



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

“EVALUACIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA VIAL DEL CANTÓN CHAMBO, APLICANDO LA METODOLOGÍA HCM”

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

AUTOR: LUIS ANÍBAL VILLAVICENCIO CALDERÓN

DIRECTOR: ING. JOSÉ LUIS LLAMUCA LLAMUCA

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Luis Aníbal Villavicencio Calderón

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, Luis Aníbal Villavicencio Calderón, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los diversos textos en el documento provenientes de otras fuentes, están debidamente citados y referenciados.

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, 23 de agosto de 2021



Luis Aníbal Villavicencio Calderón

060420550-0

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

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo Proyecto de Investigación, “**EVALUACIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA VIAL DEL CANTÓN CHAMBO, APLICANDO LA METODOLOGÍA HCM**”, realizado por el señor: **LUIS ANÍBAL VILLAVICENCIO CALDERÓN**, 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 Neptalí Villa Uvidia PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2021-08-23
Ing. José Luis Llamuca Llamuca DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2021-08-23
Ing. Vanessa Fernanda Morales Rovalino MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2021-08-23

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo investigativo de titulación a Dios, a mis padres, tíos, hermanos y amigos. A Dios porque es mi guía en cada paso que doy, a mis padres quienes me han apoyado y velado por mi salud, mi bienestar y mi educación en todo momento, a mis tíos por sus consejos, a mis hermanos porque me han impulsado a seguir mi camino, a mis amigos porque han estado no solo en los buenos momentos sino en los malos, todos han depositado su afecto, su confianza y sin duda alguna, nunca dudaron de mis capacidades. Gracias a todos ellos soy lo que soy.

Luis

AGRADECIMIENTO

A Dios padre todo poderoso por darme salud, a mi familia y amigos por ser el apoyo que cada uno necesita. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas, Escuela de Ingeniería en Gestión de Transporte que nos formó primero como personas y como profesionales. Y al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Chambo por brindarnos la apertura para la ejecución de este trabajo de titulación.

Luis

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	MARCO DE REFERENCIA.....	6
1.1.	Antecedentes investigativos.....	6
1.2.	Fundamentación teórica.....	7
1.2.1.	<i>Metodología HCM 2010</i>	7
1.2.2.	<i>Propósito de la metodología HCM</i>	8
1.2.3.	<i>Objetivos de la metodología HCM</i>	8
1.2.4.	<i>Características del HCM</i>	8
1.2.5.	<i>Red vial urbana</i>	9
1.2.5.1.	<i>Vías expresas</i>	9
1.2.5.2.	<i>Vías arteriales</i>	9
1.2.5.3.	<i>Vías colectoras</i>	10
1.2.5.4.	<i>Vías locales</i>	10
1.2.6.	<i>Tipos de vías para automóviles según el HCM</i>	10
1.2.6.1.	<i>Vías de circulación ininterrumpida</i>	11

1.2.6.2.	<i>Vías de circulación interrumpida</i>	12
1.2.7.	<i>Clasificación de las carreteras según el HCM 2000</i>	12
1.2.8.	<i>Características geométricas</i>	13
1.2.8.1.	<i>Ancho de calzada</i>	13
1.2.8.2.	<i>Bermas</i>	13
1.2.8.3.	<i>Cunetas</i>	13
1.2.8.4.	<i>Zonas de No-Rebase (No Adelantamiento)</i>	13
1.2.8.5.	<i>Puntos de acceso</i>	14
1.2.8.6.	<i>Pendiente</i>	14
1.2.9.	<i>Clasificación vehicular</i>	14
1.3.	<i>Capacidad, calidad y nivel de servicio de una infraestructura de transporte en base a la Metodología del HCM</i>	15
1.3.1.	<i>Capacidad</i>	15
1.3.1.1.	<i>Cálculo de la capacidad</i>	16
1.3.2.	<i>Calidad de servicio</i>	19
1.3.3.	<i>Nivel de servicio</i>	19
1.3.3.1.	<i>Nivel de servicio A</i>	21
1.3.3.2.	<i>Nivel de servicio B</i>	21
1.3.3.3.	<i>Nivel de servicio C</i>	21
1.3.3.4.	<i>Nivel de servicio D</i>	21
1.3.3.5.	<i>Nivel de servicio E</i>	22
1.3.3.6.	<i>Nivel de servicio F</i>	22
1.3.4.	<i>Cálculo del nivel de servicio</i>	22
1.3.4.1.	<i>Velocidad a flujo libre (FFS)</i>	22
1.3.4.2.	<i>Determinación de la demanda de tasa de flujo (Vp)</i>	25
1.3.4.3.	<i>Factor hora pico (FHP)</i>	26
1.3.4.4.	<i>Factor de ajuste por pendiente (fG)</i>	27
1.3.4.5.	<i>Factor de Ajuste por vehículos pesados (fHV)</i>	30

1.3.4.6.	<i>Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)</i>	34
1.3.4.7.	<i>Determinación del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV)</i>	35
1.3.5.	<i>Determinación de los niveles de servicio (NS)</i>	37
1.4.	Factores que afectan la capacidad y los niveles de servicio	38
1.4.1.	<i>Condiciones de la vía o infraestructura de transporte</i>	38
1.4.2.	<i>Condiciones del tránsito</i>	38
1.4.3.	<i>Condiciones de control</i>	39
1.4.4.	<i>Condiciones ideales</i>	39
1.5.	Criterios de análisis de la capacidad y el nivel de servicio	40
1.6.	Tránsito	40
1.6.1.	<i>Estudio de Tránsito</i>	41
1.6.2.	<i>Accidentes de Tránsito</i>	41
1.6.3.	<i>Efectos de los Accidentes de Tránsito</i>	41
1.6.4.	<i>Siniestros de Tránsito</i>	41
1.6.5.	<i>Factores Relativos a las Causas de los Siniestros de Tránsito</i>	42
1.6.6	<i>Factor Humano</i>	42
1.6.7.	<i>Factor Vehículo</i>	42
1.6.8.	<i>Factor Ambiental</i>	42
1.7.	Seguridad Vial	42
1.7.1.	<i>Señalización</i>	43
1.7.1.1.	<i>Señales verticales</i>	43
1.7.1.2.	<i>Señales horizontales</i>	43
1.7.2.	<i>Parámetros de seguridad vial</i>	43
1.7.2.1.	<i>Señalética vertical</i>	43
1.7.2.2.	<i>Señalética horizontal</i>	45
1.8.	Distancia de visibilidad de rebasamiento	48
1.9.	Normativa legal	48

1.9.1.	<i>Constitución de la República</i>	48
1.9.2.	<i>Código Orgánico Integral Penal</i>	49
1.9.3.	<i>Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial</i>	49
1.9.4.	<i>Resolución 006-2012 del Consejo Nacional de Competencias</i>	49
1.9.5.	<i>Norma ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP volumen 5, procedimiento de operación y seguridad vial</i>	50

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	51
2.1.	Idea a defender	51
2.2.	Variables	51
2.2.1.	<i>Variable independiente</i>	51
2.2.2.	<i>Variable dependiente</i>	51
2.3.	Diseño de la investigación	51
2.3.1.	<i>No experimental</i>	51
2.3.2.	<i>Transversal</i>	52
2.4.	Tipos de investigación	52
2.4.1.	<i>Investigación de campo</i>	52
2.4.2.	<i>Investigación bibliográfica</i>	52
2.4.3.	<i>Investigación descriptiva</i>	52
2.4.4.	<i>Corte</i>	53
2.4.5.	<i>Carácter</i>	53
2.5.	Población	53
2.6.	Métodos técnicas e instrumentos de investigación	55
2.6.1.	<i>Métodos</i>	55
2.6.1.1.	<i>Método cuantitativo</i>	55

2.6.1.2.	<i>Método cualitativo</i>	55
2.6.1.3.	<i>Método analítico</i>	55
2.6.2.	<i>Técnicas</i>	56
2.6.2.1.	<i>Observación</i>	56
2.6.3.	<i>Instrumentos</i>	56
2.6.3.1.	<i>Ficha de observación</i>	56

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
3.1.	Red vial del Cantón Chambo	57
3.2.	Situación actual del cantón Chambo	58
3.2.1.	<i>Red vial urbana del cantón Chambo</i>	60
3.2.2.	<i>Clasificación de la red vial urbana del cantón Chambo</i>	62
3.2.3.	<i>Características geométricas de las vías de estudio urbanas del cantón Chambo</i>	63
3.2.3.1.	<i>Levantamiento de información en intersecciones del área urbana del cantón Chambo</i>	64
3.2.3.2.	<i>Sitios de levantamiento de información de fichas de aforo vehicular del área urbana del cantón Chambo</i>	74
3.2.4.	<i>Señalética horizontal y vertical en las vías de estudio del área urbana del cantón Chambo</i>	75
3.2.5.	<i>Determinación de puntos negros</i>	80
3.3.	Cálculo del nivel de servicio y la capacidad de la red vial urbana del cantón Chambo, mediante la metodología HCM	82
3.3.1.	<i>Cálculo de capacidad y nivel de servicio en vías urbanas del cantón Chambo</i> ...	82
3.3.1.1.	<i>Vía 18 de marzo</i>	82
3.3.1.1.1.	<i>Factor de ajuste por vehículos pesados</i>	83
3.3.1.1.2.	<i>Velocidad a flujo libre estimada (FFS)</i>	84

3.3.1.1.3.	<i>Factor hora pico (FHP)</i>	86
3.3.1.1.4.	<i>Determinación de la tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el período pico de 15 min (veh/h)</i>	87
3.3.1.1.5.	<i>Determinación del porcentaje de zonas de No Adelantamiento</i>	88
3.3.1.1.6.	<i>Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)</i>	88
3.3.1.1.7.	<i>Base del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo BPTSV para ambas direcciones de recorrido combinado</i>	90
3.3.1.1.9.	<i>Determinación del Nivel de Servicio</i>	91
3.3.1.1.10.	<i>Cálculo de la Capacidad</i>	91
3.3.1.2.	<i>Vía Cacique Achamba</i>	94
3.3.1.3.	<i>Vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre</i>	99
3.3.1.4.	<i>Vía Carlos Cuadrado</i>	106
3.3.2.	<i>Cálculo de capacidad y nivel de servicio en las vías de ingreso al cantón Chambo</i>	114
3.3.2.1.	<i>Entrada Vía Ulpán – Julquis</i>	114
3.3.2.2.	<i>Entrada Vía Chambo – Quimiag</i>	119
3.3.2.3.	<i>Entrada Vía Riobamba – Chambo</i>	126
3.4.	<i>Discusión de resultados</i>	133
3.4.1.	<i>Análisis de resultados</i>	133
3.4.1.1.	<i>Vía 18 de marzo</i>	135
3.4.1.2.	<i>Vía Cacique Achamba</i>	136
3.4.1.3.	<i>Vía Riobamba – Chambo</i>	138
3.4.1.4.	<i>Vía Chambo – Quimiag</i>	140
3.4.1.5.	<i>Vía Ulpán – Julquis</i>	141
3.5.	<i>Propuestas de solución</i>	142
3.5.1.	<i>Restricción de circulación de transporte pesado</i>	143
3.5.1.1.	<i>Rutas alternativas y restringidas para el transporte pesado</i>	145
3.5.1.2.	<i>Ruta de circulación de transporte extrapesado</i>	145

3.5.1.3.	<i>Horario de circulación para el transporte de carga pesada en el área urbana del cantón Chambo</i>	146
3.5.2.	<i>Semaforización de la intersección de las vías Carlos Cuadrado y Galo Freire..</i>	147
3.5.2.1.	<i>Ubicación geográfica y localización.....</i>	147
3.5.2.2.	<i>Levantamiento de datos de circulación vehicular por sentidos</i>	148
3.5.2.3.	<i>Simulación de la intersección de las vías Carlos Cuadrado y Galo Freire.....</i>	153
3.5.2.4.	<i>Señalización horizontal y vertical en el área urbana del cantón Chambo</i>	156
3.5.2.1.	<i>Vías de ingreso al cantón Chambo</i>	158
	CONCLUSIONES.....	160
	RECOMENDACIONES.....	161
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación vehicular	15
Tabla 2-1:	Factores de corrección por carriles f_C	17
Tabla 3-1:	Factor de corrección por ancho de arcenes o bermas f_A	17
Tabla 4-1:	Factor de corrección por composición del tráfico f_P	18
Tabla 5-1:	Factor de corrección por reparto de circulación por sentidos f_R	18
Tabla 6-1:	Índice de servicio (IC) en carreteras de dos carriles	18
Tabla 7-1:	Condiciones de operación de los niveles de servicio, para flujo ininterrumpido .	19
Tabla 8-1:	Niveles de Servicio método HCM para intersecciones no semaforizadas.....	20
Tabla 9-1:	Medidas de eficacia principales para la definición de nivel de servicio.....	20
Tabla 10-1:	Guía para la solución del nivel de servicio de diseño.....	21
Tabla 11-1:	Ajuste por ancho de carril y berma o espaldón (f_{LS}).....	24
Tabla 12-1:	Ajuste para puntos de acceso (f_A).....	24
Tabla 13-1:	Factor de ajuste por pendiente (f_G) para determinar la velocidad.....	27
Tabla 14-1:	Factor de ajuste por pendiente (f_G) para determinar el porcentaje de tiempo en seguimiento	28
Tabla 15-1:	Factor de ajuste por pendiente (f_G) para estimación de la velocidad promedio de recorrido (subida) Segmentos específicos.....	28
Tabla 16-1:	Factor de ajuste por pendiente (f_G) para estimación del porcentaje de tiempo en seguimiento (subida) Segmentos Específicos	29
Tabla 17-1:	Equivalente de camiones y vehículos recreacionales para determinar la velocidad	31
Tabla 18-1:	Equivalente de camiones y vehículos recreacionales para determinar porcentaje de tiempo en seguimiento	31
Tabla 19-1:	Equivalente de camiones (ET) para velocidad (subida, segmentos específicos)..	31
Tabla 20-1:	Equivalente de camiones (ET) para porcentaje de tiempo en seguimiento (subida - segmentos específicos).....	32
Tabla 21-1:	Equivalente a vehículos livianos de camiones con velocidad régimen (ETC) para estimación de velocidad promedio recorrido (Pendientes largas y bajada)	34
Tabla 22-1:	Ajuste por el efecto de zonas de no adelantamientos (f_{np}) sobre la velocidad en segmentos en dos sentidos	35
Tabla 23-1:	Ajuste por el efecto combinado de la distribución de tráfico y el % de zonas de No Adelantamientos en el porcentaje de demora en tiempo sobre segmentos en dos sentidos ($f_{d/np}$)	36

Tabla 24-1:	Criterios para niveles de servicio, 2 carriles – clase I.....	37
Tabla 25-1:	Criterios para niveles de servicio, 2 carriles - clase II.....	37
Tabla 26-1:	Distancia mínima entre señales verticales	44
Tabla 27-1:	Ubicación lateral de señales verticales en zonas urbanas.....	45
Tabla 28-1:	Distancia de visibilidad	48
Tabla 1-2:	Vías en el área urbana del cantón Chambo.....	54
Tabla 1-3:	Infraestructura Vial del Cantón Chambo.....	58
Tabla 2-3:	Características de la red vial urbana del cantón Chambo.....	60
Tabla 3-3:	Clasificación de la red vial urbana del cantón Chambo	62
Tabla 4-3:	Características geométricas de las vías de estudio urbanas del Cantón Chambo	63
Tabla 5-3:	Levantamiento de información en calles del área urbana del cantón Chambo....	64
Tabla 6-3:	Señalización horizontal en las vías de estudio urbanas del cantón Chambo	75
Tabla 7-3:	Señalización vertical en las vías de estudio urbanas del cantón Chambo	78
Tabla 8-3:	Siniestros de tránsito registrados en el cantón Chambo	81
Tabla 9-3:	Conteo volumétrico de la hora pico de la vía 18 de Marzo	82
Tabla 10-3:	Composición vehicular hora pico de la vía 18 de marzo.....	83
Tabla 11-3:	Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía 18 de marzo.....	84
Tabla 12-3:	Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Cacique Achamba.....	94
Tabla 13-3:	Composición vehicular hora pico de la vía Cacique Achamba	94
Tabla 14-3:	Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Cacique Achamba	95
Tabla 15-3:	Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Cacique Achamba.....	96
Tabla 16-3:	Conteo volumétrico den la hora pico de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Norte-Sur	99
Tabla 17-3:	Conteo volumétrico de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Sur- Norte	100
Tabla 18-3:	Composición vehicular hora pico de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Norte - Sur	100
Tabla 19-3:	Composición vehicular hora pico de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Sur - Norte	100
Tabla 20-3:	Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Norte - Sur	100
Tabla 21-3:	Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Sur - Norte	102
Tabla 22-3:	Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre.....	103

Tabla 23-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Carlos Cuadrado sentido Este - Oeste	107
Tabla 24-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Carlos Cuadrado sentido Oeste - Este	107
Tabla 25-3: Composición vehicular hora pico de la vía Carlos Cuadrado sentido Este - Oeste	107
Tabla 26-3: Composición vehicular hora pico de la vía Carlos Cuadrado sentido Oeste - Este	107
Tabla 27-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Carlos Cuadrado sentido Este - Oeste	107
Tabla 28-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Carlos Cuadrado sentido Oeste - Este	109
Tabla 29-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Carlos Cuadrado	110
Tabla 30-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Ulpán - Julquis sentido Norte – Sur	114
Tabla 31-3: Conteo volumétrico de hora pico de la vía Ulpán – Julquis Sentido Sur – Norte	114
Tabla 32-3: Composición vehicular hora pico de la vía Ulpán - Julquis sentido Norte – Sur	114
Tabla 33-3: Composición vehicular hora pico de la vía Ulpán - Julquis sentido Sur – Norte	115
Tabla 34-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Ulpán - Julquis sentido Norte – Sur	115
Tabla 35-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Ulpán - Julquis sentido Sur – Norte	115
Tabla 36-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Ulpán – Julquis.....	115
Tabla 37-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Chambo – Quimiag sentido Norte – Sur	119
Tabla 38-3: Conteo volumétrico de hora pico de la vía Chambo – Quimiag sentido Sur – Norte	119
Tabla 39-3: Composición vehicular hora pico de la vía Chambo – Quimiag sentido Norte – Sur	119
Tabla 40-3: Composición vehicular hora pico de la vía Chambo – Quimiag sentido Sur – Norte	120
Tabla 41-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Chambo – Quimiag sentido Norte – Sur.....	120

Tabla 42-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Chambo – Quimiag sentido Sur – Norte.....	121
Tabla 43-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Chambo – Quimiag.....	123
Tabla 44-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Riobamba – Chambo sentido Norte – Sur.....	126
Tabla 45-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Riobamba – Chambo sentido Sur – Norte	127
Tabla 46-3: Composición vehicular hora pico de la vía Riobamba – Chambo sentido Norte – Sur.....	127
Tabla 47-3: Composición vehicular hora pico de la vía Riobamba – Chambo sentido Sur – Norte	127
Tabla 48-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Riobamba – Chambo sentido Norte – Sur.....	127
Tabla 49-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Riobamba – Chambo sentido Sur – Norte.....	129
Tabla 50-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Riobamba – Chambo	130
Tabla 51-3: Cuadro comparativo del cumplimiento de parámetros ideales de circulación según el HCM del área urbana del cantón Chambo	134
Tabla 52-3: Capacidad y nivel de servicio en la red vial del cantón Chambo	135
Tabla 53-3: Propuestas de solución para las vías urbanas del cantón Chambo	142
Tabla 54-3: Vías de restricción de circulación de transporte pesado.....	144
Tabla 55-3: Horario de circulación de transporte pesado	146
Tabla 56-3: Conteo vehicular en intersección de la vía Carlos Cuadrado sentido Este – Oeste	148
Tabla 57-3: Conteo vehicular en intersección Joaquín Gavilánez sentido Oeste – Este.....	149
Tabla 58-3: Conteo vehicular en la intersección de la Galo Freire sentido Sur – Norte.....	150
Tabla 59-3: Conteo vehicular en intersección de la Joaquín Gavilánez sentido Este – Oeste	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Líneas de separación de carriles.....	46
Figura 1-3:	Red vial del cantón Chambo	57
Figura 2-3:	Red vial urbana de estudio del cantón Chambo.....	59
Figura 3-3:	Sitios de levantamiento de información de fichas de aforo vehicular.....	74
Figura 4-3:	Ubicación de señalética horizontal y vertical en la zona urbana del cantón Chambo	80
Figura 5-3:	Ubicación de siniestros de tránsito en la zona urbana del cantón Chambo.....	81
Figura 6-3:	Vía 18 de Marzo.....	82
Figura 7-3:	Vía Cacique Achamba	94
Figura 8-3:	Vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre.....	99
Figura 9-3:	Vía Carlos Cuadrado.....	106
Figura 10-3:	Entrada Vía Ulpán - Julquis	114
Figura 11-3:	Entrada Vía Chambo - Quimiag.....	119
Figura 12-3:	Entrada Vía Riobamba - Chambo	126
Figura 13-3:	Vías restringidas para el transporte pesado.....	143
Figura 14-3:	Rutas alternativas para el transporte pesado	145
Figura 15-3:	Ruta para el transporte extrapesado	145
Figura 16-3:	Ubicación geográfica de la intersección Carlos Cuadrado y Galo Freire	147
Figura 17-3:	Localización de la intersección Carlos Cuadrado y Galo Freire.....	147
Figura 18-3:	Construcción y calibración del modelo real de la intersección de la vía Carlos Cuadrado	154
Figura 19-3:	Simulación en 2D del modelo real de la intersección de la vía Carlos Cuadrado	154
Figura 20-3:	Simulación en 3D de la construcción del modelo de la vía Carlos Cuadrado .	155
Figura 21-3:	Ciclo semafórico de la vía Carlos Cuadrado.....	155
Figura 22-3:	Señalética horizontal y vertical en el área urbana del cantón Chambo.....	157
Figura 23-3:	Características geométricas actuales de la vía Chambo	158
Figura 24-3:	Características geométricas propuestas de la vía Chambo.....	158
Figura 25-3:	Zona de propuesta del ancho de carril, ancho de berma y doble línea continua.	159

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Comparación de la composición vehicular en la hora pico	136
Gráfico 2-3: Comparación de la composición vehicular en la hora pico	137
Gráfico 3-3: Comparación de la composición vehicular de la hora pico sentido norte – sur de la vía Cacique Achamba	137
Gráfico 4-3: Comparación de la composición vehicular de la hora pico sentido sur – norte de la vía Cacique Achamba.....	138
Gráfico 5-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Riobamba - Chambo sentido N-S en la hora pico.....	139
Gráfico 6-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Riobamba - Chambo sentido S-N en la hora pico.....	139
Gráfico 9-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Chambo - Quimiag sentido N-S.....	140
Gráfico 10-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Chambo - Quimiag sentido S-N.....	140
Gráfico 11-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Ulpán – Julquis sentido N-S.....	141
Gráfico 12-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Ulpán – Julquis sentido S-N.....	142

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FICHA DE MEDICIÓN DE GRADIENTE
- ANEXO B:** CONTEO VOLUMÉTRICO VEHICULAR
- ANEXO C:** AFORO DE VELOCIDADES INSTANTÁNEAS
- ANEXO D:** BASE DE DATOS CONTEO VOLUMÉTRICO VÍA CHAMBO DÍA LUNES
02 DE MARZO DE 2020
- ANEXO E:** BASE DE DATOS CONTEO VOLUMÉTRICO VÍA CHAMBO DÍA MARTES
03 DE MARZO DE 2020
- ANEXO F:** BASE DE DATOS CONTEO VOLUMÉTRICO VÍA CHAMBO DÍA
MIÉRCOLES 04 DE MARZO DE 2020
- ANEXO G:** BASE DE DATOS CONTEO VOLUMÉTRICO VÍA CHAMBO DÍA JUEVES
05 DE MARZO DE 2020
- ANEXO H:** BASE DE DATOS CONTEO VOLUMÉTRICO VÍA CHAMBO DÍA
VIERNES 06 DE MARZO DE 2020
- ANEXO I:** BASE DE DATOS DE AFORO DE VELOCIDADES INSTANTÁNEAS VÍA
CHAMBO
- ANEXO J:** BASE DE DATOS DE AFORO DE VELOCIDADES INSTANTÁNEAS VÍA
CHAMBO - QUIMIAG
- ANEXO K:** BASE DE DATOS DE AFORO DE VELOCIDADES INSTANTÁNEAS VÍA
ULPÁN – JULQUIS – GUARACTUS – SAN JUAN
- ANEXO L:** BASE DE DATOS DE AFORO DE VELOCIDADES INSTANTÁNEAS
AVENIDA CARLOS CUADRADO
- ANEXO M:** CONTEO VOLUMÉTRICO VEHICULAR Y DE VELOCIDADES
INSTANTÁNEAS EN EL ÁREA URBANA DEL CANTÓN CHAMBO
- ANEXO N:** MEDICIÓN DE GRADIENTE, ANCHO DE CARRIL Y ANCHO DE BERMA
- ANEXO O:** CONTEO VOLUMÉTRICO EN VÍAS DE ESTUDIO DEL ÁREA URBANA
DEL CANTÓN CHAMBO
- ANEXO Q:** CONTEO VOLUMÉTRICO EN VÍAS DE INGRESO AL ÁREA URBANA
DEL CANTÓN CHAMBO

RESUMEN

El objetivo del trabajo de titulación fue realizar la evaluación integral del sistema vial del cantón Chambo perteneciente a la provincia de Chimborazo, aplicando la metodología HCM con el fin de proporcionar bases sistemáticas y consistentes de los diferentes elementos de los sistemas de transporte por carretera, identificando las condiciones ideales de circulación y previniendo siniestros de tránsito en el cantón Chambo. Se realizó el levantamiento de información a través de fichas de observación para conocer la situación actual de la red vial del cantón Chambo, la misma que consta de vías colectoras y vías preferenciales locales y secundarias, además, se evidencio cuatro vías de ingreso que se encuentran clasificadas dentro de carreteras clase II, se obtuvo información requerida para calcular la capacidad y el nivel de servicio de la red vial del cantón Chambo como: el volumen vehicular en horas de máxima demanda, su composición vehicular, la velocidad de circulación y las características geométricas de las vías de estudio. Se concluye que la red vial urbana se encuentra en terreno llano con rasante horizontal, las vías de estudio 18 de marzo, Carlos Cuadrado y Cacique Achamba en sus dos tramos tienen un nivel de servicio A, con una capacidad vehicular por hora máxima de 1203, 980, 1278 y 1238 y un volumen de máxima demanda de 254, 203, 178 y 132 veh/h. respectivamente. Además, las tres vías de ingreso Ulpán-Julquis, Chambo-Quimiag y Riobamba-Chambo tienen un nivel de servicio A, B y D respectivamente. Se recomienda levantar información de conteos volumétricos vehiculares una vez superada la emergencia sanitaria.

Palabras Claves: <CIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS>, <EVALUACIÓN>, <CAPACIDAD>, <NIVEL DE SERVICIO>, <CONTEO VOLUMÉTRICO VEHICULAR>, <CHAMBO (CANTÓN)>



2-09-2021

1708-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

This research aims to conduct a comprehensive assessment of the road system of Chambo canton located in Chimborazo province by implementing the HCM methodology to provide systematic and consistent bases of the different elements of the road transport systems, identifying the ideal conditions of circulation and preventing traffic accidents in the canton Chambo. The information-gathering was possible by observation forms to get to know the current situation of the road network of the Chambo canton. This road is made of collector roads and local and secondary preferential roads. In addition, it was possible to identify four entry routes classified in the class II roads. The required information such as the vehicle volume in hours of maximum demand, its vehicle composition, the traffic speed, and the geometric characteristics of the study roads, was collected to calculate the capacity and level of service of the road network of the canton Chambo. It is concluded that the urban road network is on flat terrain with horizontal gradient, the study roads March 18, Carlos Cuadrado and Cacique Achamba in their two sections have a service level A, with a maximum vehicular capacity per hour of 1203, 980, 1278 and 1238 and a maximum demand volume of 254, 203, 178 and 132 veh / h. respectively. In addition, the three access routes Ulpán-Julquis, Chambo-Quimiag, and Riobamba-Chambo have a service of A, B, and D levels respectively. It is recommended to collect information on vehicle volumetric counts once the health emergency has been overcome.

Keywords: <ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES>, <EVALUATION>, <CAPACITY>, <SERVICE LEVEL>, <VEHICULAR VOLUMETRIC COUNT>, <CHAMBO (CANTON)>

INTRODUCCIÓN

La evaluación integral del sistema vial del cantón Chambo, aplicando la metodología HCM busca establecer la capacidad y evaluar el nivel de servicio del sistema de transporte por carretera, el cantón Chambo cuenta con una red vial de carreteras de clase II.

El trabajo de titulación se encuentra dividido en tres capítulos que se detallan a continuación:

Capítulo I: hace referencia al marco teórico referencial que describe los antecedentes investigativos de la metodología del HCM con respecto a la capacidad y nivel de servicio de carreteras de clase I y II y en vías preferenciales dentro del perímetro urbano. El marco conceptual define los términos necesarios para un claro entendimiento y desarrollo de la investigación.

Capítulos II: enmarca al marco metodológico que describe las herramientas de investigación que se van a utilizar, considerando que se busca levantar información de campo de la composición vehicular, las características geométricas de las vías y medir las velocidades de circulación. Además, se describe el tipo de investigación, la población y las técnicas e instrumentos de investigación.

Capítulo III: se encuentra inmerso la situación actual del cantón Chambo, el marco de resultados, discusión de resultados y las propuestas de solución, se considera los diferentes instrumentos de investigación levantados en campo para realizar los diferentes cálculos que engloba a la metodología del HCM para calcular la capacidad y el nivel de servicio en carreteras de clase II y en vías locales preferenciales. Además, se identifica en qué condiciones se encuentra actualmente la red de transporte urbana por carretera del cantón Chambo.

Para finalizar la investigación se establecen las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos de la investigación.

TEMA

“EVALUACIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA VIAL DEL CANTÓN CHAMBO, APLICANDO LA METODOLOGÍA HCM”

PROBLEMA

Planteamiento del Problema

El Cantón Chambo más conocida como la Señora del Agro debido a sus grandes riquezas en agricultura, en producción pecuaria, fabricación de ladrillos y además por su variedad de paisajes que incentivan el turismo, es imprescindible contar con un sistema de transporte por carretera que garantice las condiciones óptimas de circulación, optimizando tiempos de viaje, reduciendo los siniestros de tránsito y garantizando la calidad del servicio como tal.

El GAD del Cantón Chambo a partir de la resolución 006-CNC-2012 asume sus competencias con un modelo de gestión B, en base al ámbito de sus competencias tiene la responsabilidad de: Planificar el transporte terrestre, del tránsito y de la seguridad vial; Organización de los servicios de tránsito, transporte terrestre y seguridad vial; y Regulación, conforme a la normativa vigente, mediante la expedición de instructivos técnicos y administrativos en fin de garantizar el cumplimiento de cada una de la funciones, competencias, atribuciones y responsabilidades en materia de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial.

La necesidad de garantizar condiciones ideales de circulación en el sistema de transporte por carretera nace en la primera edición del HCM de 1950 (Manual de Capacidad de Carreteras , 2010) donde se cuantificó sobre el concepto de la capacidad de la infraestructura de transporte por carretera con el fin de garantizar el acceso a carreteras interestatales con ciertos requisitos y lineamientos que permitan determinar la capacidad y el nivel de servicio, con los cuales deberían dotarse a cualquier carretera, es así que en base a las diferentes publicaciones nació la finalidad del HCM que se basa no solo en el funcionamiento multimodal en carreteras sino también en las vías urbanas, las cuales van a estar en función de ciertas condiciones, parámetros, lineamientos e indicadores para establecer la calidad de servicio de los sistemas de transporte por carretera y así lograr reducir el índice de siniestros de tránsito.

Por tal motivo he visto la necesidad de proporcionar las bases sistemáticas y consistentes para evaluar la capacidad y el nivel de servicio de los diferentes elementos de los sistemas de transporte por carretera, identificando las condiciones ideales de circulación y previniendo siniestros de tránsito en el Cantón Chambo.

El sistema de transporte por carretera del Cantón no brinda las garantías necesarias que garanticen una movilidad segura en condiciones ideales de circulación y que prevean futuros siniestros de tránsito.

La información recabada será proporcionada al director de la Unidad Municipal de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial de Chambo, por lo que les permitirá conocer la situación actual en la que se encuentra el sistema de transporte y a su vez se podrá definir toda falencia del sistema con sus respectivas propuestas que den solución al sistema de transporte por carretera del Cantón.

Formulación del Problema

¿Cómo incidirá la metodología HCM para la implementación de parámetros de seguridad vial que disminuyan los siniestros de tránsito en el Cantón Chambo?

Delimitación del Problema

El presente trabajo de investigación sobre la capacidad y el nivel de servicio de los diferentes elementos de los sistemas de transporte por carretera que tiene por finalidad reducir los siniestros de tránsito se encuentra destinado a realizar en el cantón Chambo, Provincia de Chimborazo en el período 2020-2021.

JUSTIFICACIÓN

La elaboración del trabajo investigativo es de gran relevancia por lo que buscará comparar el sistema de transporte por carretera actual con los lineamientos establecidos en el manual de capacidad por carretera, enmarcando una gran variedad de alternativas en base a condiciones de circulación, al igual que a indicadores sobre el nivel de servicio que permitan garantizar un sistema de transporte eficiente y a su vez reducir el índice de siniestros de tránsito.

La propuesta del trabajo investigativo desde el ámbito de la aplicación del Manual de Capacidad de Carreteras permitirá conocer la calidad del servicio del sistema de transporte y a su vez la implementación de parámetros de seguridad vial que disminuyan los siniestros de tránsito lo cual beneficie la integridad de la salud de toda persona, bien material e infraestructura del perímetro urbano del Cantón Chambo que se encuentra delimitado desde el Norte en la intersección de la Héctor Guevara y 18 de Marzo, al Sur hasta la intersección 27 de Diciembre y Cacique Achamba; al Este desde la intersección Cesar Moncayo y Ángel Larrea; al Oeste desde la intersección Ezequiel Viteri y Carlos Medina.

