiento :** Maniobra o conjunto de maniobras de un mismo acceso que tienen el derecho de paso simultáneamente y forman una misma fila.

- **Intervalo:** Cualquiera de las diversas divisiones del ciclo ,durante la cual no cambian las indicaciones de señal del semáforo.
- **Secuencia de Fases:** Orden predeterminado en que ocurren fases del ciclo.
- **Reparto:** Porcentaje de Longitud del ciclo asignado a cada una de las diversas fases.
- **Intervalo de despeje:** Tiempo de exposición de la indicación amarilla del semáforo que sigue intervalo verde. Es un aviso de precaución para pasar de una fase a la siguiente.
- **Intervalo todo rojo:** Tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se prepara a circular. Es utilizado en la fase que recibe el derecho de paso después del amarillo de la fase que lo pierde, con el fin de dar un tiempo adicional que permita a los vehículos, que pierden el derecho de paso, despejar la intersección antes de que los vehículos, que lo ganan, reciban el verde. Se aplica todo sobre aquellas intersecciones que sean excesivamente anchas. También puede ser utilizado para crear una fase exclusiva para peatones.
- **Intervalo de cambio de fase:** Intervalo que puede consistir solamente en un intervalo de cambio a amarillo o que puede incluir un intervalo adicional de despeje todo rojo. (Cárdenas & Cárdenas, 2007)

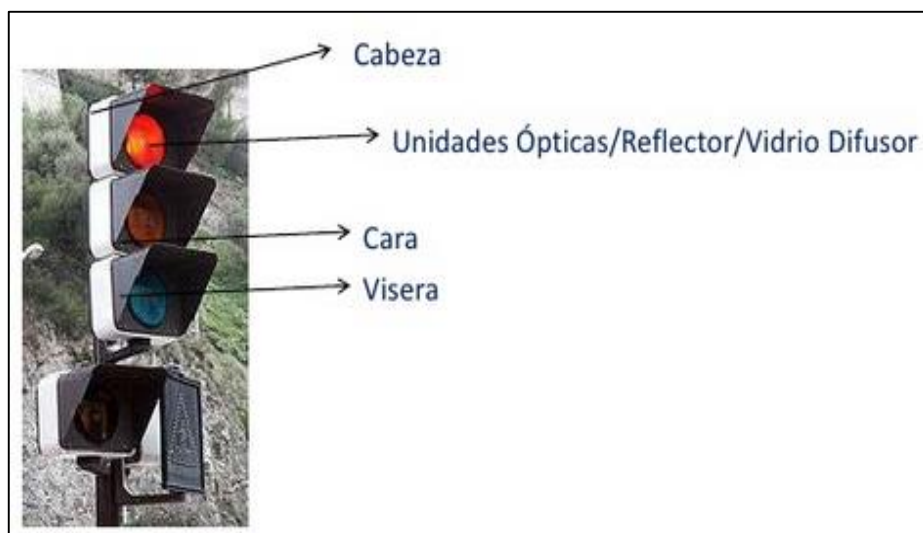


Figura 5-1: Partes del Semáforo

Realizado por: Flores, J. 2021

1.6.13. Flujo de saturación

El flujo de saturación es la tasa máxima de vehículos que cruzan la línea de “alto”, que puede ser obtenida cuando existen filas y éstas aún persisten hasta el final del período verde. En este caso se tiene un período de verde completamente saturado. (Cárdenas & Cárdenas, 2007)

1.6.14. Tipos de Semáforos

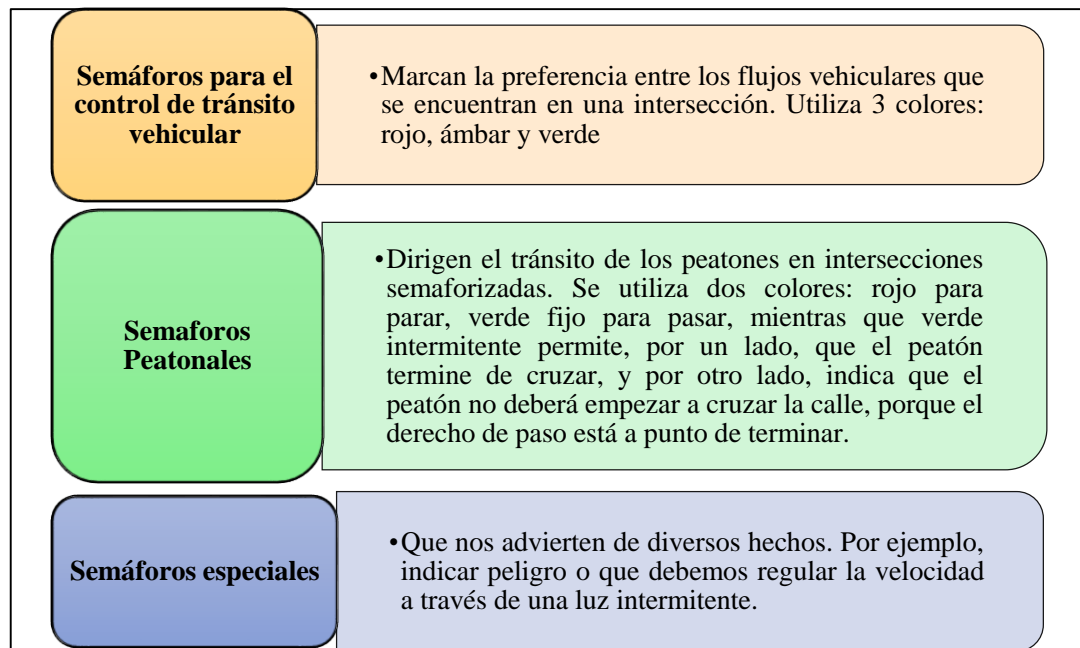


Figura 6-1: Tipos de Semáforo

Realizado por: Flores, J. 2021

1.6.15. Capacidad vial y niveles de servicio

“Se define capacidad de una sección de carretera como el máximo número de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar dicha sección durante un determinado período de tiempo” (Bañón & Beviá, 2000). La capacidad de la vía es el número de vehículos que pasa en un tiempo determinado.

Tabla 3-1: Instalaciones para el flujo sin interrupción y para el flujo interrumpido

Tipo de Servicio	Media de Efectividad	Unidades
Instalaciones para el flujo sin interrupción		
Autopistas	Densidad	Automóviles por kilómetro por carril

Tramos básicos de autopistas	Velocidad de marcha promedio	Kilometro por hora
Encrucijadas	Flujo vehicular	Automóviles por hora
Confluencias con rampa	Densidad	Automóviles por kilómetro por carril
Carreteras multicarriles	Tiempo de demora en por ciento	Por ciento
Carreteras con dos carriles	Velocidad de marcha promedio	Kilometro por hora
Instalaciones para el flujo interrumpido		
Intersecciones con semáforos	Demora individual promedio	Segundos por vehículo
Intersecciones sin semáforo	Capacidad de Reserva	Automóviles por hora
Caminos Troncales	Velocidad de marcha promedio	Kilómetros por hora
Tránsito	Factor de carga	Personas por asiento
Peatones	Espacio	Metro cuadrado por peatón

Fuente: Volumen de Diseño

Realizado por: (Executive, Committee, 2000, p.26)

1.6.16. Dispositivos de Control de Tránsito

Los dispositivos de control son las señales, marcas, semáforos, y cualquier otro dispositivo que se coloca sobre o adyacente calles o carreteras por la autoridad pública por ejemplo en Ecuador se encarga la Agencia Nacional de Tránsito para prevenir, regular a los usuarios de las mismas.

Los dispositivos de control indican prevención es decir la información que hay que tener en cuenta, así mismo indican restricciones en el tramo de circulación, las guías por su parte son necesarias para indicar las condiciones de la calle o carretera, a continuación se describen algunas características de los dispositivos de control de tránsito:

- Satisfacer una necesidad.
- Llamar la atención
- Transmitir un mensaje simple y claro.
- Imponer respeto a los usuarios de las calles y carreteras.
- Estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar.
- Cumplir los requisitos de las normas INEN y su mensaje de información con respecto al tránsito debe ser claro a todos los usuarios que circulan por las carreteras

En la figura 7-1, se complementan otras características y factores que deben cumplir los dispositivos de control de tráfico, siendo los siguientes:

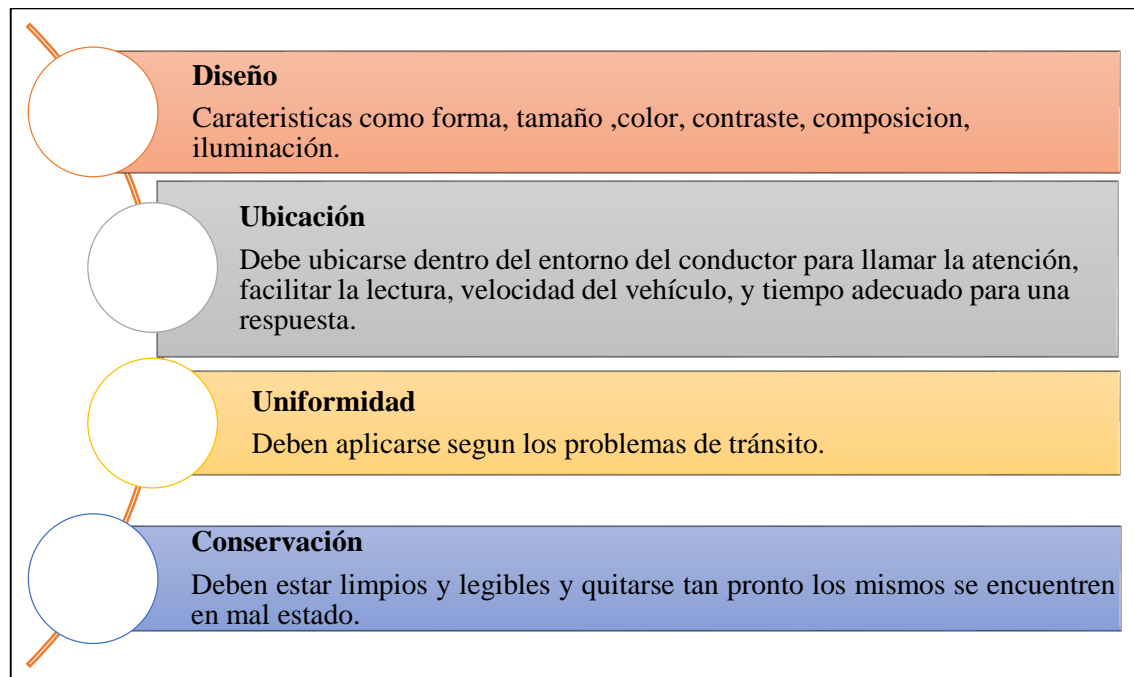


Figura 7-1: Factores de los dispositivos de Control

Realizado por: (Cárdenas & Cárdenas, 2007, p. 64)

1.6.17. Clasificación de los dispositivos de control de Tránsito

1.6.17.1. Señales Verticales

- Preventivas.
- Restrictivas.
- Informativas.
- Turísticas y de servicios.
- Señales diversas.

1.6.17.2. Señales Horizontales

- Rayas.
- Marcas.
- Botones.

1.6.17.3. Dispositivos para protección en obras

- Rayas.
- Símbolos.

- Marcas.
- Botones.
- Señales verticales
- Preventivas.
- Restrictivas.
- Informativas.
- Diversas.
- Barreras levadizas.
- Barreras fijas.
- Conos.
- Dispositivos luminosos.
- Señales manuales.

1.6.17.4. Semáforos

- Vehiculares.
- Peatonales.
- Especiales.

Dentro de la clasificación de los dispositivos de control de tránsito se destacan las señales verticales y horizontales que se encuentran en las vías, por otro lado también se destacan los dispositivos de protección de obras las cuales son colocadas según las características de las obras, por su parte los semáforos se encargan de regular el tránsito de vehículos y peatones de la vía. (Cárdenas & Cárdenas, 2007)

1.6.18. Intersecciones

Se denomina intersección a un área que es compartida por dos o más caminos, y cuya función principal es posibilitar el cambio de dirección de la ruta. La intersección varía en complejidad desde un simple cruce, con sólo dos caminos que se cruzan entre sí en ángulo recto, hasta una intersección más compleja, en la cual se cruzan tres o más caminos dentro de la misma área. (Ambriz, 2018)

La intersección es compartida entre dos o más vías y que su principal función es direccionar una ruta. Su complejidad varía desde un simple cruce, dos caminos que forman un ángulo recto de 90 grados hasta el más complejo entre tres o más caminos de una misma área.

1.6.18.1. Clasificación de intersecciones

Las intersecciones se clasifican en las siguientes tres categorías:

- A desnivel sin rampas
- A desnivel con rampas (comúnmente conocidas como distribuidores viales)
- A nivel

1.6.18.2. Intersecciones a desnivel

Las intersecciones a desnivel constan de estructuras que distribuyen al tránsito para que cruce a niveles diferentes sin interrupción (distancias verticales). El potencial de accidentes en las intersecciones a desnivel se reduce, porque se eliminan muchos conflictos potenciales entre los flujos vehiculares que se cruzan.

Los tipos básicos de intersecciones a desnivel son de tipo T o de tres vías, que contemplan tres enfoques; las intersecciones de cuatro vías o tréboles, que tienen cuatro accesos, y las intersecciones de vías múltiples, que tienen cinco o más accesos. (Hoel, J.Garber Nicholas y Lester A., 2005)

Las intersecciones a desnivel tienen varias estructuras con sus respectivos cruces. Los accidentes de tránsito en las intersecciones a desnivel porque se eliminan los puntos de conflicto.

Entre los tipos de intersecciones se tienen los siguientes:

- Intersecciones T o de tres vías: Tres enfoques.
- Intersecciones 4 vías: Tienen 4 accesos.
- Intersecciones vías múltiples: 5 o más accesos.

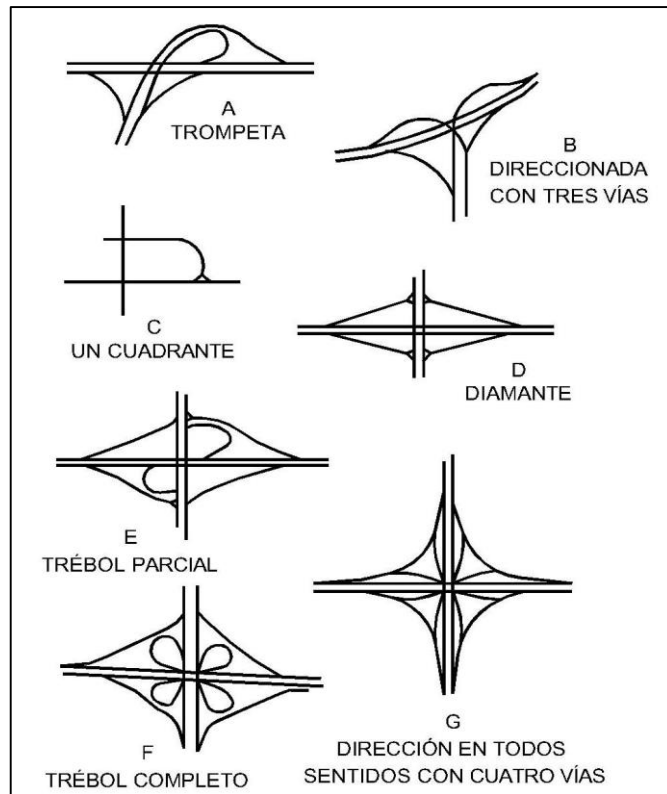


Figura 8-1: Intersecciones a desnivel
Fuente: (Hoel, J.Garber Nicholas y Lester A., 2005, p.16)

1.6.18.3. Intersecciones a nivel

Estas intersecciones tienen una amplia variación, las soluciones para aplicar son muy generales. La solución es muy costosa porque se trabaja más en su diseño geométrico porque dos vías comparten una sola calzada. Las zonas de conflicto están entre ambas calzadas si se da prioridad de paso o uso de calzada.

Las intersecciones mayores a 70 grados el conductor debe girar en forma oblicua o en Y y tiene menor velocidad. Las posibilidades de colisión disminuyen. Cuando esta superficie amplia es compartida se puede colocar: isletas, platabandas, canteros centrales, etc.

Según el análisis del autor:

- Esta solución es muy costosa porque se construye el diseño geométrico y sus vías son compartidas.
- Los puntos de conflicto están entre las dos vías.

- Intersecciones mayores a 70 grados y debe girar en dirección oblicua o en Y para una menor velocidad.
- Las colisiones disminuyen porque la vía es amplia y compartida y se coloca Isletas, platabandas etc.

1.6.18.4. Factores para Diseñar una Intersección

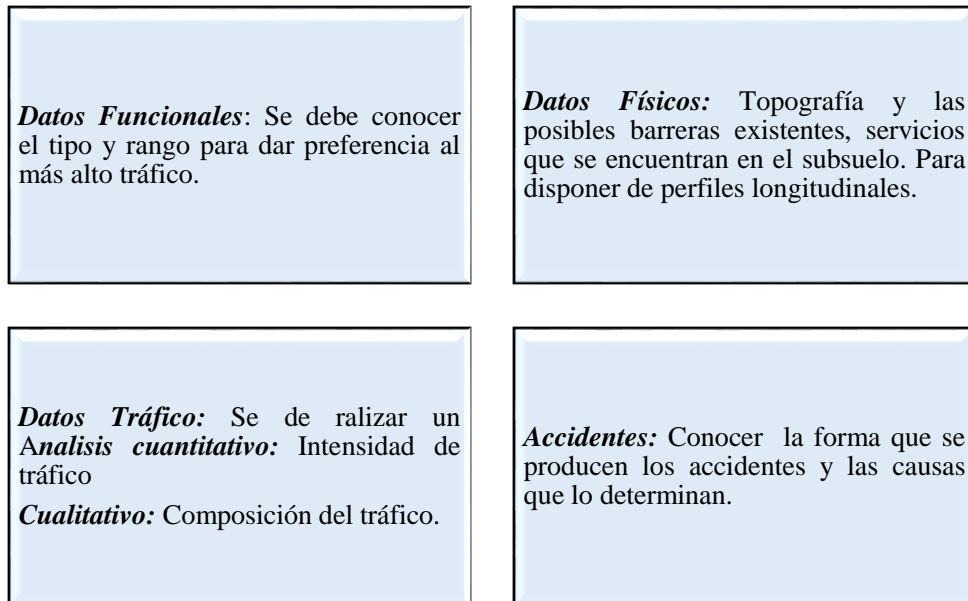


Figura 9-1: Factores para diseñar una Intersección
Realizado por: Flores, J. 2021

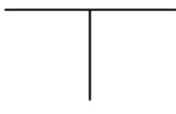
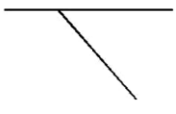
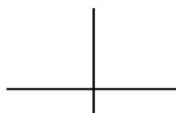
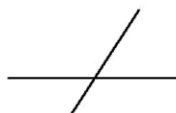
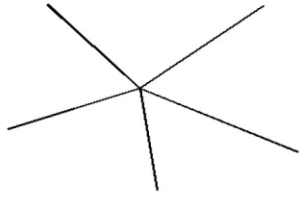
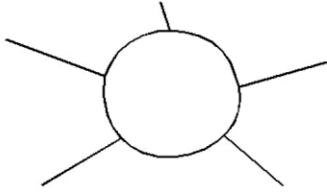
	Perpendiculares	Oblicuas
Tres Ramales	 En T	 En Y
Cuatro Ramales	 En cruz	 En X
Múltiple		
Giratoria		

Figura 10-1: Tipología de Intersecciones

Realizado por: Flores, J. 2021

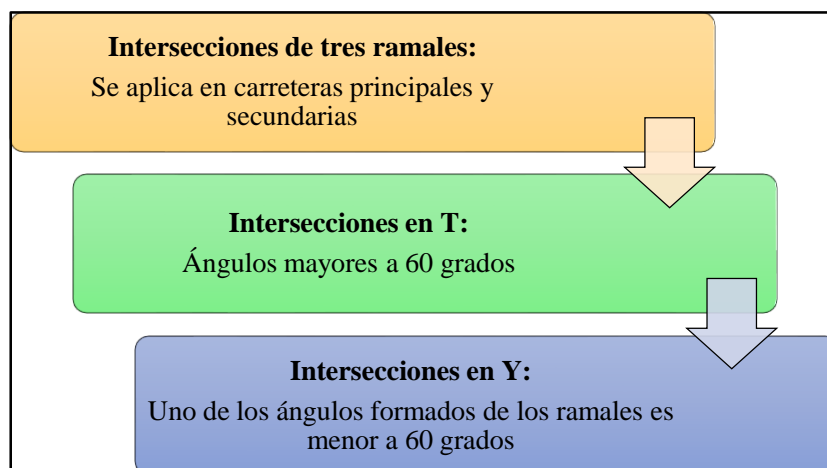


Figura 11-1: Tipología de Intersecciones

Realizado por: Flores, J. 2021

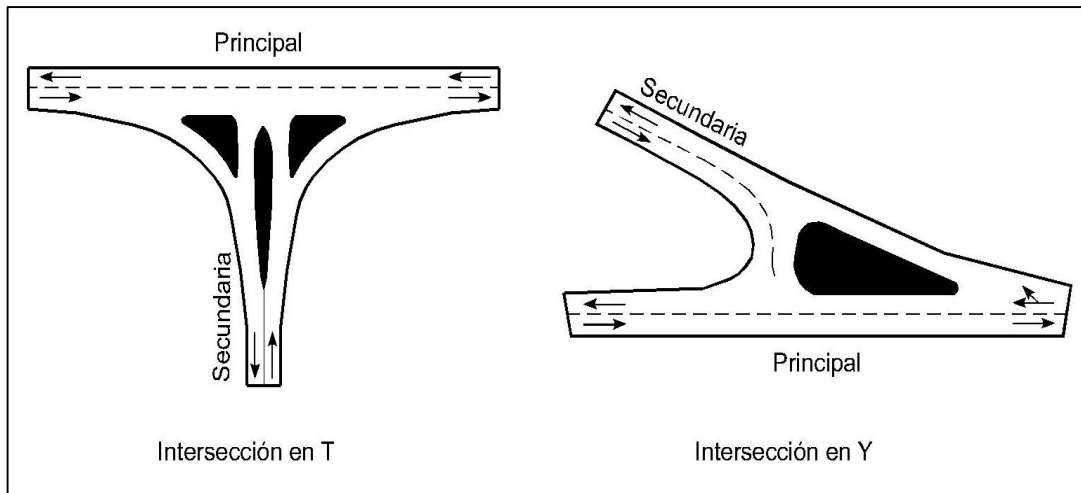


Figura 12-1: Intersecciones sin canalizar y canalizada

Realizado por: Flores, J. 2021

Para favorecer determinados movimientos pueden construirse raquetas o carriles independientes que facilitan la incorporación del vehículo o mediante un giro indirecto, así como intersecciones en T con falsa glorieta.

Aunque en algunos casos resulten más económicas, no son recomendables, ya que se realiza perpendicularmente a los mismos. Únicamente, este tipo de variantes pueden considerarse si se hallan reguladas mediante semáforos. (Ambriz, Angélica Baeza Martínez - Elizabeth Rosa Martínez, 2012).

Las raquetas o carriles independientes facilitan la movilización vehicular mediante un giro indirecto. Y las intersecciones en T con falsa glorieta son económicas, pero no son recomendables porque el movimiento vehicular es perpendicular entre los mismos. Pueden ser consideradas si tienen semáforos.

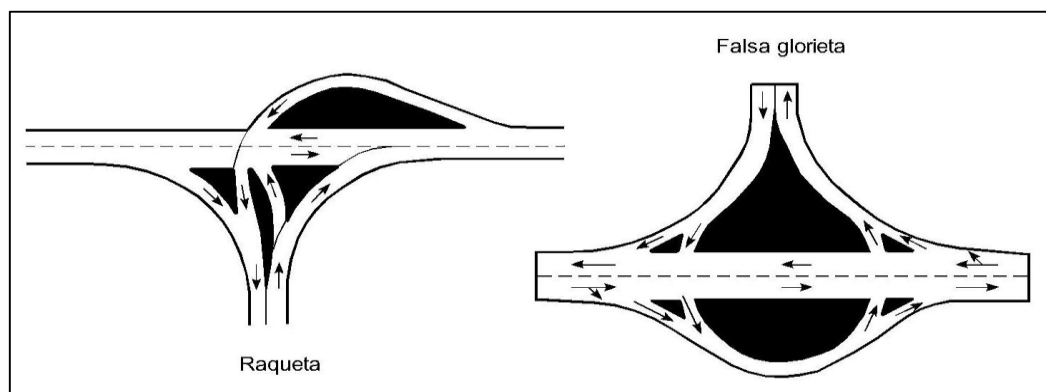


Figura 13-1: Variantes en raqueta y rotonda o falsa glorieta

Realizado por: Flores, J. 2021

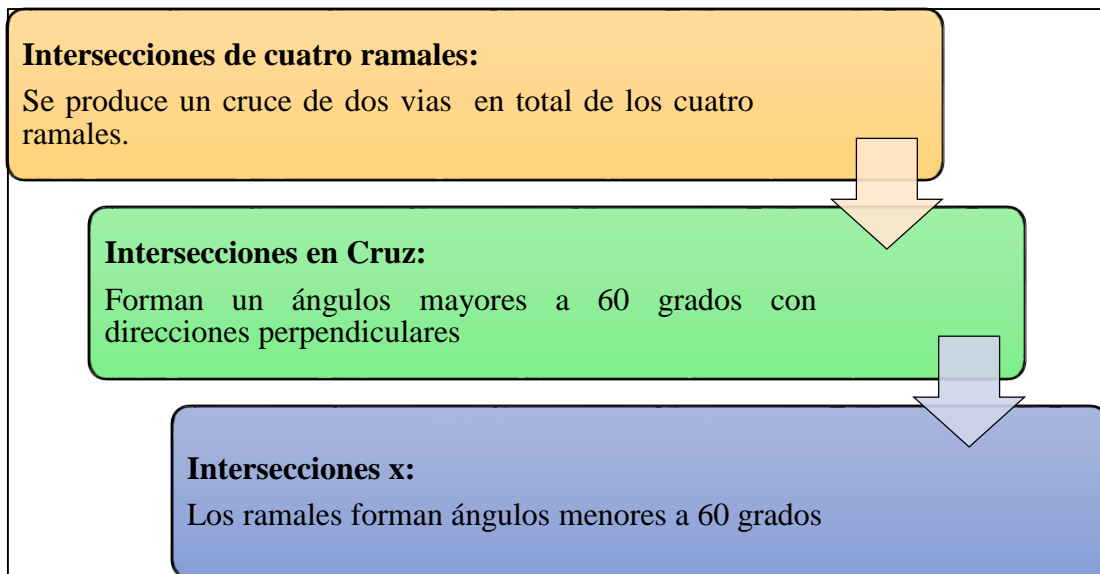


Figura 14-1: Intersecciones de cuatro ramales

Realizado por: Flores, J. 2021

Las intersecciones poco importantes pueden mantenerse sin canalizar; según vaya aumentando el tráfico será conveniente colocar isletas o vías de espera tanto en la vía principal como en la secundaria. Al igual que en intersecciones de tres ramales, cuando el tráfico en la vía principal tiende a no desviarse de dicha vía puede ser conveniente el proyecto de intersecciones con falsa glorieta, aunque en este caso dada su mayor peligrosidad conviene que estén semaforizadas. (Ambriz, 2018)

Las intersecciones poco importantes pueden estar sin canalizar y según aumente el tráfico se puede colocar isletas o vías de espera en la vía principal y en la secundaria. En las intersecciones de 3 ramales cuando el tráfico aumenta en la vía principal y el mismo no se desvía es conveniente el proyecto de intersecciones con falsa glorieta y por mayor peligro es conveniente que este semaforizada.