Para lograr esta investigación se cuenta con el apoyo de la Unidad Municipal de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial de Chambo, de su director Ing. Jorge Zabala.

El trabajo investigativo tiene como punto primordial precautelar la vida del usuario que hace uso del sistema de transporte y así beneficiar al área de la Unidad Municipal de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial de Chambo con lineamientos y parámetros que garanticen una movilidad segura.

OBJETIVOS

Objetivo General

Proporcionar bases sistemáticas y consistentes para evaluar la capacidad y el nivel de servicio de los diferentes elementos de los sistemas de transporte por carretera, identificando las condiciones ideales de circulación y previniendo siniestros de tránsito en el Cantón Chambo.

Objetivos Específicos

1. Levantar información de la red vial del cantón dentro del perímetro urbano para proporcionar metodologías que permitan estimar y predecir indicadores de circulación óptimos.
2. Evaluar el funcionamiento de las vías urbanas en función del Manual de Capacidad de Carreteras a través de procedimientos de estudio para condiciones ideales de circulación.
3. Proponer en base a la información obtenida y considerando el sistema de transporte actual, alternativas de solución desde el ámbito de aplicación del Manual de Capacidad de Carreteras para la implementación de parámetros de seguridad vial que disminuyan los siniestros de tránsito en el Cantón Chambo.

CAPÍTULO I

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1. Antecedentes investigativos

La primera edición del Manual de Capacidad de Carreteras HCM de 1950 fue el primer documento en el que se definió el concepto de capacidad de una infraestructura de transporte por carretera. Este enfoque nace en respuesta a la expansión de la red viaria norteamericana tras haber superado la 2^{da} Guerra Mundial y en reacción a la gran necesidad de carreteras interestatales, así como en otras vías que proporcionen un acceso a estas vías. El Manual de capacidad de carreteras fue diseñado para: “Ser una guía práctica a través de la cual el ingeniero, habiendo determinado los datos esenciales, se encuentre capacitado para diseñar una nueva carretera o a su vez modernizar una existente, garantizando de que el proceso de cálculo llegase a un valor final que satisfaga la capacidad requerida” (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.31).

En la edición de 1965 se introdujo el concepto de nivel de servicio (NS). Esta edición determina la capacidad, el nivel de servicio con los que debía dotarse a cualquier carretera existente o en construcción bajo las condiciones reales de funcionamiento (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.31).

En la edición de 1985 significó un gran paso en la evolución del HCM. Se redefine el concepto de nivel de servicio (NS) con un claro objetivo de ampliar su ámbito de aplicación, incorporando capítulos concernientes a ciclistas y peatones (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.31).

En la edición del HCM 2000 tuvo un claro objetivo “Proporcionar las bases sistemáticas y consistentes para evaluar el nivel de servicio y la capacidad de los elementos de los sistemas de transporte por carretera” (Higway Capacity Manual , 2000, p.32).

En la última edición del HCM 2010 tiene como propósito el capacitar a técnicos, analistas y a personas que toman decisiones tengan en cuenta a los usuarios de todos los tipos a la hora de evaluar las condiciones de circulación en la infraestructura de transporte por carretera (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.32).

Existen investigaciones enmarcadas dentro de esta rama y tema a nivel mundial y nacional que se encuentran presente dentro de esta investigación y proporcionan fundamentación teoría para su desarrollo.

✓ A nivel mundial

Según Vega (2018, p.1) realiza aforos en las vías de estudio, tomando en consideración el volumen de tráfico, la velocidad promedio de viaje, las características de la vía y la composición vehicular en base a la metodología del HCM 2000 para determinar la capacidad real de las vías de ingreso a la ciudad y además su nivel de servicio.

Según García (2016, p.1) evalúa el nivel de servicio en la carretera nivel II de Santa Clara siguiendo los parámetros del HCM. Debido al hecho de que existe gran congestión vehicular por una tasa creciente del parque automotor y de la población, y al mismo tiempo por ser un atractor de viajes debido a que representa un destino turístico. El fin de esta investigación es determinar la calidad de servicio de la vía aplicando la metodología HCM 2000.

✓ A nivel nacional

Según Martínez (2014, p.1) realiza una investigación para determinar la capacidad real de la carretera nivel II Loja-Vilcabamba, además, su nivel de servicio en base a parámetros del HCM. El tramo escogido de la vía es el tramo Loja – Landangui por el hecho de ser una vía arterial que conecta poblaciones como: Malacatos, Vilcabamba y Loja. Existe una gran demanda de flujo vehicular por ser una zona de gran atracción turística de la provincia. Para determinar la situación actual se realizó levantamiento de información en campo con fichas de aforo vehicular, conteos volumétricos, entre otras, para ser tabuladas y posterior realizar su respectiva interpretación o análisis de resultados.

1.2. Fundamentación teórica

1.2.1. Metodología HCM 2010

La metodología HCM es un conjunto de lineamientos, procedimientos y directrices que por medio de un software permite calcular la capacidad y el nivel de servicio de autopistas, carreteras, vías arteriales, rotondas, intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, redondeles, carreteras rurales y así también aquellos efectos del transporte público, del peatón y del ciclista en el rendimiento óptimo del sistema vial (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.39).

1.2.2. Propósito de la metodología HCM

Proporcionar un conjunto de metodologías a fin de evaluar el funcionamiento multimodal en carreteras y vías urbanas en función de varios indicadores de la calidad de servicio (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.33).

1.2.3. Objetivos de la metodología HCM

- ✓ Definir procedimientos de acción y describir procedimientos de estudio para condiciones ideales de circulación.
- ✓ Proporcionar metodologías para predecir y estimar parámetros indicadores de la circulación.
- ✓ Exponer metodologías que permitan al lector comprender los factores que afectan al funcionamiento multimodal.

1.2.4. Características del HCM

Según Palma (2006, p.14) establece las siguientes condiciones ideales de circulación en base a parámetros de la metodología del HCM:

- ✓ Porcentaje de tráfico total en cada sentido: 50/50 %.
- ✓ Terreno llano y rasante horizontal
- ✓ Espaldones de 1,80 m.
- ✓ Sin accesos a propiedades colindantes.
- ✓ Sin prohibiciones de adelantamiento.
- ✓ Un ancho de carril de 3,60 m.
- ✓ Alineamiento recto.
- ✓ Ausencia de vehículos pesados.

1.2.5. Red vial urbana

La vía es una estructura diseñada y construida para el traslado por tierra de personas, ciclistas, vehículos y animales, desde un punto de origen a un punto de destino, tiene como finalidad facilitar la libre movilidad de forma segura y de calidad (Bañón & Beviá García, 2000, p.42).

La red vial urbana se clasifica en:

- ✓ Vías expresas
- ✓ Vías arteriales
- ✓ Vías colectoras
- ✓ Vías locales

1.2.5.1. Vías expresas

En áreas urbanas una vía expresa es aquella que permite la circulación en forma masiva de personas o de carga. Son vías diseñadas para satisfacer la demanda de las personas y no en función de los vehículos.

Según la Ordenanza 341 de la Municipalidad Metropolitana de Lima define a una vía expresa como aquella cuya función respecto a la actividad urbana es la de paso. Esto significa que por dicha vía no deben existir interferencias transversales ni longitudinales que limiten su circulación.

Vías expresas o también consideradas autopistas, son utilizadas para el tránsito de paso, maneja un gran volumen vehicular y a altas velocidades de circulación, tienen como finalidad facilitar la movilidad de forma óptima. En su trayecto no es permitido maniobras de parqueos, ni la estiba y desestiba de mercadería. Las vías expresas permiten una conexión entre diversas zonas (áreas de vivienda, zonas industriales, zonas comerciales y el área central) (Burga, 2018, p.43).

1.2.5.2. Vías arteriales

Las vías arteriales son aquellas que están clasificadas como principales en el sistema de circulación terrestre en cualquier área urbana o carretera, se distinguen fundamentalmente porque se trata de vías que tienen más de dos carriles y siempre tendrán la prelación en la circulación de

tráfico de tal manera que en ella no hay pases y solo se detiene el vehículo en aquellos lugares previamente demarcados y con las señales semaforicas (Burga, 2018, p.43).

Las Vías arteriales permiten la integración entre las vías colectoras con las vías expresas, su función es permitir la el tránsito de los diferentes tipos de vehículos.

1.2.5.3. Vías colectoras

Las vías colectoras son aquellas que permiten la integración entre las vías locales y las vías colectoras a través de intersecciones a nivel para las entradas y salidas, generalmente no semaforizadas. Tienen como función la conectividad entre las vías colectoras y las vías arteriales conocidas como avenidas (Burga, 2018, p.43).

1.2.5.4. Vías locales

Las vías locales dependen de los niveles de accesibilidad:

- ✓ **Vías locales comerciales.** – Facilita el desarrollo de la actividad comercial mediante la instalación de estacionamientos, veredas anchas y otros.
- ✓ **Vías locales preferenciales.** – Facilita la circulación de los vehículos de una determinada área urbana. Son vías locales de paso. Las vías deben tener carriles de mínimo 3 metros de ancho.
- ✓ **Vías locales residenciales.** – Permite el ingreso y salida cómodos de las viviendas.
- ✓ **Vías locales industriales.** – Permiten la circulación de vehículos de carga, con radios de curvatura adecuados.
- ✓ **Vías peatonales.** – Permite la circulación de personas en forma masiva. (Burga, 2018, p.4-18)

1.2.6. Tipos de vías para automóviles según el HCM

El manual de capacidad de carreteras estudia las siguientes categorías:

1. Vías de circulación ininterrumpida, en la que no existe ninguna causa fija de demoras o interrupciones en el tráfico.

2. Vías de circulación interrumpida, son aquellas vías donde las propias medidas de regulación (Ceda el paso, Semáforos y Pares) introducen demoras en la corriente de tráfico.

1.2.6.1. Vías de circulación ininterrumpida

En vías de circulación ininterrumpida tenemos la siguiente clasificación:

1. Autopista, es una vía con accesos controlados, con calzadas separadas y un mínimo de 2 carriles por sentido. Ciertos carriles de una autopista podrán estar reservados para ciertos tipos de vehículos, como por ejemplo para camiones.

La metodología del HCM emplea para su análisis una capacidad de 2400 vehículos ligeros hora y carril para tramos básicos con velocidad libre de 110 – 120 km/h y de 2300 vehículos ligeros hora por carril para tramos básicos con velocidad libre en torno a 105 km/h, en condiciones ideales de circulación.

2. Vías Multicarril, son carreteras con un mínimo de dos carriles por sentido. No tienen un control o un control parcial de accesos. Dependiendo de cómo se resuelvan sus nudos, su circulación podrá ser ininterrumpida o interrumpida (en caso de intersecciones con semáforo y glorietas con un distanciamiento inferior a dos millas).

La metodología del HCM emplea para su análisis de vías multicarril en un entorno rural funcionando en condiciones próximas a su capacidad debido a que estas condiciones no se suelen producir. Habitualmente, el HCM utiliza una intensidad de 2200 veh lig/h/c en vías multicarril con una velocidad libre de 95 km/h. y de 2100 veh lig/h/c cuando la velocidad libre es de 90 km/h. en condiciones ideales de circulación.

3. Carreteras de 2 carriles, presentan generalmente secciones de dos carriles, aunque suelen disponer frecuentemente de carriles adicionales para circulación rápida o lenta. En una sección transversal de dos carriles, las maniobras de adelantamiento deben ser realizadas en el carril contrario. La existencia de glorietas, semáforos e intersecciones con prioridad fija provocarán interrupciones en la circulación, de manera que para que sus tramos presenten circulación ininterrumpida el distanciamiento entre este tipo de nudos deberá ser de dos millas (≈ 3 km) como mínimo.

La metodología del HCM emplea para su análisis valores de capacidad por sentido de 1700 veh lig/h/c en condiciones ideales de circulación (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p. 117-118).

1.2.6.2. Vías de circulación interrumpida

1. Vías urbanas, son vías que presentan frecuentemente una alta densidad de accesos para vehículos colindantes, así como una alta densidad de cruces, ubicadas dentro de áreas urbanas. En ellas el flujo de tránsito es interrumpido debido a la existencia de semáforos, cruces con prioridad fija y glorietas (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.36).

Los procedimientos del HCM son de aplicación en vías urbanas arteriales o colectoras, incluyendo a las ubicadas en el centro de las áreas urbanas no estando diseñados para su aplicación en vías urbanas secundarias de poca entidad (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.117).

La metodología del HCM manifiesta lo siguiente: Dado que el tráfico en una vía urbana presentará circulación ininterrumpida únicamente en tramos entre intersecciones y glorietas separadas más de 2 millas, la interpretación de las puntas de intensidad observadas no es tan sencilla como en una vía de circulación ininterrumpida. Los semáforos alteran significativamente la capacidad de estas vías, ya que limitan el tiempo disponible para circular. Además, las condiciones reales en ellas pueden variar enormemente. Factores como la circulación de autobuses urbanos, el ancho de carril o la existencia de intersecciones próximas pueden afectar sustancialmente a la circulación y por tanto a las intensidades observadas (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.77).

1.2.7. Clasificación de las carreteras según el HCM 2000

Según el Manual de Capacidad de Carreteras (2010, p.85) las clasifica en:

1. Carreteras Clase I

Son carreteras donde se esperan grandes velocidades por parte del flujo vehicular. Son vías que sirven de conexión con vías arteriales, expresas y autopistas, esta clase de vías son utilizadas para viajes de largas distancias.

2. Carreteras Clase II

Son carreteras donde el usuario no aspira a altas velocidades, pero a su vez existe una alta demanda de accesibilidad. Esta clase de carretera sirve para viajes cortos, por lo general de turismo o recreacional.

1.2.8. Características geométricas

1.2.8.1. Ancho de calzada

Se define como ancho de calzada al total de la sumatoria de las dimensiones del número de carriles que la conforman, por donde transita la diferente composición vehicular (Vega, 2018, p.13).

Se define a carril al espacio establecido de una calzada para la circulación de la composición vehicular de una vía, sirviendo de guía a los conductores.

1.2.8.2. Berma

Se define como berma a la continuación de la calzada, que tiene como finalidad proveer de un espacio destinado al uso de automóviles en circunstancias especiales como: asistencia a vehículos con problemas mecánicos, paradas técnicas, entre otros (Vega, 2018, p.13).

1.2.8.3. Cuneta

Se define a cuneta a canales o espacios contiguos a los bordes de la berma, cuyo fin es el de atraer y trasladar el exceso de agua lluvia hacia los lugares donde no afecte la estructura del pavimento (Vega, 2018, p.13).

1.2.8.4. Zonas de No-Rebase (No Adelantamiento)

Son lugares donde no es permitido maniobras de adelantamiento por parte de la composición vehicular.

Para determinar el porcentaje de zonas de No-Rebase se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 1:

$$\%ZNR = \frac{L_{TL} - L_R}{L_{TL}} * 100$$

Donde:

$\%ZNR$ = Porcentaje de zonas de No-Rebase, expresado en porcentaje y es la longitud del tramo de estudio

L_{TL} = Longitud total de la vía (m)

L_R = Longitud de zonas de rebase (m)

1.2.8.5. Puntos de acceso

Se considera como punto de acceso a todo lugar donde existe una entrada a una zona poblada durante el trayecto de una vía (Vega, 2018, p.14).

1.2.8.6. Pendiente

Se define como pendiente a la magnitud que indica un grado inclinación con respecto a la superficie de una carretera en relación al eje horizontal, pudiendo ser ascendente o descendente. El valor de la pendiente se expresa en porcentaje (Vega, 2018, p.14).

1.2.9. Clasificación vehicular

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013, p.39) establece una clasificación del parque automotor a nivel nacional. (Tabla 1-1:)

Vehículos livianos (motocicletas, automóviles, camionetas y pickups) con capacidad hasta de ocho pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013).

Vehículos pesados, como buses, camiones y combinaciones de camiones de más de cuatro toneladas de peso. Este tipo de vehículos acondicionados para el transporte de mercancías, cuya capacidad de carga excede de 3.5 toneladas. Las cabezas tractoras tendrán una consideración de vehículos pesados cuando tengan una capacidad de arrastre superior a 3.5 toneladas de carga (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013, p.37).

Tabla 1-1: Clasificación vehicular

Clasificación vehicular	
Livianos	Pesados
Motocicletas	Bus
Automóviles	Camión
Camionetas	Semi tráiler
Pickups	Tráiler

Fuente: Ministerio De Transporte Y Obras Públicas, 2013

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

1.3. Capacidad, calidad y nivel de servicio de una infraestructura de transporte en base a la Metodología del HCM

1.3.1. Capacidad

Según el Manual de Capacidad de Carreteras (2010, p.40) define a la capacidad al número máximo de vehículos que pasa por una sección de carretera o vía (en el caso de carreteras de dos o n carriles) en el lapso de un período establecido.

Capacidad se define al flujo máximo horario en el cual se espera que personas o vehículos pasen por un punto establecido de un carril en una hora por determinarse y bajo las condiciones reales de la infraestructura vial, del tránsito y de todo dispositivo de control a ser utilizado (Cerquera, 2007, p.26).

La capacidad de una infraestructura de transporte es el flujo máximo de personas o vehículos que pasan por un determinado punto en un tiempo establecido.

Para determinar la capacidad de una vía es necesario levantar información por medio de fichas de aforo vehicular donde se pueda distinguir la composición vehicular, su tipología vehicular, determinar velocidades instantáneas (velocidades de punto) Anexo C. Para las fichas de aforo vehicular (Anexo B) se realizará un formato que establezca de qué manera esta la composición vehicular entorno a su tipología establecida por la MTOP (Tabla 1-1).

Para determinar la composición vehicular de una vía es recomendable utilizar la metodología del tráfico promedio diario semanal (TPDS) al número de vehículos que pasan por un punto determinado, en un período de una semana continua y se representa de la siguiente manera:

Ecuación 2:

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

TPDS = Tráfico promedio diario semanal (veh/día)

TS = Tráfico semanal

Este conteo permitirá establecer el volumen de vehículos en la hora pico.

Estos conteos se realizarán en base a la metodología del HCM, dicha metodología establecerá los lugares propicios para llevar a cabo los diferentes conteos volumétricos.

Metodología del HCM para establecer los lugares de levantamiento de información de conteos volumétricos vehiculares.

- ✓ Se considera a las vías de estudio a aquellas carreteras de Clase I.
- ✓ Se considera a las vías de estudio a aquellas carreteras de Clase II
- ✓ Vías urbanas arteriales o colectoras y vías locales preferenciales, incluyendo a las ubicadas en el centro de las áreas urbanas

1.3.1.1. Cálculo de la capacidad

La metodología del HCM 2000 determina una ecuación para el cálculo de la capacidad, utilizando diversos factores de corrección, los cuales están en función del nivel de servicio (Bañón & Beviá García, 2000, p.78).

Ecuación 3

$$C = 2800 * f_C * f_A * f_P * f_R * (I/C)_E$$

Donde:

C = Capacidad de la vía (veh/h)

f_C = Factor de corrección por ancho de carriles, (Tabla 2-1:)

f_A = Factor de corrección por ancho de arcenes o bermas. (Tabla 3-1:)

f_P = Factor de corrección por composición del tráfico. Utilizar Ecuación 4

f_R = Factor de corrección por reparto de circulación por sentidos. (Tabla 5-1:)

$(I/C)_E$ = Relación entre intensidad y capacidad ideal para el nivel de servicio E. (Tabla 6-1:)

A continuación, se detalla los factores de corrección para vías de dos carriles.

Tabla 2-1: Factores de corrección por carriles f_c

Factor de corrección por carriles f_c		
Ancho (m)	Nivel de servicio	
	A – D	E
3.60	1.00	1.00
3.30	0.93	0.94
3.00	0.84	0.87
2.70	0.70	0.76

Fuente: *Highway Capacity Manual*, 2000**Tabla 3-1:** Factor de corrección por ancho de arcenes o bermas f_A

Factor de corrección por ancho de arcenes o bermas f_A		
Ancho (m)	Nivel de servicio	
	A – D	E
1.8	1.00	1.00
1.2	0.92	0.97
0.6	0.81	0.93
0	0.70	0.88

Fuente: *Highway Capacity Manual*, 2000

Nota: Para determinar las diferentes proporciones de la composición vehicular se utiliza la ficha de conteo volumétrico vehicular (Anexo B) para clasificar la composición vehicular en el punto de estudio y de esta manera realizar los diferentes cálculos necesarios requeridos.

Para determinar el factor de corrección por composición del tráfico se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 4:

$$f_P = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1) + P_B(E_B - 1)}$$

Donde:

 f_P = Factor de corrección por composición del tráfico P_C = Proporción de camiones en el tráfico, expresado en decimal P_R = Proporción de vehículos recreacionales en el tráfico, expresado en decimal P_B = Proporción de autobuses en el tráfico, expresado en decimal E_C = Equivalente del número de vehículos por camiones. (Tabla 4-1:) E_R = Equivalente del número de vehículos recreacionales. (Tabla 4-1:) E_B = Equivalente del número de vehículos por autobuses. (Tabla 4-1:)

Tabla 4-1: Factor de corrección por composición del tráfico f_P

Factor de corrección por composición del tráfico f_P				
Tipo de vehículo	Nivel de servicio	Tipo de terreno		
		Llano	Ondulado	Montañoso
Camiones (E_C)	A	2.0	4.0	7.0
	B – C	2.2	5.0	10.0
	D – E	2.0	5.0	12.0
Vehículos recreacionales (E_R)	A	2.2	3.2	5.0
	B – C	2.5	3.9	5.2
	D – E	1.6	3.3	5.2
Autobuses (E_B)	A	1.8	3.0	5.7
	B – C	2.0	3.4	6.0
	D – E	1.6	2.9	6.5

Fuente: *Highway Capacity Manual, 2000***Tabla 5-1:** Factor de corrección por reparto de circulación por sentidos f_R

Factor de corrección por reparto de circulación por sentidos f_R						
Reparto (%)	50 – 50	60 – 40	70 – 30	80 – 20	90 – 10	100 – 0
f_R	1	0.94	0.89	0.83	0.75	0.71

Fuente: *Highway Capacity Manual, 2000*

La metodología del HCM 2000 determina valores del índice de servicio entre intensidad capacidad que corresponde a los niveles de servicio para carreteras en condiciones ideales de servicio, como se detalla en la Tabla 6-1.

El índice de servicio está en función del nivel de servicio deseado, las condiciones de circulación, la tipología de terreno, el % de zonas de No – Rebasamiento.

Tabla 6:1 Índice de servicio (I/C) en carreteras de dos carriles

Nivel de servicio	Condiciones de circulación		Tipo de terreno	% Zonas No - Rebase					
	Tipo	Vm		0	20	40	60	80	100
A	Libre	≥ 90	Montañoso	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
		≥ 91	Ondulado	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03
		≥ 93	Llano	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04
B	Estable a alta velocidad	≥ 86	Montañoso	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10
		≥ 86	Ondulado	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13
		≥ 88	Llano	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16
C	Estable	≥ 78	Montañoso	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
		≥ 82	Ondulado	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28
		≥ 83	Llano	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.33
D	Casi Estable	≥ 70	Montañoso	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
		≥ 78	Ondulado	0.62	0.57	0.53	0.48	0.46	0.43
		≥ 80	Llano	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57

E	Inestable	≥56	Montañoso	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78
		≥64	Ondulado	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90
		≥72	Llano	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
F	Forzada	<56	Montañoso	-	-	-	-	-	-
		<64	Ondulado	-	-	-	-	-	-
		<72	Llano	-	-	-	-	-	-

Fuente: *Highway Capacity Manual, 2000*

1.3.2. Calidad de servicio

La calidad del servicio describe como de bien es percibida, desde una perspectiva del usuario, las condiciones de circulación en infraestructuras viarias o el funcionamiento de servicios de transporte público.

1.3.3. Nivel de servicio

Nivel de Servicio es una medida general que integra a todas las características del servicio de transporte que afectan al usuario. Este concepto es por mucho más complejo que el utilizado en el caso de las vialidades ya que incluye aspectos del desempeño que afectan al usuario como lo son relativos a la velocidad de operación, a la confiabilidad y a la seguridad del sistema (Moliner & Sánchez, 2005, p.16).

Nivel de servicio es la ratificación en categorías desde NS A hasta el NS F de la calidad del servicio. Es una medida cualitativa de las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, los cuales se refieren a varios factores como: la seguridad, la velocidad, el tráfico vehicular, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra y la comodidad (Cerquera, 2007, p.26).

Por cada tipo de infraestructura el nivel de servicio se clasifica en 6 niveles, la Tabla 7-1 manifiesta en qué condiciones de operación se encuentra cada nivel de servicio.

Tabla 7-1: Condiciones de operación de los niveles de servicio, para flujo ininterrumpido

Nivel de servicio	Condiciones de operación HCM 2000
A	Flujo libre
B	Flujo estable
C	Flujo estable, pero la operación de los resultados individuales se ve afectada por las interacciones con los otros usuarios
D	Densidad elevada, aunque estable
E	Flujo inestable
F	Flujo Forzado

Fuente: Manual de Capacidad de Carretera, 2000

Para medir el nivel de servicio para intersecciones no semaforizadas en la Tabla 8-1 representa la demora en segundos.

Tabla 8-1: Niveles de Servicio método HCM para intersecciones no semaforizadas

Niveles de servicio (HCM)	
Nivel de Servicio	Demora Promedio por Vehículo (s)
A	<10
B	>10 a 15
C	>15 a 25
D	>25 a 35
E	>35 a 50
F	>50

Fuente: Manual de Capacidad de Carretera, 2000

El nivel de servicio para cada tipo de infraestructura se define sobre la base de los parámetros operativos (Cerquera, 2007, p.3).

La Tabla 9-1 representa las medidas de eficacia utilizadas para cada tipo de infraestructura vial.

Tabla 9-1: Medidas de eficacia principales para la definición de nivel de servicio

TIPO DE ESTRUCTURA	MEDIDA DE EFICACIA
Autopistas	Densidad (vl/km./C)
	Demora en veh-h
	Velocidad (Km/h)
	Tiempo de viaje (sg)
Segmentos Básicos de Autopista	Densidad (vl/km./c)
	Velocidad (Km/h)
	Relación (v/c)
Áreas de Trazado o entrecruzamiento	Densidad (vl/km./C)
	Velocidad de no entrecruzamiento (Km/h)
	Velocidad de entrecruzamiento (Km/h)
Intersecciones con un ramal	Flujos (vl/h)
Carreteras multicarril	Densidad (v/h)
	Velocidad Media de recorrido (km/h)
	Relación v/c
Carreteras de dos carriles (HCM – 2000)	Demora en tiempo de seguimiento (porcentaje)
Carreteras de dos carriles (Método Colombiano)	Velocidad media de recorrido (km/h)
Intersecciones reguladas con semáforos	Demora total media por control (sg/v)
	Relación v/c
Intersecciones sin semáforos	Demora total media por control (sg/v)
	Longitud de Cola (No v)
	Relación v/c
Arterias	Velocidad de viaje (km/h)
	Tiempos de recorrido (sg)
	Demora por control en intersecciones (sg)
Transporte Colectivo	Factor de carga (per/asiento, v/h, pers/h)
Peatones	Espaciamiento (m ² /pt)
	Demora peatón (sg/peat)
	Velocidad media (km)
	Relación (v/c)

Fuente: Cerquera, F. (2007, p.3)

La Tabla 10-1 nos proporciona una guía que permite seleccionar el nivel de servicio de diseño.

Tabla 10-1: Guía para la solución del nivel de servicio de diseño

TIPO DE VÍA	TIPO DE ÁREA			
	Urbana y Sub Urbana	Rural Montañosa	Rural Ondulado	Rural Plana
Autopista	C	C	B	B
Arteria	C	C	B	B
Colectora	D	D	C	C
Local	D	D	D	D

Fuente: Cerquera, F. (2007, p.4)

1.3.3.1. Nivel de servicio A

El nivel de servicio A representa condiciones óptimas de circulación, su circulación es a flujo libre, esto quiere decir que están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros vehículos. Existe una gran libertad de maniobra y de seleccionar la velocidad deseada. El nivel general de comodidad proporcionado por la circulación al peatón, pasajero y motorista, es excelente (García, 2016, p.9).

1.3.3.2. Nivel de servicio B

El rango de flujo es estable y se empieza a notar a los diferentes integrantes del flujo vehicular, ocasionando demoras en tramos establecidos, pero sin que estos lleguen a hacer colas (García, 2016, p.9).

1.3.3.3. Nivel de servicio C

El rango de flujo es estable, pero la libre circulación se ve afectada por otros usuarios de la vía. La libertad de maniobra y de velocidad es afectada por la presencia de otros usuarios, comenzando a evidenciarse la formación de colas poco consistentes (García, 2016, p.9).

1.3.3.4. Nivel de servicio D

El flujo vehicular tiene una densidad elevada pero estable, la libertad de maniobras y de velocidad se ven afectadas y quedan restringidas, el pasajero, motorista y peatón experimentan un nivel de comodidad bajo y se evidencia la formación de colas en puntos localizados (García, 2016, p.10).

1.3.3.5. Nivel de servicio E

El nivel de servicio E indica que el funcionamiento está al límite de su capacidad, la libertad de maniobra y la velocidad se encuentran restringidas, la circulación es forzada y solo se da cuando un vehículo, peatón o motorista cede el paso. El nivel de comodidad es bajo y se evidencia la formación de largas colas que hace imposible realizar adelantamientos (García, 2016, p.10).

1.3.3.6. Nivel de servicio F

El flujo vehicular es forzado, no existe libertad de maniobras ni de velocidad, la circulación es restringida a forzada, se evidencia la creación de largas colas, la comodidad y conveniencia son sumamente bajos (García, 2016, p.10).

1.3.4. Cálculo del nivel de servicio

Para determinar el nivel de servicio la metodología del HCM establece el siguiente proceso:

1.3.4.1. Velocidad a flujo libre (FFS)

Se considera a la velocidad media de un vehículo siempre y cuando esta no sea ininterrumpida ni influenciado por ningún factor relevante. La FFS puede ser calculada por mediciones en el campo o a su vez a través de la base de velocidad de flujo libre (BFFS) (Transportation Research Board, 2000, p.20-5).

Cuando la velocidad estimada en flujo libre (FFS) es medida en campo bajo condiciones de flujo libre, consideramos condiciones de flujo libre cuando los volúmenes son moderados y bajos, es decir que la tasa horaria no sea superior a los 200 veh/h si esto ocurre este valor no tiene que ser modificado y es el que se usara para la determinación del nivel de servicio, pero si la tasa horaria de vehículos por hora es mayor a 200 veh/h se emplea la ecuación 5.

Ecuación 5:

$$FFS = S_{FM} + 0,0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$$

Dónde:

FFS = Velocidad a flujo libre estimada (km/h)

S_{FM} = Promedio de velocidad obtenida en campo

V_f = Volumen observado en el tiempo de medición

f_{HV} = Factor de ajuste por vehículos pesados

Nota: Para determinar la velocidad de recorrido se realizará el levantamiento de información a través del Anexo 4 Ficha de velocidades instantáneas, la información recabada será la distancia recorrida y el tiempo que demora en pasar de un punto A a un punto B. Esto permitirá determinar la velocidad en la que transita por medio de la siguiente metodología:

Velocidad de punto (Método de los dos observadores).

Velocidad de punto: Se define a la velocidad de un vehículo que recorre una determinada distancia en un punto establecido de la vía.

Para evaluar la velocidad de los vehículos en cada vía de estudio se ha utilizado el método de los dos observadores, este método consiste en el tiempo empleado por el vehículo en recorrer una distancia determinada.

En base a los datos obtenidos, la velocidad se calcula mediante la fórmula básica de la física:

Ecuación 6:

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

Donde:

v = velocidad

d = distancia

t = tiempo

Es recomendable escoger un tramo de vía donde no exista interrupciones en la circulación, donde los puntos escogidos sean visibles de extremo a extremo y bajo ciertas consideraciones para la obtención de datos:

- ✓ La selección de vehículos debe ser al azar.
- ✓ El periodo elegido para esta prueba debe ser lo suficientemente grande como para tener una base de datos amplia lo cual reduce el error en los resultados.

En el caso de la velocidad de flujo libre (FFS) sea calculada en función de la base de velocidad estimada de flujo libre (BFFS), la base de velocidad estimada de flujo libre (FFS) deber ser modificada para que manifieste la geometría de la vía y las características del tráfico.

La base de velocidad estimada de flujo libre “BFFS” refleja la velocidad en la que transitan la diferente composición vehicular y puede ser estimada por la velocidad de diseño de la carretera

cuando no sea posible medir la velocidad en campo, la velocidad en esta clase de carreteras esta entre los 70 y 110 km/h, y se recomienda que el valor que tenga la BFFS sea la velocidad de diseño de la vía. (Ecuación 7)

Ecuación 7:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Dónde:

FFS = Velocidad a flujo libre estimada (km/h)

BFFS = Base de velocidad estimada de flujo libre (km/h)

f_{LS} = Ajuste del ancho del carril y el ancho de berma (Tabla 11-1:)

f_A = Ajuste para puntos de acceso (Tabla 12-1:)

Ajuste por ancho de carril y berma

Tabla 11-1: Ajuste por ancho de carril y berma o espaldón (f_{LS})

Ancho de Carril (m)	Reducción a velocidad estimada en flujo libre VLF (km/h)			
	Espaldones (m)			
	$\geq 0.0 < 0.6$	$\geq 0.6 < 1.2$	$\geq 1.2 < 1.8$	≥ 1.8
2.7 < 3.0	10.3	7.7	5.6	3.5
$\geq 3.0 < 3.3$	8.5	5.9	3.8	1.7
$\geq 3.3 < 3.6$	7.5	4.9	2.8	0.7
≥ 3.6	6.8	4.2	2.1	0.0

Fuente: *Highway Capacity Manual*, 2000

Ajuste por puntos de acceso

Tiene un gran impacto debido a que el aumento de la densidad de los puntos de acceso va a afectar considerablemente la velocidad y los conductores se ven obligados a reducir la velocidad de forma periódica al percatarse de otros vehículos y así evitar conflictos en los puntos de acceso y salida de la vía. (Tabla 12-1:)

Tabla 12-1: Ajuste para puntos de acceso f_A

Puntos de acceso por km	Reducción a FFS (km/h)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

Fuente: *Highway Capacity Manual*, 2000

1.3.4.2. Determinación de la demanda de tasa de flujo (V_p)

Para su determinación es necesario un conteo volumétrico vehicular en periodos de 15 minutos para así determinar el nivel de servicio.