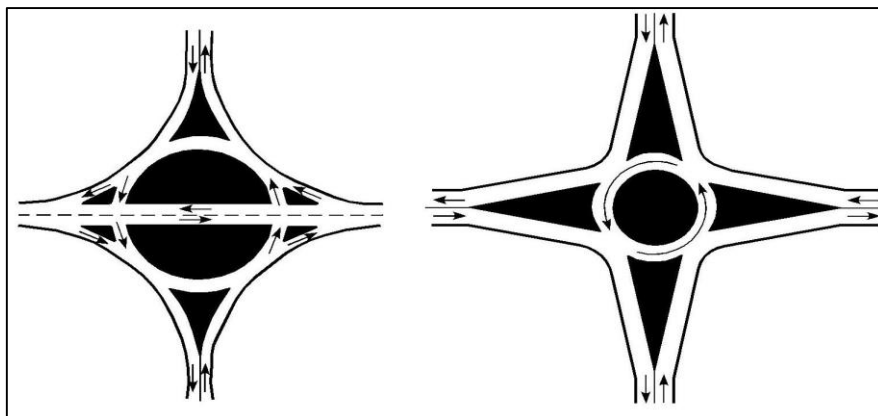


Figura 15-1: Falsas glorietas

Realizado por: Flores, J. 2021

Las intersecciones en X proporcionan una mala visibilidad de la calzada, por lo que es conveniente transformarlas en intersecciones en cruz o en doble T, como se muestra en las figuras adjuntas. (Ambriz, 2018)

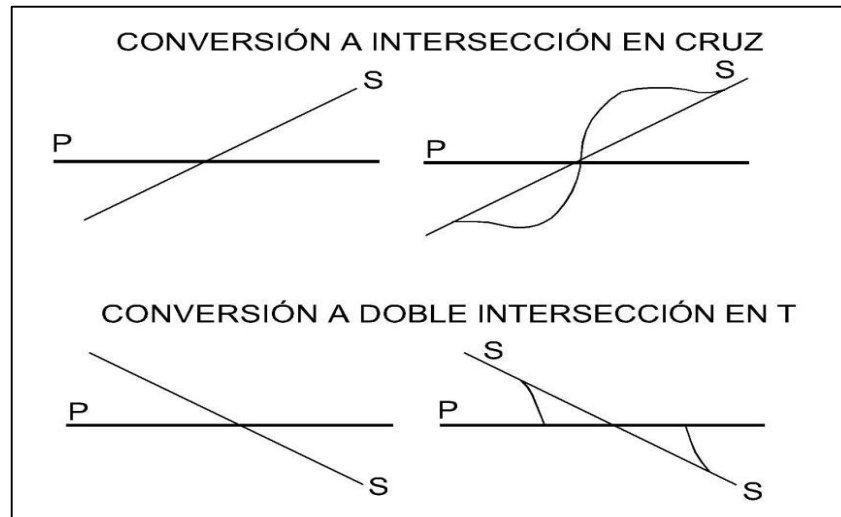


Figura 16-1: Formas correctas de convertir intersecciones en X
Realizado por: Flores, J. 2021

1.6.19. Uso de los volúmenes de tránsito

Los volúmenes de tránsito son utilizados para:

- Planificar: Clasificación y distribución de tránsito con las estimaciones a favor del medio ambiente.
- Proyectos: Aplicación de Normas para la construcción de nuevas carreteras.
- Ingeniería de Tránsito: Capacidades y niveles de servicio de las vías y a la vez zonificar las velocidades. Colocación de dispositivos para controlar el tráfico y los estudios para estacionamientos.
- Seguridad: Estadísticas de accidentes de tránsito y la evaluación de las mismas para mejorar la seguridad Vial en las vías.
- Investigación: Nuevas metodologías y estudios técnicos antes y después con las respectivas normas de tránsito.
- Usos comerciales: En los lugares de mayor tráfico.

1.6.20. Metodología de análisis operacional (HCM 2000)

El Manual de Capacidad de Carreteras o Highway Capacity Manual, especifica que el nivel de servicio (Levels of Service) como “una medida cualitativa que describe las condiciones operativas de un flujo viario, y de su percepción por los conductores y/o pasajeros” (Asociación Técnica de Carreteras, 1987).

Existen variables que tienen relación con la definición de nivel de servicio entre ellas se mencionan las siguientes:

- La Velocidad a la que consiguen circular los vehículos por las vías.
- El Tiempo de recorrido, es decir, la inexistencia de detenciones y esperas.
- Libertad de maniobra con la que los choferes puedan movilizarse en del tránsito.
- Comodidad que perciben los usuarios viales respecto a la excelente condición de la señalética, ausencia de ruidos, buen estado de las vías.
- La conveniencia o adecuación del flujo a los deseos del usuario.
- Seguridad activa y pasiva que ofrece la vía.

El Highway Capacity Manual 2000, (Cáceres, 2014) ha establecido seis niveles de servicio denominados A, B, C, D, E y F, que van desde las mejores condiciones de circulación hasta las peores, a continuación, se detallan cada uno de los servicios



Figura 17-1: Clasificación de niveles de servicios

Realizado por: Flores, J. 2021

1.6.20.1. Cálculo del Nivel de Servicio

La metodología del HCM 2000 para el análisis bidireccional en carreteras de dos carriles, estima las medidas de operación de tránsito a lo largo de una sección de carretera, con base en el tipo de terreno, diseño geométrico y las condiciones del tránsito. El terreno se clasifica como llano y ondulado ya que el terreno montañoso se aborda mediante el análisis operacional en pendientes específicas en ascenso y descenso. (Martínez D. , 2014)

De acuerdo a lo mencionado, el proceso de cálculo del Nivel de Servicio es el siguiente:

- Primero se realiza la determinación de la velocidad de flujo libre, que es medida en el tránsito en condiciones de bajo volumen (hasta 200 automóviles/hora en ambos sentidos) y puede ser obtenida mediante la medición directa en campo o por estimación.
- Luego, para la determinación del flujo vehicular deben realizarse tres ajustes al *volumen* horario de demanda, con base en los conteos manuales de tránsito o en estimaciones, para así llegar al flujo horario expresado en vehículos equivalentes.
- La velocidad promedio de viaje se estima a partir de la velocidad a flujo libre, el flujo de demanda y un factor de ajuste por el porcentaje de zonas de no rebase.
- A continuación, se determina del porcentaje de tiempo perdido por seguimiento a partir del flujo de demanda, de la distribución direccional del tránsito y del porcentaje de zonas de no rebase.
- Llegados a este punto, el primer paso para determinar el nivel de servicio es comparar el flujo equivalente en automóviles, con la capacidad de 3.200 autos equivalentes/hora en ambos sentidos en condiciones ideales de la carretera. Si el valor del flujo equivalente es mayor que la capacidad, entonces la carretera opera en sobresaturación y el nivel de servicio es F. Si el valor del flujo equivalente es menor que la capacidad, el nivel de servicio se determina localizando los rangos del porcentaje del tiempo empleado en seguimiento y la velocidad media de viaje.
- Finalmente, también se pueden determinar otras medidas de funcionamiento o rendimiento como la relación volumen a capacidad, los viajes totales durante un período de 15 minutos y durante la hora de máxima demanda y el tiempo total de viaje durante 15 minutos.

Tabla 4-1: Determinación del Nivel de Servicio

LOS	Demora(s/veh)	Descripción General
A	≤ 10	Flujo Libre
B	>10-20	Flujo Estable (pequeños retrasos)
C	>20-35	Flujo estable retrasos aceptables)
D	>35-55	Cerca de flujo inestable (retardo tolerable)
E	>55-80	Flujo inestable (retraso intolerable)
F	>80	Flujo forzado (atascado)

Fuente: Highway Capacity Manual 2000
Realizado por: Flores, Jonathan. 2021.

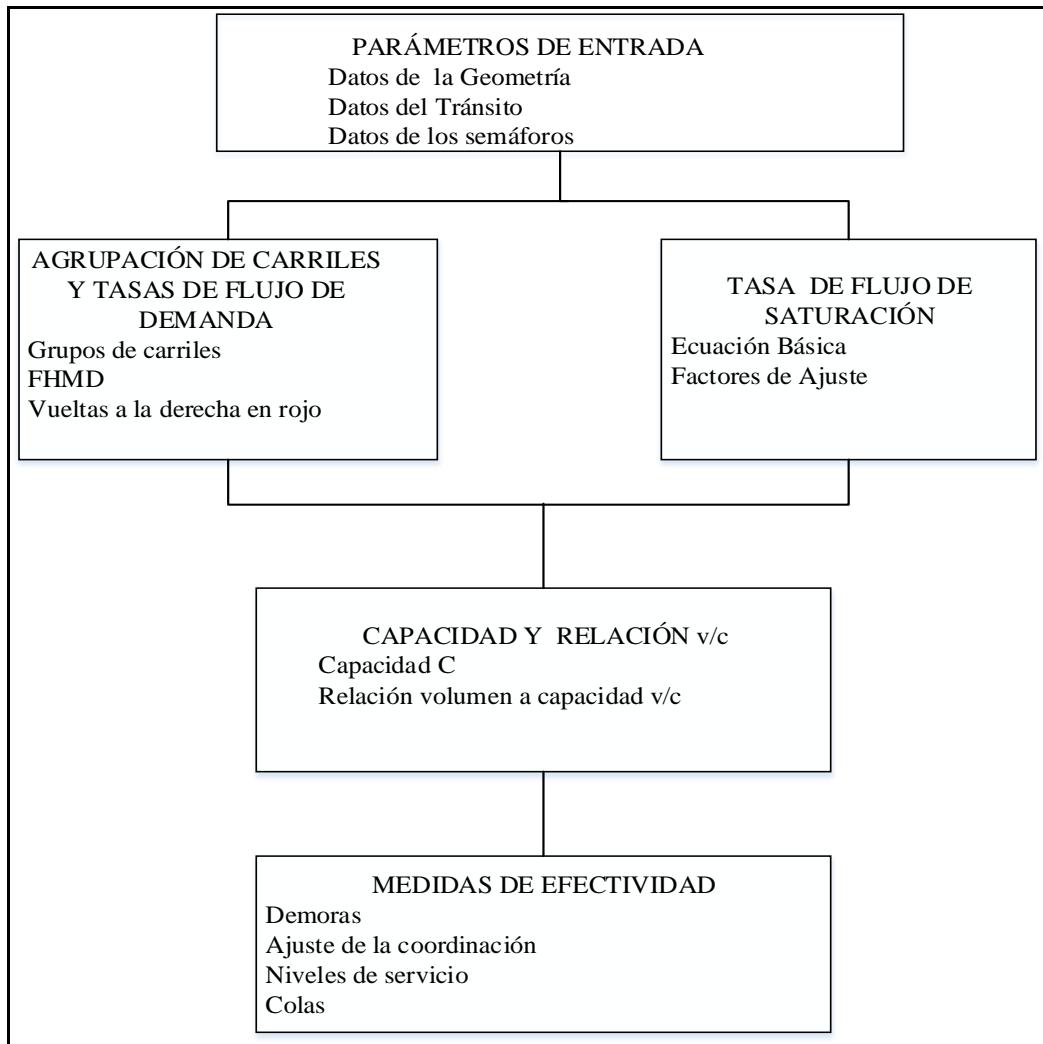


Figura 18-1: Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforos
Realizado por: Flores, J. 2021

1.6.21. Factibilidad

La factibilidad describe lo fácil o difícil que puede resultar hacer algo. Cuando se establece una meta en el trabajo, se piensa en la factibilidad a largo plazo de lograr lo que se desea. Indica si vale la pena invertir en un proyecto.

Cuando se habla sobre la factibilidad de un proyecto, realmente se está discutiendo si se puede lograr o no, ¿qué tan factible es? Por ejemplo, si se desea cuestionar el plan de un hombre de pintar toda su casa en un solo fin de semana, se le diría que debe analizar la factibilidad de esa tarea. Esto permitirá preguntar si se puede hacer o no.

En algunos casos, puede suceder que un proyecto no sea factible. Podría haber muchas razones para esto, incluyendo el hecho que se requieran demasiados recursos. Esto no solo impide que

esos recursos puedan realizar otras tareas, sino que también el proyecto pudiera tener un costo mayor a lo que ganaría una organización al asumir un proyecto que no sea rentable. (Corvo, 2019).



Figura 19-1: Tipos de factibilidad

Realizado por: Flores, J. 2021

1.6.22. Señalética Vertical

La circulación de los vehículos se halla regulada por diferentes normativas, las cuales establecen elementos indispensables para una circulación correcta, fluida, ordenada y cómoda, por ello la señalización es un elemento importante para generar una movilidad eficiente.

La señalética vertical es cualquier dispositivo de control de tráfico que se utiliza para transmitir información particular a los usuarios mediante cualquier símbolo.

1.6.22.1. Clasificación de señales y funciones

Señales regulatorias: Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal.

- **Señales preventivas:** Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.
- **Señalética de información:** Informar a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.
- **Señalética Especiales Delineadoras:** Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma.
- **Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales:** Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosa que podrían causar daños a los usuarios vitales. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

1.6.22.2. Codificación de señales




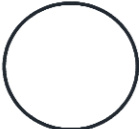





Las letras de identificación usadas son las siguientes:

- ✓ R - Señales regulatorias.
- ✓ P - Señales preventivas.
- ✓ I - Señales informativas.
- ✓ D - Señales especiales delineadoras.
- ✓ T - Señales y dispositivos para trabajos en la vía y propósitos especiales.
- ✓ E - Señales escolares.
- ✓ SR- Señales riesgos.

1.6.22.3. Uniformidad de Diseño

La uniformidad en el diseño de las señales, facilita la identificación por parte del usuario vial. Por lo que se estandariza el uso de la forma, color y mensaje, de tal manera que las varias clases de señales sean reconocidas con rapidez.

Tabla 5-1: Uniformidad de diseño

Figura	Descripción
	El octógono se usa exclusivamente para la señal de PARE.
	El triángulo equilátero con un vértice hacia abajo se usa exclusivamente para la señal de CEDA EL PASO.
	El rectángulo con el eje mayor vertical se usa generalmente para señales regulatorias.
	El círculo se usa para señales en los cruces de ferrocarril
	El rombo se usa para señales preventivas y trabajos en la vía con pictogramas
	La cruz diagonal amarilla se reserva exclusivamente para indicar la ubicación de un cruce de ferrocarril a nivel.
	El rectángulo con el eje mayor horizontal se usa para señales de información y guía; señales para obras en las vías y propósitos especiales, así como placas complementarias para señales regulatorias y preventivas.
	El escudo se usa para señalar las rutas.
	El pentágono se usa para señales en zona escolar

Fuente: INEN 004 - 1

Realizado por: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011.

Se debe también tener en consideración los colores de cada señalética, ya que estos se hallan normalizados de igual forma.

Tabla 6-1: Colores Normalizados para Señales

Color	Descripción
Rojo	Se usa como color de fondo en las señales de PARE, en señales relacionadas con movimientos de flujo prohibidos y reducción de velocidad; en paletas y banderas de PARE, en señales especiales de peligro y señales de entrada a un cruce de ferrocarril; como un color de leyenda en señales de prohibición de estacionamiento; como un color de borde en señales de CEDA EL PASO, triángulo preventivo y PROHIBIDO EL PASO en caso de riesgos; como un color asociado con símbolos o ciertas señales de regulación; como un color alternativo de fondo para banderolas de CRUCE DE NIÑOS.
Negro	Se usa como color de símbolos, leyenda y flechas para las señales que tienen fondo blanco, amarillo, verde limón y naranja, en marcas de peligro, además se utiliza para leyenda y fondo en señales de direccionamiento de vías.
Blanco	Se usa como color de fondo para la mayoría de señales regulatorias, delineadores de rutas, nomenclatura de calles y señales informativas; y, en las señales que tienen fondo verde, azul, negro, rojo o café, como un color de leyendas, símbolos como flechas y orlas.
Amarillo	Se usa como color de fondo para señales preventivas, señales complementarias de velocidad, distancias y leyendas, señales de riesgo, además en señales especiales delineadoras.
Naranja	Se usa como color de fondo para señales preventivas, señales complementarias de velocidad, distancias y leyendas, señales de riesgo, además en señales especiales delineadoras
Verde	Se usa como color de fondo para las señales informativas de destino, peajes, control de pesos y riesgo; también se utiliza como color de leyenda, símbolo y flechas para señales de estacionamientos no tarifados con o sin límite de tiempo. El color debe cumplir con lo especificado en la norma ASTM D 4956.
Azul	Se usa como color de fondo para las señales informativas de servicio; también, como color de leyenda y orla en señales direccionales de las mismas, y en señales de estacionamiento en zonas tarifadas, (En paradas de bus esta señal tiene el carácter de regulatoria).
Café	Se usa como color de fondo para señales informativas turísticas y ambientales.
Verde Limón	Se usará para las señale que indican una Zona Escolar

Fuente: INEN 004 - 1

Realizado por: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011.

Los alfabetos normalizados utilizados en los mensajes de señales descritas en este Reglamento deben cumplir con lo especificado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 “Señalización vial. Parte 4. Alfabetos normalizados; estas comprenden seis series de letras mayúsculas y números, que van desde la serie A hasta la serie F (angosta, media y ancha), una serie especial denominada E modificada (letras más gruesas que la normal serie E mayúsculas) y una serie de letras minúsculas Lm las cuales se utilizan conjunta y exclusivamente con las letras mayúsculas de la serie E modificada.

Las letras minúsculas se deben utilizar en las señales informativas de dirección, de distancias y para abreviaciones tales como m (metro), km (kilómetros) y t (toneladas).

Las distancias de legibilidad, para las letras mayúsculas de las series C, D, E y E modificada, se indican a continuación y pueden usarse como una guía para determinar la distancia de legibilidad de señales normalizadas y para el diseño de señales de información especiales y otras.

Tabla 7-1: Distancias de Legibilidad

Serie de letras	Distancia de legibilidad en metros por 10mm de tamaño de letra
C	5 m
D	6 m
E	7 m
E modificada	7,5 m*

Fuente: INEN 004 - 1

Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

1.6.22.4. Colocación lateral en zona rural

En vías sin bordillos en sectores rurales (carreteras), la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón, postes de guía o cara del riel o guardavía de protección; en caso de existir cuneta, esta distancia se considera desde el borde externo de la misma. La separación no debe ser menor de 2,00 m ni mayor de 5,00 m (ver Ilustración 8.3) del borde del pavimento de la vía, excepto para señales grandes de información en autopistas en donde pueden requerirse mayor separación.

1.6.22.5. Altura en zona rural

En sectores rurales, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visibles bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1,50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal. Para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2,00 m. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

1.6.22.6. Uniformidad de ubicación

Las señales se deben instalar en el lado derecho de las vías, en circunstancias especiales y que se especifican en este reglamento, las mismas pueden duplicarse al lado izquierdo o colocarse levadas sobre la calzada. Hay que tomar precauciones cuando se instalan señales, para asegurar que estas no se obstruyen unas a otras o que su visibilidad sea reducida, especialmente en intersecciones.

Las reglas para la ubicación lateral de señales al costado de las vías, soportes de estructuras para señales aéreas y, altura de montajes de estas señales son las siguientes:

- a) La colocación lateral se mide desde el filo de la vía al borde de la señal más cercano a la vía.
- b) La altura, debe ser desde la proyección de la superficie de la calzada al lado inferior de la señal, o del filo inferior de la señal más baja en poste con varias señales.

La colocación lateral en zona rural, en las vías sin bordillo en sectores rurales (carreteras), la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón, postes de guía o cara del riel o guardavía de protección; en caso de existir cuneta, ésta distancia se considera desde el borde externo de la misma. La separación no debe ser menor de 2,00 m ni mayor de 5 m del borde del pavimento de la vía, excepto para señales grandes de información en autopistas en donde pueden requerirse mayor separación.

La colocación lateral en zona urbano, en vías con acera, las señales deben colocarse, a mínimo 300 mm del filo del bordillo, y máximo a 1,00 m. Cuando existen bordillos montables o semimontables, por ejemplo, en parterres o islas de tránsito, la separación mínima debe ser de 500 mm.

La altura en zona rural, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visibles bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1,50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal.

Para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2,00 m.

La altura en zonas urbanas, en vías con aceras para evitar obstrucciones a los peatones, la altura libre de la señal no debe ser menor a 2,00 m desde la superficie de la acera hasta el borde inferior de la señal. Cuando no hay que tomar en cuenta a peatones ni a vehículos estacionados, como por ejemplo al colocar señales en una isla de tránsito o parterre, puede utilizarse otra altura.

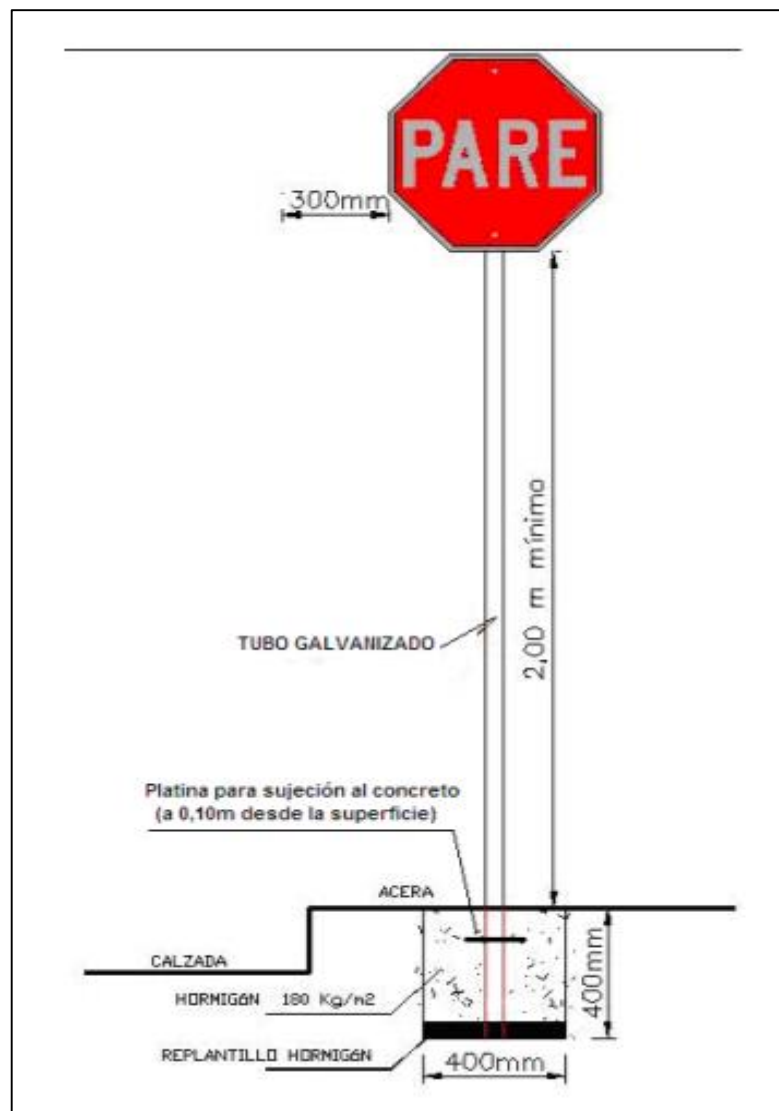










Figura 20-1: Altura en zona urbana

Realizado por: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011.

1.6.22.7. Dimensiones de las señales

De acuerdo al tipo de señal que se requiera, se aplica las dimensiones correspondientes, las cuales pueden ser:

Tabla 8-1: Dimensiones de las señales

Gráfico	Código	Dimensiones	Dimensiones y serie de letras	
	R1 – 1ª R1 – 1B R1 – 1C	600 x 600 750 x 750 900 x 900	200 Ca 240 Ca 280 Ca	
	R1 – 2ª R1 – 2B R1 – 2C	700 900 1200	120 En 140 En 160 En	100 Da 120 Da 140 Da
	R2 – 4	600 x 600	100 Ca	
	R2 – 8ª R2 – 8B R2 – 8C	600 x 600 750 x 750 900 x 900	-	
	R2 – 14d A R2 – 14d B R2 – 14d C	600 x 600 900 x 900 1200 x 1200	-	
	R3 – 12d A R3 – 12d B R3 – 12d C	750 x 600 900 x 750 1050 x 900	10 C 15 D 20 D	
	R5 – 1a A R5 – 1b B R5 – 1c C	600 x 600 750 x 750 900 x 900	-	
	R5 – 6	450 x 600	-	

Fuente: INEN 004 - 1

Realizado por: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011.

1.6.23. Señalética Horizontal

Es toda señalización de tránsito que debe satisfacer las diferentes condiciones mínimas para poder cumplir con su objetivo:

- a) Debe ser necesaria.
- b) Debe ser visible y llamar la atención.
- c) Debe ser legible y fácil de entender.
- d) Debe dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente.
- e) Debe infundir respeto.
- f) Debe ser creíble.

Todas las señales deben ser instaladas de tal manera que capte oportunamente la atención de los usuarios de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras, otorgando a estos la facilidad y el tiempo suficiente para distinguirla de su entorno, leerla, entenderla, seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizarla con seguridad y eficiencia. La señalización debe ser tratada siempre de acuerdo con lo establecido en el reglamento.