Para el caso de un análisis en ambos sentidos se determinará por la siguiente expresión:

Ecuación 8:

$$V_p = \frac{V}{\text{FHP} * f_G * f_{HV}}$$

V_p = Tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el período pico de 15 min (veh/h)

V = Volumen en una hora Pico (veh/h)

FHP = Factor hora pico

f_G = Factor de ajuste por pendiente (Tabla 13-1 y 14-1 para segmentos generales) (Tabla 15-1 y 16-1 para valores según la pendiente existente)

f_{HV} = Factor ajuste por vehículos pesados

Para realizar el análisis por sentido, se debe tomar en cuenta las tasas horarias en el sentido del viaje y en el sentido opuesto, por la siguiente expresión:

Ecuación 9:

$$v_d = \frac{V}{\text{FHP} * f_G * f_{HV}}$$

v_d = Tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido del viaje

V = Volumen en sentido de viaje durante la hora pico (veh/h)

FHP = Factor hora pico

f_G = Factor ajuste por pendiente (Tabla 13-1 y 14-1 para segmentos generales) (Tabla 15-1 y 16-1 de valores según la pendiente existente)

f_{HV} = Factor ajuste por vehículos pesados

Ecuación 10:

$$v_o = \frac{V_o}{\text{FHP} * f_G * f_{HV}}$$

v_o = Tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido opuesto de viaje

V_o = Volumen en sentido opuesto de viaje durante la hora pico (veh/h)

FHP = Factor hora pico

f_G = Factor ajuste por pendiente

f_{HV} = Factor ajuste por vehículos pesados

1.3.4.3. Factor hora pico (FHP)

El factor de hora pico representa un indicador de flujo de tránsito en períodos de máxima demanda vehicular. Si el FHP tiene un valor de 1 representa que existe uniformidad, pero si su valor es menor a 0,5 va a representar que existen concentraciones de flujos máximos.

La metodología del HCM 2000 manifiesta lo siguiente: El factor de hora pico (FHP) para áreas urbanas es de 0,92 y para áreas rurales es de 0,88. Así mismo manifiesta que cuando no se dispone de un levantamiento de información de campo para obtener el FHP, el FHP tiene un valor de 0,90 y cuando hay la información necesaria para el cálculo del FHP se utiliza la ecuación 11.

Ecuación 11:

$$FHP = \frac{V}{4 * V_{15}}$$

Donde:

FHP = Factor de Hora Pico

V = Volumen en una Hora (veh/h)

V_{15} = Volumen máximo de los 15 minutos en la hora pico (veh/15min)

Nota: Para conocer el Factor de mi hora pico se levanta información de campo mediante fichas de aforo vehicular (Anexo B) para conocer la composición vehicular, para este trabajo se recomienda utilizar la metodología del tráfico promedio diario semanal (TPDS) para conocer el volumen de vehículos que pasan por un determinado punto de una vía.

Hora pico. – Se define como al máximo volumen vehicular que pasa por un punto establecido durante una hora. Se obtiene de la sumatoria del total de vehículos que pasan por un punto en períodos de 15 minutos. La sumatoria de 4 períodos da como resultado la determinación de la hora pico.

1.3.4.4. Factor de ajuste por pendiente (f_G)

El factor de ajuste por pendiente varía según el análisis, esto puede ser, si existe un tramo con segmentos generales o en un tramo específico.

El segmento general debe ser definido por su topografía en: llano, ondulado o de montaña, la mayoría de las veces estos tramos se analizan en ambas direcciones aun cuando el analista decida analizarlo por sentido.

En el caso de existir tramos de segmentos específicos con pendientes mayores o iguales al 3% con longitudes mayores de 1 km estos deben analizarse por sentido lo que permite medir el comportamiento de los vehículos en subida y bajada.

Nota: Para determinar el factor gradiente de cada intersección de estudio se procederá al cálculo de pendiente con la información detallada en el Anexo A (Ficha de medición de gradiente en intersecciones) y en el Anexo C (aforo de velocidades instantáneas) con la siguiente ecuación:

Ecuación 12:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{X_2 - X_1}$$

Para saber el porcentaje de pendiente se multiplicará la respuesta por 100, dando como resultado el (f_G) de la intersección estudiada.

En las tablas 13-1 y 14-1 se muestran los factores de ajustes por pendiente (f_G) que deben aplicarse para la determinación del porcentaje de tiempo en seguimiento a otro vehículo (PTSOV) y la velocidad promedio de recorrido (ATS) en el caso de segmentos generales, bien sea que se desee hacer el análisis en ambos sentidos o por sentido.

Tabla 13-1: Factor de ajuste por pendiente (f_G) para determinar la velocidad

Rangos Volumen ajustado Un sentido (cp/h)	Rangos Volumen ajustado Ambos sentidos (cp/h)	Tipo de terreno	
		Ondulado	Llano
0 – 300	0 – 600	0.71	1.00
> 300 – 600	> 600 – 1200	0.93	1.00
> 600	> 1200	0.99	1.00

Fuente: Highway Capacity Manual, 2000

Tabla 14-1: Factor de ajuste por pendiente (f_G) para determinar el porcentaje de tiempo en seguimiento

Rangos Volumen ajustado Un sentido (cp/h)	Rangos Volumen ajustado Ambos sentidos (cp/h)	Tipo de terreno	
		Ondulado	Llano
0 – 300	0 – 600	0.77	1.00
> 300 – 600	> 600 – 1200	0.94	1.00
> 600	> 1200	1.00	1.00

Fuente: *Highway Capacity Manual*, 2000

Para segmentos específicos se utilizarán las tablas 15-1 y 16-1 para determinar el factor de ajuste por pendiente, para el cálculo de la velocidad promedio de recorrido (ATS) y del porcentaje de tiempo en seguimiento (PTSOV) respectivamente.

Tabla 15-1: Factor de ajuste por pendiente (f_G) para estimación de la velocidad promedio de recorrido (subida) Segmentos específicos

Pendiente (%)	Longitud de pendiente (km)	Factor de ajuste (f_G)		
		Rango de volumen ajustados (cp/h)		
		0 – 300	> 300 – 600	> 600
$\geq 3.0 < 3.5$	0.4	0.81	1.00	1.00
	0.8	0.79	1.00	1.00
	1.2	0.77	1.00	1.00
	1.6	0.76	1.00	1.00
	2.4	0.75	0.99	1.00
	3.2	0.75	0.97	1.00
	4.8	0.75	0.95	0.97
	≥ 6.4	0.75	0.94	0.95
$\geq 3.5 < 4.5$	0.4	0.79	1.00	1.00
	0.8	0.76	1.00	1.00
	1.2	0.72	1.00	1.00
	1.6	0.69	0.93	1.00
	2.4	0.68	0.92	1.00
	3.2	0.66	0.91	1.00
	4.8	0.65	0.91	0.96
	≥ 6.4	0.65	0.90	0.96
$\geq 4.5 < 5.5$	0.4	0.75	1.00	1.00
	0.8	0.65	0.93	1.00
	1.2	0.60	0.89	1.00
	1.6	0.59	0.89	1.00
	2.4	0.57	0.86	0.99
	3.2	0.56	0.85	0.98
	4.8	0.56	0.84	0.97
	≥ 6.4	0.55	0.82	0.93
$\geq 5.5 < 6.5$	0.4	0.63	0.91	1.00
	0.8	0.57	0.85	0.99
	1.2	0.52	0.83	0.97

	1.6	0.51	0.79	0.97
	2.4	0.49	0.78	0.95
	3.2	0.48	0.78	0.94
	4.8	0.46	0.76	0.93
	≥ 6.4	0.45	0.76	0.93
≥ 6.5	0.4	0.59	0.86	0.98
	0.8	0.48	0.76	0.94
	1.2	0.44	0.74	0.91
	1.6	0.41	0.70	0.91
	2.4	0.40	0.67	0.91
	3.2	0.39	0.67	0.89
	4.8	0.39	0.66	0.88
	≥ 6.4	0.38	0.66	0.87

Fuente: Highway Capacity Manual, 2000

Tabla 16-1: Factor de ajuste por pendiente (f_G) para estimación del porcentaje de tiempo en seguimiento (subida) Segmentos Específicos

Pendiente (%)	Longitud de pendiente (km)	Factor de ajuste (f_G)		
		Rango de volumen ajustados (cp/h)		
		0 – 300	> 300 – 600	> 600
≥ 3.0 < 3.5	0.4	1.00	0.92	0.92
	0.8	1.00	0.93	0.93
	1.2	1.00	0.93	0.93
	1.6	1.00	0.93	0.93
	2.4	1.00	0.94	0.94
	3.2	1.00	0.95	0.95
	4.8	1.00	0.97	0.96
	≥ 6.4	1.00	1.00	0.97
≥ 3.5 < 4.5	0.4	1.00	0.94	0.92
	0.8	1.00	0.97	0.96
	1.2	1.00	0.97	0.96
	1.6	1.00	0.97	0.97
	2.4	1.00	0.97	0.97
	3.2	1.00	0.98	0.98
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00
≥ 4.5 < 5.5	0.4	1.00	1.00	0.97
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00
≥ 5.5 < 6.5	0.4	1.00	1.00	1.00

	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00
≥ 6.5	0.4	1.00	1.00	1.00
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00

Fuente: Highway Capacity Manual, 2000

1.3.4.5. Factor de Ajuste por vehículos pesados (f_{HV})

La presencia de la composición vehicular en lo que respecta a vehículos de carga pesada va a ser transformada a vehículos livianos con la siguiente ecuación:

Ecuación 13:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)}$$

f_{HV} = Factor de ajuste por vehículos pesados

P_T = Proporción de camiones y buses

E_T = Equivalente de camiones y buses (Tabla 17-1 y 18-1)

P_R = Proporción de vehículos de recreo

E_R = Equivalente de vehículos recreacionales (Tabla 17-1)

La proporción de camiones y buses (P_T), es calculada con la sumatoria de camiones y buses; y dividido para el volumen de la hora pico, y multiplicar por 100 para tener la proporción de camiones y buses en la hora pico.

Los valores de los equivalentes de camiones y buses (E_T), son determinados en forma diferente para segmentos generales y segmentos específicos.

Las Tablas 17-1 y 18-1, se utilizarán para la determinación del equivalente de camiones y buses (E_T) en el caso de segmentos generales, en ambos sentidos y por sentido, la primera sirve para el cálculo de la velocidad promedio de recorrido (ATS) y la segunda para el cálculo del porcentaje de tiempo en seguimiento a otro vehículo (PTSOV).

Tabla 17-1: Equivalente de camiones y vehículos recreacionales para determinar la velocidad

Vehículo Tipo	Rangos Volumen ajustado Un sentido (cp/h)	Rangos Volumen ajustado Ambos sentidos (cp/h)	Tipo de Terreno	
			Ondulado	Llano
Vehículo recreacional (E_R)	0 – 300	0 – 600	2.5	1.00
	> 300 – 600	> 600 – 1200	1.9	1.00
	> 600	> 1200	1.5	1.00
Camiones (E_T)	0 – 300	0 – 600	1.1	1.7
	> 300 – 600	> 600 – 1200	1.1	1.2
	> 600	> 1200	1.1	1.1

Fuente: Highway Capacity Manual, 2000

Tabla 18-1: Equivalente de camiones y vehículos recreacionales para determinar porcentaje de tiempo en seguimiento

Tipo Vehículo	Rangos Volumen ajustado Ambos sentidos (cp/h)	Rangos Volumen ajustado Un sentido (cp/h)	Tipo de Terreno	
			Ondulado	Llano
Vehículo recreacional (E_R)	0 – 600	0 – 300	1.80	1.00
	> 600 – 1200	> 300 – 600	1.50	1.00
	> 1200	> 600	1.00	1.00
Camiones (E_T)	0 – 300	0 – 600	1.00	1.10
	> 300 – 600	> 600 – 1200	1.00	1.10
	> 600	> 1200	1.00	1.00

Fuente: Highway Capacity Manual, 2000

En el caso de segmentos específicos, las tablas 19-1 y 20-1, contienen los valores equivalentes para pendientes en subida, la primera sirve para el cálculo de la velocidad promedio de recorrido (ATS) y del porcentaje de tiempo en seguimiento a otros vehículos (PTSOV) respectivamente:

Tabla 19-1: Equivalente de camiones (E_T) para velocidad (subida, segmentos específicos)

Pendiente (%)	Longitud de pendiente (km)	Equivalente de camiones a vehículos livianos(E_T)		
		Rango de volumen ajustados (cp/h)		
		0 – 300	> 300 - 600	> 600
$\geq 3.0 < 3.5$	0.4	2.5	1.9	1.5
	0.8	3.5	2.8	2.3
	1.2	4.5	3.9	2.9
	1.6	5.1	4.6	3.5
	2.4	6.1	5.5	4.1
	3.2	7.1	5.9	4.7
	4.8	8.2	6.7	5.3
$\geq 3.5 < 4.5$	≥ 6.4	9.1	7.5	5.7
	0.4	3.6	2.4	1.9
	0.8	5.4	4.6	3.4
	1.2	6.4	6.6	4.6
	1.6	7.7	6.9	5.9

	2.4	9.4	8.3	7.1
	3.2	10.2	9.6	8.1
	4.8	11.3	11.0	8.9
	≥ 6.4	12.3	11.9	9.7
≥ 4.5 < 5.5	0.4	4.2	3.7	2.6
	0.8	6.0	6.0	5.1
	1.2	7.5	7.5	7.5
	1.6	9.2	9.0	8.9
	2.4	10.6	10.5	10.3
	3.2	11.8	11.7	11.3
	4.8	13.7	13.5	12.4
	≥ 6.4	15.3	15.0	12.5
≥ 5.5 < 6.5	0.4	4.7	4.1	3.5
	0.8	7.2	7.2	7.2
	1.2	9.1	9.1	9.1
	1.6	10.3	10.3	10.2
	2.4	11.9	11.8	11.7
	3.2	12.8	12.7	12.6
	4.8	14.4	14.3	14.2
	≥ 6.4	15.4	15.2	15.0
≥ 6.5	0.4	5.1	4.8	4.6
	0.8	7.8	7.8	7.8
	1.2	9.8	9.8	9.8
	1.6	10.4	10.4	10.3
	2.4	12.0	11.9	11.8
	3.2	12.9	12.8	12.7
	4.8	14.5	14.4	14.3
	≥ 6.4	15.4	15.3	15.2

Fuente: Highway Capacity Manual, 2000

Tabla 20-1: Equivalente de camiones (E_T) para porcentaje de tiempo en seguimiento (subida - segmentos específicos)

Pendiente (%)	Longitud de pendiente (km)	Equivalente de camiones a vehículos livianos(E_T)		
		Rango de volumen ajustados (cp/h)		
		0 – 300	> 300 - 600	> 600
≥ 3.0 < 3.5	0.4	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.0	1.0	1.0
	3.2	1.0	1.0	1.0
	4.8	1.4	1.0	1.0
	≥ 6.4	1.5	1.0	1.0
≥ 3.5 < 4.5	0.4	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0

	1.2	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.1	1.0	1.0
	3.2	1.4	1.0	1.0
	4.8	1.7	1.1	1.2
	≥ 6.4	2.0	1.5	1.4
≥ 4.5 < 5.5	0.4	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.1	1.2	1.2
	3.2	1.6	1.3	1.5
	4.8	2.3	1.9	1.7
	≥ 6.4	3.3	2.1	1.8
≥ 5.5 < 6.5	0.4	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.2	1.2
	2.4	1.5	1.6	1.6
	3.2	1.9	1.9	1.8
	4.8	3.3	2.5	2.0
	≥ 6.4	4.3	3.1	2.0
≥ 6.5	0.4	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.3
	1.6	1.3	1.4	1.6
	2.4	2.1	2.0	2.0
	3.2	2.8	2.5	2.1
	4.8	4.0	3.1	2.2
	≥ 6.4	4.8	3.5	2.3

Fuente: *Highway Capacity Manual, 2000*

Cuando existe pendientes negativas (bajadas), es necesario calcular el factor de ajuste por vehículos pesados de forma especial. En el caso de tramos con una longitud de 1 km o más y con una pendiente de -3 % o más, donde una proporción de los vehículos pesados deben recortar su velocidad recorriendo el tramo a velocidad lenta afectando la velocidad promedio de recorrido (ATS) y los valores del porcentaje de tiempo en seguimiento (PTSOV) en estos casos se usarán la Tabla 22-1 para determinar el equivalente y se usará la siguiente expresión para el cálculo del factor de ajuste por vehículos pesados.

Ecuación 8:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_C * P_T(E_{TC} - 1) + (1 - P_{TC})P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

f_{HV} = Factor de ajuste por vehículos pesados

P_T = Proporción de camiones y buses

E_T = Equivalente de camiones y buses (Tabla 19-1 y 20-1)

P_{TC} = Proporción de todos los camiones que recortan velocidad

E_{TC} = Equivalente a vehículos livianos, de camiones recortando velocidad (Tabla 21-1)

P_R = Proporción de vehículos de recreo

E_R = Equivalente de vehículos recreacionales (Tabla 17-1)

Tabla 21-1: Equivalente a vehículos livianos de camiones con velocidad régimen (E_{TC}) para estimación de velocidad promedio recorrido (Pendientes largas y bajada)

Equivalente a vehículos livianos de camiones con velocidad régimen (E_{TC}) para estimación de velocidad promedio recorrido (Pendientes largas y bajada)			
Diferencia entre velocidad de flujo libre y velocidad crítica	Equivalente a vehículos livianos de camiones a velocidad crítica (E_{TC})		
	Rangos de volumen ajustados (cp/h)		
	0 – 300	>300 - 600	>600
≤20	4.4	2.8	1.4
40	14.3	9.6	5.7
≥60	34.1	23.1	13.0

Fuente: *Highway Capacity Manual*, 2000

1.3.4.6. Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)

Es el resultado de la reducción de la velocidad de flujo libre (FFS) de los valores resultantes por la presencia del volumen horario convertido a una tasa de flujo y del factor de ajuste del porcentaje de zonas de No adelantamiento (ZNA) como se detalla en la ecuación 15:

Ecuación 15:

$$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$$

ATS = Velocidad promedio de recorrido para ambas direcciones de trayecto combinado (km/h)

FFS = Velocidad de flujo libre estimada (km/h)

V_p = Tasa de flujo de equivalencia de vehículo liviano para un período pico de 15 min. (veh/h)

f_{np} = Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamientos (Tabla 22-1)

Tabla 22-1: Ajuste por el efecto de zonas de no adelantamientos (f_{np}) sobre la velocidad en segmentos en dos sentidos

Intensidad horaria (veh/h)	Reducción en la velocidad de viaje promedio (km/h)					
	Zonas de No Rebasamiento (%)					
	0	20	40	60	80	100
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1.0	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	2.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.3	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2.0	2.6	3.0	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1.0	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1.0	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1.0	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1

Fuente: *Highway Capacity Manual*, 2000

1.3.4.7. Determinación del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV)

Para determinar el porcentaje de tiempo de seguimiento se lo hace desde un estimado desde la tasa de demanda de flujo, el porcentaje de zonas de No Rebasamientos y la distribución de tráfico direccional.

Ecuación 16:

$$PTSOV = BPTSV + f_{d/np}$$

Dónde:

$PTSOV$ = Porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo

$BPTSV$ = Porcentaje base del tiempo de seguimiento en ambos sentidos (use la ecuación 17)

$f_{d/np}$ = Ajuste para el efecto combinado de la distribución direccional del tráfico y el porcentaje de zonas de No Rebasamiento sobre el PTSOV. (Tabla 23-1)

Tabla 23-1: Ajuste por el efecto combinado de la distribución de tráfico y el % de zonas de No Adelantamientos en el porcentaje de demora en tiempo sobre segmentos en dos sentidos ($f_{d/np}$)

Reparto por sentido	Intensidad (veh/h)	Porcentaje de tiempo de seguimiento (%)					
		Zonas de No Rebasamiento (%)					
		0	20	40	60	80	100
50/50	≤ 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
	400	0.0	12.4	19	22.7	23.8	24.8
	600	0.0	11.2	16.0	18.7	19.7	20.5
	800	0.0	9.0	12.3	14.1	14.5	15.4
	1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
	2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
	2600	0.0	1.1	1.6	2.0	2.3	2.4
	3200	0.0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4
60/40	≤ 200	1.6	11.8	17.2	22.5	23.1	23.7
	400	0.5	11.7	16.2	20.7	21.5	22.2
	600	0.0	11.5	15.2	18.9	19.8	20.7
	800	0.0	7.6	10.3	13.0	13.7	14.4
	1400	0.0	3.7	5.4	7.1	7.5	8.1
	2000	0.0	2.3	3.4	3.6	4.0	4.3
	≥ 2600	0.0	0.9	1.4	1.9	2.1	2.2
	≥ 2600	0.0	0.9	1.4	1.9	2.1	2.2
70/30	≤ 200	2.8	13.4	19.1	24.8	25.2	25.5
	400	1.1	12.5	17.3	22.0	22.6	23.2
	600	0.0	11.6	15.4	19.1	20.0	20.9
	800	0.0	7.7	10.5	13.3	14.0	14.6
	1400	0.0	3.8	5.6	7.4	7.9	8.3
	≥ 2000	0.0	1.4	4.9	3.5	3.9	4.2
	≥ 2000	0.0	1.4	4.9	3.5	3.9	4.2
80/20	≤ 200	5.1	17.5	24.3	31.0	31.3	31.6
	400	2.5	15.8	21.5	27.1	27.6	28.0
	600	0.0	14.0	18.6	23.2	23.9	24.5
	800	0.0	9.3	12.7	16.0	16.5	17.0
	1400	0.0	4.6	6.7	8.7	9.1	9.5
	≥ 2000	0.0	2.4	3.4	4.5	4.7	4.9
90/10	≤ 200	5.6	21.6	29.4	37.2	37.4	37.6
	400	2.4	19.0	25.6	32.2	32.5	32.8
	600	0.0	16.3	21.8	27.2	27.6	28
	800	0.0	10.9	14.8	18.6	19	19.4
	≥ 1400	0.0	5.5	7.8	10.0	10.4	10.7

Fuente: Highway Capacity Manual, 2000

Cuando existe vías de un sentido el valor de ($f_{d/np}$) es igual a 0.

Ecuación 17:

$$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$$

Dónde:

$BPTSV$ = Porcentaje base del tiempo de seguimiento en ambos sentidos

V_p = Tasa de flujo equivalente a vehículo liviano por período pico de 15 min. (veh/h)

1.3.5. *Determinación de los niveles de servicio (NS)*

Para determinar el nivel de servicio, se realiza los siguientes pasos:

- ✓ El volumen ajustado a tasa de flujo de 15 minutos (V_d), se compara con la capacidad de 1700 veh/h, si V_p es mayor que la capacidad, la vía está sobresaturada y el nivel de servicio (NS) es F, en este caso es difícil estimar la velocidad, porque varía según la inestabilidad del flujo, el porcentaje de tiempo de seguimiento (PTSOV) alcanza el 100 %.
- ✓ Si el volumen ajustado a tasa de flujo de 15 minutos (V_d) es menor que la capacidad, el nivel de servicio (NS) se determina en las Tablas 24-1 y 25-1 para vías de clase I y clase II, respectivamente. En las carreteras clase I, el NS dependerá del porcentaje de tiempo en seguimiento (PTSOV) y la velocidad de recorrido, en las carreteras de clase II, solo tomará en cuenta para la determinación del NS el porcentaje de tiempo de seguimiento (PTSOV).
- ✓ Para vías urbanas el nivel de servicio dependerá del porcentaje de tiempo de seguimiento (PTSOV) tabla 25-1 (Transportation Research Board, 2000, p.10-15).

Tabla 24-1: Criterios para niveles de servicio, 2 carriles – clase I

Nivel de Servicio (NS)	Velocidad promedio de recorrido	Porcentaje de tiempo de seguimiento (PTSOV)
A	>90	≤ 35
B	>80 – 90	>35 – 50
C	>70 – 80	>50 – 65
D	>60 – 70	>65 – 80
E	≤60	>80

Fuente: *Highway Capacity Manual*, 2000

Tabla 25-1: Criterios para niveles de servicio, 2 carriles - clase II

Nivel de Servicio (NS)	Porcentaje de tiempo de seguimiento (PTSOV)
A	≤ 40
B	>40 – 55
C	>55 – 70
D	>70 – 85
E	>85

Fuente: *Highway Capacity Manual*, 2000

Para vías urbanas se aplica la Tabla 25-1 para determinar el nivel de servicio en base al tiempo de seguimiento (PTSOV).

La relación volumen capacidad indica la proporción de capacidad que tiene una carretera y este valor es la proporción de flujo para la capacidad de una carretera. El valor resultante no puede

ser mayor a 1, si el valor resultante es mayor o igual a 1 implica que la carretera esta sobresaturada y se encuentra congestionada.

La determinación de la relación v/c , se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 18:

$$\frac{v}{c} = \frac{V_i}{C} = \frac{V_p}{C}$$

v/c = Relación volumen capacidad

V_i = Equivalente de vehículos livianos en el flujo para un período pico de 15 minutos (veh/h)

C = Capacidad para el segmento de dos vías, normalmente 3 200 (veh/h) para segmentos de dos vías en condiciones ideales, pero en este caso se utiliza la capacidad real de la vía

1.4. Factores que afectan la capacidad y los niveles de servicio

1.4.1. Condiciones de la vía o infraestructura de transporte

Se comprenden por los siguientes factores:

- ✓ La disponibilidad de espacio para esperar en cola en las intersecciones.
- ✓ La anchura de carril.
- ✓ La velocidad de proyecto.
- ✓ El tipo de vía y el medio urbanismo en que está inmersa.
- ✓ El alineamiento de espacio para esperar en cola en las intersecciones (Cerquera, 2007,p.5).

1.4.2. Condiciones del tránsito

La distribución y el tipo de vehículos entre carriles son las condiciones que influyen tanto en el nivel de servicio como en la capacidad. Otra condición es el reparto por sentido para vías de dos carriles de flujos opuestos donde la condición ideal es 50/50 (Cerquera, 2007, p.5).

1.4.3. Condiciones de control

Las normas de control afectan los niveles de servicio y la capacidad en vías ininterrumpidas e interrumpidas significativamente (Cerquera, 2007, p.6).

1.4.4. Condiciones ideales

Una condición es ideal cuando una mejora no produce un incremento en la capacidad. En este tipo de condición se aprecia un buen estado de pavimento, un clima despejado, usuarios racionales y la inexistencia de incidentes que obstruyan el flujo (Cerquera, 2007, p.5).

Para infraestructuras de flujo interrumpido (vías urbanas) tenemos las siguientes condiciones ideales:

- ✓ Terreno llano y rasante horizontal.
- ✓ Carriles de circulación de 3,60 m. de anchura.
- ✓ La velocidad sea en función de la velocidad de diseño de la vía y en función de los límites de velocidad permitidos para vías del área urbana.
- ✓ Superficie de rodadura en condiciones óptimas.
- ✓ Visibilidad adecuada para adelantar.
- ✓ Ausencia o poca presencia de vehículos pesados (buses, camiones y vehículos recreacionales).
- ✓ Señalización horizontal y vertical óptima.
- ✓ Determinar el nivel de servicio y la capacidad real de la vía.

Para infraestructuras de flujo ininterrumpido tenemos las siguientes condiciones ideales:

- ✓ Carriles de no menos de 3,65 m. de anchura.
- ✓ Visibilidad adecuada para adelantar.
- ✓ Repartición del tránsito por igual en ambos sentidos.
- ✓ Bermas de 1,8 m.
- ✓ Superficie de rodadura en condiciones óptimas.
- ✓ Terreno llano y rasante horizontal.
- ✓ Velocidad de proyecto de 90 Km/h para vías de 2 carriles y de 110 Km/h para vías multicarril y autopista.
- ✓ Flujo constituido únicamente por vehículos ligeros. Ausencia de vehículos pesados.
- ✓ Señalización horizontal y vertical óptima.

- ✓ Determinar el nivel de servicio y la capacidad real de la vía.

1.5. Criterios de análisis de la capacidad y el nivel de servicio

Según (Roess, Prassas, & McShane, 2018) existen factores internos y externos que afectan el nivel de servicio.

- ✓ Los factores internos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. necesariamente tienen que ser medidos a la hora de máxima demanda u hora pico.
- ✓ Entre los factores externos están las características físicas, tales como: ancho de berma, ancho de carril, el radio de giro, la pendiente, etc. que afecta al nivel de servicio y estos pueden ser medidos a una hora determinada

La carretera o calle puede admitir una cantidad de vehículos por una unidad de tiempo en función del nivel de servicio, también denominado como flujo de servicio. El flujo de servicio va en función del nivel de servicio, si el nivel de servicio llega al E el flujo de servicio aumenta y si el nivel de servicio es A el flujo de servicio es óptimo (Esplugues, 2011, p.40).

El porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo es el factor principal para identificar el nivel de servicio, sin embargo, existen diversos métodos que utilizan otros factores como lo son: la demora para casos de circulación discontinua y la densidad para casos de circulación continua (Palma, 2006, p.31).

La capacidad y el flujo vehicular es un factor primordial para determinar el grado de utilización de la red vial y su nivel de servicio (Martínez, 2014, p.11).

1.6. Tránsito

El tránsito es indispensable en nuestra vida cotidiana, es el movimiento o desplazamiento desde un origen a un destino del transporte no motorizado y motorizado por las diferentes redes viales por las cuales se transportan personas, recursos o bienes materiales (González & Ordóñez, 2014, p.2).

“Se refiere al hecho de circulación por dichas vías. Este término no es exclusivo para la circulación de vehículos, sino también al de las personas”

1.6.1. Estudio de Tránsito

El estudio de tránsito analiza el movimiento de un área fija, investigando a cada elemento que interviene en está y así plantear soluciones a los problemas detectados, con el fin de obtener una movilidad segura, eficiente y amigable con el medio ambiente.

1.6.2. Accidentes de Tránsito

Es un evento involuntario imprevisto al factor humano que interrumpe la circulación en las vías ocasionando por al menos un vehículo en movimiento, que causa daños tanto a personas como a bienes.

1.6.3. Efectos de los Accidentes de Tránsito

Los efectos de los accidentes de tránsito son los siguientes:

- ✓ Lesiones leves
- ✓ Lesiones moderadas (ocasionan discapacidad parcial o deficiencias)
- ✓ Lesiones graves (ocasionan discapacidad permanente)
- ✓ Daños psicológicos
- ✓ Fallecimiento
- ✓ Daños patrimoniales

1.6.4. Siniestros de Tránsito

Según la Federación Iberoamérica de Asociaciones de Víctimas contra la Violencia Vial (2016) se define a un siniestro de tránsito como un evento imprevisto, con repercusiones violentas, traumáticas que en ciertos casos es incontrolable para el ser humano y como consecuencia causa daños a personas.

Según el Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial “OISEVI” (2019) se considera “siniestro de tránsito a cualquier suceso de tránsito producido en las vías, en el cual se encuentre involucrado por lo menos un vehículo en circulación y que tenga como consecuencia daños materiales y a personas en general”.

1.6.5. Factores Relativos a las Causas de los Siniestros de Tránsito

Los siniestros de tránsito se desarrollan principalmente por tres factores fundamentales que se interrelacionan, designados como la Trilogía Vial: Factor Humano, Vehículo, entorno y Ambiental.

1.6.6. Factor Humano

El factor humano se registra por la falla humana esto implica la negligencia o la imprudencia de las personas, que interceden en la movilidad con sus virtudes, son sus fallas, con sus limitaciones y capacidades, ya sea que participe activamente como conductor, como peatón o como pasajero.

1.6.7. Factor Vehículo

El vehículo es parte del binomio hombre-máquina (conductor-vehículo) puesto que un error por cualquiera de estas dos partes provocara daños muchas veces irremediables. El vehículo está formado de varios elementos destinados para una movilidad segura para evitar accidentes y siniestros de tránsito con el fin de precautelar la integridad física de sus ocupantes en caso de que ocurriese un accidente o siniestro de tránsito y así reducir al mínimo su impacto.

1.6.8. Factor Ambiental

Es el espacio donde se registra el siniestro de tránsito y puede ser provocado por diversas condiciones meteorológicas que obstruyen la manejabilidad y la visibilidad como son la formación de una capa de hielo en la vía, la lluvia, la niebla y los fuertes vientos.

1.7. Seguridad Vial

Se entiende como seguridad vial a la prevención de eventos y efectos por accidentes en las vías (Cabrera, Velásquez, & Valladares, 2009, p.219). La seguridad vial consiste en un conjunto de parámetros que buscan prevenir los accidentes de tránsito y minimizar todo efecto que cause daños y perjuicios a la salud de las personas, pérdidas materiales y económicas.

Es el conjunto de acciones que garantizan una adecuada circulación del tránsito; mediante la utilización de conocimientos y normas de conducta; bien sea como peatón, pasajero o conductor, a fin de hacer uso correcto de la vía pública e impedir siniestros de tránsito.

1.7.1. Señalización

Es el símbolo, palabra o demarcación, horizontal o vertical, sobre la vía para guiar el tránsito de vehículos y peatones, siendo las señales una parte esencial de la seguridad y del sistema de control de tránsito, su mensaje debe ser consistente, su diseño y ubicación debe tener concordancia con el diseño geométrico de la vía siendo una leyenda, un emblema o un conjunto de los dos (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011, p.5).

1.7.1.1. Señales verticales

Son dispositivos instalados a los lados o sobre un camino, presentando letreros que alertan al usuario. Se clasifican en señales regulatorias, preventivas e informativas. Se diseñan en función de características geométricas y técnicas de la vía. Cumplen la función de informar (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, p.153).

1.7.1.2. Señales horizontales

Corresponde a demarcaciones en pavimento de líneas, símbolos u otras tales como tachas ubicadas sobre la superficie de la calzada. Todas las vías pavimentadas deben contar con este tipo de señales (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, p.180).