1.6.23.1. Clasificación de la señalización horizontal

De acuerdo con la forma se subdividen en:

- a) **Líneas longitudinales:** Se emplea para determinar carriles y calzadas, para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
- b) **Líneas transversales:** Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.
- c) **Símbolos y leyendas:** Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos, ceda el paso; y leyendas tales como pare, bus. Carril, exclusivo, solo trole, taxis, paradas, bus, entre otros.

1.6.23.2. Características básicas

- a) **Mensaje:** La señalización horizontal se ubicará sin ser objeto de distracción, esta señalización brindará a los conductores o peatones un mensaje que será transmitido en forma de símbolos o leyendas estando ubicadas en la superficie de la vía.
- b) **Ubicación:** La correcta ubicación de la señalización permitirá al conductor o peatón actuar a tiempo y garantizará realizar la maniobra correcta evitando que exista problema alguno.
- c) **Dimensiones:** Se debe considerar la velocidad máxima de la vía, estas pueden ser aumentadas o disminuidas con la finalidad de mejorar la visibilidad de las señales.

Tabla 9-1: Tolerancias máximas en las dimensiones de señalización

Dimensiones	Tolerancia Permitida
Ancho de línea	±3%
Largo de línea segmentada	±5%
Símbolos y letras	±5%
Separación de líneas adyacentes	±5%
Tachas u ojos de gato	±5 mm

Fuente: INEN 004 - 2

Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

La señalización horizontal puede tener diversos colores, esto depende de la zona en que se implementará la señalización generalmente son de color blanco y amarillo, pero en algunos casos pueden ser hasta de color rojo de acuerdo el mensaje que se quiera dar a conocer a los usuarios de la vía.

Al aplicar la señalización horizontal se debe tomar en cuenta que debe ser visible a cualquier hora del día ya sea día o noche esta debe destacar de la superficie la de vía, para lo cual debe tener una relación mínima de contraste de 1,7. En caso de que este índice no se encuentre en el valor mínimo se aplicara un color negro que permitirá dar contraste a la señalización a ser implementada.

1.6.23.3. Líneas longitudinales

Las líneas longitudinales se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar y/o estacionar; para delimitar carriles de uso exclusivo de

determinados tipos de vehículos, por ejemplo, carriles exclusivos de bicicletas o buses; y, para advertir la aproximación a un cruce cebra.

1.6.23.4. Líneas segmentadas vía de dos carriles

La relación entre el tramo demarcado y la brecha de una línea de separación de carril segmentada varía según la velocidad máxima de la vía.

1.6.23.5. Líneas de continuidad

Se usan para indicar el borde de la porción de vía asignada al tráfico que circula recto y donde la línea segmentada puede ser cruzada por tráfico que vira en una intersección o que ingresa o sale de un carril exclusivo.

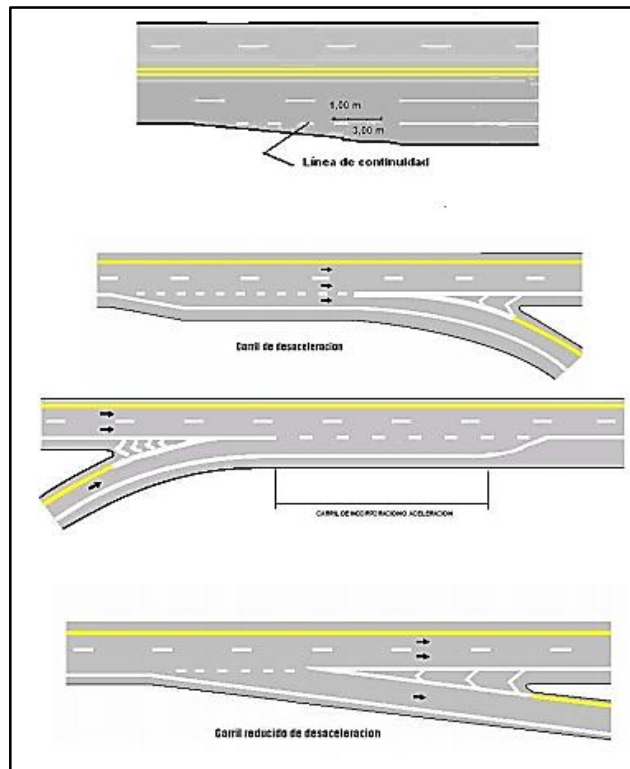


Figura 21-1: Líneas de continuidad

Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

1.6.23.6. Líneas de borde de calzada

Se debe señalar los bordes de calzada en las vías urbanas cuya velocidad máxima permitida sea igual o superior a 50 km/h; en aquellas vías que no cuenten con espaldón o bordillo, así como en túneles, pasos a desnivel, intercambiadores y puentes.

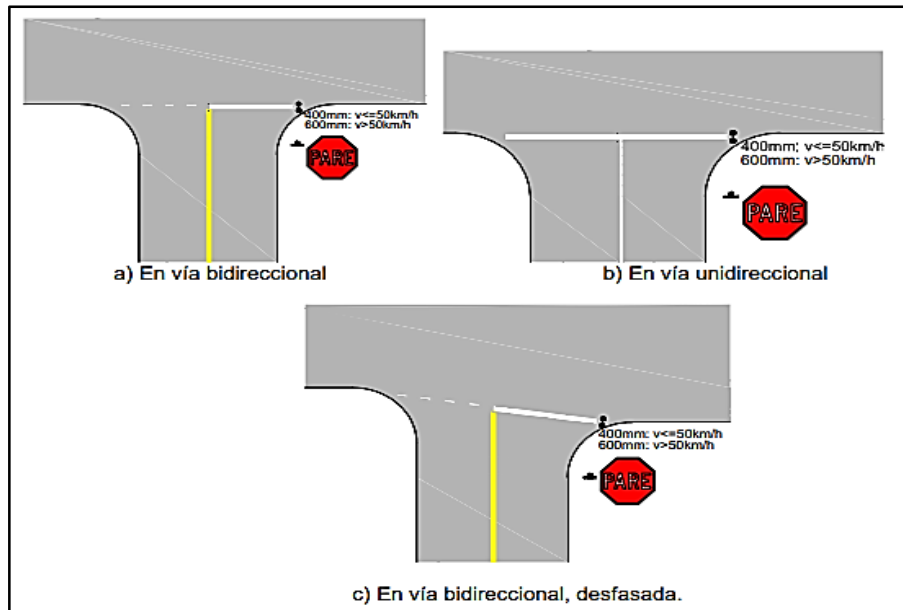


Figura 23-1: Línea de pare en intersección con señal vertical de pare

Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

1.6.23.10. Línea de pare en cruces cebra en intersección controlada con señal vertical

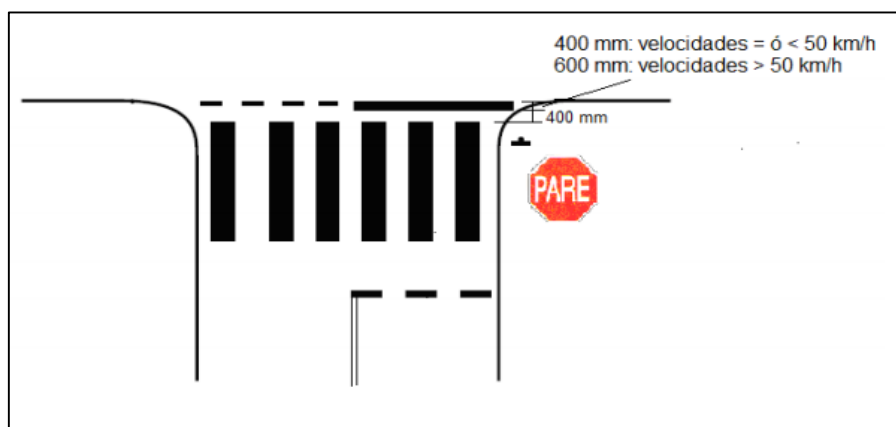


Figura 24-1: Línea de pare en cruce controlado con señal vertical PARE

Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

1.6.23.11. Líneas de ceda el paso

Esta línea indica la posición segura para que el vehículo se detenga, si es necesario. Es una línea segmentada de 600 mm pintado con estacionamiento de 600 mm, en vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h el ancho debe ser de 400 mm; en vías con velocidades superiores el ancho es de 600 mm, demarcada a través de un carril que se aproxima a un dispositivo de control de tránsito.

1.6.23.12. Línea de ceda el paso con señal vertical

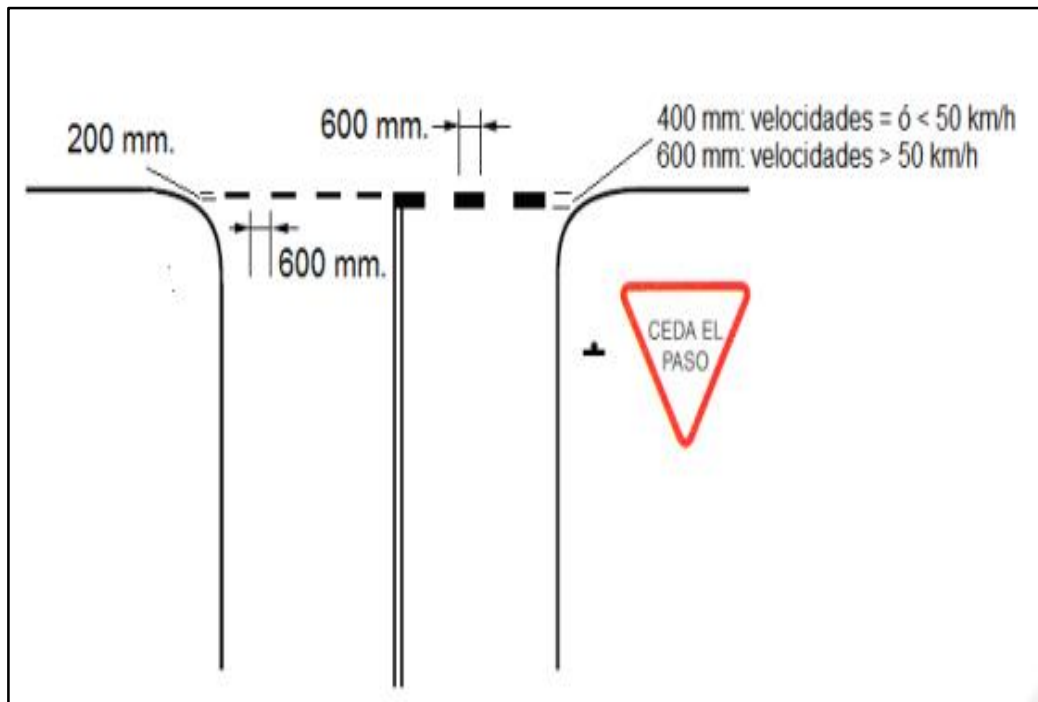


Figura 25-1: Línea de ceda el paso con señal vertical

Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

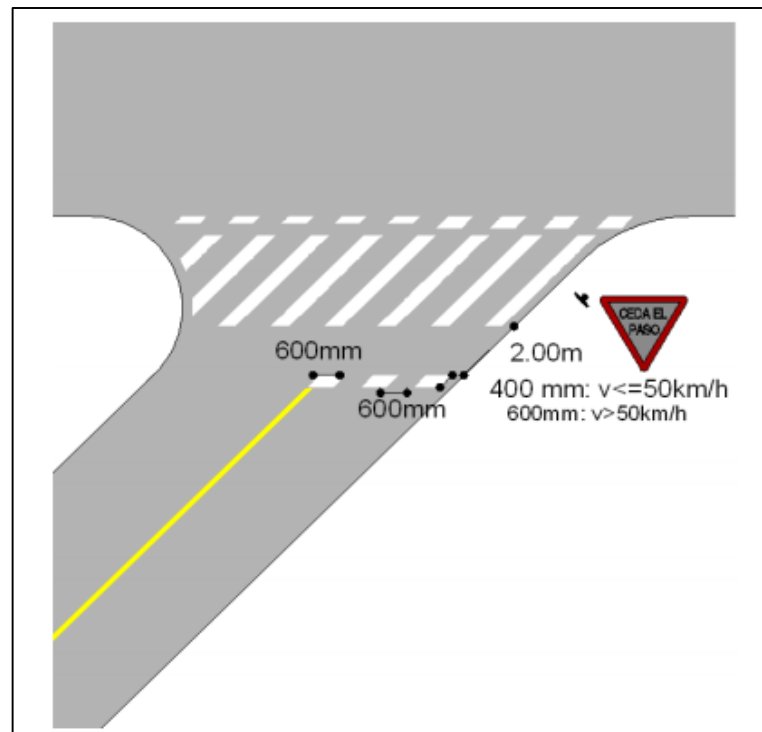


Figura 26-1: Especificaciones de línea de ceda el paso

Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

1.6.23.13. Línea de ceda el paso en redondeles

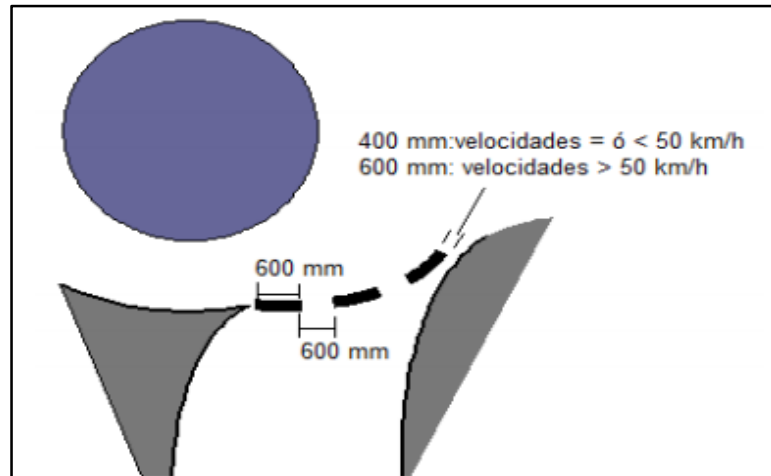


Figura 27-1: Especificaciones de línea de ceda el paso
Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

1.6.23.14. Línea de cruce peatonal

Esta señalización indica la trayectoria que deben seguir los peatones al atravesar una calzada; se demarcan en todas las zonas donde existe un conflicto peatonal y vehicular, y/o donde existen altos volúmenes peatonales.

1.6.23.15. Línea de cruce cebra

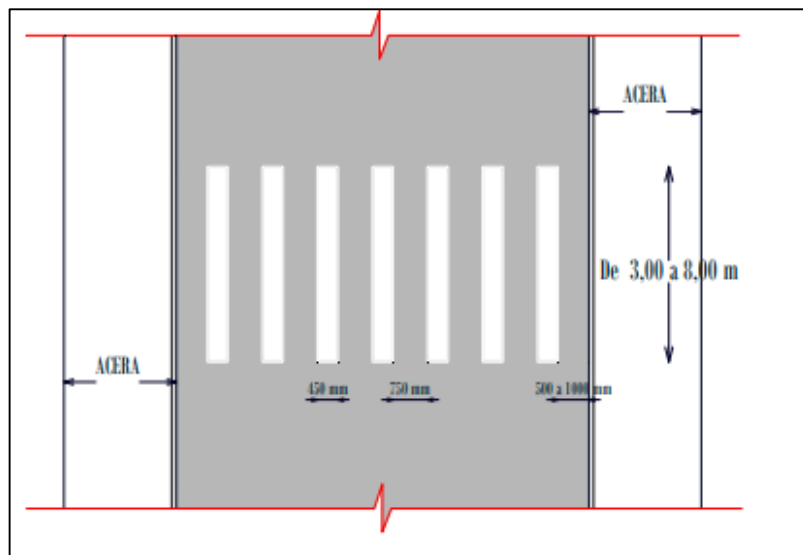


Figura 28-1: Especificaciones de línea de cruce cebra
Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

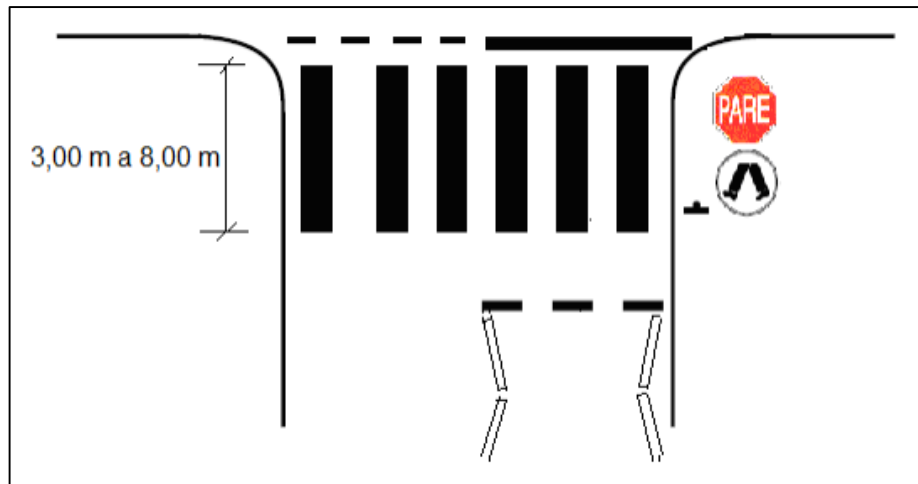


Figura 29-1: Especificaciones de línea de cruce cebra en la intersección
Realizado por: Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2011.

1.7. Marco conceptual

Capacidad vial: La capacidad es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto determinado de una vía o de un canal en una o varias direcciones durante un tiempo determinado, generalmente 15 minutos, bajo condiciones reinantes de diseño y de tránsito, se expresa en vehículos por hora (vph). (García, 2018)

Congestión vehicular: Condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atascamientos. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible. (Veintimilla, 2016)

Factibilidad: El estudio de factibilidad es un instrumento que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa preoperativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación. (Gestiopolis.com, 2001)

Intersección: Área donde dos o más vías se unen o cruzan, ya sea a nivel o desnivel, permitiendo o no la mezcla de las corrientes del tránsito. (Manzo & Arzate, 2019)

Nivel de Servicio: Se define como una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y pasajeros, estas

condiciones de describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. (García, 2018)

Seguridad vial: Serie de acciones destinadas a incrementar la seguridad y la calidad de protección en las redes viales, en favor de los usuarios de las vías (Arcos & Pino, 2018)

Tráfico vehicular: Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. (Veintimilla, 2016)

1.8. Idea a defender

El estudio de factibilidad para mejorar el tráfico de los accesos norte y sur a la ciudad de Riobamba.

- ¿A través del diagnóstico se logrará evidenciar la situación actual del tráfico de los accesos norte y sur de la ciudad de Riobamba?
- ¿El uso fichas de aforo vehicular y de fichas para el registro de las fases semafóricas permitirá la evaluación del tráfico de los accesos a la ciudad?
- ¿Con el rediseño semafórico se logrará mejorar el tráfico en los accesos norte y sur de la ciudad de Riobamba?

1.9. Variables

1.9.1. Variable Independiente

- Estudio de Factibilidad

1.9.2. Variable Dependiente

- El tráfico de los accesos norte y sur a la ciudad de Riobamba

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Modalidad de la investigación

2.1.1. *Cuantitativa*

La investigación cuantitativa, se define como la forma estructurada de recopilar y analizar datos de diversas fuentes. (Alcalá, 2011).

La investigación es cuantitativa ya que se obtienen datos numéricos de los aforos vehiculares, llevados a cabo en cada uno de los accesos del Norte y Sur de la ciudad de Riobamba, además se aplicarán fichas para el registro de ciclos y fases semafóricas.

2.1.2. *Cualitativa*

Este tipo de investigación se utiliza para el estudio de la calidad de las actividades, medios, instrumentos, asuntos, atributos, de una situación o problema particular. (Vera, 2016)

La modalidad cualitativa es utilizada en esta investigación, puesto que se aplicará una ficha de observación para determinar el estado de las vías de acceso a la ciudad de Riobamba.

2.2. Tipos de investigación

2.2.1. *De Campo*

La investigación de campo es la recopilación de datos de fuentes primarias para una meta concreta. Es un método de recolección de datos encaminado a comprender, observar e interactuar con una situación. (Estrada, 2017).

En esta investigación se levantó la información en las vías de acceso a la ciudad de Riobamba, con la ayuda de fichas de aforo vehicular, además de fichas para la determinación de los ciclos semafóricos, de esta manera se garantiza la veracidad y confiabilidad de la información.

2.2.2. Explicativa

La investigación explicativa se realiza con la finalidad de ayudar a los investigadores a estudiar el problema con mayor profundidad y entender el fenómeno de forma eficiente. (Vasco, 2017)

Este tipo de investigación se utiliza mediante la aplicación de fichas de aforo vehicular para conocer la composición vehicular en los accesos a la ciudad de Riobamba, así como el volumen de tráfico diario.

2.2.3. Bibliográfica - Documental

La investigación documental o bibliográfica tiene como fin, encontrar, escoger, recolectar, organizar, interpretar y analizar datos al respecto de un objeto de estudio a partir de fuentes documentales, entre los que se hallan libros, tesis, periódicos, revistas indexadas. (Saltos, 2019)

El presente trabajo investigativo, técnica y teóricamente se sustentará en fuentes bibliográficas y documentales, con la finalidad de tener una referencia de conocimientos de fuente secundaria.

2.2.4. Descriptiva

Su principal objetivo es definir y caracterizar el objeto de estudio, es decir describir características de un fenómeno. (Shuttleworth, 2017)

A través del levantamiento de información, se podrán encontrar características particulares de:

- Composición vehicular
- Ciclos y fases semafóricas
- Infraestructura vial.

2.3. Métodos, técnicas e instrumentos

2.3.1. Métodos

2.3.1.1. Método Inductivo

Se define como una manera de razonar partiendo de una serie de observaciones particulares que permiten llegar hasta aspectos generales. Su meta es generar nuevo conocimiento. (Arrieta, 2017)

En base al análisis de la composición del tráfico, determinación de ciclos semafóricos, y análisis de la infraestructura vial, se podrá llegar a determinar el estado general del tráfico en los accesos norte y sur de la ciudad de Riobamba.

2.3.1.2. Método Deductivo

Va de lo general a lo particular, permite razonar y explicar la realidad, a partir de teorías generales hacia casos particulares. No genera por sí mismo un nuevo conocimiento, puesto que se da a partir de un conocimiento previo (Arrieta, 2017)

En el trabajo investigativo se aplicó el método deductivo, en la realización de los antecedentes, ya que se citaron varios estudios realizados con anterioridad, y relacionados con la temática de este estudio, tanto en Ecuador, Latinoamérica y el mundo.

2.3.2. Técnicas

En la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas.

2.3.2.1. Observación directa

Se define como un método de recolección de datos que se basa en la observación de un objeto de estudio que se encasilla en una situación particular. Esto se realiza sin que sea necesario intervenir o cambiar el ambiente en el que se halla el objeto, caso contrario los datos obtenidos no serán válidos. (Suárez, 2019)

Esta técnica se aplica en el levantamiento de información, en particular en el aforo vehicular, determinación de los ciclos semafóricos y determinación del estado de la infraestructura vial de los principales accesos a la ciudad de Riobamba.

2.3.3. Instrumentos

2.3.3.1. Ficha de Aforo Vehicular

Este instrumento permite cuantificar los volúmenes vehiculares en los ingresos norte y sur en las horas de máxima demanda, los mismos que brindaran información necesaria para poder determinar niveles de congestión y clasificación vehicular.

Por medio de la ficha de aforo vehicular se pretende mantener un diagnóstico de los accesos norte y sur en la Ciudad de Riobamba, por lo cual se procederá a efectuar un conteo vehicular para saber cuántos vehículos están transitando específicamente por cada uno de los accesos. En este proceso se tomó una hora inicial desde las 06:00, con intervalos de 15 minutos en una hora, hasta cumplir las 18:00, obteniendo un total de 12 horas de trabajo de campo, por 3 días consecutivos en cada uno de los accesos. (*Véase Anexo A*)

2.3.3.2. Ficha para el registro de ciclos y fases semafóricas.

Con la utilización de este instrumento, se obtendrá el tiempo de duración de las fases y ciclos de las intersecciones semaforizadas, con el fin de determinar el actual nivel de servicio de la intersección, si este se halla en condiciones inadecuadas rectificarlo de tal forma que se obtenga un adecuado nivel de servicio.

2.3.3.3. Ficha de Observación

Esta ficha permite el levantamiento de información sobre la infraestructura vial de cada uno de los accesos Norte y Sur de la ciudad de Riobamba. La información que se obtiene es la del estado de la vía, señalización horizontal y vertical, dispositivos de control de tránsito.

Por medio de la ficha de información de infraestructura vial, se elabora un proceso de elicitación para obtener datos relacionados con la señalización tanto vertical como horizontal, iluminación y superficie, verificando así si se encuentran diseñados en base a la normativa correspondiente.