1.7.2. Parámetros de seguridad vial

1.7.2.1. Señalética vertical

- ✓ Señales regulatorias, su fin es comunicar a los usuarios viales las prioridades, prohibiciones, obligaciones, restricciones y autorizaciones que existen en las vías.

- ✓ Señales preventivas, su función es de advertir de algún peligro presente en la vía más adelante o en zonas adyacentes a los usuarios viales.
- ✓ Señales informativas, tiene como fin servir de guía a los usuarios viales, para que lleguen a sus destinos de forma segura. Su función es visualizar información de nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios, entre otros (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.154)

Tamaño de la señal

En señales regulatorias y de prevención, las dimensiones serán las siguientes:

- ✓ Para vías donde el rango de velocidad se encuentra entre 60 y 80 km/h. la dimensión será de (75 * 75) cm.
- ✓ Para vías donde el rango de velocidades sea mayor a 80 km/h. la dimensión será de (90 * 90) cm.
- ✓ Para vías donde la velocidad sea menor o igual a 60 km/h. los parámetros se determinarán en función a una velocidad de rango de 60 a 80 Km/h. (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.155).

En señales informativas el tamaño de la placa se relaciona entorno a la velocidad.

Distancia mínima entre señales verticales

Tabla 26-1: Distancia mínima entre señales verticales

Distancia según precedencia (m.)	Velocidad (km/h.)					
	100 – 90		80 – 60		50 – 30	
	Mínima		Mínima		Mínima	
	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada
Regulatoria o preventiva → Regulatoria o preventiva	50	65	30	50	20	30
Regulatoria o preventiva → Informativa	80	105	60	80	40	50
Informativa → Regulatoria o preventiva	50	75	40	60	30	40
Informativa → Informativa	90	115	70	90	50	60

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

Cuando coincide una señalización vertical con otra, la distancia podrá ser modificada en un ± 20 % como máximo, la prioridad de ubicación será en primer lugar la de tipo reglamentaria, en segundo lugar, el tipo preventivas y por último el tipo informativas. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, p.164).

Ubicación lateral en zonas urbanas

Tabla 27-1: Ubicación lateral de señales verticales en zonas urbanas

Zonas urbanas				
Tipo de camino		A (m.)	H (m.)	
		Mínimo	Mínimo	Máximo
Vías urbanas	Sin bordillo	2,0	2,0	2,2
	Con bordillo	0,3	2,0	2,2

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

Donde:

A = Distancia medida desde el borde exterior de la calzada, hasta el canto interior de la señal vertical.

H = Distancia entre la rasante, a nivel del borde exterior de la calzada y el canto o tangente al punto inferior de la señal.

1.7.2.2. Señalética horizontal

- ✓ Líneas de separación de flujos opuestos.
- ✓ Líneas de separación de carriles.
- ✓ Líneas de borde de calzada.
- ✓ Líneas de transición (reducción o ampliación de carriles)
- ✓ Líneas de pare.
- ✓ Líneas de ceda el paso.
- ✓ Líneas de detención.
- ✓ Líneas de cruce peatonal tipo cebra.
- ✓ Resalto (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.180-181).

Requisitos para líneas de separación de flujos opuestos:

- ✓ Para vías urbanas donde el ancho de calzada es menor a 6 m. y la velocidad máxima permitida sea igual o inferior a 60 km/h., se emplea la línea continua simple.
- ✓ Las líneas deben ser de color amarillo.
- ✓ Cuando la velocidad máxima permitida es igual o menor que 50 km/h. el ancho de la línea es de 100 mm.

- ✓ Cuando la velocidad máxima permitida es mayor que 50 km/h. el ancho de la línea es de 150 mm. (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.186)

Requisitos para líneas de separación de carriles:

- ✓ Las líneas son de color blanco, que separan los flujos de tránsito en la misma dirección.
- ✓ Cuando la velocidad máxima permitida es igual o menor que 50 km/h. el ancho de la línea es de 100 mm., la longitud de línea pintada es de 3 m. y el espaciamiento de línea es de 9 m.
- ✓ Cuando la velocidad máxima permitida es mayor que 50 km/h. el ancho de la línea es de 150 mm., la longitud de línea pintada es de 3 m. y el espaciamiento de línea es de 9 m. (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.188)

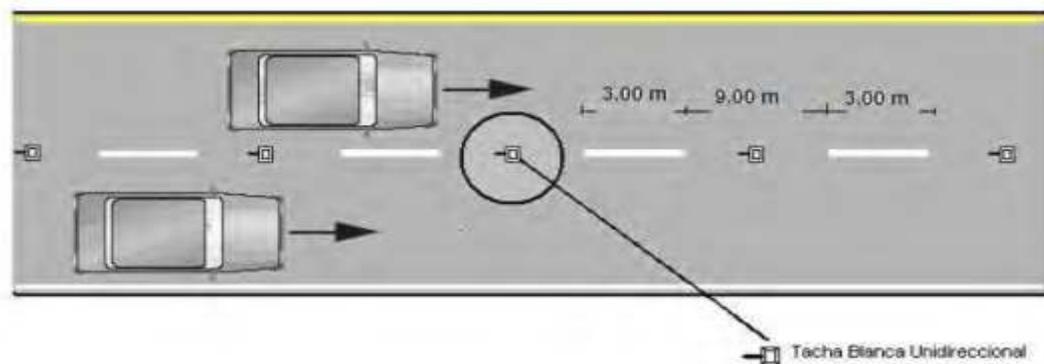


Figura 1-1: Líneas de separación de carriles

Fuente: Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013

Requisitos para líneas de borde de calzada:

- ✓ Para vías urbanas donde la velocidad máxima permitida sea igual o mayor a 50 km/h.
- ✓ Para áreas urbanas donde las características geométricas de la vía presenten riesgo al usuario de la vía (variaciones del ancho de calzada, no existe iluminación adecuada, curvas cerradas, entre otras.)
- ✓ Las líneas son de color blanco y son líneas continuas, tiene un ancho mínimo para vías urbanas de 100 mm. (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.189).

Requisitos para líneas de transición (reducción o ampliación de carriles)

- ✓ Se emplea cuando la calzada aumenta o disminuye el número de carriles.
- ✓ Se debe señalar la zona de transición con líneas de borde de calzada y de separación que sean visibles para el usuario de la vía.

- ✓ Es imprescindible señalar la prohibición de realizar maniobras de rebasamiento con línea continua la línea de separación más próxima (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.191).

Requisitos para líneas de pare:

- ✓ La línea de pare se demarca en base a la alineación de los bordillos hacia el interior de la vía.
- ✓ En vías donde la velocidad máxima permitida sea igual o inferior a 50 km/h. el ancho es de 400 mm.
- ✓ En vía donde la velocidad sea superior a 50 km/h. el ancho es de 600 mm.
- ✓ La línea es continua y de color blanco.
- ✓ Para vías semaforizadas la línea continua se demarca a no menos de 2 m. del lugar donde se sitúa el poste del semáforo primario.
- ✓ Si existe un cruce peatonal este deberá demarcarse a 2 m. (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.193).

Requisitos para líneas de seda el paso:

- ✓ Son líneas segmentadas de color blanco.
- ✓ Para vías donde la velocidad máxima permitida sea menor o igual a 50 km/h. el ancho es de 400 mm., el largo es de 600 mm. y el espaciamiento será de 600 mm.
- ✓ Para vías donde la velocidad máxima permitida sea mayor a 50 km/h. el ancho es de 600 mm., el largo es de 600 mm. y el espaciamiento será de 600 mm.
- ✓ Para vías en las que existe cruce peatonal se ubicara a 2 m. del mismo (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.198)

Requisitos para líneas de detención:

- ✓ Son líneas segmentadas de color blanco, de 600 mm. de largo por 200 mm. de ancho y con un espaciamiento de 600 mm.
- ✓ Se implementa en aquellas intersecciones que se encuentran controladas con señales de ceda el paso o de pare (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.200)

Requisitos para líneas de cruce peatonal tipo cebra:

- ✓ Son bandas paralelas al eje de la calzada de color blanco.
- ✓ Sus dimensiones son: de longitud de 3 m. a 8 m., de ancho de 450 mm. y con una separación de bandas de 750 mm.
- ✓ Su señalización empieza desde el borde de la calzada a una distancia de 500 mm. a 1000 mm.. (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.201)

Requisitos para resaltos:

- ✓ En intersecciones que presenten un grado alto de siniestros de tránsito.
- ✓ En sitios necesarios para proteger al peatón.
- ✓ En vías donde sea necesario reducir la velocidad de vehículos.
- ✓ Las dimensiones del resalto son: de ancho de 3,50 m a 3,70 m., de altura de 80 mm. a 100 mm. con respecto a la calzada, de largo depende del ancho de la calzada y la pendiente máxima de ingreso y salida es de 8%.
- ✓ El material a ser utilizado debe ser del mismo material que está construida la calzada.
- ✓ Su ubicación se determinará mediante un estudio técnico (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013, p.215).

1.8. Distancia de visibilidad de rebasamiento

La distancia de visibilidad para realizar maniobras de rebasamiento según la AASHTO en curva se detalla en la tabla 28-1.

Tabla 28-1: Distancia de visibilidad

Velocidad de diseño (Km/h)	Velocidad del vehículo a ser rebasado (Km/h)	Velocidad de rebasamiento (Km/h)	Distancia de visibilidad mínima (m)
30	29	44	217
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	407
70	59	74	482
80	65	80	541
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	728
120	91	106	792

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011

1.9. Normativa legal

1.9.1. Constitución de la República

El Ecuador es un Estado constitucional de derechos y justicia, social, democrático, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico. Se organiza en forma de república y se gobierna de manera descentralizada.

La soberanía radica en el pueblo, cuya voluntad es el fundamento de la autoridad, y se ejerce a través de los órganos del poder público y de las formas de participación directa previstas en la Constitución.

Art. 394.- 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. El Estado regulará el transporte terrestre, aéreo y acuático y las actividades aeroportuarias y portuarias (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p.113).

1.9.2. *Código Orgánico Integral Penal*

El Código Orgánico Integral Penal tiene como finalidad normar el poder punitivo del Estado, tipificar las infracciones penales, establecer el procedimiento para el juzgamiento de las personas con estricta observancia del debido proceso, promover la rehabilitación social de las personas sentenciadas y la repartición integral de las víctimas (Asamblea Nacional Constituyente, 2018, p.7).

1.9.3. *Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial*

La presente Ley tiene por objeto la organización, planificación, fomento, regulación, modernización y control del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, con el fin de proteger a las personas y bienes que se trasladan de un lugar a otro por la red vial del territorio ecuatoriano, y a las personas y lugares expuestos a las contingencias de dicho desplazamiento, contribuyendo al desarrollo socio-económico del país en aras de lograr el bienestar general de los ciudadanos (Asamblea Constituyente, 2011, p.1).

1.9.4. *Resolución 006-2012 del Consejo Nacional de Competencias*

Transferir la competencia para planificar, regular y controlar el tránsito, el transporte terrestre y la seguridad vial, a favor de los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales del país, progresivamente (Consejo Nacional de Competencias, 2012).

Estos gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán a su cargo la planificación, regulación y control del tránsito, transporte terrestre y la seguridad vial en los términos

establecidos en la presente resolución, exceptuando el control operativo del tránsito en la vía pública, el cual lo podrán asumir cuando se encuentren debidamente fortalecidos individualmente, mancomunadamente o a través de consorcios.

En el artículo 17, en lo que se refiere a la regulación local, los numerales 8, 9, 10 y 11 de la Resolución 006 del Consejo Nacional de Competencias dice:

- Establecer estándares locales para la operación de transporte terrestre
- Aprobar y homologar medios y sistemas de transporte terrestre
- Emitir los informes previos y obligatorios para la constitución jurídica de las compañías y cooperativas en el ámbito de sus competencias, los que deberán ser registrados y auditados posteriormente por el Directorio de la Agencia Nacional de Tránsito y,
- Emitir, suscribir y renovar los contratos de operación de transporte público urbano e intracantonal; permisos de operación comercial y especial; y autorizar la operación del servicio de transporte por cuenta propia, en el ámbito de su circunscripción territorial (Consejo Nacional de Competencias, 2012, p.14).

1.9.5. Norma ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP volumen 5, procedimiento de operación y seguridad vial

La norma ecuatoriana vial, NEVI-12 constituye un documento normativo técnico aplicable al desarrollo de la infraestructura vial y del transporte en el Ecuador bajo los principios de equidad o trato nacional, equivalencia, participación excelencia, información, sostenibilidad ambiental y competitividad sistémica.

Esta normativa establece las políticas, criterios, procedimientos y metodologías que se deben cumplir en los proyectos viales para factibilizar los estudios de planificación, diseño y evaluación de los proyectos viales, así como para asegurar la calidad y durabilidad de las vías, mitigar el impacto ambiental y optimizar el mantenimiento del tráfico en las fases de contratación, construcción y puesta en servicio (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, p.14).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Idea a defender

La evaluación integral del sistema de transporte vial aplicando la metodología HCM podría determinar la capacidad y el nivel del servicio del sistema vial, reduciendo siniestros de tránsito.

2.2. Variables

2.2.1. *Variable independiente*

Sistema vial del cantón Chambo.

2.2.2. *Variable dependiente*

Volumen vehicular, características geométricas de la vía, velocidad de punto, composición vehicular.

2.3. Diseño de la investigación

2.3.1. *No experimental*

La investigación se basa en conocer la situación actual de la red vial urbana del cantón Chambo y a través de técnicas e instrumentos serán analizados, por tal razón no se realizará ningún experimento deliberado.

2.3.2. *Transversal*

El estudio investigativo se realizará en un período de tiempo sobre la población del área urbana del cantón Chambo en la que se analizará la capacidad y nivel de servicio de las vías.

2.4. Tipos de investigación

2.4.1. *Investigación de campo*

La investigación de campo recolecta información en el lugar de los hechos, sin ser manipulados (Palella & Martins, 2010, p.1).

La investigación de campo permitirá obtener información relevante de la situación actual de la red vial del área urbana del cantón Chambo con el levantamiento de información de las fichas conteo volumétrico vehicular y de aforo de velocidades instantáneas, garantizando una información confiable para desarrollar el trabajo investigativo y así establecer la necesidad de la implementación de parámetros de seguridad vial que disminuyan los siniestros de tránsito.

2.4.2. *Investigación bibliográfica*

La investigación bibliográfica es el proceso de búsqueda de datos registrados de otras fuentes escritas, electrónicas, visuales, auditivas (Arias,2012, p.16). Se utiliza en la obtención de información de fuentes referenciales como: libros, artículos científicos, revistas, entre otros, que servirán de guía en el trabajo investigativo, con el fin de aportar nuevos conocimientos.

2.4.3. *Investigación descriptiva*

La investigación descriptiva es conocer características, opiniones, datos, costumbres, situaciones, actividades, procesos de forma exacta. No se limita solo a la recolección, sino que busca predecir e identificar qué relaciones existen entre n variables (Dalen & Meyer, 2006, p.1).

En el trabajo investigativo se plantea una lista de chequeo que contiene los siguientes elementos:

- ✓ Características geométricas de las vías.
- ✓ Señalización horizontal.
- ✓ Señalización vertical.

Con el fin de determinar si las condiciones ideales de circulación son los adecuados en las vías de estudio del área urbana del cantón Chambo.

2.4.4. Corte

Transversal: Se realizó en un período determinado de tiempo, entre septiembre 2020 y julio 2021.

2.4.5. Carácter

Cuantitativo: Se determina la capacidad de las vías de estudio del área urbana del cantón Chambo.

Cualitativo: Se enfoca en conocer las características geométricas de las vías de estudio, en determinar el nivel de servicio del sistema vial y en el número de siniestros de tránsito en el área urbana del cantón Chambo.

2.5. Población

La población objetivo del área urbana del cantón Chambo consiste en la red vial con una longitud 32,47 Km. y se clasifica en vías principales y secundarias.

Tabla 1-2: Vías en el área urbana del cantón Chambo

Ítem	Vía principal	Ítem	Vía secundaria
1	Ángel Larrea	1	27 de Diciembre
2	Diego Donoso	2	Amelia Gallegos
3	Moisés Fierro	3	Antonio José de Sucre
4	Galo Freire	4	Calle H
5	Cacique Achamba	5	Cap. José Oviedo
6	Diego de Almagro	6	Cesar Moncayo
7	18 de Marzo	7	David Parra
8	Egidio Fierro	8	Edelberto Bonilla
9	Egidio Días	9	Eudófilo Costales
10	Juan Cuadrado	10	Facundo Bayas
11	Leopoldo Freire	11	Flor de Carmelo
12	José Moncayo	12	Georgina Flores
13	Egidio Fierro	13	Gerardo Samaniego
14	Romelio Días	14	Gilberto Obando
15	Carlos Medina	15	Héctor Guevara
16	Avenida Carlos Cuadrado	16	Joaquín Gavilánez
17	Vía Chambo – Quimiag	17	Juan Andrade
18	Vía Ulpán - Julquis	18	Juan Moncayo
19	Vía Riobamba – Chambo	19	Julio Yánez
		20	Luis Álvarez
		21	M. Dávalos
		22	Manuel Álvarez
		23	Manuel Valencia
		24	Manuel Zavala
		25	Mercedes Moncayo
		26	Oswaldo Echeverria
		27	Reimundo Delgado
		28	San Juan Evangelista
		29	Segundo Rivera
		30	Serafín Álvarez
		31	Sor Margarita Guerrero
		32	Sor María Vinza

Fuente: Actualización PDyOT del cantón Chambo 2014-2019

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

2.6. Métodos técnicas e instrumentos de investigación

2.6.1. Métodos

2.6.1.1. Método cuantitativo

Es un método que busca probar hipótesis de preguntas específicas de la investigación, busca medir y probar.

La visión de este método científico se basa en hechos cuantificables para analizar, investigar y comprobar los datos y la información obtenida en una base de datos numérico que permita el cálculo del nivel de servicio y la capacidad de las vías de estudio dentro del área urbana del cantón Chambo.

2.6.1.2. Método cualitativo

Es aquel método de investigación que busca descubrir ideas con objetos generales de la investigación, para su interpretación, su estructura no es rigurosa y se obtiene resultados subjetivos.

Al elaborar la situación actual en el trabajo de investigación, características geométricas y al determinar las condiciones ideales de circulación de las vías de estudio del área urbana del cantón Chambo.

2.6.1.3. Método analítico

Este proceso busca identificar toda variable implicada dentro del estudio investigativo para tenerla en cuenta al momento de generar la información de la situación actual del sistema de transporte por carretera.

Se emplea en el presente trabajo de titulación al realizar el levantamiento de información de las fichas de observación de: medición de gradiente, conteo volumétrico vehicular y aforo de velocidades instantáneas, para determinar la situación actual de la red vial del perímetro urbano del cantón Chambo.

2.6.2. *Técnicas*

2.6.2.1. *Observación*

Consiste en observar objetos, situaciones, casos, acciones, fenómenos, hechos, entre otros, con el fin de recabar información necesaria para la investigación.

Será utilizada con gran relevancia para conocer la situación actual del sistema de transporte por carretera del cantón Chambo en el levantamiento de información de las fichas de conteo volumétrico y de velocidades instantáneas. (Anexo B y Anexo C)

2.6.3. *Instrumentos*

2.6.3.1. *Ficha de observación*

Ficha de medición de gradiente (Anexo A) permite la obtención de datos para el cálculo de la pendiente en cada intersección, como se explica en la metodología del Factor de ajuste por pendiente (f_G).

Ficha de conteo volumétrico vehicular (Anexo B) permite distinguir la composición de tráfico en cada intersección de estudio, clasificándolos en base a la metodología explicada en factor de corrección por composición del tráfico (f_P).

Ficha de aforo de velocidades instantáneas (Anexo C) permite obtener mediante un cálculo matemático la velocidad en la que se transita en un tramo determinado y poder determinar el nivel de servicio de la vía.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Red vial del Cantón Chambo

La red vial del cantón Chambo se desarrolla desde el área urbana consolidada hacia las comunidades y de las comunidades hacia los sectores más distantes o asentamientos humanos dispersos (Figura 1-3)

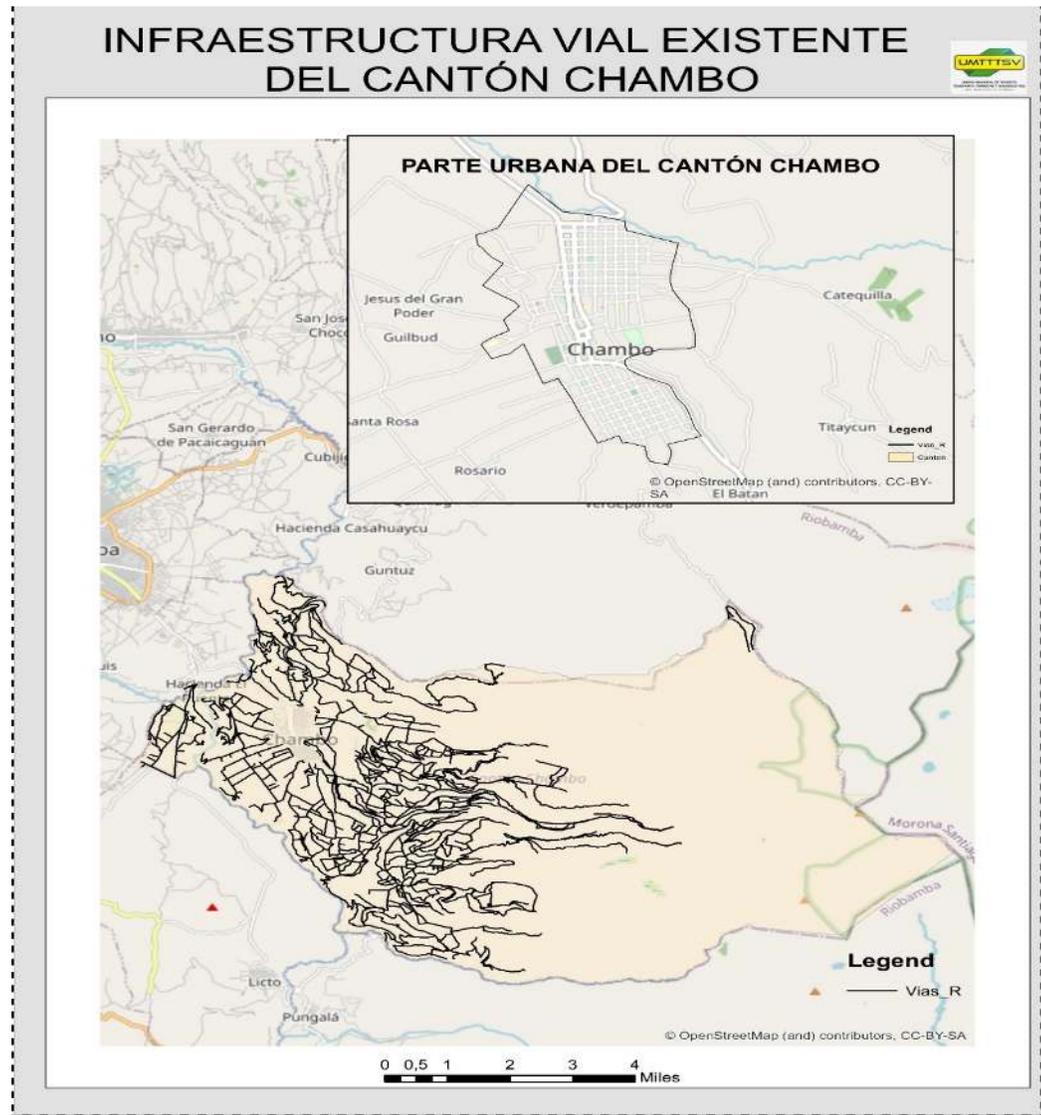


Figura 2-3: Red vial del cantón Chambo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.2. Situación actual del cantón Chambo

El Cantón Chambo cuenta con una infraestructura vial (Tabla 1-3). Las vías urbanas de estudio se representan en la Tabla 2-3 y en la Figura 2-3.

Tabla 1-3: Infraestructura Vial del Cantón Chambo

Infraestructura vial	Sector Urbano	Sector Rural	Longitud Total (Km)	Porcentaje (%)	Observación
	Longitud (Km)	Longitud (Km)			
Arteria principal	-	-	1,95	0,45	Vía Chambo – Riobamba
Pavimentada dos vías	2,83	35,61	38,44	8,86	
Pavimentada una vía	-	0,88	0,88	0,20	Sector Pantaño
Revestimiento suelto o ligero de dos vías	-	11,31	11,31	2,61	-
Revestimiento suelto o ligero de una vía	-	56,39	56,39	12,99	-
Urbano calles adoquinadas	24,58	-	24,58	4,25	-
Urbano calles sin capa de rodadura (Lastrado)	5,06	-	5,06	1,17	No intervenidas
Camino de verano	-	104,92	104,92	24,67	Una vía abierta. mantenida para uso vehicular
Senderos	-	154,85	154,85	35,67	Camino para el paso de personas o animales
Camino de herradura	-	41,83	41,83	9,64	Senda de servicio
TOTAL	32,47	405,78	434,06	100	

Fuente: Actualización PDyOT del cantón Chambo 2014-2019

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

Red Vial Urbana del Cantón Chambo

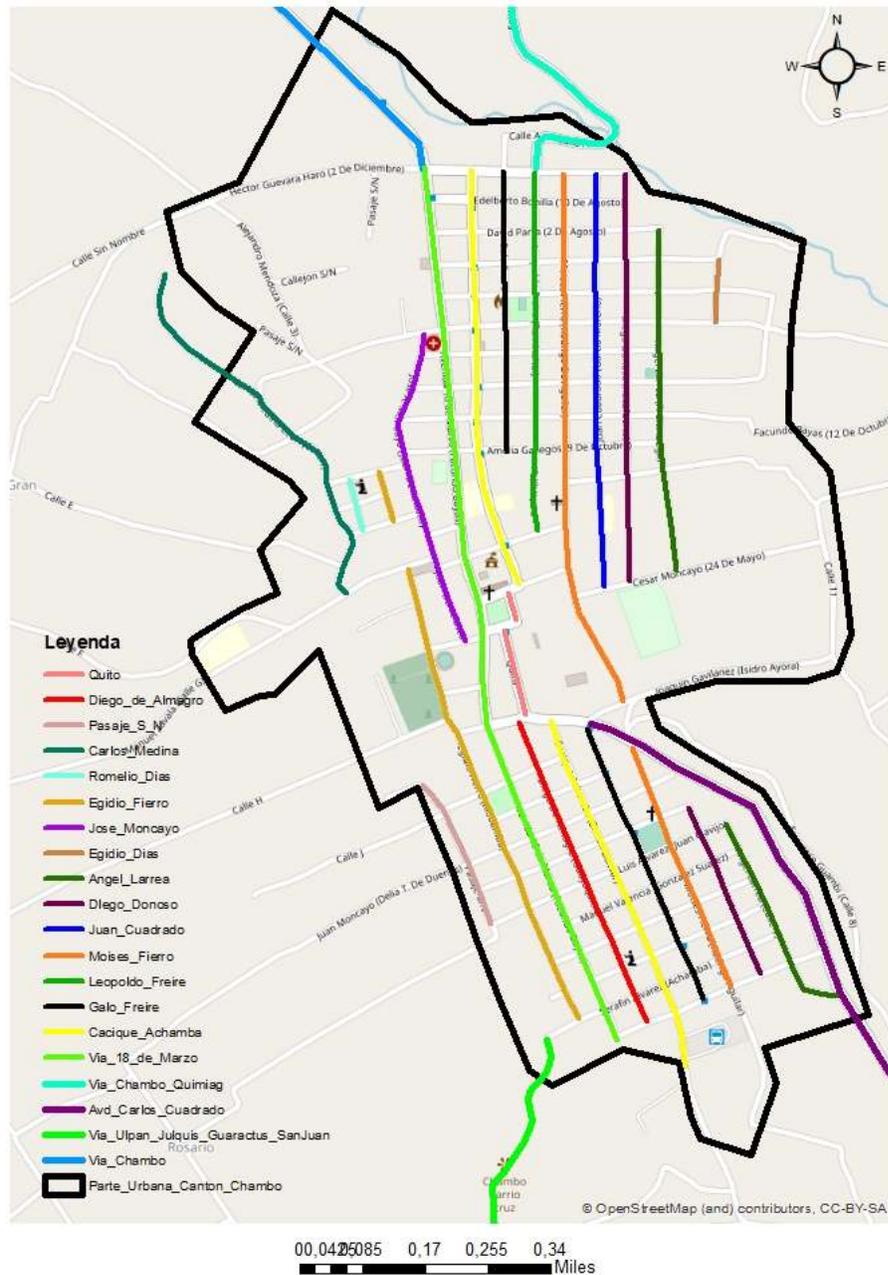


Figura 3-3: Red vial urbana de estudio del cantón Chambo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.2.1. Red vial urbana del cantón Chambo

La red vial urbana del cantón Chambo tiene una longitud de 32,47 km en el área urbana comprendidas en las vías principales y secundarias como se representa en la tabla 2-3. En la longitud de kilómetros que comprende la parte urbana no se toma en cuenta las vías Riobamba - Chambo, Chambo – Quimiag y Ulpán – Julquis.

Tabla 2-3: Características de la red vial urbana del cantón Chambo

Características de la red vial urbanas del cantón Chambo						
Ítem	Vía principal			Vía secundaria		
	Vía principal	Longitud (Km)	Capa de rodadura	Vía Secundaria	Longitud (Km)	Capa de rodadura
1	Ángel Larrea	1,21	Concreto (Adoquín)	27 de Diciembre	0,33	Concreto (Adoquín)
2	Cacique Achamba	1,71	Concreto (Adoquín)	Amelia Gallegos	0,55	Concreto (Adoquín)
3	Carlos Medina	0,88	Concreto (Adoquín)	Antonio José de Sucre	0,29	Concreto (Adoquín)
4	Diego de Almagro	0,70	Concreto (Adoquín)	Calle H	1,27	Concreto (Adoquín)
5	Diego Donoso	1,27	Concreto (Adoquín)	Cap. José Oviedo	0,15	Concreto (Adoquín)
6	Egidio Días	0,19	Concreto (Adoquín)	Cesar Moncayo	0,53	Concreto (Adoquín)
7	Egidio Fierro	1,14	Concreto (Adoquín)	David Parra	0,47	Concreto (Adoquín)
8	Galo Freire	1,23	Concreto (Adoquín)	Edelberto Bonilla	0,42	Concreto (Adoquín)
9	José Moncayo	0,69	Concreto (Adoquín)	Eudófilo Costales	0,11	Concreto (Adoquín)
10	Juan Cuadrado	0,89	Concreto (Adoquín)	Facundo Bayas	0,55	Concreto (Adoquín)
11	Leopoldo Freire	0,77	Concreto (Adoquín)	Flor de Carmelo	0,26	Concreto (Adoquín)
12	Moisés Fierro	1,73	Concreto (Adoquín)	Georgina Flores	0,53	Concreto (Adoquín)
13	Pasaje S/N	0,33	Concreto (Adoquín)	Gerardo Samaniego	0,6	Concreto (Adoquín)
14	Quito	0,23	Asfalto	Gilberto Obando	0,08	Concreto (Adoquín)
15	Romelio Días	0,11	Concreto (Adoquín)	Héctor Guevara	0,4	Concreto (Adoquín)

16	18 de Marzo	1,96	Asfalto	Joaquín Gavilánez	0,27	Concreto (Adoquín)
17	Vía Riobamba – Chambo	6,12	Asfalto	Juan Andrade	0,40	Concreto (Adoquín)
18	Vía Chambo – Quimiag	15,10	Asfalto	Juan Moncayo	0,32	Concreto (Adoquín)
19	Vía Ulpán - Julquis	8,16	Asfalto	Julio Yánez	0,51	Concreto (Adoquín)
20	Avenida Carlos Cuadrado	3,89	Asfalto	Luis Álvarez	0,54	Concreto (Adoquín)
21				M. Dávalos	0,20	Concreto (Adoquín)
22				Manuel Álvarez	0,47	Concreto (Adoquín)
23				Manuel Valencia	0,40	Concreto (Adoquín)
24				Manuel Zavala	0,55	Concreto (Adoquín)
25				Mercedes Moncayo	0,92	Concreto (Adoquín)
26				Oswaldo Echeverria	0,55	Concreto (Adoquín)
27				Reimundo Delgado	0,17	Concreto (Adoquín)
28				San Juan Evangelista	0,20	Concreto (Adoquín)
29				Segundo Rivera	0,25	Concreto (Adoquín)
30				Serafín Álvarez	0,53	Concreto (Adoquín)
31				Sor Margarita Guerrero	0,33	Concreto (Adoquín)
32				Sor María Vinza	0,39	Concreto (Adoquín)

Fuente: Actualización PDyOT del cantón Chambo 2014-2019

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

Los procedimientos del HCM son de aplicación en vías urbanas arteriales o colectoras, incluyendo a las ubicadas en el centro de las áreas urbanas no estando diseñados para su aplicación en vías urbanas secundarias de poca entidad (Romana, Nuñez, Martínez, & Arizaleta, 2010, p.117).

3.2.2. *Clasificación de la red vial urbana del cantón Chambo*

Tabla 3-3: Clasificación de la red vial urbana del cantón Chambo

Red vial urbana del cantón Chambo		
Vías colectoras	Vías locales preferenciales	Vías locales secundarias
Avenida Carlos Cuadrado	Ángel Larrea	27 de Diciembre
Carlos Medina	Cacique Achamba	Amelia Gallegos
	Diego de Almagro	Antonio José de Sucre
	Diego Donoso	Calle H
	Egidio Díaz	Cap. José Oviedo
	Egidio Fierro	Cesar Moncayo
	Galo Freire	David Parra
	José Moncayo	Edelberto Bonilla
	Juan Cuadrado	Eudófilo Costales
	Leopoldo Freire	Facundo Bayas
	Moisés Fierro	Flor de Carmelo
	Juan de Velasco	Georgina Flores
	Quito	Gerardo Samaniego
	Romelio Díaz	Gilberto Obando
	18 de Marzo	Héctor Guevara
		Joaquín Gavilánez
		Juan Andrade
		Juan Moncayo
		Julio Yáñez
		Luis Álvarez
		M. Dávalos
		Manuel Álvarez
		Manuel Valencia
		Manuel Zavala
		Mercedes Moncayo
		Oswaldo Echeverría
		Reimundo Delgado
		San Juan Evangelista
		Segundo Rivera
		Serafín Álvarez
		Sor Margarita Guerrero
		Sor María Vinza

Fuente: Actualización PDyOT del cantón Chambo 2020

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

3.2.3. Características geométricas de las vías de estudio urbanas del cantón Chambo

Tabla 4-3: Características geométricas de las vías de estudio urbanas del Cantón Chambo

Características geométricas de las vías de estudio											
Ítem	Vía	Sentido	# de carriles	Longitud de la vía (km)	Ancho de Calzada (m)	Ancho de Carril (m)	Ancho de Berma (m)	Ancho de Cuneta (m)	% Zonas de No Rebase	Puntos de Acceso	Pendiente %
1	Ángel Larrea	S-N	2	1,21	7,2	3,6	0	0	0	10	0,62
2	Cacique Achamba	N-S	2	1,71	7,2	3,6	0	0	0	25	0,72
3	Carlos Medina	N-S S-N	2	0,88	7,3	3,65	0	0	0	3	1
4	Diego de Almagro	S-N	2	0,7	7,5	3,75	0	0	0	11	0,86
5	Diego Donoso	S-N	2	1,27	6,8	3,4	0	0	0	19	0,81
6	Egídio Días	N-S	2	0,19	5,8	2,9	0	0	0	3	0,80
7	Egídio Fierro	S-N	2	1,14	7	3,5	0	0	0	3	0,59
8	Galo Freire	N-S	2	1,23	7,2	3,6	0	0	0	20	1,02
9	José Moncayo	N-S S-N	2	0,69	7,2	3,6	0	0	0	10	0,64
10	Juan Cuadrado	S-N	2	0,89	6,6	3,3	0	0	0	11	1,14
11	Leopoldo Freire	S-N	2	0,77	7,2	3,6	0	0	0	11	0,79
12	Moisés Fierro	N-S	2	1,73	7,3	3,65	0	0	0	15	0,81
13	Juan de Velasco	N-S	2	0,33	7,2	3,6	0	0	0	6	0,5
14	Quito	S-N	2	0,23	7,4	3,7	0	0	0	3	1,51
15	Romelio Días	S-N	2	0,11	7	3,5	0	0	0	3	0,51
16	18 de Marzo	N-S	2	1,96	7,4	3,7	0	0	0	25	0,72
17	Vía Riobamba – Chambo	N-S S-N	2	6,12	8,96	4,48	0,8	0,9	54%	13	5
18	Vía Chambo – Quimiag	N-S / S-N	2	15,1	6,9	3,45	0	0,65	64,77%	24	5,5
19	Vía Ulpán - Julquis	N-S S-N	2	8,16	6,72	3,36	0,25	0,84	19,60%	14	0,75
20	Avenida Carlos Cuadrado	N-S S-N	2	3,89	5,55	2,75	0,2	0,8	15,80%	8	1

Fuente: Fichas de aforo de velocidades instantáneas, 2021

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

3.2.3.1. Levantamiento de información en intersecciones del área urbana del cantón Chambo

Tabla 5-3: Levantamiento de información en calles del área urbana del cantón Chambo

Levantamiento de información en intersecciones de la parte urbana del cantón Chambo																
Ítem	Vía Principal	Ancho de Carril	Núm. de Carriles por sentido	Ancho de Bermen a	Sentido	Tramo del estudio Horizontal medido (m)	Desnivel en Altura (cm)	Pendiente %	Vía Secundaria	Ancho de Carril	Núm. de Carriles por sentido	Ancho de Bermen a	Sentido	Tramo del estudio Horizontal medido (m)	Desnivel en Altura (cm)	Pendiente %
1	18 de Marzo	3,8	2	0	S-N N-S	40	123	3,075	Héctor Guevara	2,9	1	0	E-O	40	20	0,5
2									Héctor Guevara	3,05	1	0	O-E	40	20	0,5
3	18 de Marzo	3,8	2	0	S-N N-S	40	30	0,75	Edelberto Bonilla	3,8	2	0	E-O	40	20	0,5
4	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	10	0,25	David Parra	3,8	2	0	O-E	40	20	0,5
5	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	15	0,375	Oswaldo Echeverría	3,35	2	0	E-O	40	16	0,4
6	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	20	0,5	Gerardo Samaniego	4	2	0	O-E	40	15	0,375
7	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	22	0,55	Mercedes Moncayo	3,4	1	0	E-O	40	15	0,375
8									Mercedes Moncayo	3,4	1	0	O-E	40	20	0,5
9	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	15	0,375	Georgina Flores	3,15	2	0	O-E	40	15	0,375
10	18 de Marzo	3,75	2	0	N-S	40	20	0,5	Facundo Bayas	3,65	2	0	E-O	40	16	0,4
11	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	25	0,625	Amelia Gallegos	3,5	2	0	O-E	40	15	0,375
12	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	20	0,5	Sor Margarita Guerrero	3,15	2	0	E-O	40	15	0,375
13	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	25	0,625	M. Davalos	3,45	2	0	O-E E-O	40	15	0,375
14	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	30	0,75	San Juan Evangelista	3,5	2	0	E-O	40	15	0,375
15	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	40	1	Gilberto Obando	3,4	2	0	E-O	40	120	3
16	18 de Marzo	3,8	2	0	N-S	40	20	0,5	Joaquín Gavilánez	3,85	2	0	O-E E-O	40	25	0,625

17	18 de Marzo	3,75	2	0	N-S	40	28	0,7	Antonio José de Sucre	3,35	2	0	E-O	40	120	3
18	18 de Marzo	3,65	2	0	N-S	40	34	0,85	Segundo Rivera	3,7	2	0	O-E	40	50	1,25
19	18 de Marzo	3,65	2	0	N-S	40	30	0,75	Juan Moncayo	3,25	2	0	E-O	40	125	3,125
20	18 de Marzo	3,7	2	0	N-S	40	30	0,75	Sor María Vinza	3,75	2	0	O-E	40	150	3,75
21	18 de Marzo	3,7	2	0	N-S	40	28	0,7	Luis Álvarez	3	2	0	E-O	40	85	2,125
22	18 de Marzo	3,75	2	0	N-S	40	24	0,6	Manuel Valencia	3,6	2	0	O-E	40	80	2
23	18 de Marzo	3,65	2	0	N-S	40	20	0,5	Manuel Álvarez	3,7	2	0	E-O	40	20	0,5
24	18 de Marzo	3,65	2	0	N-S	40	30	0,75	Juan Andrade	3,7	2	0	O-E	40	40	1
25	18 de Marzo	3,65	2	0	N-S	40	24	0,6	Serafín Álvarez	3,75	2	0	O-E E-O	40	20	0,5
26	Cacique Achamba	3,35	2	0	S-N	40	28	0,7	Héctor Guevara	3,65	2	0	O-E E-O	40	40	1
27	Cacique Achamba	3,7	2	0	S-N	40	46	1,15	Edelberto Bonilla	3,65	2	0	E-O	40	30	0,75
28	Cacique Achamba	3,7	2	0	S-N	40	33	0,825	David Parra	3,85	2	0	O-E	40	20	0,5
29	Cacique Achamba	3,7	2	0	S-N	40	40	1	Oswaldo Echeverría	3,3	2	0	E-O	40	16	0,4
30	Cacique Achamba	3,8	2	0	S-N	40	26	0,65	Gerardo Samaniego	4	2	0	O-E	40	15	0,375
31	Cacique Achamba	3,75	2	0	S-N	40	18	0,45	Mercedes Moncayo	2,85	2	0	O-E E-O	40	15	0,375
32	Cacique Achamba	3,5	2	0	S-N	40	23	0,575	Julio Yáñez	3,7	2	0	O-E E-O	40	15	0,375
33	Cacique Achamba	3,65	2	0	S-N	40	18	0,45	Georgina Flores	3,4	2	0	O-E	40	10	0,25
34	Cacique Achamba	3,8	2	0	S-N	40	40	1	Facundo Bayas	3,65	2	0	E-O	40	55	1,375
35	Cacique Achamba	3,8	2	0	S-N	40	16	0,4	Amelia Gallegos	3,65	2	0	O-E	40	14	0,35
36	Cacique Achamba	3,85	2	0	S-N	40	18	0,45	Sor Margarita Guerrero	3	2	0	E-O	40	15	0,375
37	Cacique Achamba	3	2	0	S-N	40	22	0,55	San Juan Evangelista	2,25	2	0	O-E	40	15	0,375

38	Cacique Achamba	3,8	2	0	S-N	40	120	3	Joaquín Gavilánez	3,8	2	0	O-E E-O	40	200	5
39	Cacique Achamba	2,35	2	0	N-S	40	18	0,45	Antonio José de Sucre	2,2	2	0	E-O	40	55	1,375
40	Cacique Achamba	2,3	2	0	N-S	40	20	0,5	Segundo Rivera	2,55	2	0	O-E	40	40	1
41	Cacique Achamba	2,9	2	0	N-S	40	20	0,5	Juan Moncayo	3,2	2	0	E-O	40	20	0,5
42	Cacique Achamba	3	2	0	N-S	40	23	0,575	Sor María Vinza	4,2	2	0	O-E	40	100	2,5
43	Cacique Achamba	3,25	2	0	N-S	40	18	0,45	Luis Álvarez	3,2	2	0	E-O	40	140	3,5
44	Cacique Achamba	3,35	2	0	N-S	40	22	0,55	Manuel Valencia	3,75	2	0	O-E	40	140	3,5
45	Cacique Achamba	3,7	2	0	N-S	40	40	1	Manuel Álvarez	2,1	2	0	E-O	40	100	2,5
46	Cacique Achamba	3,45	2	0	N-S	40	20	0,5	Juan Andrade	3,55	2	0	O-E	40	100	2,5
47	Cacique Achamba	3,4	2	0	N-S	40	16	0,4	Serafín Álvarez	3,75	2	0	O-E E-O	40	50	1,25
48	Cacique Achamba	3,25	2	0	N-S	40	18	0,45	27 de Diciembre	3,2	2	0	O-E E-O	40	150	3,75
49	Galo Freire	3,6	2	0	N-S	40	140	3,5	Héctor Guevara	3,65	2	0	O-E E-O	40	100	2,5
50	Galo Freire	3,45	2	0	N-S	40	136	3,4	Edelberto Bonilla	3,6	2	0	E-O	40	40	1
51	Galo Freire	3,6	2	0	N-S	40	45	1,125	David Parra	3,75	2	0	O-E	40	20	0,5
52	Galo Freire	3,75	2	0	N-S	40	18	0,45	Oswaldo Echeverría	3,7	2	0	E-O	40	20	0,5
53	Galo Freire	3,65	2	0	N-S	40	24	0,6	Gerardo Samaniego	3,65	2	0	O-E	40	15	0,375
54	Galo Freire	3,8	2	0	N-S	40	26	0,65	Mercedes Moncayo	2,9	2	0	O-E E-O	40	15	0,375
55	Galo Freire	3,7	2	0	N-S	40	19	0,475	Julio Yáñez	3,15	2	0	O-E E-O	40	65	1,625
56	Galo Freire	3,6	2	0	N-S	40	28	0,7	Georgina Flores	3,45	2	0	O-E	40	16	0,4
57	Galo Freire	3,8	2	0	N-S	40	17	0,425	Facundo Bayas	3,35	2	0	E-O	40	13	0,325
58	Galo Freire	3,85	2	0	N-S	40	35	0,875	Amelia Gallegos	3,6	2	0	O-E	40	15	0,375

59	Galo Freire	3,95	2	0	S-N	40	160	4	Joaquín Gavilán	3,8	2	0	O-E E-O	40	200	5
60	Galo Freire	3,25	2	0	S-N	40	23	0,575	Segundo Rivera	3,7	2	0	O-E	40	180	4,5
61	Galo Freire	3,2	2	0	S-N	40	18	0,45	Juan Moncayo	3,4	2	0	E-O	40	180	4,5
62	Galo Freire	3,5	2	0	S-N	40	15	0,375	Sor María Vinza	3,05	2	0	O-E	40	200	5
63	Galo Freire	3,7	2	0	S-N	40	20	0,5	Luis Álvarez	3,75	2	0	E-O	40	180	4,5
64	Galo Freire	3,6	2	0	S-N	40	15	0,375	Manuel Valencia	3,5	2	0	O-E	40	240	6
65	Galo Freire	3,7	2	0	S-N	40	18	0,45	Manuel Álvarez	3,55	2	0	E-O	40	140	3,5
66	Galo Freire	2,7	2	0	S-N	40	18	0,45	Juan Andrade	3,6	2	0	O-E	40	30	0,75
67	Galo Freire	3,7	2	0	S-N	40	20	0,5	Serafín Álvarez	3,55	2	0	O-E E-O	40	40	1
68	Galo Freire	3,7	2	0	S-N	40	24	0,6	27 de Diciembre	3,25	1	0	E-O	40	180	4,5
69	Leopoldo Freire	3,6	2	0	S-N	40	30	0,75	Héctor Guevara	3,4	1	0	E-O	40	100	2,5
70									Héctor Guevara	3,4	1	0	O-E	40	80	2
71	Leopoldo Freire	3,35	2	0	S-N	40	40	1	Edelberto Bonilla	3,6	2	0	E-O	40	40	1
72	Leopoldo Freire	3,6	2	0	S-N	40	18	0,45	David Parra	3,7	2	0	O-E	40	20	0,5
73	Leopoldo Freire	3,65	2	0	S-N	40	22	0,55	Oswaldo Echeverría	3,7	2	0	E-O	40	30	0,75
74	Leopoldo Freire	3,6	2	0	S-N	40	15	0,375	Gerardo Samaniego	3,6	2	0	O-E	40	30	0,75
75	Leopoldo Freire	3,7	2	0	S-N	40	16	0,4	Mercedes Moncayo	2,8	1	0	E-O	40	25	0,625
76									Mercedes Moncayo	2,8	1	0	O-E	40	20	0,5
77	Leopoldo Freire	3,75	2	0	S-N	40	18	0,45	Julio Yáñez	3,2	2	0	O-E E-O	40	59	1,475
78	Leopoldo Freire	3,65	2	0	S-N	40	22	0,55	Georgina Flores	3,3	2	0	O-E	40	17	0,425
79	Leopoldo Freire	3,45	2	0	S-N	40	26	0,65	Facundo Bayas	3,4	2	0	E-O	40	14	0,35
80	Leopoldo Freire	3,7	2	0	S-N	40	22	0,55	Amelia Gallegos	3,65	2	0	O-E	40	16	0,4
81	Leopoldo Freire	2,8	2	0	S-N	40	120	3	Sor Margarita Guerrero	2,8	2	0	E-O	40	30	0,75
82	Moisés Fierro	3,65	2	0	N-S	40	132	3,3	Héctor Guevara	3,6	2	0	O-E	40	20	0,5

					S-N								E-O			
83	Moisés Fierro	2,9	2	0	N-S S-N	40	145	3,625	Edelberto Bonilla	3,6	2	0	E-O	40	80	2
84	Moisés Fierro	3,3	2	0	N-S S-N	40	18	0,45	David Parra	3,7	2	0	O-E	40	30	0,75
85	Moisés Fierro	3,4	2	0	N-S S-N	40	19	0,475	Oswaldo Echeverría	3,35	2	0	E-O	40	30	0,75
86	Moisés Fierro	3,6	2	0	N-S S-N	40	23	0,575	Gerardo Samaniego	4	2	0	O-E	40	80	2
87	Moisés Fierro	3,55	2	0	N-S S-N	40	22	0,55	Mercedes Moncayo	2,65	1	0	E-O	40	30	0,75
88	Moisés Fierro	3,25	2	0	N-S S-N	40	19	0,475	Julio Yáñez	3,9	2	0	O-E E-O	40	61	1,525
89	Moisés Fierro	2,9	2	0	N-S S-N	40	16	0,4	Georgina Flores	3,2	2	0	O-E	40	14	0,35
90	Moisés Fierro	2,95	2	0	N-S S-N	40	18	0,45	Facundo Bayas	2,8	2	0	E-O	40	27	0,675
91	Moisés Fierro	2,9	2	0	N-S S-N	40	18	0,45	Amelia Gallegos	3	2	0	O-E	40	20	0,5
92	Moisés Fierro	2,65	2	0	N-S S-N	40	20	0,5	Flor de Carmelo	3,2	2	0	O-E	40	100	2,5
93	Moisés Fierro	2,5	2	0	N-S S-N	40	33	0,825	Sor Margarita Guerrero	3	2	0	E-O	40	50	1,25
94	Moisés Fierro	2,2	2	0	N-S S-N	40	20	0,5	San Juan Evangelista	2,9	2	0	O-E	40	30	0,75
95	Moisés Fierro	2,9	2	0	N-S S-N	40	40	1	Cesar Moncayo	5,25	2	0	O-E E-O	40	22	0,55
96	Moisés Fierro	3,7	2	0	N-S S-N	40	18	0,45	Juan Moncayo	3,15	2	0	E-O	40	180	4,5
97	Moisés Fierro	3,75	2	0	N-S S-N	40	23	0,575	Juan Moncayo	3,8	2	0	O-E	40	200	5
98	Moisés Fierro	3,6	2	0	N-S S-N	40	24	0,6	Luis Álvarez	4,25	2	0	E-O	40	180	4,5
99	Moisés Fierro	3,7	2	0	N-S S-N	40	24	0,6	Manuel Valencia	3,6	2	0	O-E	40	210	5,25
100	Moisés Fierro	3,7	2	0	N-S S-N	40	20	0,5	Manuel Álvarez	3,6	2	0	E-O	40	200	5

101	Moisés Fierro	3	2	0	N-S S-N	40	20	0,5	Juan Andrade	3,6	2	0	O-E	40	240	6
102	Moisés Fierro	3,7	2	0	N-S S-N	40	20	0,5	Serafin Álvarez	3,55	1	0	E-O	40	220	5,5
103	Moisés Fierro	3,6	2	0	N-S S-N	40	20	0,5	27 de diciembre	3,3	1	0	E-O	40	220	5,5
104	Juan Cuadrado	3,3	2	0	S-N	40	150	3,75	Héctor Guevara	3,6	2	0	O-E E-O	40	225	5,625
105	Juan Cuadrado	3,3	2	0	S-N	40	80	2	Edelberto Bonilla	3,15	2	0	E-O	40	140	3,5
106	Juan Cuadrado	3,2	2	0	S-N	40	24	0,6	David Parra	3,6	2	0	O-E	40	80	2
107	Juan Cuadrado	3,35	2	0	S-N	40	26	0,65	Oswaldo Echeverría	3,65	2	0	E-O	40	50	1,25
108	Juan Cuadrado	3,3	2	0	S-N	40	17	0,425	Gerardo Samaniego	4	2	0	O-E	40	122	3,05
109	Juan Cuadrado	2,85	2	0	S-N	40	20	0,5	Mercedes Moncayo	3,1	2	0	O-E E-O	40	200	5
110	Juan Cuadrado	3,35	2	0	S-N	40	18	0,45	Julio Yáñez	3,7	2	0	O-E E-O	40	60	1,5
111	Juan Cuadrado	3,35	2	0	S-N	40	24	0,6	Georgina Flores	3,6	2	0	O-E	40	20	0,5
112	Juan Cuadrado	3,15	2	0	S-N	40	20	0,5	Facundo Bayas	3,35	2	0	E-O	40	35	0,875
113	Juan Cuadrado	6,1	2	0	S-N	40	80	2	Amelia Gallegos	3,05	2	0	O-E	40	20	0,5
114	Juan Cuadrado	3,45	2	0	S-N	40	72	1,8	Flor de Carmelo	3,6	2	0	O-E	40	80	2
115	Juan Cuadrado	3,15	2	0	S-N	40	18	0,45	Cesar Moncayo	4,7	2	0	O-E E-O	40	20	0,5
116	Diego Donoso	3,4	2	0	N-S	40	160	4	Héctor Guevara	3,6	2	0	O-E E-O	40	24	0,6
117	Diego Donoso	3,7	2	0	N-S	40	120	3	Edelberto Bonilla	3,55	2	0	E-O	40	120	3
118	Diego Donoso	3,7	2	0	N-S	40	18	0,45	David Parra	3,7	2	0	O-E	40	112	2,8
119	Diego Donoso	3,65	2	0	N-S	40	19	0,475	Oswaldo Echeverría	3,65	2	0	E-O	40	84	2,1
120	Diego Donoso	3,65	2	0	N-S	40	18	0,45	Gerardo Samaniego	4	2	0	O-E	40	129	3,225
121	Diego Donoso	2,8	2	0	N-S	40	20	0,5	Mercedes Moncayo	3,25	1	0	E-O	40	63	1,575
122	Diego Donoso	3,75	2	0	N-S	40	20	0,5	Julio Yáñez	3,65	2	0	O-E E-O	40	70	1,75

123	Diego Donoso	3,6	2	0	N-S	40	15	0,375	Georgina Flores	3,4	2	0	O-E	40	70	1,75
124	Diego Donoso	3,6	2	0	N-S	40	18	0,45	Facundo Bayas	3,45	2	0	E-O	40	124	3,1
125	Diego Donoso	3,7	2	0	N-S	40	20	0,5	Flor de Carmelo	3,75	2	0	O-E	40	121	3,025
126	Diego Donoso	3,25	2	0	N-S	40	10	0,25	Cesar Moncayo	4,75	2	0	O-E E-O	40	26	0,65
127	Diego Donoso	2,7	2	0	S-N	40	12	0,3	Sor María Vinza	3,35	2	0	O-E	40	180	4,5
128	Diego Donoso	3,2	2	0	S-N	40	15	0,375	Luis Álvarez	4	2	0	E-O	40	190	4,75
129	Diego Donoso	3,2	2	0	S-N	40	20	0,5	Manuel Valencia	3,55	2	0	O-E	40	219	5,475
130	Diego Donoso	3,6	2	0	S-N	40	28	0,7	Manuel Álvarez	3,5	2	0	E-O	40	180	4,5
131	Diego Donoso	3,65	2	0	S-N	40	30	0,75	Juan Andrade	3,6	2	0	O-E	40	200	5
132	Diego Donoso	3,6	2	0	S-N	40	20	0,5	Serafin Álvarez	3,75	2	0	E-O	40	210	5,25
133	Diego Donoso	2,5	2	0	S-N	40	20	0,5	27 de diciembre	3,3	2	0	O-E E-O	40	220	5,5
134	Ángel Larrea	3,1	2	0	S-N	40	22	0,55	David Parra	3	2	0	O-E	40	120	3
135	Ángel Larrea	3,05	2	0	S-N	40	20	0,5	Oswaldo Echeverría	3,6	2	0	E-O	40	126	3,15
136	Ángel Larrea	3,35	2	0	S-N	40	24	0,6	Gerardo Samaniego	3,05	2	0	O-E	40	150	3,75
137	Ángel Larrea	3,6	2	0	S-N N-S	40	28	0,7	Mercedes Moncayo	3,2	2	0	O-E E-O	40	120	3
138	Ángel Larrea	3,5	2	0	S-N N-S	40	26	0,65	Julio Yáñez	3,6	1	0	O-E	40	115	2,875
139	Ángel Larrea	2,9	2	0	S-N N-S	40	28	0,7	Georgina Flores	3,55	2	0	O-E	40	70	1,75
140	Ángel Larrea	3,35	2	0	S-N N-S	40	20	0,5	Facundo Bayas	3,3	2	0	E-O	40	80	2
141	Ángel Larrea	3,6	2	0	S-N N-S	40	30	0,75	Amelia Gallegos	3,6	2	0	O-E	40	110	2,75
142	Ángel Larrea	4	1	0	N-S	40	33	0,825	Juan Andrade	3,6	2	0	O-E	40	50	1,25
143	Ángel Larrea	2	2	0	N-S	40	20	0,5	Serafin Álvarez	3,65	2	0	O-E E-O	40	50	1,25
144	Ángel Larrea	2,25	2	0	N-S	40	20	0,5	27 de diciembre	3,3	2	0	O-E E-O	40	65	1,625

145	Egidio Días	2,9	2	0	N-S	40	34	0,85	Gerardo Samaniego	3,15	2	0	O-E	40	180	4,5
146	Egidio Días	2,9	2	0	N-S	40	30	0,75	Mercedes Moncayo	3,35	2	0	O-E E-O	40	200	5
147	José Moncayo	4,1	1	0	S-N	40	24	0,6	Mercedes Moncayo	3,45	2	0	O-E E-O	40	138	3,45
148	José Moncayo	3,6	2	0	S-N N-S	40	24	0,6	Julio Yáñez	3,4	2	0	O-E E-O	40	22	0,55
149	José Moncayo	3,6	2	0	S-N N-S	40	26	0,65	Georgina Flores	3,3	2	0	O-E	40	26	0,65
150	José Moncayo	3,91	2	0	S-N N-S	40	28	0,7	Facundo Bayas	4	2	0	E-O	40	10	0,25
151	José Moncayo	3,6	2	0	S-N N-S	40	28	0,7	Amelia Gallegos	3,7	2	0	O-E	40	19	0,475
152	José Moncayo	3,6	2	0	S-N N-S	40	24	0,6	Reimundo Delgado	3,9	2	0	O-E	40	100	2,5
153	Juan de Velasco	3,3	2	0	S-N N-S	40	30	0,75	Sor Margarita Guerrero	3,35	2	0	E-O	40	25	0,625
154	Juan de Velasco	3,3	2	0	S-N N-S	40	23	0,575	Manuel Zabala	3,1	2	0	E-O	40	18	0,45
155	Juan de Velasco	3,8	2	0	S-N N-S	40	27	0,675	M. Davalos	3,45	2	0	O-E E-O	40	21	0,525
156	Romelia Días	3,5	2	0	S-N N-S	40	21	0,525	Reimundo Delgado	3,9	2	0	O-E	40	120	3
157	Romelia Días	3,65	2	0	S-N N-S	40	20	0,5	Eudófilo Costales	3,85	2	0	O-E	40	170	4,25
158	Romelia Días	3,6	2	0	S-N N-S	40	20	0,5	José Oviedo	3,65	2	0	O-E	40	180	4,5
159	Carlos Medina	3,7	2	0	S-N N-S	40	60	1,5	Reimundo Delgado	4	2	0	O-E	40	170	4,25
160	Carlos Medina	3,65	2	0	S-N N-S	40	20	0,5	Eudófilo Costales	3,8	2	0	O-E	40	160	4
161	Quito	4,3	2	0	S-N	40	18	0,45	M. Davalos	5,25	2	0	O-E	40	170	4,25
162	Quito	4,65	2	0	N-S	40	23	0,575	San Juan Evangelista	4,55	1	0	O-E	40	25	0,625
163	Quito	6,2	2	0	S-N	40	145	3,5	Joaquín Gaviláñez	3,8	2	0	O-E E-O	40	200	5
164	Egidio Fierro	3,5	2	0	S-N N-S	40	20	0,5	Manuel Zabala	3,1	2	0	E-O	40	24	0,6

165	Egidio Fierro	3,65	2	0	S-N N-S	40	22	0,55	Reimundo Delgado	5	2	0	O-E	40	140	3,5
166	Egidio Fierro	3,35	2	0	S-N N-S	40	15	0,375	Eudófilo Costales	3,85	2	0	O-E	40	80	2
167	Egidio Fierro	3,35	2	0	S-N N-S	40	52	1,3	José Oviedo	3,65	2	0	O-E	40	30	0,75
168	Egidio Fierro	3,95	2	0	S-N N-S	40	24	0,6	M. Davalos	4,45	2	0	O-E E-O	40	15	0,375
169	Egidio Fierro	3,5	2	0	S-N N-S	40	15	0,375	Gilberto Obando	3	2	0	E-O	40	24	0,6
170	Egidio Fierro	3,65	2	0	S-N N-S	40	15	0,375	Calle H	3,85	2	0	O-E E-O	40	29	0,725
171	Egidio Fierro	4,2	2	0	S-N N-S	40	20	0,5	Joaquín Gavilánez	3,75	2	0	O-E E-O	40	20	0,5
172	Egidio Fierro	3,95	2	0	S-N N-S	40	20	0,5	Antonio José de Sucre	3,45	2	0	E-O	40	33	0,825
173	Egidio Fierro	3,9	2	0	S-N N-S	40	30	0,75	Segundo Rivera	3,7	2	0	O-E	40	28	0,7
174	Egidio Fierro	3,7	2	0	S-N N-S	40	15	0,375	Juan Moncayo	3,25	2	0	E-O	40	19	0,475
175	Egidio Fierro	3,5	2	0	S-N N-S	40	40	1	Luis Álvarez	3,1	2	0	E-O	40	40	1
176	Egidio Fierro	3	2	0	S-N N-S	40	25	0,625	Manuel Álvarez	3,7	2	0	E-O	40	20	0,5
177	Egidio Fierro	3	2	0	S-N	40	20	0,5	Serafín Álvarez	3,9	2	0	O-E E-O	40	20	0,5
178	Diego de Almagro	3,95	2	0	S-N	40	40	1	Joaquín Gavilánez	3,8	2	0	O-E E-O	40	35	0,875
179	Diego de Almagro	3,75	2	0	S-N	40	20	0,5	Antonio José de Sucre	2,1	2	0	E-O	40	180	4,5
180	Diego de Almagro	3,75	2	0	S-N	40	20	0,5	Segundo Rivera	3,7	2	0	O-E	40	160	4
181	Diego de Almagro	3,95	2	0	S-N	40	23	0,575	Juan Moncayo	3,75	2	0	E-O	40	120	3
182	Diego de Almagro	3,8	2	0	S-N	40	24	0,6	Sor María Vinza	3,7	2	0	O-E	40	122	3,05
183	Diego de Almagro	2,75	2	0	S-N	40	25	0,625	Luis Álvarez	2,85	2	0	E-O	40	80	2

184	Diego de Almagro	3,8	2	0	S-N	40	27	0,675	Manuel Valencia	3,75	2	0	O-E	40	60	1,5
185	Diego de Almagro	3,8	2	0	S-N	40	34	0,85	Manuel Álvarez	3,6	2	0	E-O	40	40	1
186	Diego de Almagro	3,75	2	0	S-N	40	41	1,025	Juan Andrade	3,7	2	0	O-E	40	55	1,375
187	Diego de Almagro	3,5	2	0	S-N	40	43	1,075	Serafin Álvarez	3,7	1	0	E-O	40	42	1,05
188	Diego de Almagro	3,65	2	0	S-N	40	82	2,05	27 de diciembre	3,2	1	0	E-O	40	200	5

Fuente: Fichas de levantamiento de información de gradiente, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.2.3.2. Sitios de levantamiento de información de fichas de aforo vehicular del área urbana del cantón Chambo

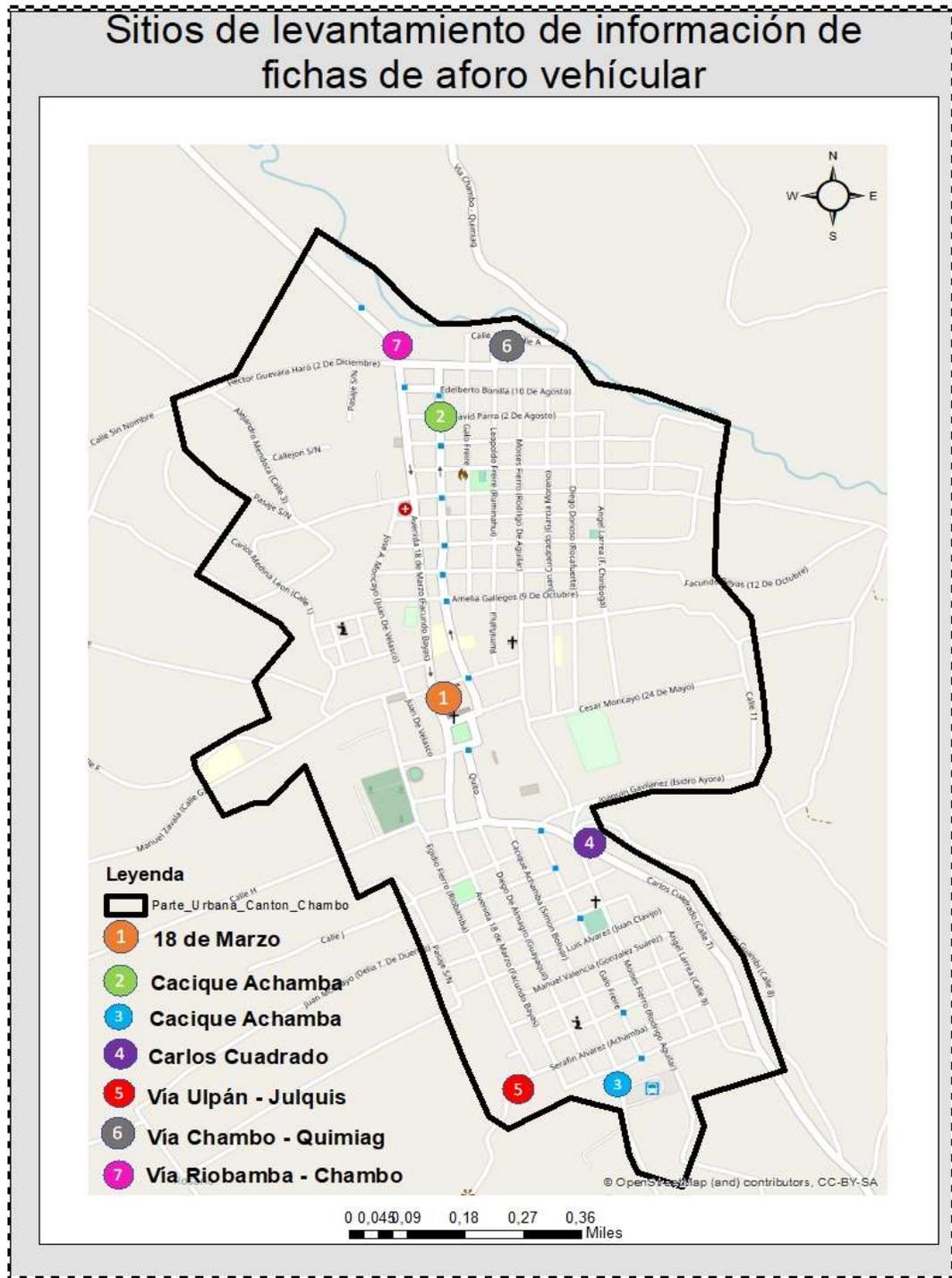


Figura 4-3: Sitios de levantamiento de información de fichas de aforo vehicular

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.2.4. *Señalética horizontal y vertical en las vías de estudio del área urbana del cantón Chambo*