2.4. Población

2.4.1. Población

La población de estudio para la elaboración del presente proyecto de investigación está conformada por los distintos accesos o entradas norte y sur a la ciudad de Riobamba, dichos sectores están representados por las intersecciones conflictivas que van a ser analizadas, como se lo indica en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Identificación de las intersecciones conflictivas

N°	Nombre de la calle o avenida	Jerarquización Vial
1	Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño	Principal
2	Av. Lizaraburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño	Principal
3	Avenida Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre	Principal
4	Prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño	Principal

Fuente: Trabajo de Campo

Realizado por: Flores, J. 2021

2.4.2. *Muestra*

Al identificar que la población de estudio es sectorizada y que esta posee lugares específicos para ser estudiada, se consideró trabajar con el total de la población, es decir la muestra va a ser igual a la población total en el desarrollo de esta investigación.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Localización del área de estudio

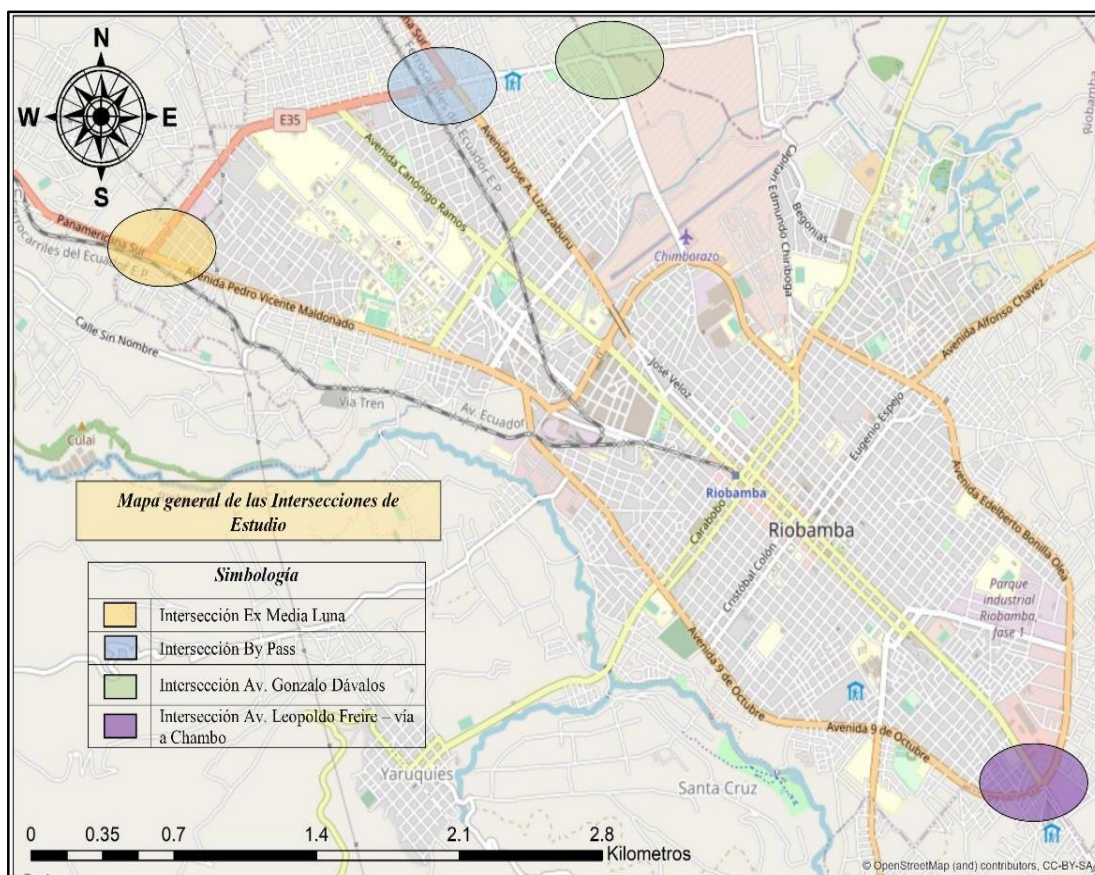


Figura 1-3: Especificaciones de línea de cruce cebra en la intersección

Realizado por: Flores, J. 2021

El área de estudio para efectuar el estudio de factibilidad con el fin de mejorar el tráfico de los accesos norte y sur de la ciudad de Riobamba se ha considerado 4 intersecciones para realizar el respectivo análisis, detalladas a continuación:

3.1.1. Sector Ex Media Luna



Figura 2-3: Intersección de Análisis “Sector Ex Media Luna”
Realizado por: Flores, J. 2021

Uno de los accesos sur de la ciudad de Riobamba, está localizado en el sector de la Ex Media Luna, es un punto conector con varias parroquias del cantón Riobamba, con otros cantones de la provincia de Chimborazo, y con varias ciudades de la región Costa. Es una intersección semaforizada de tipo T.

3.1.2. Sector By Pass – Salida a Quito

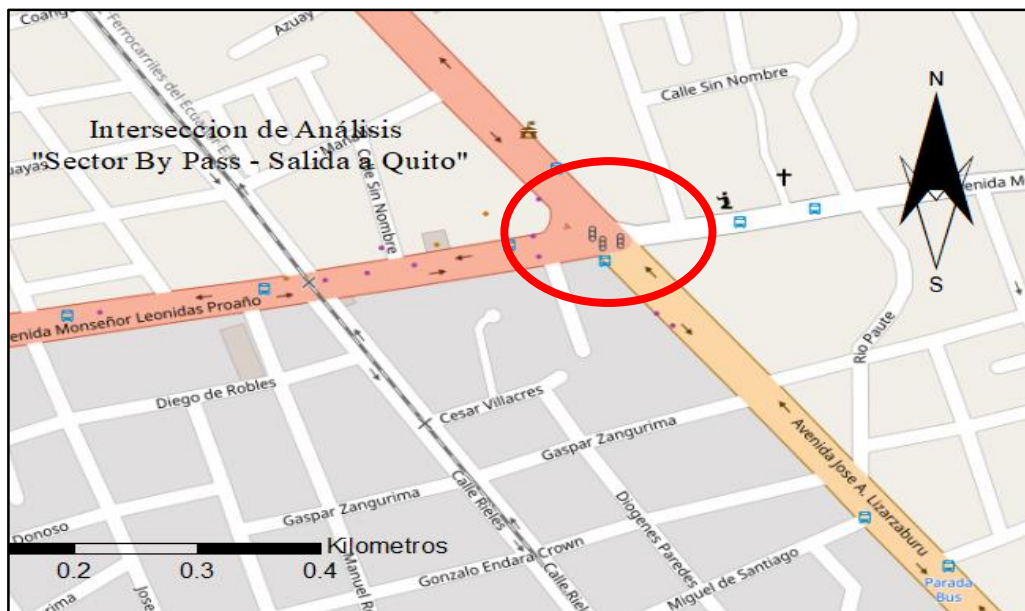


Figura 3-3: Intersección de Análisis “Sector By Pass – Salida a Quito”
Realizado por: Flores, J. 2021

El ingreso norte a la ciudad de Riobamba, se lo realiza por la intersección formada por la Av. José Lizarzaburu, y Av. Monseñor Leónidas Proaño conocido como sector By Pass. Generalmente el flujo vehicular que circula por estas vías es el que ingresa de las ciudades localizadas al norte de la provincia de Chimborazo, como la Ciudad de Ambato, Latacunga, Quito, etc. Esta es una intersección de tipo cruz, controlada con semáforos.

3.1.3. Prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos



Figura 4-3: Intersección de Análisis “Prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos”
Realizado por: Flores, J. 2021

Se ha considerado como punto de análisis a la intersección de la prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos y Monseñor Leónidas Proaño, la cual permite la conexión con diferentes cantones y ciudades aledañas a la ciudad de Riobamba. El dispositivo de control de tráfico presente en dicha intersección es la rotonda o redondel. Esta intersección es de tipo cruz.

3.1.4. Av. Leopoldo Freire vía a Chambo



Figura 5-3: Intersección de Análisis “Av. Leopoldo Freire vía a Chambo”

Realizado por: Flores, J. 2021

La intersección de la Av. Leopoldo Freire y la Av. 9 de octubre, es uno de los otros puntos de análisis, la misma que sirve como punto de conexión a diferentes cantones aledaños a la ciudad de Riobamba. El mecanismo de control de tráfico es el semáforo, la tipología de la intersección es en cruz.

3.2. Resultados de los Aforos Vehiculares

Se realizó conteos vehiculares los días lunes 30 de noviembre, martes 01 y miércoles 02 de diciembre del año 2020, en los accesos Norte y Sur a la ciudad de Riobamba durante 12 horas consecutivas diarias, en el horario comprendido entre las 06:00 a 18:00 horas.

El trabajo de campo se llevó a cabo mediante la técnica de aforos vehiculares y utilizando como instrumento fichas de observación. Los resultados que se obtuvieron en el trabajo de campo se detallan a continuación.

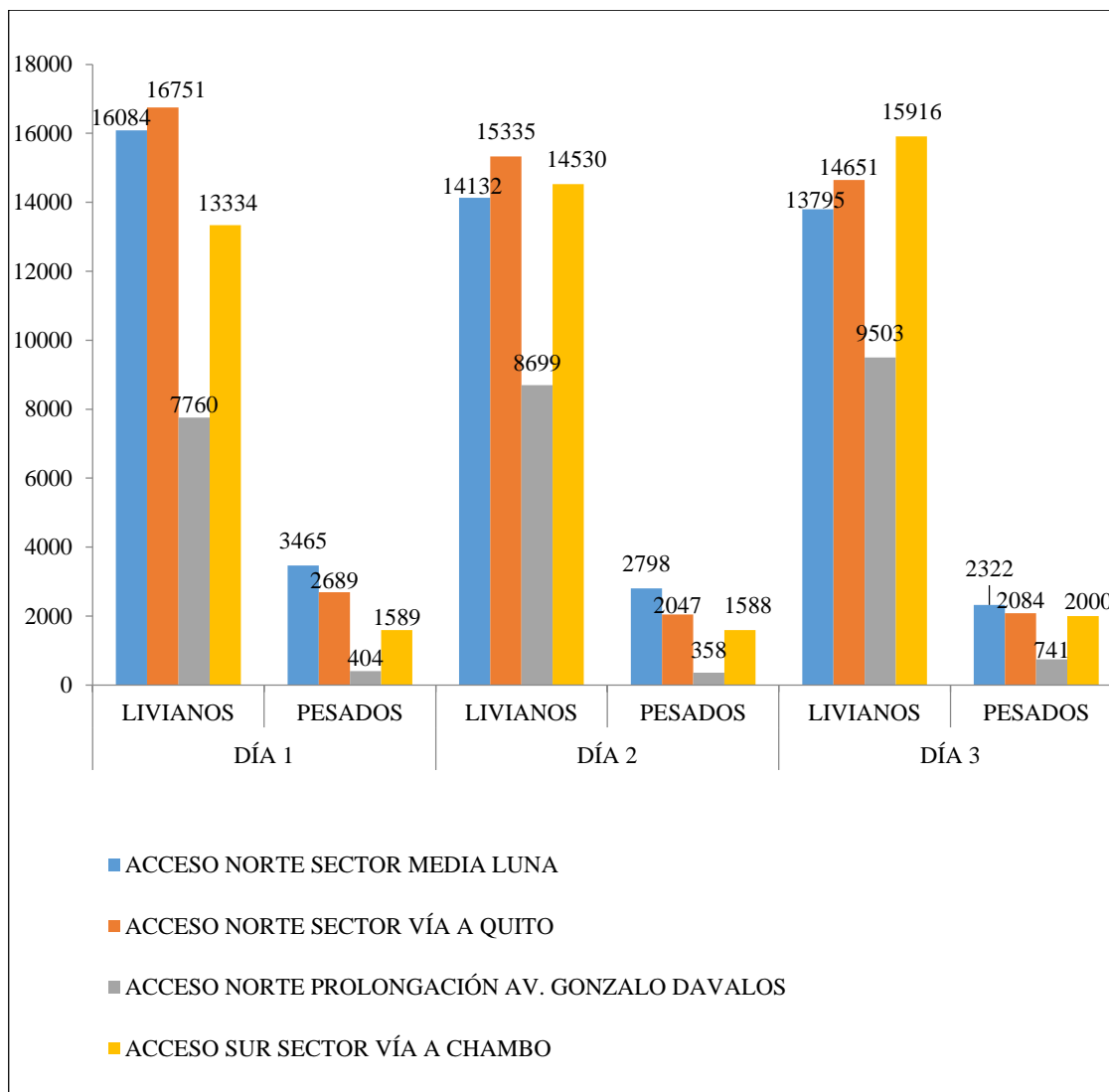


Gráfico 1-3: Volumen vehicular diario en los accesos Norte y Sur a la ciudad de Riobamba.

Realizado por: Flores, J. 2021

Análisis e Interpretación:

De acuerdo a los conteos vehiculares manuales en los accesos Norte y Sur a la ciudad de Riobamba, se puede notar que existe mayor circulación vehicular en el acceso Norte en el sector Vía a Quito con un total de 16.751 vehículos livianos y 2.689 vehículos pesados seguido del sector de la Media Luna con un total de 16.084 vehículos livianos y 3.465 vehículos pesados, siendo el día Lunes 30 de noviembre el día de mayor volumen vehicular, mientras tanto en el sector de la Prolongación de la avenida Gonzalo Dávalos atrás de las mallas del cuartel se tiene un total de 9.503 vehículos livianos y 741 vehículos pesados siendo el acceso con menor demanda vehicular y en el sector de la vía a Chambo se indica que existe 15.916 vehículos livianos y 2.000 vehículos pesados siendo el día Miércoles 2 de Diciembre el día de mayor volumen vehicular para estos dos accesos.

En base al conteo efectuado en las 4 intersecciones se determina el día de máxima demanda detallada en la siguiente tabla:

Tabla 1-3: Días de máxima demanda de las intersecciones de estudio

Acceso	Intersección	Día de máxima demanda
Norte	Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño	Lunes
Norte	Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño	Lunes
Norte	Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño	Miércoles
Sur	Av. Leopoldo Freire Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño	Miércoles

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Flores, Jonathan. 2021.

3.2.1. Intersección: Av. Pedro Vicente Maldonado y Monseñor Leónidas Proaño

Tabla 2-3: Composición vehicular del día de máxima demanda

COMPOSICIÓN VEHICULAR DÍA DE MÁXIMA DEMANDA								
ACCESO	DÍA DE MÁXIMA DEMANDA	CLASIFICACIÓN VEHICULAR						TRÁNSITO DIARIO (TD)
		LIVIANOS			PESADOS			
	HORA	BICICLETAS	MOTOS	AUTOS	BUSES/ BUSETAS	2 EJES	MÁS 2 EJES	
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO Y MONSEÑOR LEÓNIDAS PROAÑO	6h - 7h	24	22	1250	72	89	31	1488
	7h - 8h	10	23	1145	82	112	40	1412
	8h - 9h	18	24	1400	95	100	28	1665
	9h - 10h	22	33	1150	106	101	28	1440
	10h - 11h	9	35	1076	148	176	43	1487
	11h - 12h	9	35	1255	121	148	38	1606
	12h - 13h	14	34	1249	129	104	20	1550
	13h - 14h	14	26	1148	153	151	33	1525
	14h - 15h	14	39	1144	130	116	46	1489
	15h - 16h	12	57	1378	107	145	49	1748
	16h - 17h	12	35	1455	83	45	83	1713
17h - 18h	20	67	1826	150	265	98	2426	

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Flores, Jonathan. 2021.

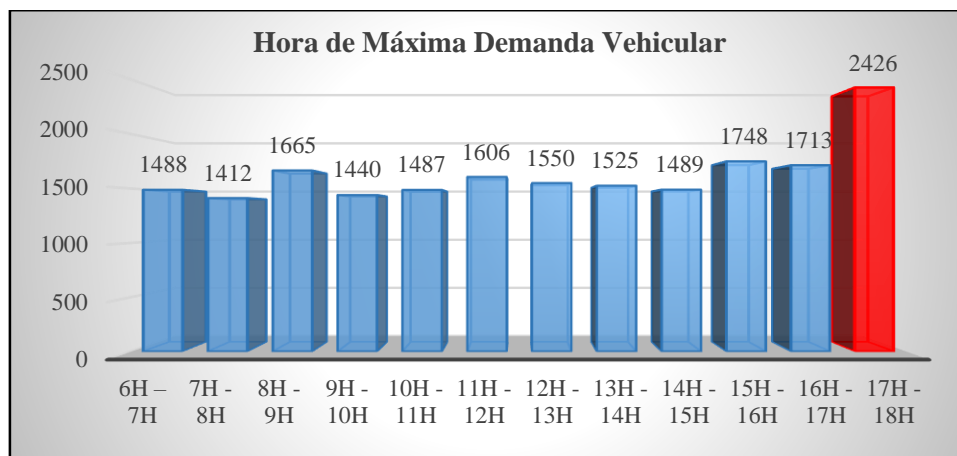


Gráfico 2-3: Hora de Máxima Demanda Vehicular sector Media Luna

Realizado por: Flores, J. 2021

Análisis e Interpretación:

En el gráfico se denota que la hora de mayor demanda vehicular está comprendida de entre las 17:00 horas a 18:00 horas del día con un total de 2.426 vehículos, lo cual indica que es la hora de máxima demanda, mientras tanto la hora con menor presencia vehicular está comprendida entre las 09:00 horas a 10:00 de la mañana con un flujo vehicular de 1.440 vehículos.

3.2.2. Intersección: Av. Lizarzaburu y Monseñor Leónidas Proaño

Tabla 3-3: Composición vehicular del día de máxima demanda

COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL DÍA DE MÁXIMA DEMANDA								
ACCESO	DÍA DE MÁXIMA DEMANDA	CLASIFICACIÓN VEHICULAR						TRÁNSITO DIARIO (TD)
		LIVIANOS			PESADOS			
		BICICLETAS	MOTOS	AUTOS	BUSES/ BUSETAS	2 EJES	MÁS 2 EJES	
AV. LIZARZABURU Y AV. MONSEÑOR LEÓNIDAS PROAÑO	6h - 7h	13	30	771	67	43	5	929
	7h - 8h	14	73	1555	104	77	17	1840
	8h - 9h	14	36	1444	80	82	15	1671
	9h - 10h	12	44	1253	63	80	13	1465
	10h - 11h	5	40	1154	94	112	16	1421
	11h - 12h	9	43	1354	82	64	17	1569
	12h - 13h	10	75	1892	186	132	25	2320
	13h - 14h	15	81	1487	155	151	22	1911
	14h - 15h	5	84	1012	129	133	33	1396
	15h - 16h	18	89	1234	97	100	19	1557
	16h - 17h	15	75	1673	118	107	20	2008
	17h - 18h	16	96	1010	117	99	15	1353

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Flores, Jonathan. 2021.

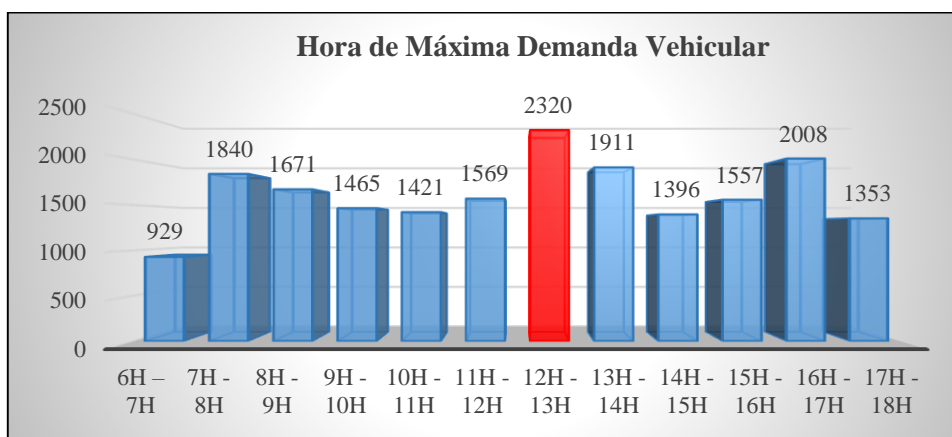


Gráfico 3-3: Hora de Máxima Demanda Vehicular sector vía a Quito

Realizado por: Flores, J. 2021

Análisis e Interpretación:

En el gráfico se denota que la hora de máxima demanda vehicular está comprendida de entre las 12:00 horas a 13:00 horas del día con un total de 2320 vehículos, mientras tanto la hora con menor presencia vehicular está comprendida entre las 06:00 horas a 07:00 de la mañana con un flujo vehicular de 929 vehículos.

3.2.3. Intersección: Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño

Tabla 4-3: Composición vehicular del día de máxima demanda

COMPOSICIÓN VEHICULAR DÍA DE MÁXIMA DEMANDA								
ACCESO	DÍA DE MÁXIMA DEMANDA	CLASIFICACIÓN VEHICULAR						TRÁNSITO DIARIO (TD)
		LIVIANOS			PESADOS			
		BICICLETAS	MOTOS	AUTOS	BUSES/ Busetas	2 EJES	MÁS 2 EJES	
AV. GONZALO DÁVALOS Y AV. MONSEÑOR LEÓNIDAS PROAÑO	6h - 7h	131	34	283	8	27	1	484
	7h - 8h	86	55	455	14	29	5	644
	8h - 9h	70	56	543	11	39	1	720
	9h - 10h	49	61	674	8	32	2	826
	10h - 11h	59	45	666	8	47	4	829
	11h - 12h	31	67	787	11	45	6	947
	12h - 13h	105	89	966	20	62	10	1252
	13h - 14h	16	54	689	12	150	6	927
	14h - 15h	43	42	782	6	32	3	908
	15h - 16h	61	46	675	8	35	3	828
	16h - 17h	44	51	789	9	42	4	939
17h - 18h	42	40	817	6	32	3	940	

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Flores, Jonathan. 2021.

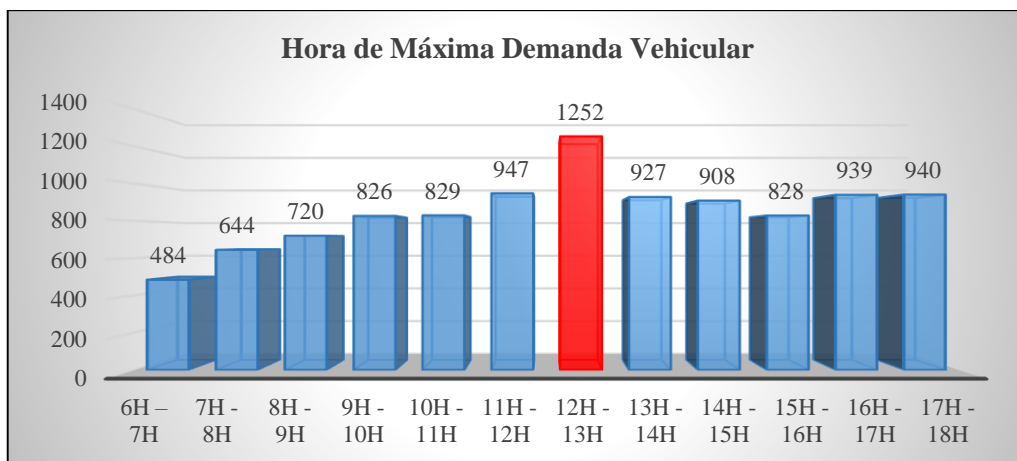


Gráfico 4-3: Hora de Máxima Demanda Vehicular Prolongación Av. Gonzalo Dávalos
Realizado por: Flores, J. 2021

Análisis e Interpretación:

En el acceso Norte en la prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos se puede apreciar la hora de máxima demanda vehicular está comprendida desde las 12:00 horas a 13:00 horas del día con un total de 1.252 vehículos, mientras que la hora de menor demanda vehicular está comprendida entre las 06:00 horas a 07:00 de la mañana con un flujo vehicular de 484 vehículos.

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

Tabla 5-3: Composición vehicular del día de máxima demanda

COMPOSICIÓN VEHICULAR DÍA DE MÁXIMA DEMANDA								
ACCESO	DÍA DE MÁXIMA DEMANDA	CLASIFICACIÓN VEHICULAR						TRÁNSITO DIARIO (TD)
		LIVIANOS			PESADOS			
		BICICLETAS	MOTOS	AUTOS	BUSES/ BUSETAS	2 EJES	MÁS 2 EJES	
INTERSECCIÓN: AV. LEOPOLDO FREIRE Y AV. 9 DE OCTUBRE	6h - 7h	8	24	695	37	88	5	857
	7h - 8h	11	35	912	46	123	14	1141
	8h - 9h	10	29	1234	46	114	21	1454
	9h - 10h	9	26	1031	54	97	12	1229
	10h - 11h	11	19	1323	44	85	13	1495
	11h - 12h	14	32	1114	60	102	11	1333
	12h - 13h	12	43	1443	58	95	15	1666
	13h - 14h	9	29	1467	50	105	11	1671
	14h - 15h	8	38	1389	48	95	12	1590
	15h - 16h	12	25	1328	55	90	13	1523
	16h - 17h	5	32	1178	59	107	12	1393
17h - 18h	10	46	2305	82	112	9	2564	

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Flores, Jonathan. 2021.

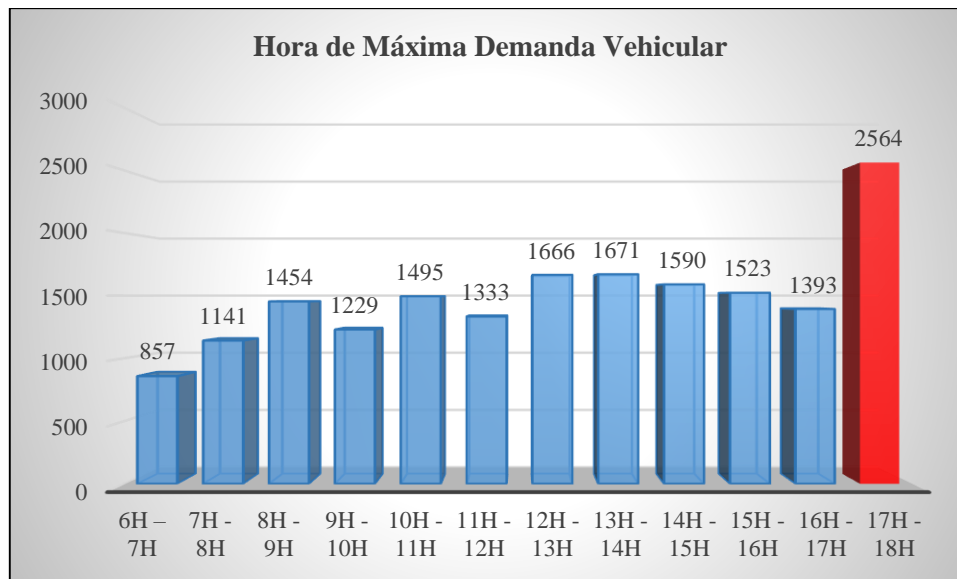


Gráfico 5-3: Hora de máxima demanda vehicular sector vía a Chambo
 Realizado por: Flores, J. 2021

Análisis e Interpretación:

Como denota los gráficos en el acceso Sur sector Vía a Chambo ingresando a Riobamba se puede apreciar la hora de máxima demanda vehicular está comprendida de entre las 17:00 horas a 18:00 horas con un total de 2.564 vehículos, mientras tanto la hora con menor presencia vehicular está comprendida entre las 06:00 horas a 07:00 de la mañana con un flujo vehicular de 857 vehículos.

3.3. Intersección: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño

3.3.1. Características geométricas de la vía

A continuación, para cada una de las intersecciones de estudio se detallan las características geométricas de la vía, giros vehiculares, información de la situación actual de las intersecciones semaforizadas y con rotonda, inventario de señalización vertical e inventario de señalización horizontal, es importante mencionar que estos datos se obtuvieron mediante levantamiento de información en campo. En lo que refiere a las características geométricas de la vía se utilizó el software Google Earth. Para el cálculo de los niveles de servicio en las intersecciones semaforizadas y con rotonda se realizó una simulación en el software de tráfico, Synchro 9.0.