Tabla 6-3: Señalización horizontal en las vías de estudio urbanas del cantón Chambo

Señalización horizontal en las vías urbanas del cantón Chambo						
Calle Transversal	Calle Longitudinal de estudio	Calle Longitudinal				
		Separadora De Carril	Línea de borde de calzada	Línea de Pare	Línea de ceda el paso	Línea de detención
Héctor Guevara	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No
	10 de diciembre	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
Edelberto Bonilla	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
David Parra	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No
	10 de diciembre	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
	Diego Donoso	No	No	No	No	No
	Ángel Larrea	No	No	No	No	No
Oswaldo Echeverría	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No
	10 de diciembre	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
	Diego Donoso	No	No	No	No	No
	Ángel Larrea	No	No	No	No	No
Gerardo Samaniego	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No
	10 de diciembre	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
	Diego Donoso	No	No	No	No	No
	Ángel Larrea	No	No	No	No	No
Mercedes Moncayo	José A. Moncayo	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
	Diego Donoso	No	No	No	No	No
	Ángel Larrea	No	No	No	No	No
Julio Yáñez	José A. Moncayo	No	No	No	No	No

	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No
	10 de diciembre	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
	Diego Donoso	No	No	No	No	No
	Ángel Larrea	No	No	No	No	No
Georgina Flores Bayas	José A. Moncayo	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No
	10 de diciembre	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
	Diego Donoso	No	No	No	No	No
	Ángel Larrea	No	No	No	No	No
Facundo Bayas	José A. Moncayo	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No
	10 de diciembre	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
	Diego Donoso	No	No	No	No	No
	Ángel Larrea	No	No	No	No	No
Amelia Gallegos	José A. Moncayo	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No
	10 de diciembre	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
	Diego Donoso	No	No	No	No	No
	Ángel Larrea	No	No	No	No	No
Flor del Carmelo	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
Reimundo Delgado	Romelio Díaz	No	No	No	No	No
	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
	José A. Moncayo	No	No	No	No	No
Eudófilo Costales	Romelio Díaz	No	No	No	No	No
	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
Capt. José Oviedo	Romelio Díaz	No	No	No	No	No
	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
	José A. Moncayo	No	No	No	No	No
Guido Cuadrado (Sor Margarita Guerrero)	José A. Moncayo	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Cacique Achamba	Si	Si	No	No	No

	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
César Moncayo	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
	Juan Cuadrado	No	No	No	No	No
	Diego Donoso	No	No	No	No	No
	Ángel Larrea	No	No	No	No	No
Manuel Zavala	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
	José A. Moncayo	No	No	No	No	No
M. Dávalos	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
	José A. Moncayo	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
San Juan Evangelista	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
Gilberto Obando	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
Vía a Quinto	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
Joaquín Gavilán	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Diego de Almagro	No	No	No	No	No
	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
Antonio José de Sucre	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
Antonio José de Sucre	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
Segundo Rivera	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No
Juan Moncayo	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
Sor María Vinza	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
Luis Álvarez	Egidio Fierro	No	No	No	No	No
	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No
	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
Manuel Valencia	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
Manuel Álvarez	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
Juan Andrade	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No

	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
Serafin Álvarez	18 de marzo	Si	Si	No	No	No
	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No
27 de Diciembre	Gilberto Castillo Paredes	No	No	No	No	No
	Moisés Fierro	No	No	No	No	No

Fuente: Fichas de señáletica, 2021

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

Tabla 7-3: Señalización vertical en las vías de estudio urbanas del cantón Chambo

Vías de estudio		Prohibido estacionar	Observaciones
Calle en la que se encuentra ubicado	Calles de intersección		
18 de marzo	Amelia Gallegos y Facundo Bayas	1	Ninguna
18 de marzo	Mercedes Moncayo y Julio Yáñez	1	Ninguna
Manuel Zabala	José A. Moncayo y Egidio Fierro	1	Ninguna
Juan Cuadrado	César Moncayo	1	Ninguna
Calle en la que se encuentra ubicado	Calles de intersección	Límite de velocidad	Observaciones
Cacique Achamba	Joaquín Gavilánez	1	Ninguna
Juan Cuadrado	César Moncayo	1	Ninguna
Juan Cuadrado	Flor del Carmelo	1	Ninguna
Gilberto Castillo	Sor María Vinza	1	Ninguna
Calle en la que se encuentra ubicado	Calles de intersección	Prohibido Veh. Pesados	Observaciones
18 de marzo	Magdalena Dávalos	1	Ninguna
18 de marzo	Amelia Gallegos	1	En mal estado
Joaquín Gavilánez	Cacique Achamba y 10 de diciembre	1	Ninguna
Diego de Almagro (Jorge Segovia)	Joaquín Gavilánez	1	Ninguna
Calle en la que se encuentra ubicado	Calles de intersección	Aprox. Semáforo	Observaciones
18 de marzo	Héctor Guevara	2	Ninguna
Calle en la que se encuentra ubicado	Calles de intersección	Aprox. Resalto	Observaciones
Joaquín Gavilánez	Gilberto Castillo y Cacique Achamba	1	Ninguna
Manuel Neira Díaz	Joaquín Gavilánez y M. Dávalos	1	Ninguna
César Moncayo	Moisés Fierro	1	Ninguna
Gilberto Castillo	Carlos Cuadrado	1	Ninguna
Gilberto Castillo	Luis Álvarez	1	Ninguna
Cacique Achamba	Entrada al terminal	1	Ninguna
Joaquín Gavilánez	Cacique Achamba	1	Ninguna
Gilberto Castillo	Luis Álvarez	1	Ninguna
Gilberto Castillo	Carlos Cuadrado	1	Ninguna
18 de marzo	Antonio J. Sucre	1	Ninguna

18 de marzo	Joaquín Gavilánez	1	Ninguna
18 de marzo	Guido Cuadrado y San Juan Ev.	1	Ninguna
18 de marzo	Guido Cuadrado y Amelia Gallegos	1	Ninguna
Egidio Fierro	Joaquín Gavilánez	1	Ninguna
Egidio Fierro	Vía al quinto y Joaquín Gavilánez	1	Ninguna
Calle en la que se encuentra ubicado	Calles de intersección	Aprox. Cruce Peatonal	Observaciones
Joaquín Gavilánez	Diego de Almagro	3	Ninguna
18 de marzo	Héctor Guevara	1	Ninguna
18 de marzo	David Parra y Oswaldo Echeverría	1	Ninguna
Calle en la que se encuentra ubicado	Calles de intersección	Zona Escolar	Observaciones
Cacique Achamba	Amelia Gallegos y Guido Cuadrado	1	Ninguna
Juan Cuadrado	César Moncayo	1	Ninguna
Juan Cuadrado	Flor del Carmelo	1	Ninguna
Calle en la que se encuentra ubicado	Calles de intersección	Pare	Observaciones
Galo Freire	Carlos Cuadrado	1	Mal estado
Diego de Almagro	Joaquín Gavilánez	1	Ninguna
Cacique Achamba	27 de diciembre	1	Ninguna

Fuente: Fichas de señáletica, 2021

Realizado por: Villavicencio, L. 2021



Figura 5-3: Ubicación de señalética horizontal y vertical en la zona urbana del cantón Chambo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.2.5. *Determinación de puntos negros*

Según el Manual de Capacidad de Carreteras determina que un punto negro es considerado cuando en una intersección se ha suscitado en un año al menos 10 siniestros o accidentes de tránsito.

En base a esta definición el cantón Chambo no registra en intersecciones siniestros de tránsito que tengan una ocurrencia para determinar los puntos negros. No obstante, existe un registro de siniestros de tránsito que se detalla a continuación:

Tabla 8-3: Siniestros de tránsito registrados en el cantón Chambo

Siniestros de tránsito registrados en el cantón Chambo	
Cantidad	Lugar
3	Intersección de la calle Carlos Cuadrado y Galo Freire.
6	Desde la altura del puente de ingreso por la vía Riobamba – Chambo hasta la intersección Edelberto Bonilla y 18 de marzo.

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito, Comando de policía No. 5 Chimborazo, UMTTTSV del cantón Chambo, 2020

Realizado por: Villavicencio L. 2021



Figura 6-3: Ubicación de siniestros de tránsito en la zona urbana del cantón Chambo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.3. Cálculo del nivel de servicio y la capacidad de la red vial urbana del cantón Chambo, mediante la metodología HCM

3.3.1. Cálculo de capacidad y nivel de servicio en vías urbanas del cantón Chambo

3.3.1.1. Vía 18 de marzo

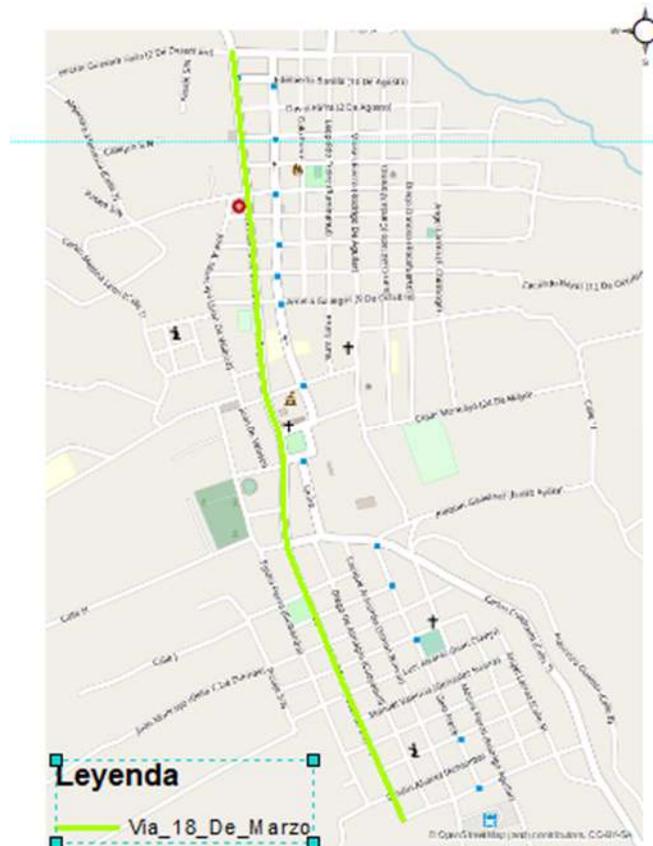


Figura 7-3: Vía 18 de Marzo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 9-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía 18 de Marzo

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
11:00-11:15	2	44	2	9	57	254
11:15-11:30	5	50	2	10	67	
11:30-11:45	4	61		7	72	
11:45-12:00	2	45	2	9	58	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 10-3: Composición vehicular hora pico de la vía 18 de marzo

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	13	200	6	35	254
Porcentaje de la composición vehicular	5,12	78,74	2,36	13,78	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.3.1.1.1. Factor de ajuste por vehículos pesados

Ecuación 13:

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

f_{HV} = Factor de ajuste por vehículos pesados

P_T = Proporción de camiones y buses

E_T = Equivalente de camiones y buses (Tabla 17-1 y 18-1 para segmentos generales y tabla 19-1 y 20-1 para pendiente de subida)

P_R = Proporción de vehículos de recreo

E_R = Equivalente de vehículos recreacionales

Datos:

$$P_T = 0,1614$$

$$E_T = 1,7 \text{ (Tabla 17-1)}$$

$$P_R = 0$$

$$E_R = 1$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,1614(1,7 - 1) + 0(1,1 - 1)}$$

$$f_{HV} = 0,90$$

El factor de ajuste por vehículos pesados es de 0,91

3.3.1.1.2. Velocidad a flujo libre estimada (FFS)

Tabla 11-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía 18 de marzo

Íte m	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo	Velocidad km/h									
1	100	12	30	100	8	45	100	12	30	100	10	36
2	100	10	36	100	9	40	100	13	28	100	12	30
3	100	8	45	100	9	40	100	12	30	100	9	40
4				100	10	36	100	12	30	100	12	30
5				100	12	30	100	13	28	100	13	28
6				100	11	33				100	10	36
7				100	12	30				100	11	33
8				100	13	28				100	12	30
9				100	12	30				100	11	33
10				100	14	26				100	13	28
11				100	10	36				100	14	26
12				100	8	45				100	15	24
13				100	9	40				100	17	21
14				100	9	40						
15				100	12	30						
16				100	13	28						
17				100	10	36						
18				100	9	40						
19				100	9	40						
20				100	10	36						
21				100	9	40						
22				100	8	45						
23				100	12	30						
24				100	13	28						
25				100	1	360						
26				100	9	40						
27				100	9	40						
28				100	8	45						
29				100	9	40						
30				100	10	36						
31				100	10	36						
32				100	12	30						
33				100	11	33						
34				100	10	36						
35				100	12	30						
36				100	10	36						

37				100	10	36						
38				100	12	30						
39				100	10	36						
40				100	10	36						
41				100	9	40						
42				100	9	40						
43				100	12	30						
44				100	10	36						
45				100	9	40						
46				100	8	45						
47				100	8	45						
48				100	9	40						
49				100	10	36						
50				100	10	36						

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Se procede a realizar el cálculo de la velocidad de flujo libre utilizando las 2 ecuaciones.

Caso 1

El volumen de veh/h es mayor que 200 veh/h y en base a la metodología del HCM nos manifiesta el uso de la ecuación 5.

Ecuación 5:

$$FFS = S_{FM} + 0,0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$$

Dónde:

FFS = Velocidad a flujo libre estimada (km/h)

S_{FM} = Promedio de velocidad obtenida en campo

V_f = Volumen observado en el tiempo de medición

f_{HV} = Factor de ajuste por vehículos pesados

El promedio de velocidad obtenida en campo se obtiene mediante la utilización del anexo C (Aforo de velocidades instantáneas).

Datos:

$$S_{FM} = 39 \text{ km/h}$$

$$V_f = 71$$

$$f_{HV} = 0,90$$

$$FFS = 39 \text{ km/h} + 0,0125 \frac{71}{0,90}$$

$$FFS = 40,3 \text{ km/h}$$

La velocidad a flujo libre estimada de circulación en la 18 de marzo es de 40,2 km/h.

Caso 2

La velocidad de flujo libre FFS puede también ser estimada por la siguiente ecuación:

Ecuación 7:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Dónde:

FFS = Velocidad a flujo libre estimada (km/h)

BFFS = Base de velocidad estimada de flujo libre (km/h) (Velocidad de Diseño)

f_{LS} = Ajuste del ancho del carril y el ancho de berma (Tabla 11-1)

f_A = Ajuste para puntos de acceso (Tabla 12-1)

Datos Vía Chambo:

$$BFFS = 40 \text{ km/h}$$

$$f_{LS} = 4,2 \text{ km/h}$$

$$f_A = 8 \text{ km/h}$$

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

$$FFS = 40 \text{ km/h} - 4,2 \text{ km/h} - 8 \text{ km/h}$$

$$FFS = 27,8 \text{ km/h}$$

La velocidad a flujo libre estimada de circulación en la vía 18 de marzo es de 27,8 Km/h.

3.3.1.1.3. *Factor hora pico (FHP)*

Ecuación 11:

$$FHP = \frac{V}{4 * V_{15}}$$

Donde:

FHP = Factor de Hora Pico

V = Volumen en una Hora (veh/h)

*V*₁₅ = Volumen máximo de los 15 minutos en la hora pico (veh/15min)

Datos:

V = 254 veh/h

*V*₁₅ = 72 veh/h

$$FHP = \frac{254}{4 * 72}$$

$$FHP = 0,88$$

El factor de la hora pico es de 0.88

3.3.1.1.4. *Determinación de la tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el periodo pico de 15 min (veh/h)*

Ecuación 8:

$$V_p = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$$

*V*_p = Tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el período pico de 15 min (veh/h)

V = Volumen en una hora Pico (veh/h)

FHP = Factor hora pico

f_G = Factor de ajuste por pendiente (Tabla 13-1 y 14-1 para segmentos generales) (Tabla 15-1 y 16-1 para valores según la pendiente existente)

f_{HV} = Factor ajuste por vehículos pesados

Datos:

$V = 254$ (veh/h)

FHP = 0,88

$f_G = 1$ (Tabla 13-1)

$f_{HV} = 0,90$

$$V_p = \frac{254 \text{ veh/h}}{0,88 * 1 * 0,90}$$

$$V_p = 321 \text{ veh/h}$$

3.3.1.1.5. Determinación del porcentaje de zonas de No Adelantamiento

Ecuación 1:

$$\%ZNR = \frac{L_{TL} - L_R}{L_{TL}} * 100$$

Donde:

$\%ZNR$ = Porcentaje de zonas de No-Rebase, expresado en porcentaje y es la longitud del tramo de estudio

L_{TL} = Longitud total de la vía (m)

L_R = Longitud de zonas de rebase (m)

Datos:

$L_{TL} = 1880$ m

$L_R = 1880$ m

$$\%ZNR = \frac{(1880 - 1880)m}{1880 m} * 100$$

$$\%ZNR = 0 \%$$

3.3.1.1.6. Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)

Para realizar el cálculo de la velocidad promedio de recorrido (ATS) se utilizó los dos resultados de la velocidad de flujo libre, dando como resultado lo siguiente:

Caso 1

Ecuación 15:

$$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$$

ATS = Velocidad promedio de recorrido para ambas direcciones de trayecto combinado (km/h)

FFS = Velocidad de flujo libre estimada (km/h)

V_p = Tasa de flujo de equivalencia de vehículo liviano para un período pico de 15 min. (veh/h)

f_{np} = Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamientos (Tabla 22-1)

Datos:

$$FFS = 40,3 \text{ km/h}$$

$$V_p = 321 \text{ veh/h}$$

$$f_{np} = 0$$

$$ATS = 40,3 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 0,0125 \left(321 \frac{\text{veh}}{\text{h}} \right) - 0$$

$$ATS = 36,25 \text{ km/h}$$

Caso 2

Ecuación 15:

$$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$$

ATS = Velocidad promedio de recorrido para ambas direcciones de trayecto combinado (km/h)

FFS = Velocidad de flujo libre estimada (km/h)

V_p = Tasa de flujo de equivalencia de vehículo liviano para un período pico de 15 min. (veh/h)

f_{np} = Porcentaje de ajuste para las zonas de no adelantamientos (Tabla 22-1)

Datos:

$$FFS = 27,8 \text{ km/h}$$

$$V_p = 321 \text{ (veh/h)}$$

$$f_{np} = 0$$

$$ATS = 27,8 \text{ km/h} - 0,0125 \left(321 \frac{\text{veh}}{\text{h}}\right) - 0$$

$$ATS = 23,79 \text{ km/h}$$

3.3.1.1.7. Base del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo BPTSV para ambas direcciones de recorrido combinado

Ecuación 17:

$$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$$

Dónde:

$BPTSV$ = Porcentaje base del tiempo de seguimiento en ambos sentidos

V_p = Tasa de flujo equivalente a vehículo liviano por período pico de 15 min. (veh/h)

Datos:

$$V_p = 321 \text{ veh/h}$$

$$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879(321 \frac{\text{veh}}{\text{h}})})$$

$$BPTSV = 25$$

3.3.1.1.8. Porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV)

Ecuación 16:

$$PTSOV = BPTSV + f_{d/np}$$

Dónde:

$PTSOV$ = Porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo

$BPTS\ V =$ Porcentaje base del tiempo de seguimiento en ambos sentidos (use la ecuación 17)

$f_{d/np} =$ Ajuste para el efecto combinado de la distribución direccional del tráfico y el porcentaje de zonas de No Rebasamiento sobre el PTSF. (Tabla 23-1).

Datos:

$$BPTS\ V = 25 \text{ veh/h}$$

$$f_{d/np} = 0$$

$$PTS\ OV = 25 \text{ veh/h} + 0$$

$$PTS\ OV = 25 \%$$

3.3.1.1.9. Determinación del Nivel de Servicio

En base al porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTS OV) revisamos la Tabla 25-1 y procedemos a obtener el nivel de servicio de la Vía 18 de Marzo.

$$PTS\ OV = 25 \%$$

El nivel de servicio es A.

3.3.1.1.10. Cálculo de la Capacidad

Por medio de la utilización de la ecuación 4 Factor de corrección por composición del tráfico calculamos la capacidad de la vía 18 de marzo.

Ecuación 4:

$$f_P = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1) + P_B(E_B - 1)}$$

Donde:

$f_P =$ Factor de corrección por composición del tráfico

$P_C =$ Proporción de camiones en el tráfico, expresado en decimal

$P_R =$ Proporción de vehículos recreacionales en el tráfico, expresado en decimal

P_B = Proporción de autobuses en el tráfico, expresado en decimal

E_C = Equivalente del número de vehículos por camiones. (Tabla 4-1)

E_R = Equivalente del número de vehículos recreacionales. (Tabla 4-1)

E_B = Equivalente del número de vehículos por autobuses. (Tabla 4-1)

Datos:

$$P_C = 0,14$$

$$P_R = 0,00$$

$$P_B = 0,02$$

$$E_C = 2 \text{ (Tabla 4-1)}$$

$$E_R = 2,2 \text{ (Tabla 4-1)}$$

$$E_B = 1,8 \text{ (Tabla 4-1)}$$

$$f_P = \frac{1}{1 + 0,14(2 - 1) + 0(2,2 - 1) + 0,02(1,8 - 1)}$$

$$f_P = 0,86$$

Ecuación 3

$$C = 2800 * f_C * f_A * f_P * f_R * (l/C)_E$$

Donde:

C = Capacidad de la vía (veh/h)

f_C = Factor de corrección por ancho de carriles, (Tabla 2-1)

f_A = Factor de corrección por ancho de arcenes o bermas. (Tabla 3-1)

f_P = Factor de corrección por composición del tráfico. Utilizar Ecuación 4

f_R = Factor de corrección por reparto de circulación por sentidos. (Tabla 5-1)

$(l/C)_E$ = Relación entre intensidad y capacidad ideal para el nivel de servicio E. (Tabla 6-1)

Datos:

Ancho de carril = 3,80 m.

Ancho de berma = 0 m.

Reparto por sentido = Un sentido

$$f_C = 1$$

$$f_A = 0,70$$

$$f_P = 0,86$$

$$f_R = 0,71$$

$$(l/c)_E = 1$$

$$C = 2800 * 1 * 0,70 * 0,86 * 0,71 * 1$$

$$C = 1203 \text{ veh/h}$$

La capacidad de la Vía 18 de Marzo es de 1203 vehículos por hora y actualmente su volumen hora pico no presenta congestión alguna en ambos sentidos, por lo que refleja que la vía no se encuentra saturada y su nivel de servicio es óptimo siendo de nivel A.

3.3.1.1.11. Relación Volumen Capacidad

Ecuación 18:

$$\frac{v}{c} = \frac{V_i}{C} = \frac{V_p}{C}$$

v/c = Relación volumen capacidad

V_i = Equivalente de vehículos livianos en el flujo para un período pico de 15 minutos (veh/h)

C = Se utiliza la capacidad real de la vía

Datos:

$$V_i = V_p = 321 \text{ veh/h}$$

$$C = 1203 \text{ veh/h}$$

$$v/c = \frac{321 \text{ veh/h}}{1203 \text{ veh/h}}$$

$$v/c = 0,27 \%$$

La relación volumen capacidad nos da como resultado 0,27 este valor indica que la vía no se encuentra congestionada.

3.3.1.2. Vía Cacique Achamba

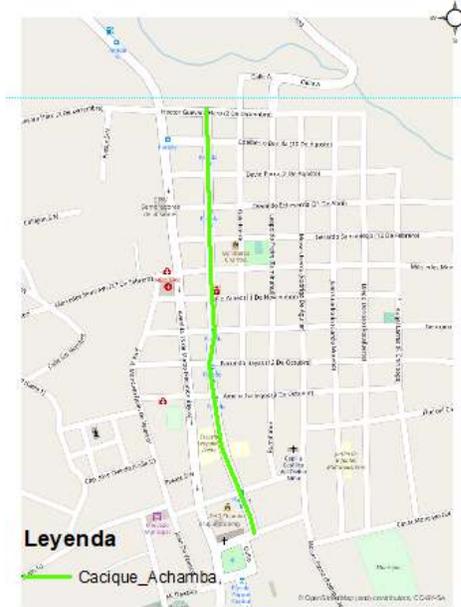


Figura 8-3: Vía Cacique Achamba

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 12-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Cacique Achamba

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
10:30-10:45	3	45	1	5	54	178
10:45-11:00	2	35	2	1	40	
11:00-11:15	2	32	1	4	39	
11:15-11:30	2	40	2	1	45	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 13-3: Composición vehicular hora pico de la vía Cacique Achamba

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	9	152	6	11	178
Porcentaje de la composición vehicular	5,06	85,39	3,37	6,18	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 14-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Cacique Achamba

Íte m	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo	Velocidad km/h									
1	100	12	30	100	10	36	100	12	30	100	10	36
2	100	10	36	100	12	30	100	13	28	100	12	30
3	100	8	45	100	10	36	100	12	30	100	9	40
4	100	12	30	100	10	36	100	12	30	100	12	30
5				100	9	40	100	13	28	100	13	28
6				100	9	40						
7				100	12	30						
8				100	10	36						
9				100	12	30						
10				100	14	26						
11				100	10	36						
12				100	9	40						
13				100	8	45						
14				100	10	36						
15				100	12	30						
16				100	13	28						
17				100	10	36						
18				100	12	30						
19				100	12	30						
20				100	8	45						
21				100	9	40						
22				100	8	45						
23				100	11	33						
24				100	8	45						
25				100	9	40						
26				100	12	30						
27				100	9	40						
28				100	8	45						
29				100	9	40						
30				100	9	40						
31				100	11	33						
32				100	9	40						
33				100	11	33						
34				100	7	51						
35				100	12	30						
36				100	10	36						
37				100	7	51						
38				100	9	40						

39				100	12	30						
40				100	9	40						
41				100	8	45						
42				100	10	36						
43				100	11	33						
44				100	9	40						
45				100	8	45						
46				100	11	33						
47				100	9	40						
48				100	10	36						
49				100	9	40						
50				100	11	33						

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 15-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Cacique Achamba

Factor de ajuste por vehículos pesados	
Datos:	Ecuación 13:
$P_T = 0,0955$	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$ $f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,0955(1,7 - 1) + 0(1 - 1)}$ $f_{HV} = 0,94$
$E_T = 1,7$ (Tabla 17-1)	
$P_R = 0$	
$E_R = 1$	
Velocidad a flujo libre estimada (FFS)	
Caso 1	
Datos:	Ecuación 5:
$S_{FM} = 36$ km/h	$FFS = S_{FM} + 0,0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$ $FFS = 36 \text{ km/h} + 0,0125 \frac{64}{0,94}$ $FFS = 36,9 \text{ km/h}$
$V_f = 64$	
$f_{HV} = 0,94$	
Caso 2	
Datos:	Ecuación 7:
BFFS = 40 km/h	$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$ $FFS = 40 \text{ km/h} - 4,2 \text{ km/h} - 8 \text{ km/h}$ $FFS = 27,8 \text{ km/h}$
$f_{LS} = 4,2$ km/h (Tabla 11-1)	
$f_A = 8$ km/h (Tabla 12-1)	
Factor hora pico (FHP)	
Datos:	Ecuación 11:

$V = 178 \text{ veh/h}$	$FHP = \frac{V}{4 * V_{15}}$ $FHP = \frac{178}{4 * 54}$ $FHP = 0,82$
$V_{15} = 54 \text{ veh/h}$	
Determinación de la tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el período pico de 15 min (veh/h)	
Datos:	Ecuación 8:
$V = 178 \text{ (veh/h)}$	$V_p = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $V_p = \frac{178}{0,82 * 1 * 0,94}$ $V_p = 230$
$FHP = 0,82$	
$f_G = 1 \text{ (Tabla 13-1)}$	
$f_{HV} = 0,94$	
Determinación del porcentaje de zonas de No Adelantamiento	
Datos:	Ecuación 1:
$L_{TL} = 1706 \text{ m}$	$\%ZNR = \frac{L_{TL} - L_R}{L_{TL}} * 100$ $\%ZNR = \frac{(1706 - 1500)m}{1706 \text{ m}} * 100$ $\%ZNR = 12,08 \%$
$L_R = 1500 \text{ m}$	
Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)	
Caso 1	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 36,9 \text{ km/h}$	$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$ $ATS = 36,9 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 0,0125 \left(230 \frac{\text{veh}}{\text{h}} \right) - 0$ $ATS = 34,03 \text{ km/h}$
$V_p = 230 \text{ veh/h}$	
$f_{np} = 0 \text{ (Tabla 22-1)}$	
Caso 2	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 27,8 \text{ km/h}$	$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$ $ATS = 27,8 \text{ km/h} - 0,0125 \left(230 \frac{\text{veh}}{\text{h}} \right) - 0$ $ATS = 24,92 \text{ km/h}$
$V_p = 230 \text{ (veh/h)}$	
$f_{np} = 0 \text{ (Tabla 22-1)}$	
Base del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo BPTSV para ambas direcciones de recorrido combinado	
Datos:	Ecuación 17:

$V_p = 230 \text{ veh/h}$	$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$ $BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879(230\frac{veh}{h})})$ $BPTSV = 18$
Porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV)	
Datos:	Ecuación 16:
$BPTSV = 18 \text{ veh/h}$	$PTSOV = BPTSV + f_{d/np}$
$f_{d/np} = 0$ (Tabla 23-1)	$PTSOV = 18 \text{ veh/h} + 0$
	$PTSOV = 18 \%$
Determinación del Nivel de Servicio	
En base al porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV) revisamos la Tabla 25-1 y procedemos a obtener el nivel de servicio de la Vía Cacique Achamba.	
$PTSOV = 18 \%$	
El nivel de servicio es A.	
Cálculo de la Capacidad	
Datos:	Ecuación 4:
$P_C = 0,06$	$f_P = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1) + P_B(E_B - 1)}$
$P_R = 0,00$	$f_P = \frac{1}{1 + 0,06(2 - 1) + 0(2,2 - 1) + 0,03(1,8 - 1)}$
$P_B = 0,03$	$f_P = 0,92$
$E_C = 2$ (Tabla 4-1)	
$E_R = 2,2$ (Tabla 4-1)	
$E_B = 1,8$ (Tabla 4-1)	
Datos:	Ecuación 3
Ancho de carril = 3,70 m.	$C = 2800 * f_C * f_A * f_P * f_R * (l/C)_E$
Ancho de berma = 0 m.	$C = 2800 * 1 * 0,70 * 0,92 * 0,71 * 1$
Reparto por sentido = Un sentido	$C = 1278 \text{ veh/h}$
$f_C = 1$ (Tabla 2-1)	
$f_A = 0,70$ (Tabla 3-1)	
$f_P = 0,92$	
$f_R = 0,71$ (Tabla 5-1)	
$(l/C)_E = 1$ (Tabla 6-1)	
Relación Volumen Capacidad	
Datos:	Ecuación 18:

$V_i = V_p = 230 \text{ veh/h}$	$\frac{v}{c} = \frac{V_i}{C} = \frac{V_p}{C}$ $v/c = \frac{230 \text{ veh/h}}{1278 \text{ veh/h}}$ $v/c = 0,18 \%$
$C = 1278 \text{ veh/h}$	

Fuente: Fichas de observación de la vía Cacique Achamba

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.3.1.3. Vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre

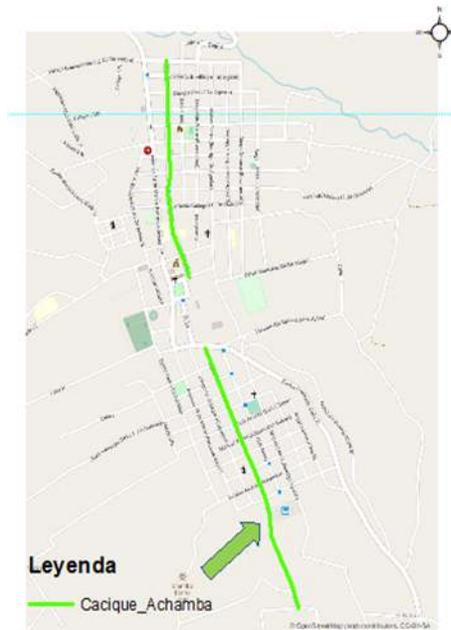


Figura 9-3: Vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 16-3: Conteo volumétrico den la hora pico de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Norte-Sur

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
7:45-8:00	1	14	1	2	18	70
8:00-8:15	3	13		0	16	
8:15-8:30	1	18		1	20	
8:30-8:45		13	1	2	16	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 17-3: Conteo volumétrico de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Sur-Norte

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
7:45-8:00		11		2	13	62
8:00-8:15	2	18		0	20	
8:15-8:30	1	11		3	15	
8:30-8:45	2	10	1	1	14	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 18-3: Composición vehicular hora pico de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Norte - Sur

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	5	58	2	5	70
Porcentaje de la composición vehicular	7,14	82,86	2,86	7,14	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 19-3: Composición vehicular hora pico de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Sur - Norte

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	5	50	1	6	62
Porcentaje de la composición vehicular	8,06	80,65	1,61	9,68	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 20-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Norte - Sur

Ítem	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)
1	100	8	45	100	9	40	100	12	30	100	10	36
2	100	12	30	100	12	30	100	11	33	100	12	30
3	100	12	30	100	14	26				100	9	40
4	100	10	36	100	10	36				100	12	30
5				100	10	36				100	13	28
6				100	9	40				100	11	33
7				100	12	30				100	10	36
8				100	10	36				100	9	40
9				100	12	30						
10				100	10	36						
11				100	11	33						
12				100	9	40						

13			100	10	36							
14			100	11	33							
15			100	12	30							
16			100	11	33							
17			100	11	33							
18			100	9	40							
19			100	10	36							
20			100	10	36							
21			100	10	36							
22			100	8	45							
23			100	10	36							
24			100	8	45							
25			100	9	40							
26			100	12	30							
27			100	11	33							
28			100	10	36							
29			100	9	40							
30			100	9	40							
31			100	9	40							
32			100	10	36							
33			100	11	33							
34			100	10	36							
35			100	12	30							
36			100	11	33							
37			100	10	36							
38			100	9	40							
39			100	10	36							
40			100	9	40							
41			100	8	45							
42			100	10	36							
43			100	10	36							
44			100	10	36							
45			100	9	40							
46			100	9	40							
47			100	10	36							
48			100	10	36							
49			100	9	40							
50			100	9	40							

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 21-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre sentido Sur - Norte

Ít e m	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)									
1	100	11	33	100	10	36	100	12	30	100	10	36
2	100	12	30	100	12	30	100	13	28	100	12	30
3				100	10	36				100	9	40
4				100	10	36				100	12	30
5				100	9	40				100	13	28
6				100	9	40				100	10	36
7				100	12	30				100	9	40
8				100	10	36				100	9	40
9				100	12	30				100	10	36
10				100	14	26				100	10	36
11				100	10	36						
12				100	9	40						
13				100	8	45						
14				100	10	36						
15				100	12	30						
16				100	13	28						
17				100	10	36						
18				100	12	30						
19				100	12	30						
20				100	8	45						
21				100	9	40						
22				100	8	45						
23				100	11	33						
24				100	8	45						
25				100	9	40						
26				100	12	30						
27				100	9	40						
28				100	8	45						
29				100	9	40						
30				100	9	40						
31				100	11	33						
32				100	9	40						
33				100	11	33						
34				100	7	51						
35				100	12	30						
36				100	10	36						
37				100	7	51						

38				100	9	40						
39				100	12	30						
40				100	9	40						
41				100	8	45						
42				100	10	36						
43				100	11	33						
44				100	9	40						
45				100	8	45						
46				100	11	33						
47				100	9	40						
48				100	10	36						
49				100	9	40						
50				100	11	33						

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 22-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre

Factor de ajuste por vehículos pesados	
Datos:	Ecuación 13:
$P_T = 0,1065$	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$ $f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,1065(1,7 - 1) + 0(1 - 1)}$ $f_{HV} = 0,93$
$E_T = 1,7$ (Tabla 17-1)	
$P_R = 0$	
$E_R = 1$	
Velocidad a flujo libre estimada (FFS)	
Caso 1	
Datos:	Ecuación 5:
$S_{FM} = 36$ km/h	$FFS = S_{FM} + 0,0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$ $FFS = 36 \text{ km/h} + 0,0125 \frac{64}{0,93}$ $FFS = 37,3 \text{ km/h}$
$V_f = 64$	
$f_{HV} = 0,93$	
Caso 2	
Datos:	Ecuación 7:
BFFS = 40 km/h	$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$ $FFS = 40 \text{ km/h} - 4,2 \text{ km/h} - 8 \text{ km/h}$ $FFS = 27,8 \text{ km/h}$
$f_{LS} = 4,2$ km/h (Tabla 11-1)	
$f_A = 8$ km/h (Tabla 12-1)	
Factor hora pico (FHP)	

Datos:	Ecuación 11:
$V = 132$ veh/h	$FHP = \frac{V}{4 * V_{15}}$ $FHP = \frac{132}{4 * 40}$ $FHP = 0,83$
$V_{15} = 40$ veh/h	
Determinación de la tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el período pico de 15 min (veh/h)	
Datos:	Ecuación 8:
$V = 178$ (veh/h)	$V_p = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $V_p = \frac{132}{0,83 * 1 * 0,93}$ $V_p = 172$
FHP = 0,83	
$f_G = 1$ (Tabla 13-1)	
$f_{HV} = 0,93$	
Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido del viaje (v_d)	
Datos:	Ecuación 9:
$V = 70$ (veh/h)	$v_d = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_d = \frac{70}{0,83 * 1 * 0,93}$ $v_d = 91$
FHP = 0,83	
$f_G = 1$ (Tabla 13-1)	
$f_{HV} = 0,93$	
Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido opuesto del viaje (v_o)	
Datos:	Ecuación 10:
$V_o = 62$ (veh/h)	$v_o = \frac{V_o}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_o = \frac{62}{0,83 * 1 * 0,93}$ $v_o = 81$
FHP = 0,83	
$f_G = 1$ (Tabla 13-1)	
$f_{HV} = 0,93$	
Determinación del porcentaje de zonas de No Adelantamiento	
Datos:	Ecuación 1:
$L_{TL} = 2210$ m	$\%ZNR = \frac{L_{TL} - L_R}{L_{TL}} * 100$ $\%ZNR = \frac{(2210 - 1818)m}{2210 m} * 100$ $\%ZNR = 17,74 \%$
$L_R = 1818$ m	
Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)	

Caso 1	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 37,3 \text{ km/h}$	$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$
$V_p = 172 \text{ veh/h}$	$ATS = 37,3 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 0,0125 \left(172 \frac{\text{veh}}{\text{h}}\right) - 0$
$f_{np} = 0 \text{ (Tabla 22-1)}$	$ATS = 35,11 \text{ km/h}$
Caso 2	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 27,8 \text{ km/h}$	$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$
$V_p = 172 \text{ (veh/h)}$	$ATS = 27,8 \text{ km/h} - 0,0125 \left(172 \frac{\text{veh}}{\text{h}}\right) - 0$
$f_{np} = 0 \text{ (Tabla 22-1)}$	$ATS = 25,65 \text{ km/h}$
Base del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo BPTSV para ambas direcciones de recorrido combinado	
Datos:	Ecuación 17:
	$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$
$V_p = 172 \text{ veh/h}$	$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879(172 \frac{\text{veh}}{\text{h}})})$
	$BPTSV = 14$
Porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV)	
Datos:	Ecuación 16:
$BPTSV = 14 \text{ veh/h}$	$PTSOV = BPTSV + f_{a/np}$
$f_{a/np} = 0 \text{ (Tabla 23-1)}$	$PTSOV = 14 + 0$
	$PTSOV = 14 \%$
Determinación del Nivel de Servicio	
En base al porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV) revisamos la Tabla 25-1 y procedemos a obtener el nivel de servicio de la Vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre.	
$PTSOV = 14 \%$	
El nivel de servicio es A.	
Cálculo de la Capacidad	
Datos:	Ecuación 4:
$P_C = 0,17$	$f_P = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1) + P_B(E_B - 1)}$
$P_R = 0,00$	
$P_B = 0,04$	

$E_C = 2$ (Tabla 4-1)	$f_P = \frac{1}{1 + 0,16(2 - 1) + 0(2,2 - 1) + 0,04(1,8 - 1)}$ $f_P = 0,84$
$E_R = 2,2$ (Tabla 4-1)	
$E_B = 1,8$ (Tabla 4-1)	
Datos:	Ecuación 3 $C = 2800 * f_C * f_A * f_P * f_R * (l/C)_E$ $C = 2800 * 0,93 * 0,70 * 0,84 * 0,94 * 0,87$ $C = 1238 \text{ veh/h}$
Ancho de carril = 3,25 m.	
Ancho de berma = 0 m.	
Reparto por sentido = 60 – 40	
$f_C = 0,93$ (Tabla 2-1)	
$f_A = 0,70$ (Tabla 3-1)	
$f_P = 0,83$	
$f_R = 0,94$ (Tabla 5-1)	
$(l/C)_E = 0,87$ (Tabla 6-1)	
Relación Volumen Capacidad	
Datos:	Ecuación 18: $\frac{v}{c} = \frac{V_i}{C} = \frac{V_p}{C}$ $v/c = \frac{172 \text{ veh/h}}{1238 \text{ veh/h}}$ $\frac{v}{c} = 0,14 \%$
$V_i = V_p = 172 \text{ veh/h}$	
$C = 1238 \text{ veh/h}$	

Fuente: Fichas de observación de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.3.1.4. Vía Carlos Cuadrado



Figura 10-3: Vía Carlos Cuadrado
Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 23-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Carlos Cuadrado sentido Este - Oeste

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
9:45-10:00	4	17		2	23	121
10:00-10:15	4	24		5	33	
10:15-10:30		32	1	5	38	
10:30-10:45	1	21		5	27	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 24-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Carlos Cuadrado sentido Oeste - Este

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
9:45-10:00	3	19	1	3	26	82
10:00-10:15		11		0	11	
10:15-10:30		18		8	26	
10:30-10:45	1	16		2	19	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 25-3: Composición vehicular hora pico de la vía Carlos Cuadrado sentido Este - Oeste

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	9	94	1	17	121
Porcentaje de la composición vehicular	7,44	77,69	0,83	14,05	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 26-3: Composición vehicular hora pico de la vía Carlos Cuadrado sentido Oeste - Este

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	4	64	1	13	82
Porcentaje de la composición vehicular	4,88	78,05	1,22	15,85	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 27-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Carlos Cuadrado sentido Este - Oeste

Ítem	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)
1	100	10	36	100	10	36	100	11	33	100	11	33
2	100	11	33	100	11	33	100	11	33	100	10	36
3	100	11	33	100	11	33				100	10	36
4	100	11	33	100	11	33				100	9	40
5				100	12	30				100	11	33
6				100	10	36				100	11	33

7				100	11	33				100	10	36
8				100	11	33				100	9	40
9				100	11	33						
10				100	10	36						
11				100	10	36						
12				100	9	40						
13				100	9	40						
14				100	9	40						
15				100	9	40						
16				100	9	40						
17				100	10	36						
18				100	10	36						
19				100	9	40						
20				100	9	40						
21				100	9	40						
22				100	8	45						
23				100	8	45						
24				100	9	40						
25				100	8	45						
26				100	9	40						
27				100	9	40						
28				100	8	45						
29				100	8	45						
30				100	10	36						
31				100	8	45						
32				100	8	45						
33				100	7	51						
34				100	8	45						
35				100	7	51						
36				100	7	51						
37				100	8	45						
38				100	7	51						
39				100	8	45						
40				100	7	51						
41				100	8	45						
42				100	9	40						
43				100	7	51						
44				100	7	51						
45				100	8	45						
46				100	7	51						
47				100	8	45						
48				100	8	45						

49			100	7	51							
50			100	7	51							

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 28-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Carlos Cuadrado sentido Oeste - Este

Ítem	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)
1	100	10	36	100	9	40	100	11	33	100	11	33
2	100	9	40	100	9	40	100	11	33	100	10	36
3				100	9	40				100	10	36
4				100	8	45				100	11	33
5				100	9	40				100	10	36
6				100	8	45				100	9	40
7				100	11	33				100	10	36
8				100	9	40				100	10	36
9				100	9	40				100	10	36
10				100	9	40				100	10	36
11				100	9	40						
12				100	9	40						
13				100	9	40						
14				100	8	45						
15				100	9	40						
16				100	8	45						
17				100	9	40						
18				100	8	45						
19				100	9	40						
20				100	8	45						
21				100	9	40						
22				100	8	45						
23				100	9	40						
24				100	8	45						
25				100	8	45						
26				100	9	40						
27				100	8	45						
28				100	9	40						
29				100	8	45						
30				100	9	40						
31				100	8	45						
32				100	9	40						
33				100	9	40						

34			100	9	40						
35			100	9	40						
36			100	9	40						
37			100	9	40						
38			100	9	40						
39			100	10	36						
40			100	9	40						
41			100	11	33						
42			100	9	40						
43			100	9	40						
44			100	10	36						
45			100	10	36						
46			100	10	36						
47			100	9	40						
48			100	8	45						
49			100	9	40						
50			100	8	45						

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 29-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Carlos Cuadrado

Factor de ajuste por vehículos pesados	
Datos:	Ecuación 13:
$P_T = 0,1597$	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$ $f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,1597(1,7 - 1) + 0(1 - 1)}$ $f_{HV} = 0,90$
$E_T = 1,7$ (Tabla 17-1)	
$P_R = 0$	
$E_R = 1$	
Velocidad a flujo libre estimada (FFS)	
Caso 1	
Datos:	Ecuación 5:
$S_{FM} = 40$ km/h	$FFS = S_{FM} + 0,0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$ $FFS = 40 \text{ km/h} + 0,0125 \frac{128}{0,90}$ $FFS = 41,8 \text{ km/h}$
$V_f = 128$	
$f_{HV} = 0,90$	
Caso 2	
Datos:	Ecuación 7:
BFFS = 40 km/h	$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$ $FFS = 40 \text{ km/h} - 4,2 \text{ km/h} - 8 \text{ km/h}$
$f_{LS} = 4,2$ km/h (Tabla 11-1)	

$f_A = 8 \text{ km/h}$ (Tabla 12-1)	$FFS = 27,8 \text{ km/h}$
Factor hora pico (FHP)	
Datos:	Ecuación 11:
$V = 203 \text{ veh/h}$	$FHP = \frac{V}{4 * V_{15}}$ $FHP = \frac{203}{4 * 64}$ $FHP = 0,79$
$V_{15} = 64 \text{ veh/h}$	
Determinación de la tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el período pico de 15 min (veh/h)	
Datos:	Ecuación 8:
$V = 203 \text{ (veh/h)}$	$V_p = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $V_p = \frac{203}{0,79 * 1 * 0,90}$ $V_p = 285$
$FHP = 0,79$	
$f_G = 1$ (Tabla 13-1)	
$f_{HV} = 0,90$	
Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido del viaje (v_d)	
Datos:	Ecuación 9:
$V = 121 \text{ (veh/h)}$	$v_d = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_d = \frac{121}{0,79 * 1 * 0,90}$ $v_d = 170$
$FHP = 0,79$	
$f_G = 1$ (Tabla 13-1)	
$f_{HV} = 0,90$	
Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido opuesto del viaje (v_o)	
Datos:	Ecuación 10:
$V_o = 82 \text{ (veh/h)}$	$v_o = \frac{V_o}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_o = \frac{82}{0,79 * 1 * 0,90}$ $v_o = 115$
$FHP = 0,79$	
$f_G = 1$ (Tabla 13-1)	
$f_{HV} = 0,90$	
Determinación del porcentaje de zonas de No Adelantamiento	
Datos:	Ecuación 1:
$L_{TL} = 3890 \text{ m}$	$\%ZNR = \frac{L_{TL} - L_R}{L_{TL}} * 100$ $\%ZNR = \frac{(3890 - 2695)m}{3890 m} * 100$
$L_R = 2695 \text{ m}$	

	$\%ZNR = 30,72 \%$
Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)	
Caso 1	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 41,8 \text{ km/h}$	$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$
$V_p = 285 \text{ veh/h}$	$ATS = 41,8 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 0,0125 \left(285 \frac{\text{veh}}{\text{h}} \right) - 1$
$f_{np} = 1 \text{ (Tabla 22-1)}$	$ATS = 37,27 \text{ km/h}$
Caso 2	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 27,8 \text{ km/h}$	$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$
$V_p = 285 \text{ (veh/h)}$	$ATS = 27,8 \text{ km/h} - 0,0125 \left(285 \frac{\text{veh}}{\text{h}} \right) - 1$
$f_{np} = 1 \text{ (Tabla 22-1)}$	$ATS = 23,24 \text{ km/h}$
Base del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo BPTSV para ambas direcciones de recorrido combinado	
Datos:	Ecuación 17:
	$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$
$V_p = 285 \text{ veh/h}$	$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879(285\frac{\text{veh}}{\text{h}})})$
	$BPTSV = 22,1$
Porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV)	
Datos:	Ecuación 16:
$BPTSV = 22,1 \text{ veh/h}$	$PTSOV = BPTSV + f_{d/np}$
$f_{d/np} = 11,8 \text{ (Tabla 23-1)}$	$PTSOV = 22,1 + 11,8$
	$PTSOV = 34 \%$
Determinación del Nivel de Servicio	
En base al porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV) revisamos la Tabla 25-1 y procedemos a obtener el nivel de servicio de la Vía Carlos Cuadrado	
$PTSOV = 34 \%$	
El nivel de servicio es A.	
Cálculo de la Capacidad	
Datos:	Ecuación 4:
$P_c = 0,30$	$f_p = \frac{1}{1 + P_c(E_c - 1) + P_R(E_R - 1) + P_B(E_B - 1)}$
$P_R = 0,00$	

$P_B = 0,02$	$f_P = \frac{1}{1 + 0,30(2 - 1) + 0(2,2 - 1) + 0,02(1,8 - 1)}$ $f_P = 0,76$
$E_C = 2$ (Tabla 4-1)	
$E_R = 2,2$ (Tabla 4-1)	
$E_B = 1,8$ (Tabla 4-1)	
Datos:	Ecuación 3
Ancho de carril = 2,75 m.	$C = 2800 * f_C * f_A * f_P * f_R * (I/C)_E$ $C = 2800 * 0,7 * 0,7 * 0,76 * 0,94 * 1$ $C = 980 \text{ veh/h}$
Ancho de berma = 0,2 m.	
Reparto por sentido = 60 - 40	
Pendiente = 1%	
$f_C = 0,7$ (Tabla 2-1)	
$f_A = 0,7$ (Tabla 3-1)	
$f_P = 0,76$	
$f_R = 0,94$ (Tabla 5-1)	
$(I/C)_E = 1$ (Tabla 6-1)	
Relación Volumen Capacidad	
Datos:	Ecuación 18:
$V_i = V_p = 172 \text{ veh/h}$	$\frac{v}{c} = \frac{V_i}{C} = \frac{V_p}{C}$ $v/c = \frac{169 \text{ veh/h}}{980 \text{ veh/h}}$ $v/c = 0,17 \%$
$C = 980 \text{ veh/h}$	

Fuente: Fichas de observación de la vía Carlos Cuadrado

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.3.2. Cálculo de capacidad y nivel de servicio en las vías de ingreso al cantón Chambo

3.3.2.1. Entrada Vía Ulpán – Julquis

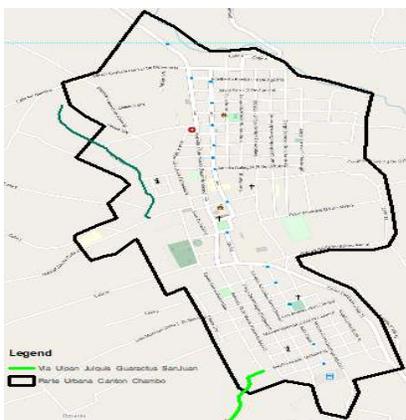


Figura 11-3: Entrada Vía Ulpán - Julquis

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 30-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Ulpán - Julquis sentido Norte – Sur

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
6:15-6:30		3		1	4	11
6:30-6:45	1	1		0	2	
6:45-7:00		3		0	3	
7:00-7:15		1		1	2	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 31-3: Conteo volumétrico de hora pico de la vía Ulpán – Julquis Sentido Sur – Norte

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
6:15-6:30		5		0	10	32
6:30-6:45	1	4		2	11	
6:45-7:00		3		0	6	
7:00-7:15		2		1	5	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 32-3: Composición vehicular hora pico de la vía Ulpán - Julquis sentido Norte – Sur

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	1	8	0	2	11
Porcentaje de la composición vehicular	9,09	72,73	0,00	18,18	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 33-3: Composición vehicular hora pico de la vía Ulpán - Julquis sentido Sur – Norte

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	1	14	0	3	18
Porcentaje de la composición vehicular	5,56	77,78	0,00	16,67	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 34-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Ulpán - Julquis sentido Norte – Sur

Ítem	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)
1	100	6	60	100	9	40				100	8	45
2				100	8	45				100	9	40
3				100	9	40						
4				100	9	40						
5				100	8	45						

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 35-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Ulpán - Julquis sentido Sur – Norte

Ítem	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)
1	100	7	51	100	8	45				100	9	40
2				100	8	45				100	10	36
3				100	8	45						
4				100	9	40						
5				100	9	40						

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 36-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Ulpán – Julquis

Factor de ajuste por vehículos pesados	
Datos:	Ecuación 13:
$P_T = 0,1742$	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$ $f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,1542(1,7 - 1) + 0(1 - 1)}$ $f_{HV} = 0,89$
$E_T = 1,7$ (Tabla 17-1)	
$P_R = 0$	
$E_R = 1$	
Velocidad a flujo libre estimada (FFS)	
Caso 1	

Datos:	Ecuación 5:
$S_{FM} = 44 \text{ km/h}$	$FFS = S_{FM} + 0,0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$ $FFS = 44 \text{ km/h} + 0,0125 \frac{16}{0,89}$ $FFS = 43,8 \text{ km/h}$
$V_f = 16$	
$f_{HV} = 0,89$	
Caso 2	
Datos:	Ecuación 7:
BFFS = 60 km/h	$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$ $FFS = 60 \text{ km/h} - 4,2 \text{ km/h} - 0 \text{ km/h}$ $FFS = 55,8 \text{ km/h}$
$f_{LS} = 4,2 \text{ km/h}$ (Tabla 11-1)	
$f_A = 0 \text{ km/h}$ (Tabla 12-1)	
Factor hora pico (FHP)	
Datos:	Ecuación 11:
$V = 29 \text{ veh/h}$	$FHP = \frac{V}{4 * V_{15}}$ $FHP = \frac{29}{4 * 11}$ $FHP = 0,66$
$V_{15} = 11 \text{ veh/h}$	
Determinación de la tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el período pico de 15 min (veh/h)	
Datos:	Ecuación 8:
$V = 29 \text{ (veh/h)}$	$V_p = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $V_p = \frac{29}{0,66 * 1 * 0,89}$ $V_p = 49$
FHP = 0,66	
$f_G = 1$ (Tabla 13-1)	
$f_{HV} = 0,89$	
Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido del viaje (v_d)	
Datos:	Ecuación 9:
$V = 11 \text{ (veh/h)}$	$v_d = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_d = \frac{11}{0,66 * 1 * 0,89}$ $v_d = 19$
FHP = 0,66	
$f_G = 1$ (Tabla 13-1)	
$f_{HV} = 0,89$	
Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido opuesto del viaje (v_o)	
Datos:	Ecuación 10:

$V_o = 18$ (veh/h)	$v_o = \frac{V_o}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_o = \frac{18}{0,66 * 1 * 0,89}$ $v_o = 31$
FHP = 0,66	
$f_G = 1$ (Tabla 13-1)	
$f_{HV} = 0,89$	
Determinación del porcentaje de zonas de No Adelantamiento	
Datos:	Ecuación 1:
$L_{TL} = 8160$ m	$\%ZNR = \frac{L_{TL} - L_R}{L_{TL}} * 100$ $\%ZNR = \frac{(8160 - 6561)m}{8160 m} * 100$ $\%ZNR = 19,60 \%$
$L_R = 6561$ m	
Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)	
Caso 1	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 43,8$ km/h	$ATS = FFS - 0,0125 V_P - f_{np}$ $ATS = 43,8 \frac{km}{h} - 0,0125 \left(49 \frac{veh}{h} \right) - 0$ $ATS = 43,20 \text{ km/h}$
$V_P = 49$ veh/h	
$f_{np} = 0$ (Tabla 22-1)	
Caso 2	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 55,8$ km/h	$ATS = FFS - 0,0125 V_P - f_{np}$ $ATS = 55,8 \text{ km/h} - 0,0125 \left(49 \frac{veh}{h} \right) - 0$ $ATS = 55,18 \text{ k/h}$
$V_P = 49$ (veh/h)	
$f_{np} = 0$ (Tabla 22-1)	
Base del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo BPTSV para ambas direcciones de recorrido combinado	
Datos:	Ecuación 17:
$V_p = 49$ veh/h	$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$ $BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879(49\frac{veh}{h})})$ $BPTSV = 4,2$
Porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV)	
Datos:	Ecuación 16:
$BPTSV = 4,2$ veh/h	$PTSOV = BPTSV + f_{d/np}$ $PTSOV = 4,2 \text{ veh/h} + 1,6$ $PTSOV = 6 \%$
$f_{d/np} = 1,6$ (Tabla 23-1) Tiene un reparto por sentido de 60 / 40	

Determinación del Nivel de Servicio	
<p>En base al porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV) revisamos la Tabla 25-1 y procedemos a obtener el nivel de servicio de la Vía Ulpán – Julquis</p> <p style="text-align: center;">$PTSOV = 6 \%$</p> <p>El nivel de servicio es A.</p>	
Cálculo de la Capacidad	
Datos:	Ecuación 4:
$P_C = 0,17$	$f_P = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1) + P_B(E_B - 1)}$ $f_P = \frac{1}{1 + 0,17(2 - 1) + 0(2,2 - 1) + 0,02(1,8 - 1)}$ $f_P = 0,85$
$P_R = 0,00$	
$P_B = 0,00$	
$E_C = 2$ (Tabla 4-1)	
$E_R = 2,2$ (Tabla 4-1)	
$E_B = 1,8$ (Tabla 4-1)	
Datos:	Ecuación 3
Ancho de carril = 3,36	$C = 2800 * f_C * f_A * f_P * f_R * (l/c)_E$ $C = 2800 * 0,93 * 0,7 * 0,85 * 0,94 * 1$ $C = 1459 \text{ veh/h}$
Ancho de berma = 0,25 m.	
Reparto por sentido = 60 – 40	
Pendiente = 0,75%	
$f_C = 0,93$ (Tabla 2-1)	
$f_A = 0,7$ (Tabla 3-1)	
$f_P = 0,85$	
$f_R = 0,94$ (Tabla 5-1)	
$(l/c)_E = 1$ (Tabla 6-1)	
Relación Volumen Capacidad	
Datos:	Ecuación 18:
$V_i = V_p = 49 \text{ veh/h}$	$\frac{v}{c} = \frac{V_i}{C} = \frac{V_p}{C}$ $v/c = \frac{49 \text{ veh/h}}{1459 \text{ veh/h}}$ $v/c = 0,03 \%$
$C = 1459 \text{ veh/h}$	

Fuente: Fichas de observación de la vía Ulpán - Julquis

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.3.2.2. Entrada Vía Chambo – Quimiag



Figura 12-3: Entrada Vía Chambo - Quimiag

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 37-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Chambo – Quimiag sentido Norte – Sur

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
7:30-7:45	1	17		0	18	58
7:45-8:00	4	12		0	16	
8:00-8:15	1	8		3	12	
8:15-8:30		7		5	12	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 38-3: Conteo volumétrico de hora pico de la vía Chambo – Quimiag sentido Sur – Norte

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
7:30-7:45	3	12		0	15	59
7:45-8:00	2	14		1	17	
8:00-8:15	1	6		1	8	
8:15-8:30	2	13		4	19	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 39-3: Composición vehicular hora pico de la vía Chambo – Quimiag sentido Norte – Sur

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	6	44	0	8	58
Porcentaje de la composición vehicular	10,34	75,86	0,00	13,79	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 40-3: Composición vehicular hora pico de la vía Chambo – Quimiag sentido Sur – Norte

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	8	45	0	6	59
Porcentaje de la composición vehicular	13,58	76,27	0,00	10,17	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 41-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Chambo – Quimiag sentido Norte – Sur

Ítem	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)
1	100	8	45	100	7	51	100	9	40	100	9	40
2	100	9	40	100	8	45	100	10	36	100	9	40
3	100	8	45	100	8	45				100	9	40
4	100	9	40	100	7	51				100	10	36
5				100	8	45				100	9	40
6				100	8	45				100	9	40
7				100	8	45				100	9	40
8				100	9	40				100	10	36
9				100	9	40						
10				100	9	40						
11				100	9	40						
12				100	7	51						
13				100	8	45						
14				100	8	45						
15				100	8	45						
16				100	9	40						
17				100	9	40						
18				100	9	40						
19				100	9	40						
20				100	7	51						
21				100	8	45						
22				100	8	45						
23				100	8	45						
24				100	8	45						
25				100	9	40						
26				100	8	45						
27				100	9	40						
28				100	8	45						
29				100	8	45						
30				100	8	45						

31			100	9	40							
32			100	9	40							
33			100	9	40							
34			100	8	45							
35			100	8	45							
36			100	9	40							
37			100	9	40							
38			100	9	40							
39			100	9	40							
40			100	8	45							
41			100	8	45							
42			100	8	45							
43			100	8	45							
44			100	8	45							
45			100	9	40							
46			100	7	51							
47			100	8	45							
48			100	8	45							
49			100	8	45							
50			100	8	45							

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 42-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Chambo – Quimiag sentido Sur – Norte

Ítem	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)
1	100	9	40	100	8	45	100	11	33	100	10	36
2	100	8	45	100	9	40	100	11	33	100	11	33
3				100	8	45				100	10	36
4				100	8	45				100	11	33
5				100	9	40				100	10	36
6				100	8	45				100	10	36
7				100	8	45				100	10	36
8				100	9	40				100	11	33
9				100	9	40				100	10	36
10				100	9	40				100	11	33
11				100	8	45						
12				100	9	40						
13				100	9	40						
14				100	8	45						
15				100	9	40						

16				100	9	40						
17				100	9	40						
18				100	9	40						
19				100	8	45						
20				100	9	40						
21				100	8	45						
22				100	9	40						
23				100	8	45						
24				100	9	40						
25				100	9	40						
26				100	10	36						
27				100	9	40						
28				100	10	36						
29				100	8	45						
30				100	9	40						
31				100	9	40						
32				100	8	45						
33				100	8	45						
34				100	9	40						
35				100	8	45						
36				100	8	45						
37				100	9	40						
38				100	10	36						
39				100	8	45						
40				100	11	33						
41				100	9	40						
42				100	11	33						
43				100	11	33						
44				100	11	33						
45				100	9	40						
46				100	9	40						
47				100	11	33						
48				100	10	36						
49				100	10	36						
50				100	10	36						

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 43-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Chambo – Quimiag

Factor de ajuste por vehículos pesados	
Datos:	Ecuación 13:
$P_T = 0,1198$	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$ $f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,1198(4,2 - 1) + 0(1 - 1)}$ $f_{HV} = 0,72$
$E_T = 4,2$ (Tabla 17-1)	
$P_R = 0$	
$E_R = 1$	
Velocidad a flujo libre estimada (FFS)	
Caso 1	
Datos:	Ecuación 5:
$S_{FM} = 41$ km/h	$FFS = S_{FM} + 0,0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$ $FFS = 41 \text{ km/h} + 0,0125 \frac{128}{0,72}$ $FFS = 43,4 \text{ km/h}$
$V_f = 128$	
$f_{HV} = 0,72$	
Caso 2	
Datos:	Ecuación 7:
BFFS = 60 km/h	$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$ $FFS = 60 \text{ km/h} - 7,5 \text{ km/h} - 0 \text{ km/h}$ $FFS = 52,5 \text{ km/h}$
$f_{LS} = 7,5$ km/h (Tabla 11-1)	
$f_A = 0$ km/h (Tabla 12-1)	
Factor hora pico (FHP)	
Datos:	Ecuación 11:
$V = 117$ veh/h	$FHP = \frac{V}{4 * V_{15}}$ $FHP = \frac{117}{4 * 37}$ $FHP = 0,79$
$V_{15} = 37$ veh/h	
Determinación de la tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el período pico de 15 min (veh/h)	
Datos:	Ecuación 8:
$V = 117$ (veh/h)	$V_p = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $V_p = \frac{117}{0,79 * 0,75 * 0,72}$ $V_p = 273$
FHP = 0,79	
$f_G = 0,75$ (Tabla 15-1)	
$f_{HV} = 0,72$	

Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido del viaje (v_d)	
Datos:	Ecuación 9:
$V = 58$ (veh/h)	$v_d = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_d = \frac{58}{0,79 * 0,75 * 0,72}$ $v_d = 135$
FHP = 0,79	
$f_G = 0,75$ (Tabla 15-1)	
$f_{HV} = 0,72$	
Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido opuesto del viaje (v_o)	
Datos:	Ecuación 10:
$V_o = 59$ (veh/h)	$v_o = \frac{V_o}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_o = \frac{59}{0,79 * 0,75 * 0,72}$ $v_o = 138$
FHP = 0,79	
$f_G = 0,75$ (Tabla 15-1)	
$f_{HV} = 0,72$	
Determinación del porcentaje de zonas de No Adelantamiento	
Datos:	Ecuación 1:
$L_{TL} = 15100$ m	$\%ZNR = \frac{L_{TL} - L_R}{L_{TL}} * 100$ $\%ZNR = \frac{(15100 - 5320)m}{15100 m} * 100$ $\%ZNR = 64,77 \%$
$L_R = 5320$ m	
Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)	
Caso 1	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 43,4$ km/h	$ATS = FFS - 0,0125 V_P - f_{np}$ $ATS = 43,4 \frac{km}{h} - 0,0125 \left(273 \frac{veh}{h} \right) - 0$ $ATS = 39,95 \text{ km/h}$
$V_P = 273$ veh/h	
$f_{np} = 0$ (Tabla 22-1)	
Caso 2	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 52,5$ km/h	$ATS = FFS - 0,0125 V_P - f_{np}$ $ATS = 52,5 \text{ km/h} - 0,0125 \left(273 \frac{veh}{h} \right) - 0$ $ATS = 49,09 \text{ km/h}$
$V_P = 273$ (veh/h)	
$f_{np} = 0$ (Tabla 22-1)	

Base del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo BPTSV para ambas direcciones de recorrido combinado	
Datos:	Ecuación 17:
$V_p = 273 \text{ veh/h}$	$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$ $BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879(273\frac{veh}{h})})$ $BPTSV = 21,3$
Porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV)	
Datos:	Ecuación 16:
$BPTSV = 21,3 \text{ veh/h}$	$PTSOV = BPTSV + f_{d/np}$ $PTSOV = 21,3 \text{ veh/h} + 20,2$ $PTSOV = 42 \%$
$f_{d/np} = 20,2$ (Tabla 23-1) Tiene un reparto por sentido de 50 / 50	
Determinación del Nivel de Servicio	
En base al porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV) revisamos la Tabla 25-1 y procedemos a obtener el nivel de servicio de la Vía Chambo – Quimiag.	
$PTSOV = 42 \%$	
El nivel de servicio es B.	
Cálculo de la Capacidad	
Datos:	Ecuación 4:
$P_c = 0,12$	$f_P = \frac{1}{1 + P_c(E_C - 1) + P_R(E_R - 1) + P_B(E_B - 1)}$ $f_P = \frac{1}{1 + 0,12(2 - 1) + 0(2,2 - 1) + 0,02(1,8 - 1)}$ $f_P = 0,89$
$P_R = 0,00$	
$P_B = 0,00$	
$E_C = 2$ (Tabla 4-1)	
$E_R = 2,2$ (Tabla 4-1)	
$E_B = 1,8$ (Tabla 4-1)	
Datos:	
Ancho de carril = 3,45	$C = 2800 * f_C * f_A * f_P * f_R * (l/C)_E$ $C = 2800 * 0,93 * 0,7 * 0,89 * 1 * 0,82$ $C = 1335 \text{ veh/h}$
Ancho de berma = 0 m.	
Reparto por sentido = 50 - 50	
Pendiente = 5,50 %	
$f_C = 0,93$ (Tabla 2-1)	
$f_A = 0,7$ (Tabla 3-1)	
$f_P = 0,89$	
$f_R = 1$ (Tabla 5-1)	