Tabla 6-3: Características geométricas Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Mons. Leónidas Proaño

Intersección	Sentido	Número de carril por sentido	Ancho de carril	Gradiente	Berma o Espaldón	Carril Exclusivo
Media Luna	Norte – Sur	3	4.86 m	1%	0.49 m	Si
	Sur - Norte	2	4.80 m	1%	0.49 m	No
	Este – Oeste	2	3.75 m	2,7%	0.49 m	No
	Oeste – Este	2	3.31 m	-2,8%	0.49 m	No

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.3.2. Giros vehiculares

Tabla 7-3: Giros vehiculares Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Mons. Leónidas Proaño


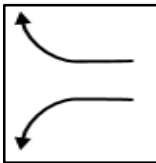
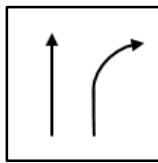
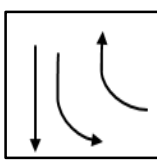
Intersección			Giros	Hora de máxima demanda	Vehículos en la hora de máxima demanda.	
Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Mons. Leónidas Proaño	1		Este - Oeste	Giro a la derecha	17:00 - 18:00	412
				Giro a la Izquierda	17:00 - 18:00	500
	2		Sur - Norte	Recto	17:00 - 18:00	448
				Giro a la derecha	17:00 - 18:00	316
	3		Norte - Sur	Recto	17:00 - 18:00	512
				Giro a la izquierda	17:00 - 18:00	238













Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.3.3. Información de la situación actual semafórica

En el siguiente apartado se procederá a analizar las intersecciones que se encuentran al ingreso de la ciudad de Riobamba ya que estos puntos son considerados como intersecciones que poseen un mayor conflicto vehicular.

Tabla 8-3: Información de la situación actual semafórica Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Mons. Leónidas Proaño

Información de la situación actual semafórica "Sector Ex Media Luna"				
				
Nivel de Servicio	Nivel de servicio tipo "D"			
Relación volumen /capacidad	1.10 segundos			
Número de fases semafóricas actuales	3			
Fases Existentes	Fase I	Fase II	Fase III	
	 Entrada al centro y salida de Riobamba	 Salida de Riobamba vía a Colta y entrada al norte de Riobamba	 Entrada al centro y norte de la ciudad de Riobamba	
Sentido	E-O	S-N	N-S	
Tiempo de las fases semafóricas actuales	Rojo	72 segundos	71 segundos	65 segundos
	Ámbar	3 segundos	3 segundos	3 segundos
	Verde	29 segundos	30 segundos	36 segundos
Tiempo total del ciclo semafórico		104 segundos	104 segundos	104 segundos
SYNCHRO 9				

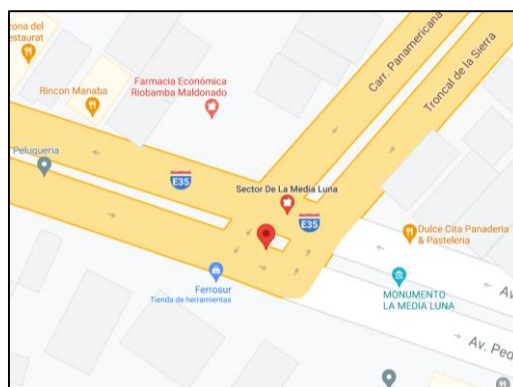
	 EBL	 EBT	 WBT	 WBR	 SWL	 SWR
						
Minimum Initial (s)	34.0	34.0	28.0	28.0	28.0	34.0
Minimum Split (s)	38.0	38.0	32.0	32.0	32.0	38.0
Total Split (s)	39.0	39.0	33.0	33.0	32.0	39.0
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021




En la intersección correspondiente a la Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño, el nivel de servicio actual de la intersección es de tipo “D” y esto se debe principalmente a que en el sitio existen paradas de transporte comercial y público, además de espacios destinados a estacionamientos del transporte particular.




3.3.4. Inventario de Señalización Vertical




Tabla 9-3: Señalización vertical - Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño




Orientación	Latitud	Longitud	Señalización Existente	Altura libre de señal (m)	Retroflexión	Estado
	-1,655737	-78,695205	 <p>Prohibido dejar pasajeros</p>	h = 1,95 m	SI	Bueno

Entrada desde el Norte (Sector By Pass)	-1,655747	-78,695212	 <p>Prohibido Estacionar</p>	h = 2,15 m	NO	Malo
	-1,655761	-78,695219	 <p>Cruce de Peatones</p>	h = 1,90 m	NO	Regular
	-1,655768	-78,695238	 <p>Prohibido Estacionar</p>	h = 1,80 m	SI	Regular

Salida a Quito y entrada al Norte	-1,655859	-78,694972		h = 2,14 m	SI	Regular
			Cruce de Peatones			
	-1,655844	-78,695016		h = 2,25 m	SI	Regular
		Señalética Informativa				
	-1,655809	-78,695066		h = 2,04 m	SI	Regular
			Cruce de Paetones			


	-1,655804	-78,695061	 <p>Prohibido Estacionar</p>	h = 1,65 m	SI	Malo
Entrada desde el Sur al Centro y Norte de la Ciudad	-1,655889	-78,695323	 <p>Cruce de Peatones</p>	h = 2,03 m	SI	Regular
	-1,655954	-78,695151	 <p>Cruce de Paetones</p>	h = 1,95 m	SI	Regular

	-1,655955	-78,695144	 <p>Prohibido Estacionarse</p>	h = 2,06 m	SI	Regular
--	-----------	------------	---	------------	----	---------

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.3.5. Inventario de Señalización Horizontal

Tabla 10-3: Señalización horizontal - Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño

Gráfico	Estado	Observaciones
	Señalización horizontal inexistente	La capa de rodadura presenta un bache de 0.90 m de ancho * 1.10m de largo *0.10 m de profundidad

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.4. Intersección: Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño

3.4.1. Características geométricas de la vía

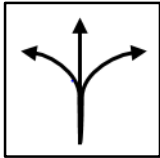
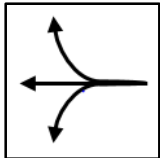
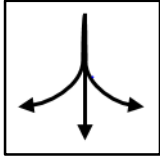
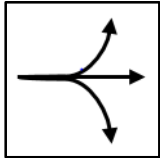
Tabla 11-3: Características geométricas de la vía Av. Lizarzaburu y Av. Mons. Leónidas Proaño

Intersección	Sentido	Número de carril por sentido	Ancho de carril	Gradiente	Berma o Espaldón	Carril Exclusivo
By Pass	Troncal Sierra (Sur - Norte)	2	4.34 m	2.4%	0.50 m	No
	Av. Lizarzaburu (Sur - Norte)	3	5.34 m			Si
	Vía del redondel (Este – Oeste) & (Oeste-Este)	1	4.33 m	0%	0.50 m	No
	Troncal Sierra (Norte – Sur)	3	6.09 m	-3.3%	0.50 m	Si
	Av. Lizarzaburu (Norte – Sur)	2	4.21 m			No
	Av. Monseñor Leonidas Proaño (Este – Oeste)	2	3.86 m	0.2%	0.50 m	No
	Av. Monseñor Leonidas Proaño (Oeste – Este)	2	4.38 m			

Fuente: Trabajo de Campo
 Realizado por: Flores, J. 2021

3.4.2. Giros vehiculares

Tabla 12-3: Giros vehiculares - Av. Lizarzaburu y Av. Mons. Leónidas Proaño

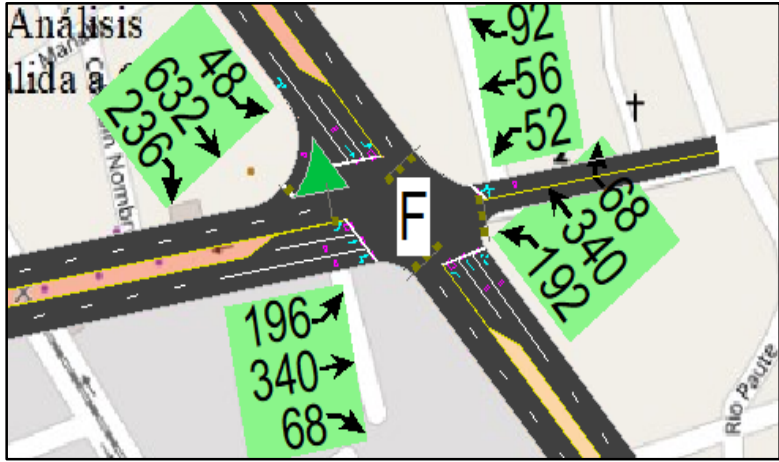
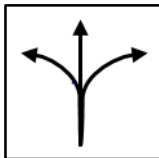
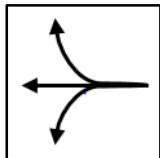
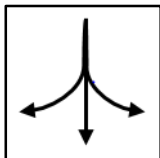
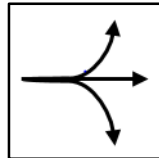
Intersección				Giros	Hora de máxima demanda	Vehículos en la hora de máxima demanda.
Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño	1		Sur - Norte	Giro a la derecha	12:00 – 13:00	68
				Recto	12:00– 13:00	340
				Giro a la izquierda	12:00– 13:00	192
	2		Este – Oeste	Giro a la derecha	12:00– 13:00	92
				Recto	12:00– 13:00	56
				Giro a la izquierda	12:00– 13:00	52
	3		Norte – Sur	Giro a la derecha	12:00– 13:00	236
				Recto	12:00– 13:00	632
				Giro a la izquierda	12:00– 13:00	48
	4		Oeste – Este	Giro a la derecha	12:00– 13:00	68
				Recto	12:00– 13:00	340
				Giro a la izquierda	12:00– 13:00	196

























Fuente: Trabajo de Campo

Realizado por: Flores, J. 2021

3.4.3. Información de la situación actual semafórica

Tabla 13-3: Información de la situación actual semafórica Av. Lizarzaburu y Av. Mons. Leónidas Proaño

Información de la situación actual semafórica Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño	
	
Nivel de Servicio	Nivel de servicio tipo "F"
Relación volumen /capacidad	2.83 segundos
Número de fases semafóricas actuales	4
Fases Existentes	Fase I
	 Entrada al sur y salida de Riobamba (vía a Quito)
Sentido	Fase II
	 Entrada al centro, sur y norte de la ciudad de Riobamba
Tiempo de las fases semafóricas actuales	Fase III
	 Entrada al centro y sur de la ciudad de Riobamba
Tiempo total del ciclo semafórico	Fase IV
	 Entrada al centro, y norte de la ciudad de Riobamba
Rojo	87 segundos
Ámbar	3 segundos
Verde	27 segundos
Tiempo total del ciclo semafórico	117 segundos
SYNCHRO 9	

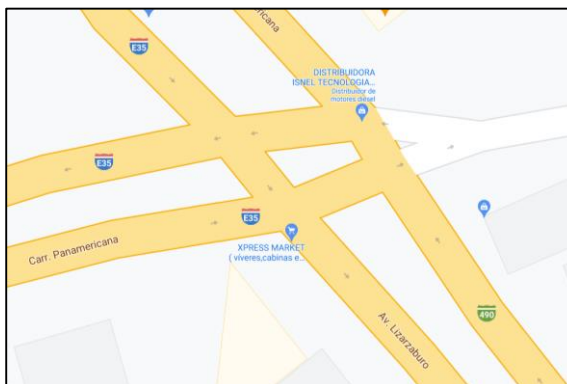
	 EBL	 EBT	 EBR	 WBL	 WBT	 WBR	 SEL	 SET	 SER	 NWL	 NWT	 NWR
												
Minimum Initial (s)	27.0	27.0	—	22.0	22.0	—	26.0	26.0	—	26.0	26.0	—
Minimum Split (s)	31.0	31.0	—	26.0	26.0	—	30.0	30.0	—	30.0	30.0	—
Total Split (s)	31.0	31.0	—	26.0	26.0	—	30.0	30.0	—	30.0	30.0	—
Yellow Time (s)	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—
All-Red Time (s)	1.0	1.0	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0	—

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021




En la intersección de las Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño, el nivel de servicio actual de la intersección es de tipo “F” y esto se debe principalmente a que en el sitio existen paradas de transporte público urbano y transporte interprovincial, además de espacios destinados a estacionamientos del transporte particular, adicionalmente a ello existe un brazo que posee direccionalidad de un solo sentido por carril.




3.4.4. Inventario de señalización Vertical




Tabla 14-3: Señalización Vertical - Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño



Orientación	Latitud	Longitud	Señalización Existente	Altura libre de señal (m)	Retroflexión	Estado
	-1,645085	-78,673498	 <p>Cruce de Peatones</p>	h = 1,75 m	SI	Regular

Entrada desde el Centro de la Ciudad (Av Lizarzaburu)	-1,645056	-78,673517	 <p>Señalética Informativa</p>	h = 1,98 m	NO	Regular
	-1,645033	-78,673533	 <p>Prohibido Estacionar</p>	h = 2,25 m	SI	Regular
Ingreso desde el Redondel de la Prolongación de la Gonzalo Dávalos a la salida al Norte.	-1,644927	-78,673581	 <p>Prohibido Estacionar</p>	h = 2,06 m	SI	Malo

	-78,673616	-1,644912	 <p>Prohibido Estacionar</p>	h = 1,87 m	SI	Malo
Ingreso desde la vía a Quito hacia el Centro de la Ciudad	-1,644952	-78,673829	 <p>Cruce Peatonal</p>	h = 1,97 m	SI	Regular
	-1,645104	-78.673759	 <p>Señalética Informativa</p>	h = 2,30 m	SI	Regular

Ingreso desde LA Av. Monseñor Leónidas Proaño	-1,645103	-78,673732	 <p>Ceda el Paso</p>	h = 2,65 m	SI	Malo
	-1,645101	-78,673713	 <p>Prohibido Estacionar</p>	h = 2,01m	SI	Malo
	-1,645031	-78, 73777	 <p>Prohibido girar en U</p>	h = 1,88 m	SI	Malo

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.4.5. Inventario de señalización horizontal

Tabla 15-3: Señalización horizontal - Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño

Gráfico	Estado	Observaciones
	Señalización horizontal escasa.	Estado de la capa asfáltica bueno.

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.5. Av. Leopoldo Freire y 9 de octubre - Vía a Chambo

3.5.1. Características geométricas de la vía

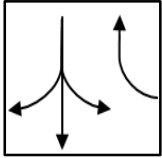
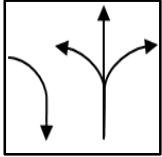
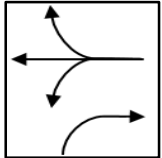
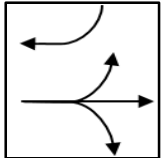
Tabla 16-3: Características Geométricas de la vía

Intersección	Sentido	Número de carril por sentido	Ancho de carril	Gradiente	Berma o Espaldón	Carril Exclusivo
Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre	Norte – Sur	2	3.70 m	0.3%	0.55 m	No
	Sur – Norte	2	3.70 m	1.2%	0.55 m	No
	Este - Oeste	2	4.26 m.	1%	0.55 m	No
	Av. 9 de octubre (Oeste – Este)	2	4.25 m.	0.5%	0.55 m	No
	Edelberto Bonilla (Oeste – Este)	2	5.38 m.			

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.5.2. Giros vehiculares

Tabla 17-3: Giros vehiculares - Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre













Intersección				Giros	Hora de máxima demanda	Vehículos en la hora de máxima demanda.
Sector Vía a Chambo	1		Norte – Sur	Giro a la derecha	18:00 – 19:00	100
				Recto	18:00 – 19:00	580
				Giro a la izquierda	18:00 – 19:00	64
	2		Sur – Norte	Giro a la derecha	18:00 – 19:00	104
				Recto	18:00 – 19:00	488
				Giro a la izquierda	18:00 – 19:00	132
	3		Este - Oeste	Giro a la derecha	18:00 – 19:00	132
				Recto	18:00 – 19:00	260
				Giro a la izquierda	18:00 – 19:00	220
	4		Oeste – Este	Giro a la derecha	18:00 – 19:00	228
				Recto	18:00 – 19:00	164
				Giro a la izquierda	18:00 – 19:00	92

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.5.3. Información de la situación actual semafórica

Tabla 18-3: Información de la situación actual semafórica Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre

Información de la situación actual semafórica Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de Octubre					
Nivel de Servicio		Nivel de servicio tipo "F"			
Relación volumen /capacidad		1.75 segundos			
Número de fases semafóricas actuales		4			
Fases Existentes		Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV
		<p>Salida de Riobamba en dirección al cantón Chambo</p>	<p>Entrada al centro, norte y sur de la ciudad de Riobamba vía de acceso del cantón Chambo</p>	<p>Brazo en sentido Este (Redondel de la Vasija) - Oeste (Quinta Macaji)</p>	<p>Brazo en sentido Oeste (Quinta Macaji) - Este (Redondel de la Vasija)</p>
Sentido		N-S	S-N	E-O	O-E
Tiempo de las fases semafóricas actuales	Rojo	66 segundos	66 segundos	66 segundos	66 segundos
	Ámbar	3 segundos	3 segundos	3 segundos	3 segundos
	Verde	19 segundos	19 segundos	19 segundos	19 segundo
Tiempo total del ciclo semafórico		88 segundos	88 segundos	88 segundos	88 segundos
SYNCHRO 9					

	 SEL	 SET	 SER	 NWL	 NWT	 NWR	 NEL	 NET	 NER	 SWL	 SWT	 SWR
Minimum Initial (s)	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
Minimum Split (s)	40.0	40.0	25.0	27.0	27.0	23.0	25.0	25.0	27.0	23.0	23.0	40.0
Total Split (s)	40.0	40.0	25.0	27.0	27.0	40.0	25.0	25.0	27.0	40.0	40.0	40.0
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

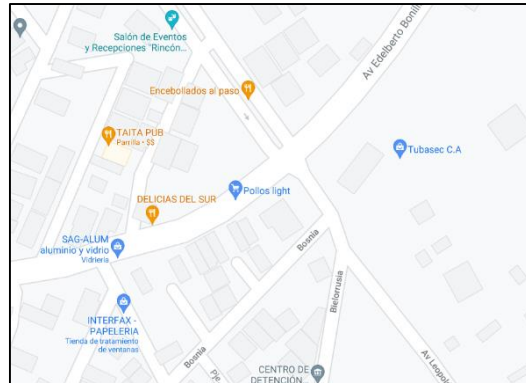
Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

El nivel del servicio en la intersección comprendida por la Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de Octubre es de “F”, generada principalmente por la falta de señalización horizontal y vertical así también como de sitios utilizados para estacionamientos de vehículos particulares, reduciendo considerablemente el ancho de carril y por ende el ancho de vía, además de ello se logra identificar que el tiempo del ciclo de la intersección semafórica es demasiado extenso lo cual genera atascamiento en el flujo vehicular.



3.5.4. Señalización Vertical

Tabla 19-3: Señalización vertical de la Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre




Orientación	Latitud	Longitud	Señalización existente	Altura libre de señal (m)	Retroflexión	Estado
Entrada al centro, sur y norte de la Ciudad de Riobamba (Desde la vía a Chambo)	-1,689587	-78,631646	 Cruce de Peatones	h = 1,92 m	Si	Regular



	-1,689703	-78,631596	 <p>Prohibido Estacionar</p>	h = 2,04 m	Si	Regular
	-1,689589	-78,631799	 <p>Giro en U</p>	h = 2,95 m	No	Malo
	-1,689179	-78,631863	 <p>Pohibido Estacionar</p>	h = 2,08 m	No	Malo

Entrada al centro y sur de Riobamba (desde la Av. Edelberto Bonilla)	-1,689131	-78,631809	 <p>Cruce de Peatones</p>	h = 1,98 m	Si	Regular
	-1,689104	-78,631766	 <p>Parada</p>	h = 1,71 m	Si	Regular
	-1,689254	-78,631755	 <p>Giro en U</p>	h = 2,95 m	No	Malo

				h = 1,97		
Vía a Chambo	-1,689254	-78,631755		h = 2,05 m	No	Malo
	-1,689313	-78,632141		h = 1,50 m	No	Regular

	-1,689257	-78,632071	 <p>Giro en U</p>	h = 2,95 m	Si	Regular
Entrada al centro y norte de la ciudad de Riobamba (Desde la vía a San Luis)	-1,689640	-78,632109	 <p>Pohibido Estacionar</p>	h = 1,95 m	Si	Regular
	-1,689624	-78,632061	 <p>Cruce de Peatones</p>	h = 1,91 m	Si	Regular

	-1,689636	-78,631850	 <p>Pohibido Estacionar</p>	h = 1,51 m	No	Malo
--	-----------	------------	--	------------	----	------

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.5.5. Señalización Horizontal

Tabla 20-3: Señalización horizontal Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre

Gráfico	Estado	Observaciones
	Señalización horizontal inexistente.	Estado de la capa asfáltica bueno.

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.6. Análisis de resultados de la información actual de las intersecciones semaforizadas

- Las fases semaforicas poseen intervalos de tiempo bastante amplios, es así que, para los accesos Sur de la ciudad de Riobamba, tales como: la intersección correspondiente a la Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño y Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de Octubre el tiempo total del ciclo semaforico oscila de entre 104 segundos y 88 segundos otorgándole un nivel de servicio “D” y “F” respectivamente, así mismo el tiempo promedio en verde es de 32 segundos y 26 segundos, por otro lado el tiempo de espera en rojo oscila en un promedio de 70 segundos y 88 segundos para cada una de las intersecciones, ello ha desencadenado grandes periodos de espera así como también largas prolongaciones vehiculares ocasionando gran congestión vehicular.
- Por otro lado, el acceso norte a la ciudad de Riobamba presenta problemas similares, la intersección semaforizada de la Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño, posee un tiempo total del ciclo semaforico de 117 segundos, con un tiempo promedio en verde de 19 segundos y un tiempo promedio de espera en rojo de 88 segundos, otorgándole un nivel de servicio de tipo “F”
- Además, se identificó que en el acceso sur ubicado en la intersección de la Av. 9 de octubre y la Av. Leopoldo Freire, la luminaria led de color ámbar perteneciente al semáforo de la fase número 2 en sentido Sur - Norte, presenta deterioro en su funcionamiento.

3.7. Intersección: Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Mons. Leónidas Proaño

3.7.1. Características geométricas de la vía

Tabla 21-3: Características geométricas de la vía

Intersección	Sentido	Número de carriles por sentido	Ancho de carril	Gradiente	Berma o Espaldón	Carril Exclusivo
Redondel de la Prolongación Av. Gonzalo Dávalos	Norte – Sur	2	3.30 m	- 3.5%	0.50 m	No
	Sur – Norte	2	5.10 m	1.3%	0.50 m	No
	Este - Oeste	2	4.25 m	1.8%	0.50m	No
	Oeste – Este	2	5.01 m	0	0.50 m	No

Fuente: Trabajo de Campo

Realizado por: Flores, J. 2021

3.7.2. Giros vehiculares

Tabla 22-3: Giros vehiculares por intersección de estudio

Intersección		Giros	Hora de máxima demanda	Vehículos en la hora de máxima demanda.	
Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño	1	Norte – Sur	Giro a la derecha	12:00 – 13:00	88
			Recto	12:00 – 13:00	196
			Giro a la izquierda	12:00 – 13:00	68
	2	Sur – Norte	Giro a la derecha	12:00 – 13:00	104
			Recto	12:00 – 13:00	140
			Giro a la izquierda	12:00 – 13:00	68
	3	Este - Oeste	Giro a la derecha	12:00 – 13:00	100
			Recto	12:00 – 13:00	112
			Giro a la izquierda	12:00 – 13:00	80
	4	Oeste – Este	Giro a la derecha	12:00 – 13:00	104
			Recto	12:00 – 13:00	112
			Giro a la izquierda	12:00 – 13:00	80

Fuente: Trabajo de Campo

Realizado por: Flores, J. 2021

3.7.3. Información de la situación actual de la rotonda

Tabla 23-3: Información de la situación actual - Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Mons. Leónidas Proaño

Información de la situación actual del redondel de la Av. Gonzalo Dávalos	
Nivel de Servicio	Nivel de servicio tipo "A"
Relación volumen /capacidad	0.34 Segundos
Facto de utilización de la Infraestructura vial	54.6%




Fuente: Trabajo de Campo
 Realizado por: Flores, J. 2021




En la intersección de la Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño, el nivel de servicio es de tipo "A", y esto se debe a que por dicha intersección se encuentra el dispositivo de control de tráfico vehicular tipo rotonda, permitiendo la dinamización del flujo vehicular de manera eficiente.

3.7.4. Señalización Vertical

Tabla 24-3: Señalización Vertical de la Prolongación de la Av. Gonzalo y Av. Monseñor Leónidas Proaño

Orientación	Latitud	Longitud	Señalización existente	Altura libre de señal (m)	Retroflexión	Estado
Salida de la Av. de la República	-1,643126	-78,663084	 <p data-bbox="1039 1262 1207 1289">Ceda el Paso</p>	h = 1,73 m	Si	Bueno

	-1,643155	-78,663019	 <p>Ceda el Paso</p>	h = 1,74 m	Si	Bueno
Entrada al redondel desde la Av. Monseñor Leónidas Proaño	-1,643406	-78,663556	 <p>Ceda el Paso</p>	h = 1,76 m	Si	Bueno
Salida del paso deprimido	-1,643669	-78,663030	 <p>Ceda el Paso</p>	h = 1,98 m	Si	Bueno




	-1,643536	-78,662943		h = 1,98 m	Si	Bueno
			Ciclovía			
Salida de San Nicolás de las Abras	-1,643230	-78,662878		h = 1,86 m	Si	Bueno
			Ceda el Paso			
	-1,643230	-78,662878		h = 2,05 m	Si	Bueno
			Ceda el Paso			




Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.7.5. Señalización Horizontal

Tabla 25-3: Señalización horizontal de la Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño

Orientación	Señalización existente	Dimensiones	Retroflexión	Estado
Salida de la Avenida de la República	 <p data-bbox="891 1118 1025 1142">Paso cebra</p>	<p data-bbox="1328 935 1615 1102">Número de bandas: 9 Ancho de línea: 0,56 m. Espaciamiento entre las líneas: 0,70 m. Largo de línea: 3 m.</p>	<p data-bbox="1749 1007 1778 1031">Si</p>	<p data-bbox="1906 1007 1989 1031">Bueno</p>
		<p data-bbox="1328 1190 1615 1358">Número de bandas: 8 Ancho de línea: 0,46 m. Espaciamiento entre las líneas: 0,75 m. Largo de línea: 3 m.</p>	<p data-bbox="1749 1262 1778 1286">Si</p>	<p data-bbox="1906 1262 1989 1286">Bueno</p>

	Paso cebra			
Entrada al redondel desde la Av. Bypass	 <p>Paso cebra</p>	<p>Número de bandas: 7 Ancho de línea: 0,46 m. Espaciamiento entre las líneas: 0,76 m. Largo de línea: 3 m.</p>	Si	Bueno
	 <p>Paso cebra</p>	<p>Número de bandas: 9 Ancho de línea: 0,56 m. Espaciamiento entre las líneas: 0,75 m. Largo de línea: 3 m.</p>	Si	Bueno
Salida del paso deprimido	 <p>Paso cebra</p>	<p>Número de bandas: 9 Ancho de línea: 0,56 m. Espaciamiento entre las líneas: 0,75 m. Largo de línea: 3 m.</p>	Si	Bueno

		<p>Ancho: 2,58 m Forma: Continua Color: Verde, blanco y amarillo.</p>	<p>Si</p>	<p>Bueno</p>
<p>Salida de San Nicolás de las Abras</p>		<p>Número de bandas: 9 Ancho de línea: 0,32 m. Espaciamiento entre las líneas: 0,48 m. Largo de línea: 3 m.</p>	<p>Si</p>	<p>Bueno</p>
		<p>Número de bandas: 11 Ancho de línea: 0,31 m. Espaciamiento entre las líneas: 0,56 m. Largo de línea: 3 m.</p>	<p>Si</p>	<p>Bueno</p>

Fuente: Trabajo de Campo
 Realizado por: Flores, J. 2021




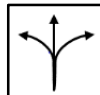
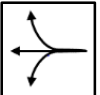
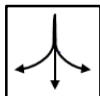
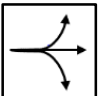
En la intersección conformada por la **Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño**, se identificó que existe escases de señalización vertical, y parte de las que disponen las vías se encuentran en mal estado, ya que se evidencia el poco mantenimiento que estas señaléticas poseen. Luego de verificar las dimensiones se pudo identificar que ninguna cumplía con las medidas establecidas en la Norma INEN 004 – 1, como ya se manifestó el estado de la señalética en este sector es considerado como malo por diferentes causas, principalmente por la falta de mantenimiento además de que se encuentran en lugares poco visibles para los usuarios, lo que puede generar siniestros viales. En lo referente a la señalética horizontal se logró de igual forma evidenciar la escasa y poca visibilidad que tiene la señalética.

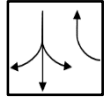
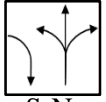
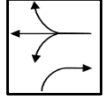
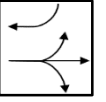
La **Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño**, cuenta con señalética vertical, la cual también se halla en estado malo y regular, adicional a ello se logra identificar que tampoco cumple con las normativas que la regulan como es la Norma INEN 004 – 1, ya que la altura de todas las señaléticas es completamente diferente. Además, se encuentran ubicadas en sectores con poca visibilidad por lo que los usuarios no pueden identificar el tipo de señal. La señalética horizontal de igual manera se halla normado por la INEN 004 – 2, en este sector se identifica que existe escasa señalización de este tipo lo que genera problemas de movilidad, principalmente porque las personas no visualizan ningún paso cebra por donde cruzar, y consecuentemente adquieren una cultura de movilidad inadecuada.

La intersección comprendida por la **Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre**, se ha logrado identificar en lo referente a la señalética vertical que se encuentra en estado regular y malo, debido a distintas causas climatológicas y a un inadecuado mantenimiento, además de ello tampoco cumplen con la altura reglamentaria establecida en la Norma INEN 004 – 1, por lo que debe realizarse un intercambio de esta señalética, ya que no es visible para los usuarios. En la señalética horizontal de igual forma no existe en este sitio, ya que no están delimitados los pasos cebras por lo que la ciudadanía cruza las vías de manera incorrecta, lo que genera posibles accidentes o siniestros viales en esta zona.

En cuanto a la intersección compuesta por la **Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño**, se presentan mejores condiciones tanto en infraestructura como en señalética, ya que todas las señales se hallan en estado bueno, pero no cumplen con la altura reglamentaria. Además de ello en lo referente a la señalización horizontal se logra identificar que existe pasos cebras y ciclovías delimitadas de tal modo que las personas logran identificar con facilidad por donde se realiza el cruce de la vía, e incluso por donde deben transitar con su medio de transporte no motorizado, las dimensiones de todos los pasos peatonales son de diferente tamaño, únicamente coinciden en el largo de la banda de la señalización

Tabla 26-3: Análisis resumen de la operación actual semafórica y del redondel en las intersecciones de estudio

Accesos	Intersección	Fases semafóricas existente	Nivel de Servicio	Retraso de la Intersección	Factor de utilización de la infraestructura vial	Relación Volumen/Capacidad
Norte de la ciudad de Riobamba	Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Leónidas Proaño	<p style="text-align: center;">N° de Fases = 3</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Fase 1</p>  <p>E-O</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fase 2</p>  <p>S-N</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fase 3</p>  <p>N-S</p> </div> </div>	D	46,8 s	89,6 %	1,10 s
Norte de la ciudad de Riobamba	Av. Leónidas Proaño y Av. Lizarzaburu	<p style="text-align: center;">N° de Fases = 4</p> <div style="display: grid; grid-template-columns: 1fr 1fr; gap: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Fase 1</p>  <p>S-N</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fase 2</p>  <p>E-O</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fase 3</p>  <p>N-S</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fase 4</p>  <p>O-E</p> </div> </div>	F	144 s	100,8 %	2,83 s

<p>Sur de la ciudad de Riobamba</p>	<p>Av.9 de octubre y Av. Leopoldo Freire</p>	<p>N° de Fases = 4</p> <p>Fase 1  N-S</p> <p>Fase 2  S-N</p> <p>Fase 3  E-O</p> <p>Fase 4  O-E</p>	<p>F</p>	<p>220,1 s</p>	<p>122,1 %</p>	<p>1,75 s</p>
<p>Norte de la ciudad de Riobamba</p>	<p>Prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos</p>	<p>No existen semáforos, por ende, no existen fases semafóricas, debido a que en dicha intersección el tipo de control vehicular es un redondel.</p>	<p>A</p>	<p>—</p>	<p>54,6 %</p>	<p>0,34 s</p>

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.8. Comprobación de la Idea a Defender

Luego de realizar el aforo vehicular en cada una de las intersecciones, así como el inventario del estado de la señalética tanto horizontal como vertical queda verificada la idea a defender.

A través de los aforos se logró identificar el nivel de servicio existentes en cada intersección, en la Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño, existe un nivel D lo cual indica principalmente que la congestión en este sitio se produce de forma frecuente, en cuanto a la Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño, el nivel de servicio es F, de igual forma se debe a que la congestión o tráfico en este lugar es excesivo, siendo una de las principales causas el estacionamiento de transporte Inter cantonal e interprovincial para que más personas accedan al servicio lo que limita el espacio de movilización de los demás vehículos.

En la Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre, se logró identificar que el nivel de servicio también es F siendo una de las causas más influyentes que se ubica el Mercado Mayorista por lo que existe gran congestión, y finalmente en la intersección entre la Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño el nivel de servicio es tipo A, ya que este sector fue creado con el objetivo de reducir la congestión en los alrededores del lugar.

Para mejorar el nivel de servicio se realizó un análisis exhaustivo de las fases de cada intersección semafórica, así como la influencia del mal estado de la señalética vertical y la falta de señalética horizontal, por lo que, al realizar una modificación en los ciclos semafóricas, e implementando nueva señalética vertical y horizontal se logrará mejorar el nivel de servicio en estos lugares, así como la movilización de las personas.

3.9. Propuesta

3.9.1. Título

Estudio de Factibilidad para mejorar el tráfico de los accesos norte y sur a la ciudad de Riobamba.

3.9.2. Análisis de la Situación Actual

A través del levantamiento de información que se llevó a cabo en cada una de las intersecciones objeto de estudio, se evidenció que el principal problema es la congestión vehicular, se da debido a múltiples aspectos, como la geografía de la ciudad de Riobamba, el crecimiento poblacional, el crecimiento del parque automotor y sobre todo al excesivo uso del vehículo particular.

Por ello se utilizará el software de simulación de tráfico y transporte “Synchro 9.0”, con la finalidad de simular la situación actual y mejorar el nivel de servicio de cada una de las intersecciones objeto de estudio, a través de la modificación de los ciclos semafóricos.

Además, se hará uso del programa ArcGis, para la demostración gráfica de readecuación de la señalética horizontal y vertical en cada una de las intersecciones.

3.10. Contenido de la Propuesta

3.10.1. Objetivo

Elaborar una propuesta para mejorar el tráfico de los accesos norte y sur a la ciudad de Riobamba, mediante la mejora del nivel de servicio en las intersecciones semaforizadas y con redondel, además de la readecuación de señalética horizontal y vertical.

3.10.2. Ubicación del Proyecto

El proyecto se llevará a cabo en la ciudad de Riobamba, capital de la provincia de Chimborazo, específicamente en los accesos norte y sur a la ciudad.

3.10.2.1. Macro Localización

Provincia: Chimborazo

Cantón: Riobamba

3.10.2.2. *Micro Localización*

Accesos a la ciudad:

- Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño
- Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño
- Prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño Avenida
- Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre

3.11. Desarrollo de la Propuesta

Estrategia 1

Rediseño de las fases, ciclos semafóricos y mejora de los niveles de servicio.

Objetivo

Rediseñar las fases y ciclos semafóricos de las intersecciones semaforizadas para mejorar el nivel de servicio.

Problemática

De acuerdo con los datos recolectados en las diferentes intersecciones de estudio, se identificaron los siguientes problemas:

- Las fases semafóricas poseen intervalos de tiempo bastante amplios, es así que, para los accesos Sur de la ciudad de Riobamba, tales como: la Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño y la intersección de la Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de Octubre, el tiempo total del ciclo semafórico oscila de entre 104 segundos y 132 segundos otorgándole un nivel de servicio “D” y “F” respectivamente , con un tiempo en verde mínimo de 19 segundos y 26 segundos, así mismo el tiempo de espera en rojo es de 73 segundo y 10 segundos para cada una de las intersecciones, ello ha desencadenado grandes periodos de espera así como también largas prolongaciones vehiculares ocasionando gran congestión vehicular.

- Por otro lado, el acceso norte a la ciudad de Riobamba presenta problemas similares, la intersección semaforizada de la Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño posee un tiempo total del ciclo semafórico de 117 segundos, con un tiempo en verde de 26 segundos y un tiempo de espera en rojo de 88 segundos, otorgándole un nivel de servicio de tipo “F”
- Además, se identificó que en el acceso sur ubicado en la intersección Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre, la luminaria led de color ámbar perteneciente al semáforo de la fase número 2 en sentido Sur - Norte, presenta deterioro en su funcionamiento.

Estrategia 2

Readecuación de la señalética horizontal y vertical en las intersecciones.

Objetivo

Readecuar la señalización horizontal y vertical en cada una de las intersecciones objeto de estudio.

Problemática

Acorde a la información recolectada en campo en cada una de las intersecciones se identificaron los siguientes problemas:

- La señalización vertical en la Av. Pedro Vicente Maldonado es carente, y la señalización existente se encuentra en mal estado, por su parte la señalización horizontal es escasa.
- En la intersección de la Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño, la señalética vertical es regular, mientras que la señalética horizontal es mínima.
- La Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre se ha logrado identificar en lo referente a la señalética vertical que se encuentra en estado regular y malo, la señalización horizontal es inexistente.
- En el redondel situado en la Prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos, la señalización vertical se encuentra en estado excelente, la señalización horizontal se puede denominar en un estado bueno.

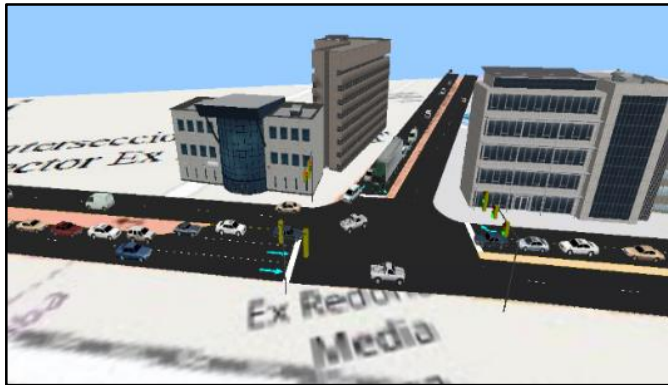
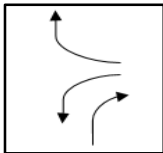
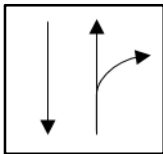
Intersecciones de Estudio

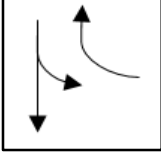
3.11.1. Intersección Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño

Dado que el nivel de servicio actual del acceso sur de la ciudad de Riobamba es de tipo “D”, y que el enfoque de solución para mejorar el nivel de servicio radica en el rediseño de fases y cambios en los tiempos semafóricos, se presentan las siguientes alternativas de solución:

3.11.1.1. Propuesta de rediseño de fases semafóricas

Tabla 27-3: Propuesta de rediseño de las fases semafóricas

Intersección: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño					
					
N°	Fases Propuesta	Movimientos	Giros	Nivel de servicio por giro	Nivel de Servicio de la intersección
1		E-O	Giro a la derecha	A	C
			Giro a la Izquierda	D	
		S-E	Giro a la derecha	A	
2		N-S	Recto	A	
		S-N	Recto	D	
		S-E	Giro a la derecha	A	
3		N-S	Recto	A	
		N-E	Giro a la izquierda	D	

		E-N	Giro a la derecha	A	
--	---	-----	-------------------	---	--

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

Como se puede apreciar en la tabla 27-3, el rediseño propuesto de las fases semafóricas consiste en los siguientes movimientos:

- La fase N° 1, se activa en sentido Este - Oeste para los giros a la derecha e izquierda, juntamente con el giro protegido a la derecha de la fase semafórica N° 2 en sentido Sur - Este.
- La fase N° 2, se activa en sentido Sur - Norte para el tránsito vehicular recto, así como también para los giros permitidos a la derecha a la vez con los movimientos rectos de la fase N° 3 en sentido Norte – Sur de la ciudad de Riobamba.
- La fase N° 3, se activa en sentido Norte – Sur para el movimiento vehicular recto y giros a la izquierda, simultáneamente con los giros protegidos hacia la derecha de la fase N° 1 en sentido Este - Norte de la ciudad de Riobamba.

3.11.1.2. Propuesta del rediseño de los tiempos de los ciclos semafóricos

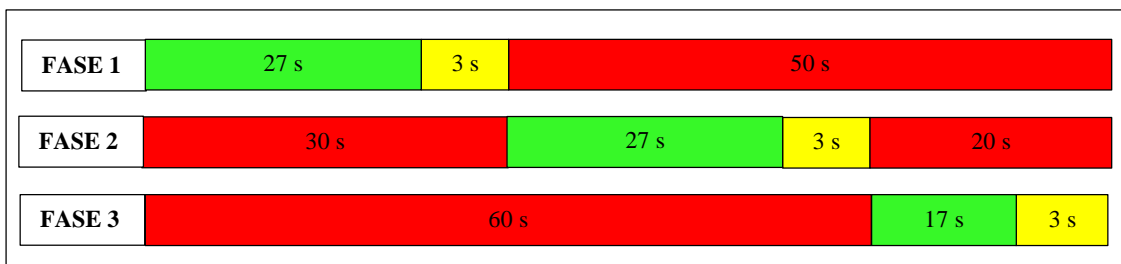


Figura 5-3: Diagrama de los nuevos tiempos semafóricos en la intersección Ex Media Luna
Realizado por: Flores, J. 2021

La propuesta que se presenta a continuación, engloba el rediseño de los tiempos de las fases semafóricas en todas las intersecciones analizadas, tal es el caso que para la intersección ubicada en la Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño, se obtuvo un tiempo actual del ciclo semafórico de 104 segundos y con el rediseño de las fases así como también de los tiempos del ciclo semafórico se obtuvo un disminución en un 23% del total del tiempo actual,

llegando la intersección a operar con un ciclo total de 80 segundos mejorando notablemente los niveles de servicio, así como también los accesos vehiculares a la ciudad de Riobamba.

3.11.1.3. Propuesta de mejora de los niveles de servicio

Tabla 28-3: Niveles de servicio de la intersección

Nivel de servicio de la intersección Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Mons. Leónidas Proaño						
	Fase 1		Fase 2		Fase 3	
Características						
Volumen vehicular (veh/h)	500	412	448	316	512	276
Efecto accionado de verde (s)	27.0	47.0	27.0	57.0	47.0	17.0
Verde eficaz para el ciclo (g/C)	0.34	0.59	0.34	0.71	0.59	0.21
Relación volumen / capacidad	0.91	0.51	0.84	0.33	0.30	0.80
Retardo de control (s)	47.6	8.3	39.5	2.9	8.8	47.6
Retraso en cola (s)	0	0	0	0	0	0
Retraso total (s)	47.6	8.3	39.5	2.9	8.8	47.6
Nivel de Servicio	C					
Retraso de intersección (s)	25.7 s.					
Factor de utilización de la capacidad en la intersección-ICU	76.6%					

Fuente: Trabajo de Campo

Realizado por: Flores, J. 2021

Una vez llevado a cabo el rediseño de las fases y el tiempo de los ciclos semafóricos, se pudo identificar que el nivel de servicio de la intersección tuvo una mejora, es decir paso de un nivel de servicio de tipo “D” con una demora de tiempo perdido en la intersección de 46.8 segundos a un nivel tipo “C”, con un retraso de intersección de 25.7 segundos, así mismo el factor de utilización de la capacidad de la infraestructura vial bajo de un 89.6% a un 76.6% mejorando así el flujo de los accesos vehiculares a la ciudad de Riobamba.

3.11.1.4. Propuesta de reestructuración de la señalización vertical

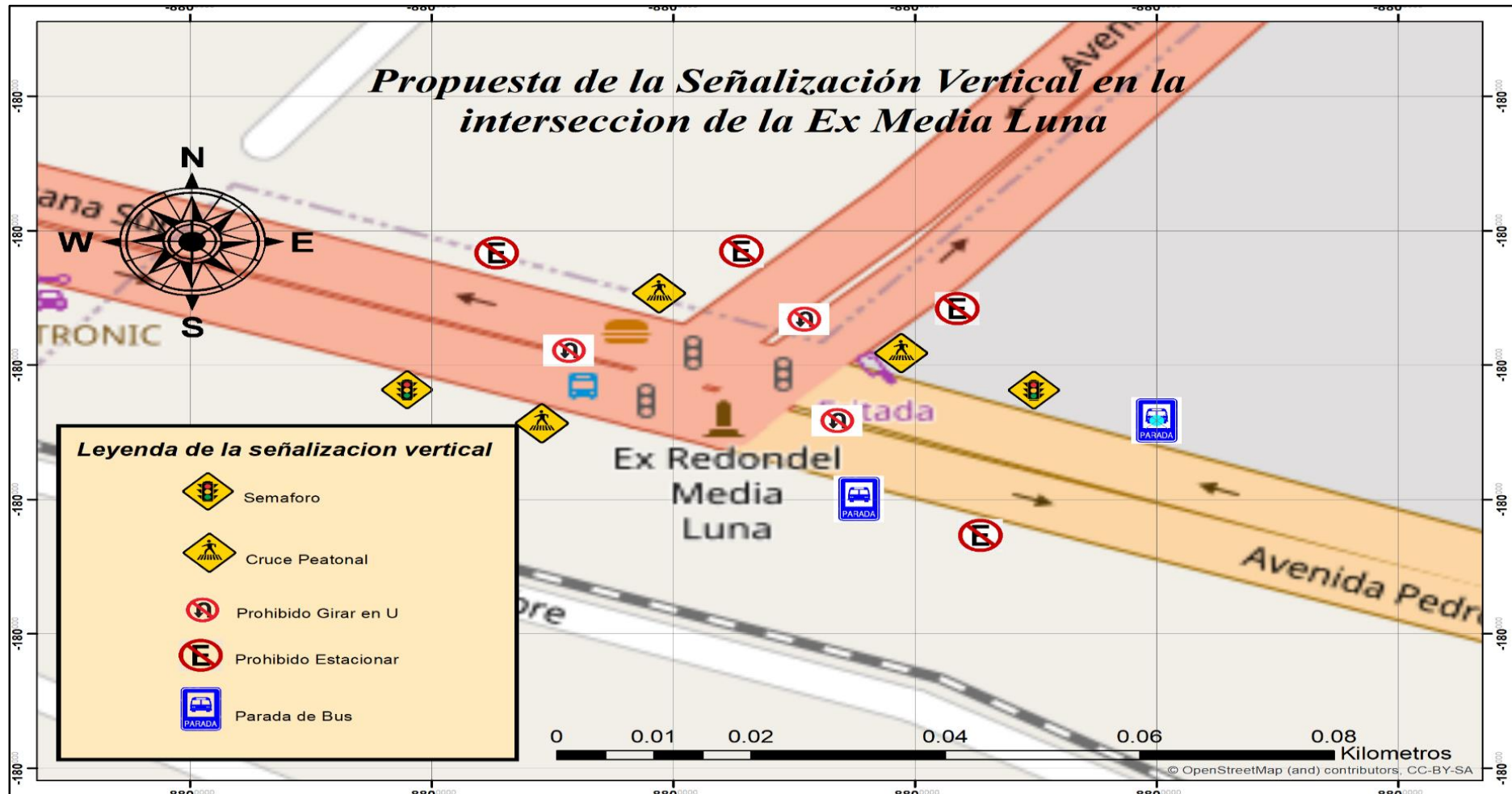


Figura 6-3: Propuesta de señalización vertical en la intersección de la Av. Pedro Vicente Maldonado y Mons. Leónidas Proaño

Realizado por: Flores, J. 2021

- Latitud y longitud de la señalización vertical


Tabla 29-3: Latitud y longitud de señalización vertical en el Sector Media Luna

Imagen	Cantidad	Coordenadas de localización		Altura óptima
		Latitud	Longitud	
	3	-1,655886	-78,695117	2,20 m
		-1,655794	-78,695148	
		-1,655830	-78,695278	
	4	-1,655731	-78,695190	2,00 m
		-1,655760	-78,695257	2,20 m
		-1,655796	-78,695055	
	-1,655961	-78,695124	2,20 m	
	2	-1,655854	-78.694978	2,00 m
		-1,655955	-78,695152	
<small>SP-23</small> 	2	-1.655845	-78.695003	2,20 m
		-1,655880	-78,695352	2,00 m
	3	-1,655833	-78,695043	2,20 m
		-1,655760	-78,695215	
		-1,655889	-78,695325	
TOTAL	14			

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.11.1.5. Propuesta de reestructuración de la señalización horizontal

Tabla 30-3: Señalización horizontal – Av. Pedro Vicente Maldonado (Sector Ex Media Luna)

Localización	Sentido vial	Dimensiones				Cruce cebra 	Unidad (m2)
		Número de bandas	Ancho de la banda	Espacio entre las líneas	Largo de la banda		
Av. Pedro Vicente Maldonado	Doble vía	Número de bandas	Ancho de la banda	Espacio entre las líneas	Largo de la banda	2	21,60 m2
		16	0,45 m	0,75 m	3 m		
Av. Monseñor Leonidas Proaño		Número de barras	Ancho de la banda	Espacio entre las líneas	Largo de la banda	2	17,55 m2
		13	0,45 m	0,75 m	3 m		
Panamericana		Número de barras	Ancho de la banda	Espacio entre las líneas	Largo de la banda	2	21,60 m2
		16	0,45 m	0,75 m	3 m		
TOTAL						6	60.75 m2

Fuente: Trabajo de Campo


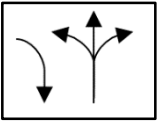
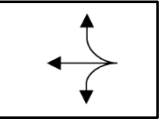
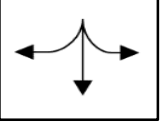
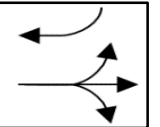
Realizado por: Flores, J. 2021

3.11.2. Intersección Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño (By Pass)

La intersección de acceso norte a la ciudad de Riobamba posee un nivel de servicio de tipo “F”, ante aquella situación, se presentan las siguientes alternativas de solución:

3.11.2.1. Propuestas de rediseño de fases semafóricas

Tabla 31-3: Propuesta de rediseño de las fases semafóricas en el sector By Pass

Intersección Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leonidas Proaño					
					
N°	Fases Propuesta	Movimientos	Giros	Nivel de servicio por giro	Nivel de Servicio de la intersección
1		S-N	Giro a la izquierda	D	D
			Recto	D	
			Giro a la derecha	D	
		O-E	Giro a la derecha	A	
2		E-O	Giro a la izquierda	D	
			Recto	D	
			Giro a la derecha	D	
3		N-S	Giro a la izquierda	C	
			Recto	D	
			Giro a la derecha	A	
4		N-S	Giro a la derecha	A	
		O-E	Giro a la izquierda	D	
			Recto	C	
			Giro a la derecha	A	

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

La tabla 31-3, indica la propuesta de las nuevas fases semafóricas y esta consiste en los siguientes movimientos vehiculares:

- La fase N° 1, se activa en el sentido Sur - Norte (centro de Riobamba- vía a Quito) y abarca los giros a la izquierda, movimientos rectos y giros a la derecha, conjuntamente se activa el giro protegido a la derecha del brazo en el sentido Oeste - Este (By Pass – Redondel Av. Gonzalo Dávalos).
- La fase N° 2, activa el tránsito vehicular en sentido Este - Oeste (Redondel Av. Gonzalo Dávalos – By Pass) para los giros a la izquierda, movimientos vehiculares rectos y giros a la derecha respectivamente.
- La fase N° 3, se activa en el sentido Norte - Sur (Salida a Quito- Entrada a la ciudad de Riobamba) activando el tránsito vehicular para los giros a la izquierda, movimientos rectos y giros a la derecha.
- La fase N° 4, se activa en sentido Oeste – Este (By Pass – Redondel Av. Gonzalo Dávalos) y abarca los giros a la izquierda, movimientos rectos y giros a la derecha, conjuntamente se activa el giro protegido a la derecha del brazo en sentido Norte- Sur (Salida a Quito – Entrada a la ciudad de Riobamba).

3.11.2.2. Propuesta del rediseño de los tiempos de los ciclos semafóricos

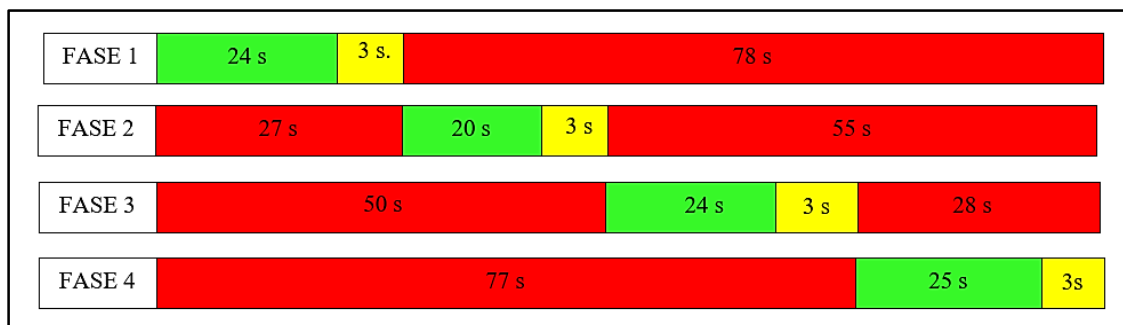


Figura 7-3: Diagrama de los nuevos tiempos semafóricos en la intersección By Pass

Realizado por: Flores, J. 2021

Una vez se ha ejecutado el rediseño de los tiempos semafóricos en la intersección analizada ubicada en la Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño, se obtuvo un nuevo tiempo del ciclo semafórico total, siendo este 105 segundos que en relación al actual es de 117 segundos, es decir que con el rediseño propuesto se obtiene una disminución en aproximadamente 10.26 % del total del tiempo actual semafórico con el que está operando la intersección, mejorando notablemente el nivel de servicio, así como también el tránsito vehicular a la ciudad de Riobamba.

3.11.2.3. Propuesta de mejora de los niveles de servicio

Tabla 32-3: Niveles de servicio intersección sector By Pass

Nivel de servicio de la intersección Av. Lizaraburu y Av. Mons. Leonidas Proaño								
Características	Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4	
Volumen vehicular (veh/h)	68	340	200	236	680	236	546	
Efecto accionado de verde (s)	52.0	49.0	20.0	52.0	24.0	51.0	49.0	
Verde eficaz para el ciclo (g/C)	0.50	0.47	0.19	0.50	0.23	0.49	0.47	
Relación volumen / capacidad	0.09	0.59	0.72	0.28	0.85	0.29	0.59	
Retardo de control (s)	3.6	21.2	48.1	2.7	50.2	2.8	21.2	
Retraso en cola (s)	0	0	0	0	0	0	0	
Retraso total (s)	3.6	21.2	48.1	2.7	50.2	2.8	21.2	
Nivel de Servicio	D							
Retraso de intersección (s)	35.2 s.							
Factor de utilización de la capacidad en la intersección - ICU	70.8%							

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

Una vez se ha llevado a cabo el rediseño de las fases y el tiempo de los ciclos semafóricos en la intersección analizada, se pudo identificar que el nivel de servicio obtuvo una notable mejora, puesto que paso de un nivel de servicio de tipo “F” con una demora de tiempo perdido de 144 segundos a un nivel de tipo “D” con un retraso en la intersección de 35.2 segundos, así mismo en lo que respecta al factor de utilización de la infraestructura vial, este bajo de un 100.8% a 70.8% suavizando así el tránsito vehicular que circula por aquella intersección.

3.11.2.4. Propuesta de reestructuración de la señalización vertical

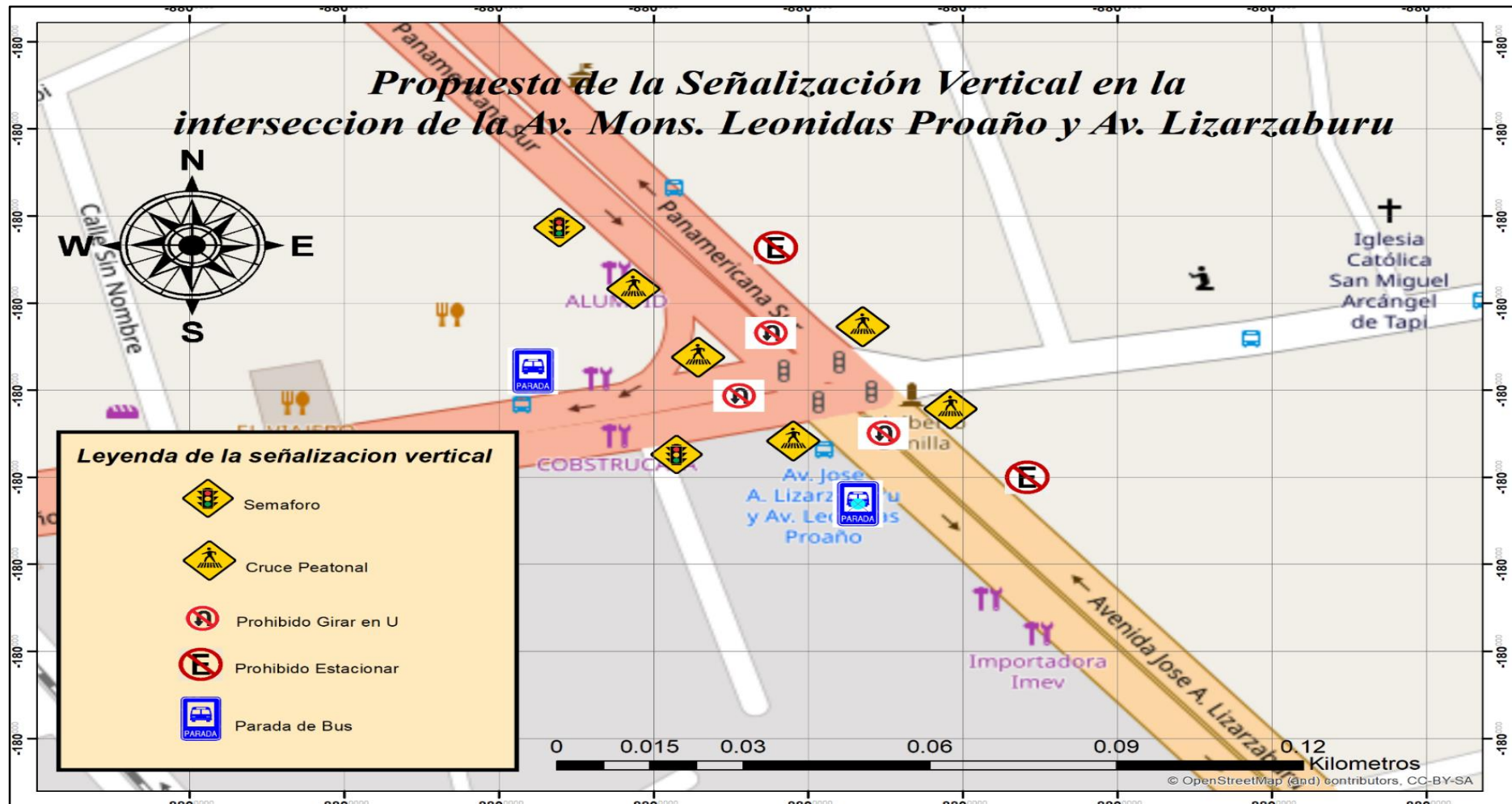


Figura 8-3: Propuesta de señalización vertical en la intersección del sector By Pass.

Realizado por: Flores, J. 2021

- Latitud y longitud de la señalización vertical

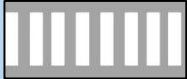
Tabla 33-3: Latitud y longitud Señalización vertical Av. Lizarzaburu (Sector By Pass)

Imagen	Cantidad	Coordenadas de localización		Altura óptima
		Latitud	Longitud	
	3	-1,645068	-78,673605	2,20 m
		-1,644943	-78,673714	
		-1,645033	-78,673781	
	2	-1,645072	-78,673505	2,00 m
		-1,644901	-78,673626	2,20 m
	2	-1,644928	-78,673853	2,00 m
		-1,645104	-78,673746	2,00 m
	5	-1,645043	-78,673524	2,00 m
		-1,644933	-78,673598	2,00 m
		-1,644940	-78,673842	2,20 m
		-1,644975	-78,673822	2,20 m
		-1,645100	-78,673717	2,20 m
	2	-1,645139	-78,673667	2,20 m
		-1,645020	-78,674191	2,00 m
TOTAL	14			

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.11.2.5. Propuesta de reestructuración de la señalización horizontal

Tabla 34-3: Señalización horizontal Av. Lizarzaburu (Sector By Pass)

Localización	Sentido vial	Dimensiones				Cruce cebra	Unidad (m)
		Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas		
Entrada desde el Centro de la Ciudad (Av. Lizarzaburu)	Doble sentido	Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas	2	21,60 m ²
		16	0,45 m	0,75 m	3 m		
Ingreso desde el Redondel de la Prolongación de la Gonzalo Dávalos		Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas	1	9,45 m ²
		7	0,45 m	0,75 m	3 m		
Entrada desde Av. Monseñor Leónidas Proaño (desde Ex media Luna)		Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas	2	20,25 m ²
		15	0,45 m	0,75 m	3 m		
Ingreso desde el Norte de la Ciudad (Troncal de la Sierra)		Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas	2	25,65 m ²
		19	0,45 m	0,75 m	3 m		
TOTAL						7	76,95 m²

Fuente: Trabajo de Campo


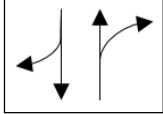
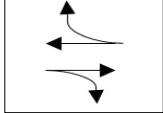
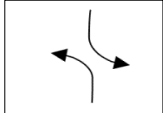
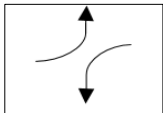
Realizado por: Flores, J. 2021

3.11.3. Intersección Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre.

La intersección de acceso sur a la ciudad de Riobamba posee un nivel de servicio de tipo “F, ante aquella situación, se presentan las siguientes alternativas de solución:

3.11.3.1. Propuesta de rediseño de fases semafóricas

Tabla 35-3: Propuesta de rediseño de las fases semafóricas en el sector Vía a Chambo

Intersección Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de Octubre					
					
Nº	Fases Propuesta	Movimientos	Giros	Nivel de servicio por giro	Nivel de Servicio de la intersección
1		N-S	Recto	D	D
			Giro a la derecha	A	
		S-N	Recto	D	
			Giro a la derecha	A	
2		E-O	Recto	D	
			Giro a la derecha	A	
		O-E	Recto	D	
			Giro a la derecha	A	
3		N-S	Giro a la izquierda	E	
		S-N	Giro a la izquierda	E	
4		E-O	Giro a la izquierda	D	
		O-E	Giro a la izquierda	E	

Fuente: Trabajo de Campo
 Realizado por: Flores, J. 2021

La tabla 35-3, indica el rediseño de las nuevas fases semafóricas y esta consiste en los siguientes movimientos:

- La fase N° 1, se activa en sentido Norte – Sur (centro de Riobamba - vía a Chambo) y abarca los movimientos vehiculares rectos y giros a la derecha, conjuntamente se activa los movimientos del brazo en sentido Sur - Norte (Chambo – Norte de Riobamba) activándose los movimientos vehiculares rectos con su respectivo giro a la derecha.
- La fase N° 2, se activa en sentido Este - Oeste (vasija de la ciudad de Riobamba – Quinta Macají) para el tránsito vehicular recto y los giros protegidos hacia la derecha, conjuntamente a ello se activa el brazo Oeste- Este (Quinta Macají – Vasija de la ciudad de Riobamba) con movimientos rectos y giros hacia la derecha.
- La fase N° 3, activa los giros protegidos para la izquierda en el sentido Sur – Norte (cantón Chambo - Quinta Macají) y Norte – Sur (Centro de la ciudad – La vasija).
- La fase N° 4, activa exclusivamente los giros protegidos izquierdos en sentido Sur – Norte (Quinta Macají – Centro de la ciudad de Riobamba) y Norte – Sur (La vasija – Cantón Chambo).

3.11.3.2. Propuesta del rediseño de los tiempos de los ciclos semafóricos

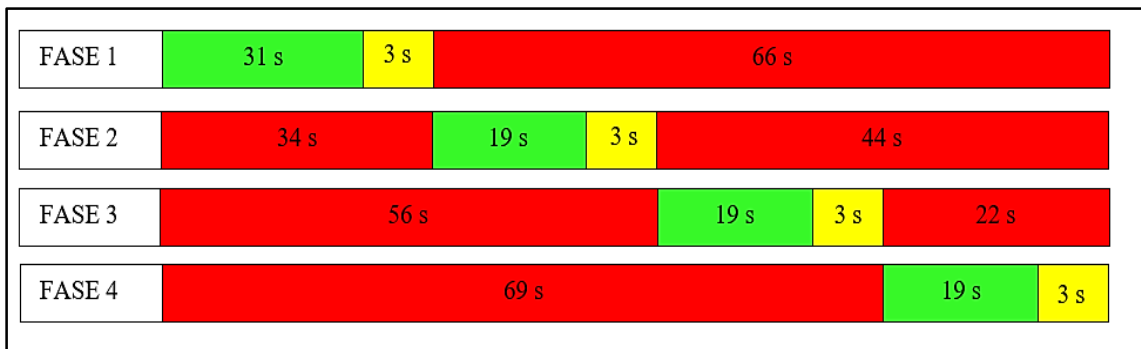


Figura 9-3: Diagrama de los nuevos tiempos semafóricos en la intersección Vía a Chambo

Realizado por: Flores, J. 2021

Una vez se ha ejecutado el rediseño de los tiempos semafóricos en la intersección analizada ubicada en la Av. 9 de Octubre y Av. Leopoldo Freire, se obtuvo un nuevo tiempo del ciclo semafórico total, siendo este 100 segundos que en relación al actual data en los 88 segundos, es decir que con el rediseño propuesto se obtiene un aumento de 12 segundos en relación al tiempo actual semafórico con el que está operando la intersección, mejorando notablemente el nivel de servicio, así como también el tránsito vehicular a la ciudad de Riobamba.

3.11.3.3. Propuesta de mejora de los niveles de servicio

Tabla 36-3: Niveles de servicio intersección Vía a Chambo

Nivel de servicio de la intersección Av. 9 de Octubre y Av. Leopoldo Freire								
Características	Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4	
Volumen vehicular (veh/h)	680	592	392	392	132	64	92	220
Efecto accionado de verde (s)	31.0	31.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
Verde eficaz para el ciclo (g/C)	0.31	0.31	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Relación volumen / capacidad	0.98	0.92	0.50	0.80	0.43	0.21	0.30	0.71
Retardo de control (s)	99.2	56.5	42.0	57.1	40.3	36.1	37.6	50.9
Retraso en cola (s)	0	0	0	0	0	0	0	0
Retraso total (s)	99.2	56.6	42.0	57.1	40.3	36.1	37.6	50.9
Nivel de Servicio	D							
Retraso de intersección (s)	52.1s							
Factor de utilización de la capacidad en la intersección-ICU	91.4%							

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

Una vez se ha llevado a cabo el rediseño de las fases y el tiempo de los ciclos semafóricos en la intersección analizada, se pudo identificar que el nivel de servicio obtuvo una notable mejora, puesto que pasa de un nivel de servicio de tipo “F” con una demora de tiempo perdido de 220.1 segundos a un nivel de tipo “D” con un retraso en la intersección de 52.1 segundos, es decir existe un ahorro de tiempo en aproximadamente un 76.33%, el ciclo total semafórico subió de 88 segundos a 100 segundos, así mismo en lo que respecta al factor de utilización de la infraestructura vial, este bajó de 122.1% a 91.4% siendo esta una de las intersecciones en las cuales se ha optimizado de manera eficiente el tiempo así como también las fases semafóricas de los movimientos vehiculares.

3.11.3.4. Propuesta de reestructuración de la señalización vertical



Figura 10-3: Propuesta de señalización vertical en la intersección de la Vía a Chambo

Realizado por: Flores, J. 2021

- Latitud y longitud de la señalización vertical

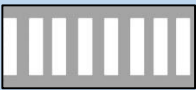
Tabla 37-3: Latitud y longitud de señalización vertical en la Vía a Chambo

Imagen	Cantidad	Coordenadas de localización		Altura óptima
		Latitud	Longitud	
	4	-1,689441	-78,631911	2,20 m
		-1,689370	-78,631877	
		-1,689397	-78,631949	
		-1,689462	-78,631981	
	2	-1,689441	-78,631858	2,00 m
		-1,689600	-78,631948	
	4	-1,689623	-78,631680	2,20 m
		-1,689196	-78,631839	
		-1,689335	-78,632138	
		-1,689578	-78,631891	
	3	-1,689258	-78,631891	2,20 m
		-1,689352	-78,632130	
		-1,689703	-78,631852	
	2	-1,689387	-78,631681	2 m
		-1,689099	-78,631701	
	1	-1,689203	-78,631976	2,20 m
TOTAL	16			

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.11.3.5. Propuesta de reestructuración de la señalización horizontal

Tabla 38-3: Señalización horizontal de la Av. Leopoldo Freire

Localización	Sentido vial	Dimensiones				Cruce cebra 	Unidad (m2)
		Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas		
Entrada al centro, sur y norte de la Ciudad de Riobamba (desde Chambo)	Doble sentido	Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas	2	16,20 m2
		12	0,45 m	0,75 m	3 m		
Entrada al centro y sur de Riobamba (desde la Vasija)		Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas	2	20,25 m2
		15	0,45 m	0,75 m	3 m		
Av. Leopoldo Freire (Salida a Chambo)		Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas	2	16,20 m2
		12	0,45 m	0,75 m	3 m		
Entrada al centro y norte de Riobamba (desde redondel Vía a San Luis)		Número de bandas	Ancho de las bandas	Espacio entre bandas	Largo de las bandas	2	18,90 m2
		14	0,45 m	0,75 m	3 m		
TOTAL						8	71,55 m

Fuente: Trabajo de Campo

Realizado por: Flores, J. 2021

3.11.4. Intersección de la Av. Gonzalo Dávalos

3.11.4.1. Propuesta de reestructuración de la señalización vertical

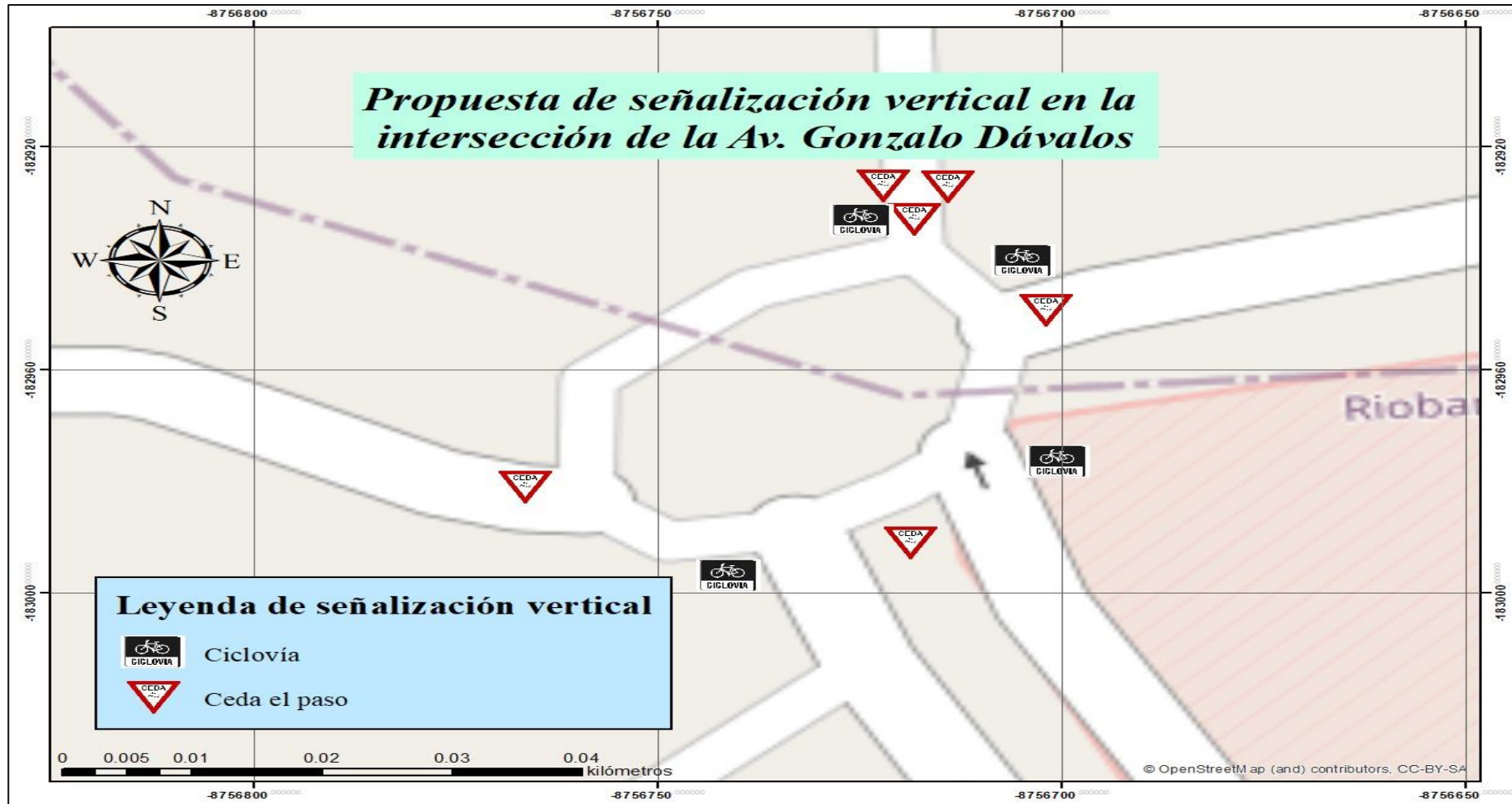




Figura 11-3: Propuesta de señalización vertical en la intersección de la prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos.

Realizado por: Flores, J. 2021

- Latitud y longitud de la señalización vertical

Tabla 39-3: Señalización vertical de la prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos

Imagen	Cantidad	Coordenadas de localización		Altura óptima
		Latitud	Longitud	
	6	-1,643428	-78,663449	2,00 m
		-1,643594	-78,663044	
		-1,643249	-78,662882	
		-1,643202	-78,662963	
		-1,643191	-78,663040	
		-1,643178	-78,663100	
	4	-1,643551	-78,662927	2,00m
		-1,643649	-78,663180	
		-1,643159	-78,662918	
		-1,643170	-78,663101	
TOTAL	10			

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 40-3: Resumen de la propuesta de optimización de los ciclos semafóricos en las intersecciones de estudio

Accesos	Intersección	Tipo de control	Situación Actual				Propuesta			
			Retraso de la Intersección (s)	Factor de utilización de la infraestructura vial (ICU)	Ciclo semafórico (s)	Nivel de Servicio	Retraso de la Intersección	Factor de utilización de la infraestructura vial (ICU)	Ciclo semafórico (s)	Nivel de Servicio
Norte	Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Leónidas Proaño	Semáforo	46,8s	89,65%	104s	D	25,7s	76,60%	80s	C
Norte	Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño	Semáforo	144s	100,80%	117s	F	35,2s	70,80%	105s	D
Sur	Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de octubre	Semáforo	220,1s	122,10%	88s	F	52,1s	91,40%	100s	D
Norte	Prolongación de la Av. Gonzalo Dávalos	Redondel	—	54,60%	La intersección se encuentra controlada por una rotonda, por ende, no existe un ciclo semafórico debido al tipo de control vehicular, en la actualidad posee un nivel de servicio tipo A.					

Fuente: Trabajo de Campo


Realizado por: Flores, J. 2021

Se propone una optimización de los ciclos semafóricos de las intersecciones evaluadas, ya que mejorará el nivel de servicio que en la actualidad poseen, permitiendo que el flujo de tránsito en las tres intersecciones con controles semafóricos disminuya las colas que se genera principalmente en las horas pico.

3.11.5. Costos

3.11.5.1. Señalización Vertical

Tabla 41-3: Costos de señalización vertical

Nº	Imagen	Unidades	Precio Unitario	Precio Total
1		10	\$75,00	\$750,00
3		10	\$75,00	\$750,00
4		6	\$70,00	\$420,00
5	<small>SP-23</small> 	6	\$75,00	\$450,00
6		11	\$75,00	\$825,00
7		6	\$90,00	\$540,00
8		4	\$80,00	\$320,00
9		1	\$75,00	\$75,00
Total				\$ 4 130,00

Fuente: Trabajo de Campo
Realizado por: Flores, J. 2021

3.11.5.2. Señalización Horizontal


Tabla 42-3: Precios unitarios pintura

PRECIOS UNITARIOS PINTURA					
Rubro:	Cruce cebra	Unidad:			m2
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio		Valor total
Pintura de tráfico blanca	Gl	0,06	48,00		\$ 2,88
Disolvente: Thinner					
Microesferas	kg	0,60	2,20		\$ 1,32
Subtotal					\$ 4,2
Mano de obra	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Rendimiento	Valor total
Pintor I (Supervisor)	1	1,42	1,42	0,05	\$ 0,07
Pintor II	2	1,32	2,64	0,05	\$ 0,13
Auxiliar	1	1,22	1,22	0,05	\$ 0,06
Subtotal					\$ 0,26
Equipo	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Valor total
Franjadora	1	3,32	3,32	0,01	\$ 0,03
Total					\$ 4,50

Fuente: Trabajo de Campo

Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 43-3: Costos de señalización horizontal.

Imagen	Unidad	Detalle	N° de Bandas	Unidad (m2)	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total		
 <p>Colocación de pintura de paso cebra color blanco</p>	Metros cuadrados	Intersección Sector Ex Media Luna	Entrada desde el Norte (Sector By Pass)	16	21,60 m2	60,75 m2	\$4,50	\$273.38	
			Salida a Quito y entrada al Norte	13	17,55 m2				
			Entrada desde el Sur al Centro y Norte de la Ciudad	16	21,60 m2				
		Intersección Sector By Pass	Entrada desde el Centro de la Ciudad (Av Lizarzaburu)	16	21,60 m2	76,95 m2	\$4,50	\$346.28	
			Ingreso desde el Redondel de la Prolongación de la Gonzalo Dávalos	7	9,45 m2				
			Entrada desde el Sur al Centro y Norte de la Ciudad (desde Ex media Luna)	15	20,25 m2				
			Ingreso desde el Norte de la Ciudad (Troncal de la Sierra)	19	25,65 m2				
		Intersección Avenida Leopoldo Freire vía a Chambo	Entrada al centro, sur y norte de la Ciudad de Riobamba (desde Chambo)	12	16,20 m2	71,55 m2	\$4,50	\$321.98	
			Entrada al centro y sur de Riobamba (desde la Vasija)	15	20,25 m2				
			Salida a Chambo	12	16,20 m2				
			Entrada al centro y norte de Riobamba (desde redondel Vía a San Luis)	14	18,90 m2				
		TOTAL					209,25 m2	PRESUPUESTO TOTAL SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	\$ 941,64

Fuente: PROVIAL

Realizado por: Flores, J. 2021

3.11.5.3. Costo de señalización vertical y horizontal total.

Tabla 44-3: Presupuesto de señalización horizontal y vertical total

Descripción	Costo total
Señalización Vertical	\$ 4 130,00
Señalización Horizontal	\$ 941, 64
	\$ 5 071,64

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

El presupuesto total determinado para el presente estudio de factibilidad es de \$ 5071,64, el mismo que se encuentra representado por la señalización horizontal y vertical.

3.11.6. Estudio Financiero

Para el desarrollo del estudio financiero y determinar la relación costo – beneficio, se ha tomado en consideración los siguientes datos:

Tabla 45-3: Costo por km recorrido

Costo por km recorrido	
Tarifa transporte liviano	\$ 0,30
Tarifa transporte pesado	\$ 0,65
Total promedio	\$ 0,475

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 46-3: Costo de la señalización

Costo de la señalización	
Descripción	Costo total
Señalización Vertical	\$ 4130
Señalización Horizontal	\$ 941,64
Total	\$ 5071,64

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Adicionalmente a los costos de implementación de la señalización vial, el mantenimiento tendrá un costo de \$1.000,00 anuales.

Tabla 47-3: Ciclo actual

Ciclo actual	
Nombre de la vía	Ciclo
Intersección sector Ex Media luna	104s
Intersección sector By Pass	117s
Intersección Av. Leopoldo Freire	88s
Total promedio	103s

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 48-3: Horario de funcionamiento

Horario de funcionamiento	
Número de horas pico en el día	3
Horario de funcionamiento en s	10800
Número de ciclos en el día	105

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 49-3: Segundos optimizados

Segundos optimizados	
Nombre de la Vía	Ciclo
Media luna	24s
By Pass	12s
Av. Leopoldo Freire	12s
Total promedio	16s

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 50-3: Ventas (producto-servicio)

Ventas (producto-servicio)	
Total, s ahorrados en el día	1678
Total, min ahorrados en el día	27,96
Ahorro diario	13,28
Ahorro mensual	398,4
Ahorro anual (ventas)	4781,36

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 51-3: Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS						
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS Y GASTOS	\$	\$	\$	\$	\$	\$
(+)Ventas		\$ 4.781,36	\$ 4.921,93	\$ 5.066,64	\$ 5.215,60	\$ 5.368,93
(-) Costos de producción	\$ 5.071,64	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
= Utilidad en ventas	\$ (5.071,64)	\$ 3.781,36	\$ 3.921,93	\$ 4.066,64	\$ 4.215,60	\$ 4.368,93
(-) Depreciación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Amortización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Gastos Administrativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Gastos Servicios básicos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= UTILIDAD OPERACIONAL	\$ (5.071,64)	\$ 3.781,36	\$ 3.921,93	\$ 4.066,64	\$ 4.215,60	\$ 4.368,93
(-) Gastos Financieros	\$ -		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= UTILIDAD ANTES DEL IMPUESTO	\$ (5.071,64)	\$ 3.781,36	\$ 3.921,93	\$ 4.066,64	\$ 4.215,60	\$ 4.368,93
(-) 15 % TRABAJADORES	\$ -		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= BASE IMPONIBLE	\$ (5.071,64)	\$ 3.781,36	\$ 3.921,93	\$ 4.066,64	\$ 4.215,60	\$ 4.368,93
(-) 22 % IMPUESTO A LA RENTA	\$ -		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= UTILIDAD NETA	\$ (5.071,64)	\$ 3.781,36	\$ 3.921,93	\$ 4.066,64	\$ 4.215,60	\$ 4.368,93

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 52-3: Flujo de efectivo

FLUJO DE EFECTIVO						
Detalle	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad Neta		3781,36	3921,93	4066,64	4215,60	4368,93
(+) Depreciación		0	0	0	0	0
(+) Amortización		0	0	0	0	0
= Generación Interna de Fondos		3781,35922	3921,93118	4066,635961	4215,60	4368,93355
Inversiones	\$ -5.071,64					
(-) Pago de Deuda		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
= Flujo neto de Efectivo	\$ -5.071,64	3.781,36	3.921,93	4.066,64	4.215,60	4.368,93

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Valor actual neto

TMAR

10,51%

Tabla 53-3: Valor Actual Neto

VALOR ACTUAL NETO - VAN						
TMAR	10,51%					
Años	0	1	2	3	4	5
Flujos netos de fondos en dólares	\$ 5.071,64	\$ 3.781,36	\$ 3.921,93	\$4.066,64	\$4.215,60	\$4.368,93
Valor Actual Neto	\$ 10.051,21					
Interpretación:						
El proyecto genera o va a rendir \$ 10.051,21 dólares adicionales; luego de haber recuperado lo mínimo esperado del 10.51% por haber invertido en el proyecto; la inversión es aceptable						

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 54-3: Tasa Interna de Retorno

TASA INTERNA DEL RETORNO - TIR						
TMAR	10,51%					
Años	0	1	2	3	4	5
Flujos netos de fondos en dólares	\$ 5.071,64	\$ 3.781,36	\$ 3.921,93	\$4.066,64	\$ 4.215,60	\$ 4.368,93
Tasa Interna del Retorno	72%					
Interpretación:						
La TIR del 72 %, comparada con la TMAR del 10,51% es mayor, lo que implica que el proyecto en el tiempo de 5 años horizonte es aceptable, debido a que va a rendir 61,49 puntos porcentuales, más de lo mínimo que se esperaba para el mismo. Siendo un proyecto de gran beneficio para la sociedad.						

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

Tabla 55-3: Relación Beneficio / Costo

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO - RBC					
Años	Ingresos	Costos	Coefficiente de actualización (1 + i) ⁿ	Beneficio Actualizado (ingresos / coeficiente)	Costo Actualizado (egresos / coeficiente)
			i = TMAR = 10,51%		
0		\$ (5.071,64)	1,00000000000000	\$ -	\$ 5.071,64
1	\$ 4.781,36	\$ 5.071,64	1,10510000000000	\$ 4.326,63	\$ 4.589,30
2	\$ 4.921,93	\$ 1.000,00	1,22124601000000	\$ 4.030,25	\$ 818,84
3	\$ 5.066,64	\$ 1.000,00	1,34959896565100	\$ 3.754,18	\$ 740,96
4	\$ 5.215,60	\$ 1.000,00	1,49144181694092	\$ 3.497,02	\$ 670,49
5	\$ 5.368,93	\$ 1.000,00	1,64819235190141	\$ 3.257,47	\$ 606,73
				\$ 18.865,55	\$ 12.497,96
				R B/C=	\$ 1,51
Interpretación:					
Una vez realizado el análisis de beneficio/costo, se obtiene como resultado un valor de \$1,51 dólares por cada dólar invertido, lo cual quiere decir que es viable el proyecto.					

Fuente: Investigación

Realizado por: Flores, J. 2021

CONCLUSIONES

- En la intersección correspondiente a la Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño, se pudo constatar que actualmente existe una máxima demanda de 2426 v/h, el ancho promedio de carril es de 4.18 m, con 2 carriles por sentido en cada brazo; en la Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño, posee un volumen vehicular de 2320 v/h con un ancho promedio de carril de 4.65 m, con 2 carriles por sentido para cada brazo de acceso; por otra parte en la prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño, dispone de un volumen vehicular máximo de 1252 v/h, el ancho promedio de carril es de 4.42 m con 2 carriles por sentido destinados para cada acceso; finalmente en la intersección conformada por la Av. Leopoldo Freire y Av. 9 de Octubre, el volumen vehicular es de 2564 v/h, con un ancho de carril promedio de 4.26 m, y 2 carriles por sentido para cada brazo.
- El nivel de servicio que brinda actualmente cada una de las intersecciones es: Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Monseñor Leónidas Proaño, está compuesta por tres 3 fases y un ciclo semafórico de 104s, existe una demora promedio de cruce para los vehículos de 35 a 50 segundos, por ende posee un nivel de servicio tipo “D”, por otra parte la intersección comprendida por la Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leónidas Proaño, cuenta con un dispositivo de control semafórico cuyo ciclo es de 117s, con una demora promedio de más de 80 segundos y un nivel de servicio F; En cuanto a la intersección correspondiente a la Av. Leopoldo Freire y 9 de Octubre, el ciclo semafórico total es de 88s, la demora promedio de más de 80 segundos genera un nivel de servicio tipo F; finalmente, en la prolongación Av. Gonzalo Dávalos y Av. Monseñor Leónidas Proaño, esta intersección cuenta con redondel que permite la distribución del tráfico y el nivel de servicio obtenido es A con una demora promedio de menos de 10 segundos.
- Se propone un rediseño en los ciclos semafóricas y establecer una nueva señalización tanto horizontal como vertical en las intersecciones, para mejorar el nivel de servicio que actualmente poseen los puntos evaluados, para llevar a cabo el estudio planteado se incurrirá en una inversión de \$ 5071,64 dólares, a través del estudio de factibilidad realizado se determina que el proyecto va a rendir 61,49 puntos porcentuales, es decir se obtendrá \$10.051,21 dólares adicionales, por lo cual el costo- beneficio será de \$1,51 dólares por cada dólar invertido, de esta manera se considera viable su aplicación.

RECOMENDACIONES

- A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se le recomienda utilizar el presente estudio desarrollado como un repositorio técnico de información de los sectores Ex Media Luna, Sector By Pass, Av. Leopoldo Freire y Av. Gonzalo Dávalos, ya que al analizar la situación actual de estos sitios se logró identificar la necesidad de un rediseño en los dispositivos de control de tráfico, puesto que el nivel de servicio es deficiente por lo que ocasiona problemas en la movilidad.
- Al Municipio de Riobamba, se le sugiere analizar el estudio ejecutado ya que a través del rediseño de los ciclos semafóricos y la implementación de la señalética establecida el nivel de servicio de los sectores de estudio mejorará y consecuentemente también la movilidad.
- A la Dirección de Gestión de Movilidad Tránsito y Transporte de la ciudad de Riobamba, se recomienda analizar la implementación de señalética adecuada en cada uno de los accesos a la ciudad de Riobamba, con la finalidad de asignar el presupuesto y el talento humano necesario para ejecutar dicho trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Espinosa Carolina Linares. (2011). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/metodologiainvestacle/home/modulo-2/metodos-cuantitativo-y-cualitativo>
- Montano Joaquin . (2019). *lifeder.com*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-no-experimental/>
- Asociación Técnica de Carreteras*. (1987). Obtenido de <https://documents.tips/documents/hcm-en-espanol-2000.html>
- Acosta Pedro, Gómez Nyurka, Márquez Génesis. (Marzo de 2011). *monografias.com*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos99/evaluacion-proyectos-medio-del-analisis-costo-beneficio/evaluacion-proyectos-medio-del-analisis-costo-beneficio.shtml>
- Alcalá, U. d. (18 de Octubre de 2011). *Máster Finanzas*. Obtenido de Investigación Cuantitativa: <https://www.master-finanzas-cuantitativas.com/que-es-investigacion-cuantitativa/>
- Almanza, A., & Mora, J. (2015). *ESTUDIO Y DISEÑO DEL PASO A DESNIVEL ENTRE LA INTERSECCIÓN DE LA AV. CIRCUNVALAR Y LA CALLE 22*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5377/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20TOMO.pdf>
- Ambriz, A. (Abril de 2018). *Métodología para el análisis de capacidad y nivel de servicio en intersecciones semaforizadas de acuerdo al manual de capacidad HCM 2000: Caso Cerro del agua /Ingeniería*. Obtenido de https://www.ri.unam.mx/contenidos/ficha/metodologia-para-el-analisis-de-capacidad-y-nivel-de-servicio-en-intersecciones-semaforizadas-de-acuerdo-al-manual-de-3520858?c=BdgEx6&d=false&q=*&i=6&v=1&t=search_0&as=0
- Ambriz, Angélica Baeza Martínez - Elizabeth Rosa Martínez. (Abril de 2012). *Métodología para el análisis de capacidad y nivel de servicio en intersecciones semaforizadas de acuerdo al manual de capacidad HCM 2000: Caso Cerro del agua /Ingeniería*. Obtenido de https://www.ri.unam.mx/contenidos/ficha/metodologia-para-el-analisis-de-capacidad-y-nivel-de-servicio-en-intersecciones-semaforizadas-de-acuerdo-al-manual-de-3520858?c=BdgEx6&d=false&q=*&i=6&v=1&t=search_0&as=0
- Arcos, D., & Pino, J. (2018). *ESTUDIO COMPARATIVO VIAL ENTRE EL NUEVO PUENTE DE GUAYAQUIL-SAMBORONDÓN VS UN CORREDOR DEL SISTEMA DE TRANVÍA*

- DE GUAYAQUIL-SAMBORONDÓN. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2815/1/T-ULVR-2597.pdf>
- Arrieta, E. (23 de Enero de 2017). *Metodología*. Obtenido de Método inductivo y deductivo: <https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-metodo-inductivo-y-deductivo/>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Ashhad, T., Cabrera, F., & Roa Olga. (2020). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador . *Revista Gacera Técnica*, 1-15.
- Bañón, L., & Beviá, J. (2000). *Manual de Carreteras*. Obtenido de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1788>
- Bull, A. (2003). *Congestión de Tránsito*. Santiago de Chile: Naciones Unidas-Cepal.
- Cáceres, W. (2014). *Niveles de Servicio - Ingeniería de Tránsito y Desarrollo Vial*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/245680087/Niveles-de-Servicio-Ingenieria-de-Transito-y-Desarrollo-Vial>
- Cajal Alberto. (2019). *lifeder.com*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-de-campo/>
- Cardenas, G .Cal y Mayor. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. México.
- Cárdenas, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. México: Alfaomega.
- Carrillo, M., & Montoya Juan. (2020). *Propuesta de solución para el mejoramiento de la movilidad en la intersección de la transversal superiro y la avenida las palmas, Medellin, Colombia*. Obtenido de https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2578/CarrilloMaria_2020_PropuestaSolucionMejoramiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Corvo, H. (2019). *Factibilidad: tipos, estudio, ejemplos*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/factibilidad/>
- Díaz Benjamin. (17 de 11 de 2013). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/valerant/tdpa>
- Escamilla Marisela. (s.f.). *Sistema de Universidad Virtual*. Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf

- Estrada, A. (19 de Enero de 2017). *Question Pro*. Obtenido de ¿Qué es la investigación de Campo?: <https://www.questionpro.com/es/investigacion-de-campo.html>
- Executive, Committee. (2000). *Manual de Capacidad de Carreteras*. Washington D.C.: Transportation Research Board (TRB).
- García Ivan. (18 de 10 de 2017). *Economía simple.net*. Obtenido de <https://www.economiasimple.net/glosario/valor-actual-neto>
- García, T. (20 de Noviembre de 2018). *Departamento de Vialidad*. Obtenido de Capacidad y Niveles de Servicio: <https://es.slideshare.net/thayragarcia/capacidad-y-niveles-de-servicio>
- Gestiopolis.com. (8 de Abril de 2001). Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/que-es-el-estudio-de-factibilidad-en-un-proyecto/>
- Hoel, J.Garber Nicholas y Lester A. (2005). *Ingeniería de tránsito y carreteras*. México.: Thomson.
- Holgado, E. (Septiembre de 2012). *Universitat Politècnica de Catalunya*. Obtenido de Estudio de regulación del tránsito de vehículos y peatones en los alrededores de la avenida Portugal de Salamanca: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16776/EstudioDeRegulacionDelTransito_EmmaHolgado.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). Obtenido de RTE INEN 004 - 1 Señalización Vertical: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). Obtenido de RTE INEN 004 - 1 Señalización Vertical: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf
- Investigadores. (2020). *Investigación Científica*. Obtenido de <https://investigacioncientifica.org/que-es-la-investigacion-documental-definicion-y-objetivos/>
- López, W. (2010). *INGENIERIA DE TRANSITO - SEMAFOROS*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/wlopezalmarza/ingenieria-de-transito-semaforos>

- Manzo, F., & Arzate, L. (2019). *Sistema de Semáforos Inteligentes para el Control de Tráfico Vehicular*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/99060/FRANCISCO%20MANZO%20CRUZ%20%26%20LUIS%20ARZATE%20HERN%20C3%81NDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, A. (2020). *Se reactivan los comercios y flujo vehicular*. Obtenido de https://www.elnorte.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?__rval=1&urlredirect=https://www.elnorte.com/se-reactivan-los-comercios-y-flujo-vehicular/ar1965523?referer=--7d616165662f3a3a6262623b727a7a7279703b767a783a--
- Martínez, D. (2014). *Análisis de la capacidad y nivel de servicio de la vía Loja - Vilcabamba aplicando la metodología del HCM*. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/8461/1/Martinez%20Aldean%20Diego%20-%20Ing.%20Civil.pdf>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (02 de 2019). *Plan Estratégico Institucional*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/02/LOTAIP_12_PLAN-ESTRATEGICO-INSTITUCIONAL-2018-2021-MTOP.pdf
- Navarro, S. (2013). *Volúmenes de tránsito*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/sjnavarro/volmenes-de-transito>
- Navarro, I. (2019). *Transporte y almacenamiento: Destacada participación en el encadenamiento productivo*. Obtenido de <https://www.ekosnegocios.com/articulo/transporte-y-almacenamiento-destacada-participacion-en-el-encadenamiento-productivo>
- Pilarski, I. (2016). *Tipos de semáforo*. Obtenido de <https://yomecuido.com.pe/seguridad-vial/tipos-de-semaforo>
- Restrepo Mariana. (13 de 11 de 2019). *Rankia*. Obtenido de <https://www.rankia.co/blog/mejores-cdts/3718561-que-tir-para-sirve>
- Revista Ekos. (2019). *Transporte y almacenamiento: Destacada participación en el encadenamiento productivo*. Obtenido de <https://www.ekosnegocios.com/articulo/transporte-y-almacenamiento-destacada-participacion-en-el-encadenamiento-productivo>
- Salto, A. (19 de Octubre de 2019). *Significados*. Obtenido de Investigación documental: <https://www.significados.com/investigacion->

ANEXOS



ANEXO A: FICHA DE AFORO VEHICULAR

FICHA DE AFORO VEHICULAR						
AFORADOR:						
ACCESO:						
FECHA:				SENTIDO:		
	LIVIANOS			PESADOS		
HORA:	BICICLETAS	MOTOS	AUTOS/ CAMIONETAS	BUSES/ BUSETAS	CAMIÓN 2 EJES	CAMIÓN MÁS DE 2 EJES
6:00-6:15						
6:15-6:30						
6:30-6:45						
6:45-7:00						
7:00-7:15						
7:15-7:30						
7:30-7:45						
7:45-8:00						
8:00-8:15						
8:15-8:30						
8:30-8:45						
8:45-9:00						
9:00-9:15						
9:15-9:30						
9:30-9:45						
9:45-10:00						
10:00-10:15						
10:15-10:30						
10:30-10:45						
10:45-11:00						
11:00-11:15						
11:15-11:30						
11:30-11:45						
11:45-12:00						

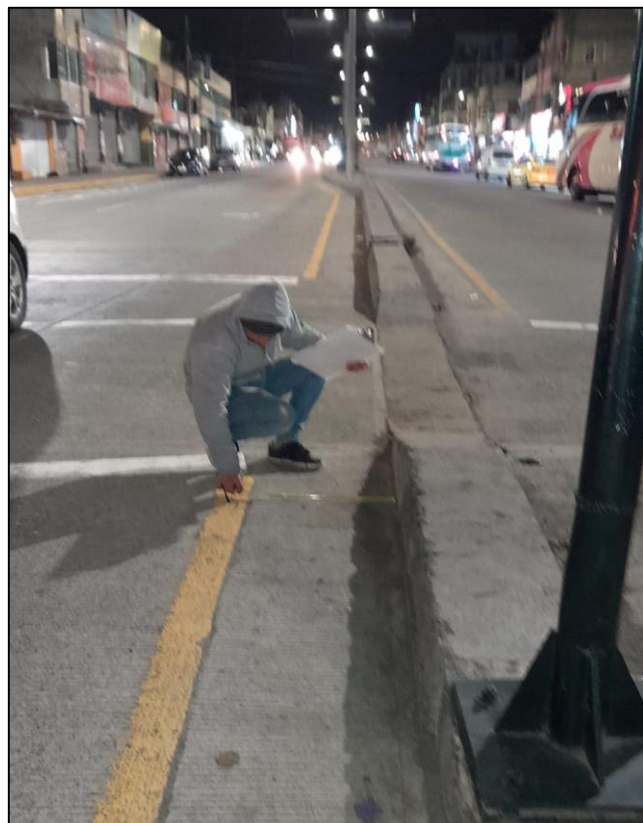
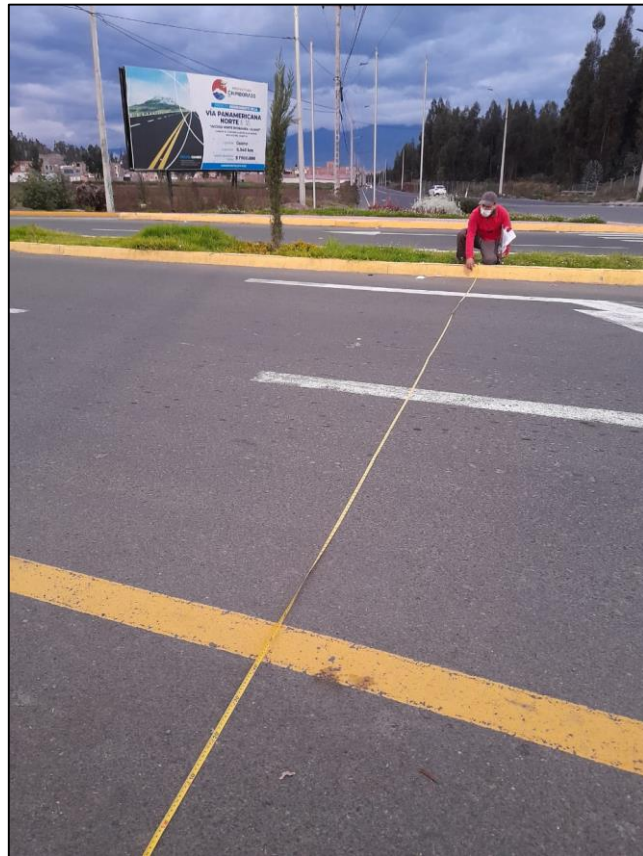
ANEXO B: AFORO VEHICULAR



ANEXO C: FICHA DE OBSERVACIÓN PARA EL LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO Y DE SEMAFORIZACION DE LA INTERSECCIÓN

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE 				
FICHA DE OBSERVACIÓN PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOMÉTRICA Y DE SEMAFORIZACIÓN				
Información General				
Nombre del Analista				
Fecha				
Información del punto de análisis				
Nombre de la intersección				
Tipo de dispositivo de control de tránsito vehicular		Redondel <input type="checkbox"/> Semáforo <input type="checkbox"/>		
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA				
Sentido	Norte	Sur	Este	Oeste
Carriles Exclusivos	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Número de carriles por sentido				
Ancho de carril (metros)				
Gradiente (%)				
Berma o espaldón (metros)				
Existencia de baches	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Observación				
CARACTERÍSTICAS SEMAFÓRICAS				
Número actual de fases semafóricas				
Tiempo total del ciclo semafórico				
Sentido	Norte	Sur	Este	Oeste
Diagrama de las fases semafóricas identificadas	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Tiempos	<i>Verde</i>			
	<i>Ámbar</i>			
	<i>Rojo</i>			

ANEXO D: MEDICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL



ANEXO E: PROFORMA DE COSTOS

PROVIAL

Inquiries@provial.com.ec

Teléfono: 042-303440 / 042-306705

Cliente: Jhonathan Flores
Dirección: Avenida La Prensa

FACTURA PROFORMA

Número de factura 150
Fecha de emisión 11/06/2021
Fecha de vencimiento 12/06/2021

Descripción	Cantidad	Precio	Precio Total
Senal de transito prohibido girar en U.	10	\$ 75,00	\$ 750,00
Senal de transito de prohibido estacionar.	10	\$ 75,00	\$ 750,00
Senal de transito de parada.	6	\$ 70,00	\$ 420,00
Senal de transito de semaforo	6	\$ 75,00	\$ 450,00
Senal de transito de cruce de peatones.	11	\$ 75,00	\$ 825,00
Senal de transito ceda el paso.	6	\$ 90,00	\$ 540,00
Senal de ciclovia.	4	\$ 80,00	\$ 320,00
Senal de transito de velocidad maxima.	1	\$ 75,00	\$ 75,00
Pintura blanca de paso cebra.	138.05 m ²	\$ 4,50	\$ 621,23
Subtotal			\$ 4528,25
Iva 12%			\$ 543,39
Total			\$ 5 071,64



Nota: Los costo expuestos incluyen mano de obra para la instalación, materiales y maquinaria para la señalización horizontal y vertical, adicionalmente el mantenimiento anual será del \$1000,00 en caso de requerir dicho rubro.

ANEXO F: COSTOS POR KM RECORRIDO TRANSPORTE LIVIANO Y PESADO

Costos operacionales transporte de carga pesada

Costos operacionales	Valor \$	Valor por km recorridos
Costos fijos	18403,02	0,368
Costos variables	14087,03	0,282
Total	32490,05	0,650

Fuente: FENATRAPE

$$Co = \sum(Cf + Cv)$$

$$Co = (18403,02 + 14087,03)$$

$$Co = 32\ 490,05$$

En promedio el valor de los costos operacionales por cada kilómetro recorrido es de \$ 0,650

EL COMERCIO

ACTUALIDAD TENDENCIAS DEPORTES DATA OPINIÓN MULTIMEDIA BLOGS

Actualidad / ECUADOR

Tarifa de taxi en Riobamba



El costo por kilómetro recorrido en base a datos obtenidos de estudios técnicos del GADM Riobamba es de USD 0,30. Foto: EL COMERCIO