$(I/C)_E = 0,82$ (Tabla 6-1)	
Relación Volumen Capacidad	
Datos:	Ecuación 18:
$V_i = V_p = 273$ veh/h	$\frac{v}{c} = \frac{V_i}{C} = \frac{V_p}{C}$ $v/c = \frac{273 \text{ veh/h}}{1335 \text{ veh/h}}$ $v/c = 0,20 \%$
$C = 1335$ veh/h	

Fuente: Fichas de observación de la vía Chambo - Quimiag

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.3.2.3. Entrada Vía Riobamba – Chambo



Figura 13-3: Entrada Vía Riobamba - Chambo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 44-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Riobamba – Chambo sentido Norte – Sur

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
9:30-9:45	4	36	1	7	48	196
9:45-10:00	3	28	2	4	37	
10:00-10:15	3	38	1	7	49	
10:15-10:30	1	46	2	13	62	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 45-3: Conteo volumétrico de la hora pico de la vía Riobamba – Chambo sentido Sur – Norte

Conteo volumétrico vehicular						
Hora	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Volumen 15 min.	Volumen Hora Pico
9:30-9:45	1	49	1	13	64	263
9:45-10:00	5	57	1	11	74	
10:00-10:15	1	52	4	12	69	
10:15-10:30	2	47	1	6	56	

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 46-3: Composición vehicular hora pico de la vía Riobamba – Chambo sentido Norte – Sur

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	11	148	6	31	196
Porcentaje de la composición vehicular	5,61	75,51	3,06	15,82	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 47-3: Composición vehicular hora pico de la vía Riobamba – Chambo sentido Sur – Norte

Día	Motocicletas	Livianos	Buses	Pesados	Total
Hora Pico	9	205	7	42	263
Porcentaje de la composición vehicular	3,42	77,95	2,66	15,97	100,00

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 48-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Riobamba – Chambo sentido Norte – Sur

Ítem	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)
1	100	6	60	100	8	45	100	8	45	100	7	51
2	100	7	51	100	8	45	100	8	45	100	8	45
3				100	6	60	100	9	40	100	8	45
4				100	7	51	100	9	40	100	6	60
5				100	7	51	100	8	45	100	9	40
6				100	6	60				100	5	72
7				100	7	51				100	7	51
8				100	6	60				100	8	45
9				100	7	51				100	9	40
10				100	6	60				100	11	33
11				100	6	60				100	8	45
12				100	6	60				100	8	45

13				100	7	51				100	5	72
14				100	7	51						
15				100	8	45						
16				100	6	60						
17				100	7	51						
18				100	7	51						
19				100	7	51						
20				100	6	60						
21				100	6	60						
22				100	6	60						
23				100	8	45						
24				100	6	60						
25				100	6	60						
26				100	7	51						
27				100	6	60						
28				100	7	51						
29				100	6	60						
30				100	7	51						
31				100	6	60						
32				100	6	60						
33				100	7	51						
34				100	7	51						
35				100	6	60						
36				100	8	45						
37				100	6	60						
38				100	7	51						
39				100	8	45						
40				100	6	60						
41				100	9	40						
42				100	7	51						
43				100	7	51						
44				100	7	51						
45				100	6	60						
46				100	7	51						
47				100	8	45						
48				100	7	51						
49												
50												

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 49-3: Ficha de aforo de velocidades instantáneas de la vía Riobamba – Chambo sentido Sur – Norte

Ít e m	Motocicletas			Livianos			Buses			Pesados		
	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (km/h)									
1	100	7	51	100	7	51	100	8	45	100	8	45
2	100	6	60	100	5	72	100	9	40	100	8	45
3				100	6	60				100	7	51
4				100	5	72				100	8	45
5				100	6	60				100	9	40
6				100	5	72				100	9	40
7				100	6	60				100	9	40
8				100	7	51				100	9	40
9				100	6	60				100	8	45
10				100	5	72				100	7	51
11				100	6	60						
12				100	6	60						
13				100	7	51						
14				100	5	72						
15				100	6	60						
16				100	6	60						
17				100	6	60						
18				100	6	60						
19				100	5	72						
20				100	6	60						
21				100	5	72						
22				100	5	72						
23				100	5	72						
24				100	6	60						
25				100	5	72						
26				100	5	72						
27				100	6	60						
28				100	6	60						
29				100	6	60						
30				100	6	60						
31				100	6	60						
32				100	6	60						
33				100	6	60						
34				100	8	45						
35				100	6	60						
36				100	6	60						
37				100	7	51						

38				100	6	60						
39				100	7	51						
40				100	7	51						
41				100	6	60						
42				100	7	51						
43				100	7	51						
44				100	7	51						
45				100	7	51						
46				100	6	60						
47				100	7	51						
48				100	7	51						
49				100	7	51						
50				100	7	51						

Fuente: Fichas de conteo volumétrico vehicular, 2021

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Tabla 50-3: Cálculo del nivel de servicio y capacidad de la vía Riobamba – Chambo

Factor de ajuste por vehículos pesados	
Datos:	Ecuación 13:
$P_T = 0,1875$	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$ $f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,1875(4,1 - 1) + 0(1 - 1)}$ $f_{HV} = 0,63$
$E_T = 4,1$ (Tabla 17-1)	
$P_R = 0$	
$E_R = 1$	
Velocidad a flujo libre estimada (FFS)	
Caso 1	
Datos:	Ecuación 5:
$S_{FM} = 55$ km/h	$FFS = S_{FM} + 0,0125 \frac{V_f}{f_{HV}}$ $FFS = 55 \text{ km/h} + 0,0125 \frac{132}{0,65}$ $FFS = 57,1 \text{ km/h}$
$V_f = 132$	
$f_{HV} = 0,65$	
Caso 2	
Datos:	Ecuación 7:
BFFS = 90 km/h	$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$ $FFS = 90 \text{ km/h} - 4,2 \text{ km/h} - 0 \text{ km/h}$ $FFS = 85,8 \text{ km/h}$
$f_{LS} = 4,2$ km/h (Tabla 11-1)	
$f_A = 0$ km/h (Tabla 12-1)	
Factor hora pico (FHP)	
Datos:	Ecuación 11:

$V = 459$ veh/h	$FHP = \frac{V}{4 * V_{15}}$ $FHP = \frac{459}{4 * 136}$ $FHP = 0,84$
$V_{15} = 136$ veh/h	
Determinación de la tasa de flujo equivalente en vehículos livianos para el período pico de 15 min (veh/h)	
Datos:	Ecuación 8:
$V = 459$ (veh/h)	$V_p = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $V_p = \frac{459}{0,84 * 0,91 * 0,63}$ $V_p = 945$
$FHP = 0,84$	
$f_G = 0,91$ (Tabla 15-1)	
$f_{HV} = 0,63$	
Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido del viaje (v_d)	
Datos:	Ecuación 9:
$V = 196$ (veh/h)	$v_d = \frac{V}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_d = \frac{196}{0,84 * 0,91 * 0,63}$ $v_d = 404$
$FHP = 0,84$	
$f_G = 0,91$ (Tabla 15-1)	
$f_{HV} = 0,63$	
Determinación de la tasa horaria de 15 minutos (vehículos livianos) en sentido opuesto del viaje (v_o)	
Datos:	Ecuación 10:
$V_o = 263$ (veh/h)	$v_o = \frac{V_o}{FHP * f_G * f_{HV}}$ $v_o = \frac{263}{0,84 * 0,91 * 0,63}$ $v_o = 542$
$FHP = 0,84$	
$f_G = 0,91$ (Tabla 15-1)	
$f_{HV} = 0,63$	
Determinación del porcentaje de zonas de No Adelantamiento	
Datos:	Ecuación 1:
$L_{TL} = 6120$ m	$\%ZNR = \frac{L_{TL} - L_R}{L_{TL}} * 100$ $\%ZNR = \frac{(6120 - 2780)m}{6120 m} * 100$ $\%ZNR = 54,58 \%$
$L_R = 2780$ m	
Determinación de la velocidad promedio de recorrido (ATS)	
Caso 1	

Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 57,2 \text{ km/h}$	$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$
$V_p = 945 \text{ veh/h}$	$ATS = 57,2 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 0,0125 \left(945 \frac{\text{veh}}{\text{h}} \right) - 4,3$
$f_{np} = 4,3 \text{ (Tabla 22-1)}$	$ATS = 41,04 \text{ km/h}$
Caso 2	
Datos:	Ecuación 15:
$FFS = 85,8 \text{ km/h}$	$ATS = FFS - 0,0125 V_p - f_{np}$
$V_p = 945 \text{ (veh/h)}$	$ATS = 85,8 \text{ km/h} - 0,0125 \left(945 \frac{\text{veh}}{\text{h}} \right) - 4,3$
$f_{np} = 4,3 \text{ (Tabla 22-1)}$	$ATS = 69,68 \text{ km/h}$
Base del porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo BPTSV para ambas direcciones de recorrido combinado	
Datos:	Ecuación 17:
$V_p = 945 \text{ veh/h}$	$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$
	$BPTSV = 100(1 - e^{-0.000879(945 \frac{\text{veh}}{\text{h}})})$
	$BPTSV = 56,4$
Porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV)	
Datos:	Ecuación 16:
$BPTSV = 56,4 \text{ veh/h}$	$PTSOV = BPTSV + f_{d/np}$
$f_{d/np} = 16,2 \text{ (Tabla 23-1)}$ Tiene un reparto por sentido de 60 / 40	$PTSOV = 56,4 \text{ veh/h} + 16,2$
	$PTOV = 73 \%$
Determinación del Nivel de Servicio	
En base al porcentaje de tiempo de seguimiento a otro vehículo (PTSOV) revisamos la Tabla 25-1 y procedemos a obtener el nivel de servicio de la Vía Riobamba – Chambo.	
$PTSOV = 73 \%$	
El nivel de servicio es D.	
Cálculo de la Capacidad	
Datos:	Ecuación 4:
$P_c = 0,16$	$f_p = \frac{1}{1 + P_c(E_C - 1) + P_R(E_R - 1) + P_B(E_B - 1)}$
$P_R = 0,00$	
$P_B = 0,03$	$f_p = \frac{1}{1 + 0,19(12 - 1) + 0(5,2 - 1) + 0,03(6,5 - 1)}$
$E_C = 12 \text{ (Tabla 4-1)}$	$f_p = 0,34$
$E_R = 5,2 \text{ (Tabla 4-1)}$	

$E_B = 6,5$ (Tabla 4-1)	
Datos:	Ecuación 3:
Ancho de carril = 4,50	$C = 2800 * f_C * f_A * f_P * f_R * (l/C)_E$ $C = 2800 * 1 * 0,81 * 0,34 * 0,94 * 0,82$ $C = 602 \text{ veh/h}$
Ancho de berma = 0,8 m.	
Reparto por sentido = 60 - 40	
Pendiente = 6,25 %	
$f_C = 0,93$ (Tabla 2-1)	
$f_A = 0,7$ (Tabla 3-1)	
$f_P = 0,89$	
$f_R = 1$ (Tabla 5-1)	
$(l/C)_E = 0,82$ (Tabla 6-1)	
Relación Volumen Capacidad	
Datos:	Ecuación 18:
$V_i = V_p = 945 \text{ veh/h}$	$\frac{v}{c} = \frac{V_i}{C} = \frac{V_p}{C}$ $v/c = \frac{945 \text{ veh/h}}{602 \text{ veh/h}}$ $v/c = 1,57 \%$
$C = 602 \text{ veh/h}$	

Fuente: Fichas de observación de la vía Riobamba – Chambo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.4. Discusión de resultados

3.4.1. Análisis de resultados

De la información levantada se analiza el cumplimiento de parámetros ideales de circulación en base al HCM, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 51-3: Cuadro comparativo del cumplimiento de parámetros ideales de circulación según el HCM del área urbana del cantón Chambo

Ítem	Vía principal	Parámetros ideales de circulación										
		Terreno llano	Ancho de carril de 3,60 m.	Velocidad de diseño o de su límite permitido	Distancia de visibilidad mínima (m.)	Presencia de vehículos pesados	Señalética horizontal			Señalética Vertical		
							B	R	M	B	R	M
1	Ángel Larrea	Toda el área urbana del cantón Chambo cumple con este parámetro.	Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.	No se toma en consideración debido al hecho de que en las vías de estudio no existe curvas y este parámetro no se toma en consideración	Escaso			X	X		
2	Cacique Achamba		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Considerable	X			X		
3	Carlos Medina		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Considerable	X			X		
4	Diego de Almagro		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
5	Diego Donoso		No cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
6	Egidio Días		No cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
7	Egidio Fierro		No cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Considerable			X	X		
8	Galo Freire		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
9	José Moncayo		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
10	Juan Cuadrado		No cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
11	Leopoldo Freire		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
12	Moisés Fierro		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
13	Pasaje S/N		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
14	Quito		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Considerable			X	X		
15	Romelio Días		No cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Escaso			X	X		
16	18 de Marzo		Cumple	Velocidad límite permitida de 40 Km/h.		Considerable	X			X		
17	Avenida Carlos Cuadrado	No cumple con este parámetro	No cumple	Velocidad límite permitida de 60 Km/h.	407	Considerable	X		X			
18	Vía Riobamba – Chambo	Cumple	Velocidad límite permitida de 90 Km/h.	605	Considerable	X			X			
19	Vía Chambo – Quimiag	No cumple	Velocidad límite permitida de 60 Km/h.	407	Escaso		X			X		
20	Vía Ulpán - Julquis	No cumple	Velocidad límite permitida de 60 Km/h.	407	Escaso	X			X			

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

Los estudios realizados en base a la metodología HCM en el cantón Chambo para conocer la capacidad y el nivel de servicio son los siguientes:

Tabla 52-3: Capacidad y nivel de servicio en la red vial del cantón Chambo

Red Vial Urbana			
Vía de estudio	Volumen Hora Pico	Nivel de Servicio	Capacidad (veh/h)
18 de Marzo	254	A	1203
Cacique Achamba	178	A	1278
Cacique Achamba	132	A	1238
Avda. Carlos Cuadrado	203	A	980
Entrada Vía Riobamba – Chambo	459	D	602
Entrada Vía Chambo – Quimiag	117	B	1335
Entrada Vía Ulpán – Julquis	29	A	1459

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

La red vial del Cantón Chambo tiene una gran demanda de usuarios por lo que es imprescindible contar una red vial que garantice condiciones ideales de circulación, evitando siniestros de tránsito.

El levantamiento de información se realizó en un punto crítico de la parte urbana, en la parte central del cantón (punto atractor y generador de viajes) y en las vías de acceso al cantón Chambo.

A continuación, se realizará un análisis de los resultados obtenidos del cálculo de la capacidad y nivel de servicio de las vías del cantón, con el fin de identificar los principales problemas y proponer sus respectivas soluciones.

3.4.1.1. *Vía 18 de marzo*

La vía 18 de Marzo tiene una longitud de 1,96 km, una pendiente promedio de 0,72%, cuenta con dos carriles de circulación en un solo sentido a excepción de una cuadra desde la Héctor Guevara hasta la vía Edelberto Bonilla que es de doble vía. Es la única vía de ingreso y salida de transporte extrapesado. La capa de rodadura es de asfalto, se encuentra en óptimas condiciones, cuenta con señalética horizontal y vertical que requiere un mantenimiento. La vía tiene un ancho de calzada de 7,40 m., un ancho de carril de 3,70 m. y presenta un volumen vehicular de 254 en la hora de máxima demanda comprendida entre las 11:00 y las 12:00 del día, cuya composición es: 13 motocicletas, 200 vehículos livianos, 6 buses y 35 vehículos pesados. La velocidad promedio de circulación medida en campo es de 39 Km/h. Las diferentes fórmulas empleadas para obtener la capacidad real de la vía dan como resultado el valor de 1203 vehículos por hora, un nivel de servicio A, dando como resultado una libre circulación.

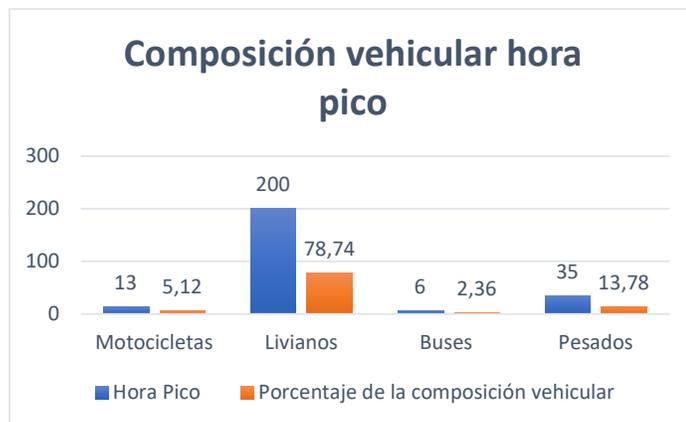


Gráfico 1-3: Comparación de la composición vehicular en la hora pico

Realizado por: Villavicencio L. 2021

El gráfico 1-3: representa la cantidad de vehículos que se movilizan durante la hora pico, con su respectivo porcentaje.

3.4.1.2. Vía Cacique Achamba

La vía Cacique Achamba comprende dos tramos medidos, en el primer tramo es de un sentido y el segundo es doble sentido de la vía.

El primer tramo una longitud de 1,71 km, una pendiente promedio de 0,72%, cuenta con dos carriles de circulación, de un solo sentido. La capa de rodadura es de adoquín, se encuentra en óptimas condiciones, cuenta con señalética horizontal y vertical que requiere un mantenimiento. La vía tiene un ancho de calzada de 7,20 m., un ancho de carril de 3,60 m. y presenta un volumen vehicular de 178 en la hora de máxima demanda comprendida entre las 10:30 y las 11:30 del día, cuya composición es: 9 motocicletas, 152 vehículos livianos, 6 buses y 11 vehículos pesados. La velocidad promedio de circulación medida en campo es de 36 Km/h. Las diferentes fórmulas empleadas para obtener la capacidad real de la vía dan como resultado el valor de 1278 vehículos por hora, un nivel de servicio A, indicando que la vía presenta las condiciones óptimas de circulación libre.

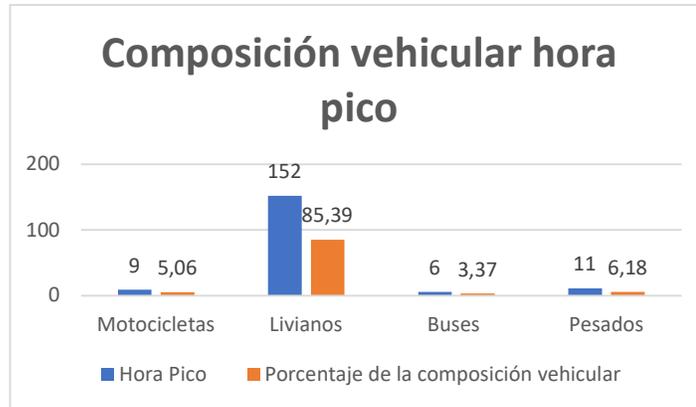


Gráfico 2-3: Comparación de la composición vehicular en la hora pico

Realizado por: Villavicencio L. 2021

El gráfico 2-3: representa la cantidad de vehículos que circulan en la hora pico en el primer tramo de la vía Cacique Achamba con su respectivo porcentaje de composición vehicular.

El segundo tramo comprende desde la intersección de la vía Cacique Achamba y 27 de Diciembre con una pendiente promedio de 0,72%, cuenta con un carril por sentido. La capa de rodadura es de adoquín, la misma que se encuentra en óptimas condiciones, además, la señalética horizontal y vertical requiere un mantenimiento. La vía tiene un ancho de calzada de 6,50 m., un ancho de carril de 3,25 m. y presenta un volumen vehicular de 132 en la hora de máxima demanda comprendida entre las 07:45 y las 08:45 del día, cuya composición es: 10 motocicletas, 108 vehículos livianos, 3 buses y 11 vehículos pesados. La velocidad promedio de circulación medida en campo es de 36 Km/h. Las diferentes fórmulas empleadas para obtener la capacidad real de la vía dan como resultado el valor de 1238 vehículos por hora, un nivel de servicio A, indicando que la vía presenta las condiciones óptimas de circulación.

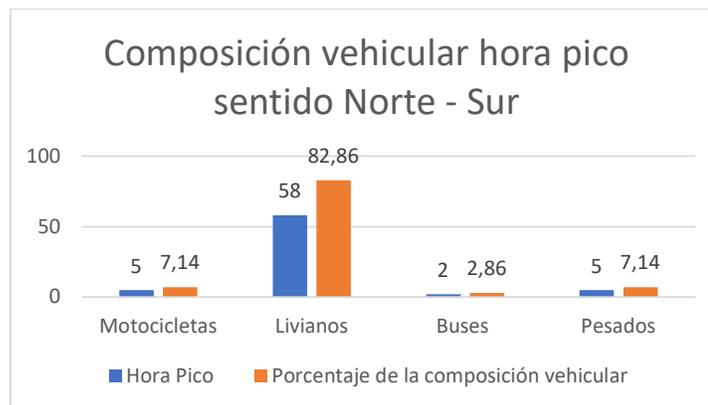


Gráfico 3-3: Comparación de la composición vehicular de la hora pico sentido norte – sur de la vía Cacique Achamba

Realizado por: Villavicencio L. 2021

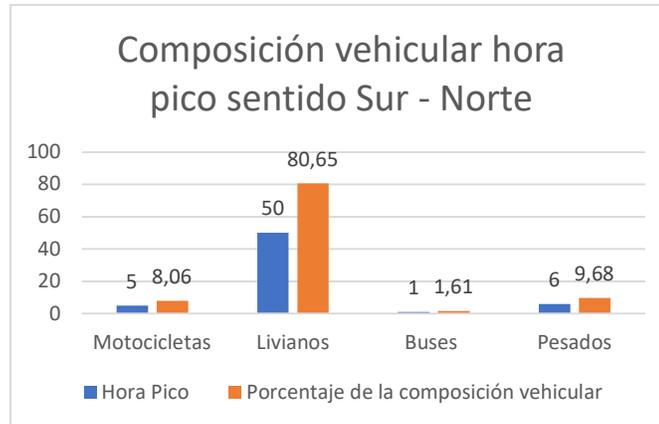


Gráfico 4-3: Comparación de la composición vehicular de la hora pico sentido sur – norte de la vía Cacique Achamba

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Los gráficos 3-3 y 4-3 representan la cantidad de vehículos que circulan en la hora pico, con su respectivo porcentaje.

3.4.1.3. Vía Riobamba – Chambo

La vía Riobamba – Chambo en un tramo de 0,50 Km. analizado cuenta con un carril por sentido, con una pendiente del 5 %, la capa de rodadura es de asfalto la misma que se encuentra en óptimas condiciones, posee señalética horizontal y vertical que requiere un mantenimiento. El ancho de calzada es de 8,96 m., un ancho de carril de 4,48 m., un ancho de berma de 0,9 m. además tiene un 54% de zonas de no rebase. La vía presenta un volumen vehicular de 459 en la hora de máxima demanda comprendida entre las 09:30 y 10:30 del día, cuya composición vehicular es: 20 motocicletas, 353 vehículos livianos, 13 buses y 72 vehículos pesados. La velocidad promedio de circulación medida en campo es de 55 Km/h. Las diferentes fórmulas empleadas para obtener la capacidad real de la vía dan como resultado el valor de 602 vehículos por hora y un nivel de servicio D, en consecuencia, no existe libertad de maniobras y el nivel de comodidad es bajo debido a la presencia de colas en puntos focalizados.

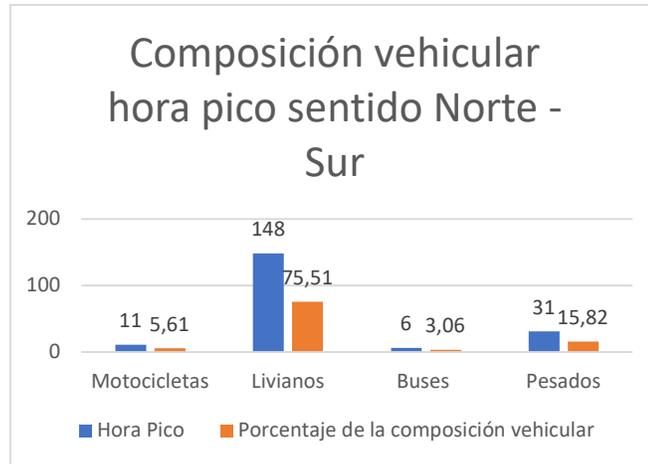


Gráfico 5-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Riobamba - Chambo sentido N-S en la hora pico

Realizado por: Villavicencio L. 2021

El gráfico 5-3 representan la cantidad de vehículos que circulan en la hora pico, con su respectivo porcentaje, el factor de porcentaje de buses y camiones van a ser de utilidad para determinar el factor de ajuste de vehículos pesados.



Gráfico 6-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Riobamba - Chambo sentido S-N en la hora pico

Realizado por: Villavicencio L. 2021

El gráfico 6-3 representan la cantidad de vehículos que circulan en la hora pico, con su respectivo porcentaje de la composición vehicular de la vía Riobamba – Chambo.

3.4.1.4. Vía Chambo – Quimiag

La vía Chambo – Quimiag en un tramo de 0,53 km. analizado cuenta con un carril por sentido, con una pendiente de 5,5%. La capa de rodadura es de asfalto, no cuenta con señalética horizontal por lo que se requiere su implementación. Tiene un ancho de calzada de 6,90 m., un ancho de carril de 3,45 m., un ancho de berma de 0 m. además, el 64,77 % es de zonas de no rebase. La vía presenta un volumen vehicular de 117 en la hora de máxima demanda comprendida entre las 07:30 y las 08:30 del día cuya composición vehicular es: 14 motocicletas, 89 vehículos livianos, 0 buses y 14 vehículos pesados. La velocidad promedio de circulación medida en campo es de 41 Km/h. Las diferentes fórmulas empleadas para obtener la capacidad real de la vía dan como resultado el valor de 1335 vehículos por hora y un nivel de servicio B, dando como resultado la libertad de maniobras.

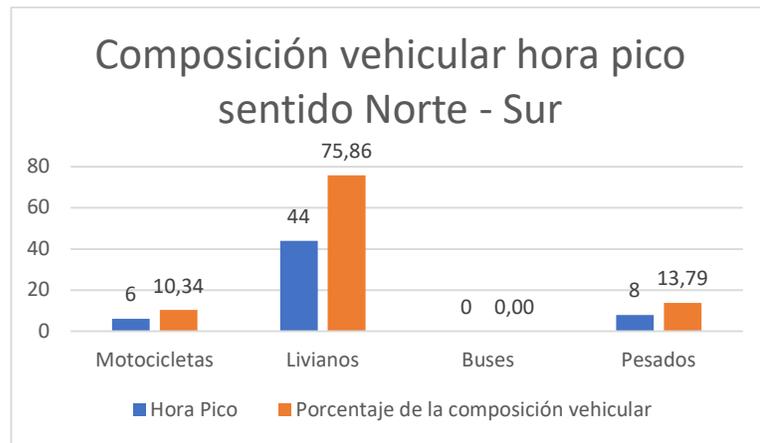


Gráfico 7-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Chambo - Quimiag sentido N-S

Realizado por: Villavicencio L. 2021

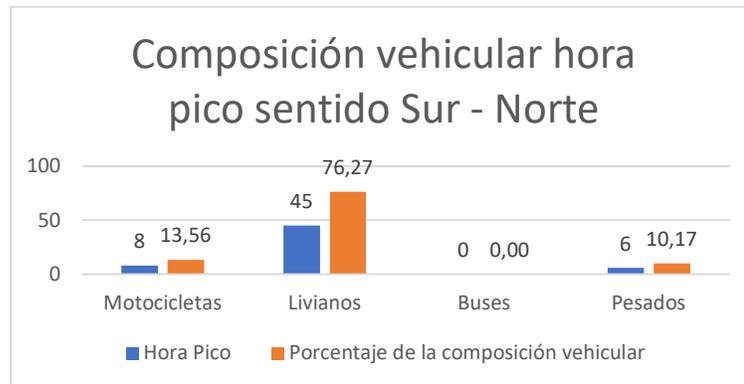


Gráfico 8-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Chambo - Quimiag sentido S-N

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Los gráficos 7-3 y 8-3 representan la cantidad de vehículos que circulan en la hora pico, con su respectivo porcentaje.

3.4.1.5. Vía Ulpán – Julquis

La vía Ulpán – Julquis en un tramo de 0,33 km. analizado cuenta con un carril por sentido, con una pendiente de 0,75%. La capa de rodadura es de asfalto, cuenta con señalética horizontal y vertical. Tiene un ancho de calzada de 6,72 m., un ancho de carril de 3,36 m., un ancho de berma de 0,25 m., además, el 19,60 % es de zonas de no rebase. La vía presenta un volumen vehicular de 29 en la hora de máxima demanda comprendida entre las 06:15 y las 07:15 del día cuya composición vehicular es: 2 motocicletas, 22 vehículos livianos y 5 vehículos pesados. La velocidad promedio de circulación medida en campo es de 43 Km/h. Las diferentes fórmulas empleadas para obtener la capacidad real de la vía dan como resultado el valor de 1459 vehículos por hora y un nivel de servicio A, dando como resultado una vía con libertad de maniobras.

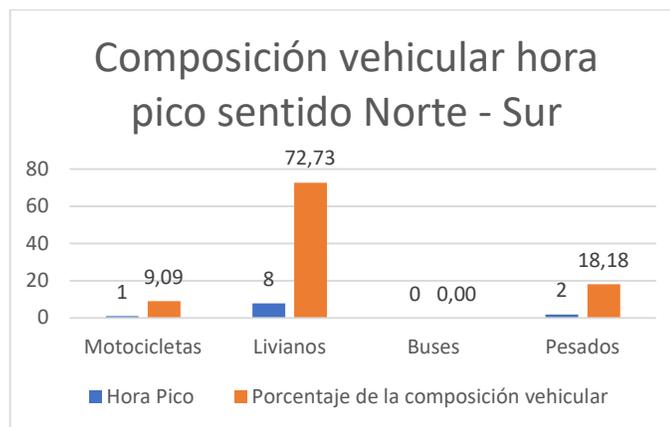


Gráfico 9-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Ulpán – Julquis sentido N-S

Realizado por: Villavicencio L. 2021

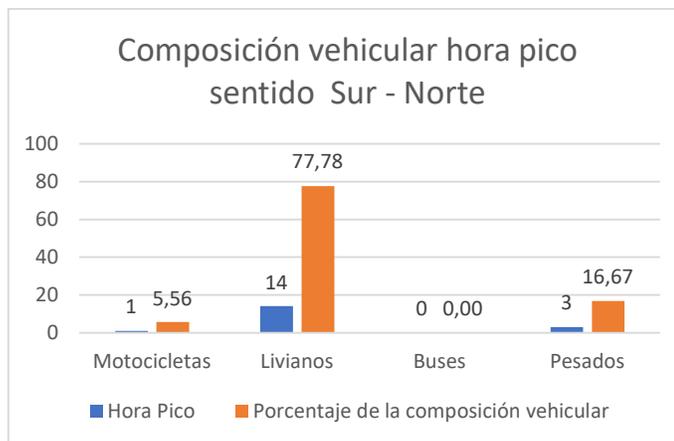


Gráfico 10-3: Proporción de la composición vehicular de la vía Ulpán – Julquis sentido S-N

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Los gráficos 9-3 y 10-3 representan la cantidad de vehículos que circulan en la hora pico, con su respectivo porcentaje.

3.5. Propuestas de solución

Tabla 53-3: Propuestas de solución para las vías urbanas del cantón Chambo

Vía	Problema	Propuesta
18 de Marzo	La circulación de transporte pesado afecta las fachadas, por la vibración que ocasionan.	Restringir la circulación de transporte pesado.
	Movimientos de parqueo en zonas no permitidas.	Un mayor control por parte de la Policía Nacional.
Área urbana del cantón Chambo	Existe un deterioro en señalización horizontal.	Implementación de señalética horizontal para fomentar parámetros de seguridad vial.
Avda. Carlos Cuadrado	Reincidencia en siniestros de tránsito.	Semaforización

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

3.5.1. Restricción de circulación de transporte pesado



Figura 14-3: Vías restringidas para el transporte pesado

Realizado por: Villavicencio L. 2021

La restricción vehicular es desde la intersección Amelia Gallegos y 18 de Marzo, hasta la Joaquín Gavilán. Desde la Juan Cuadrado hasta la calle Quito, la calle Quito hasta la M. Davalos, continuando hacia la San Juan Evangelista, siguiendo la CaciQue Achamba hasta finalmente hasta la Amelia Gallegos.

Tabla 54-3: Vías de restricción de circulación de transporte pesado

<p>Desde las calles 18 de marzo y Amelia Gallegos</p> 	<p>GAD MUNICIPAL DE CHAMBO</p> 	<p>Parque Central de Chambo</p> 
<p>Calles Cacique Achamba y Amelia Gallegos</p> 	<p>Calles 18 de Marzo y Joaquín Gavilánez</p> 	<p>Calles Joaquín Gavilánez y Quito</p> 
<p>Calles Joaquín Gavilánez y Gilberto Castillo</p> 		

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

3.5.1.1. *Rutas alternativas y restringidas para el transporte pesado*



Figura 15-3: Rutas alternativas para el transporte pesado

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.5.1.2. *Ruta de circulación de transporte extrapesado*

La vía permitida es en doble sentido desde la Vía chambo continuando la 18 de marzo hasta el parque central, donde circunvalará y su salida será por la misma 18 de marzo.

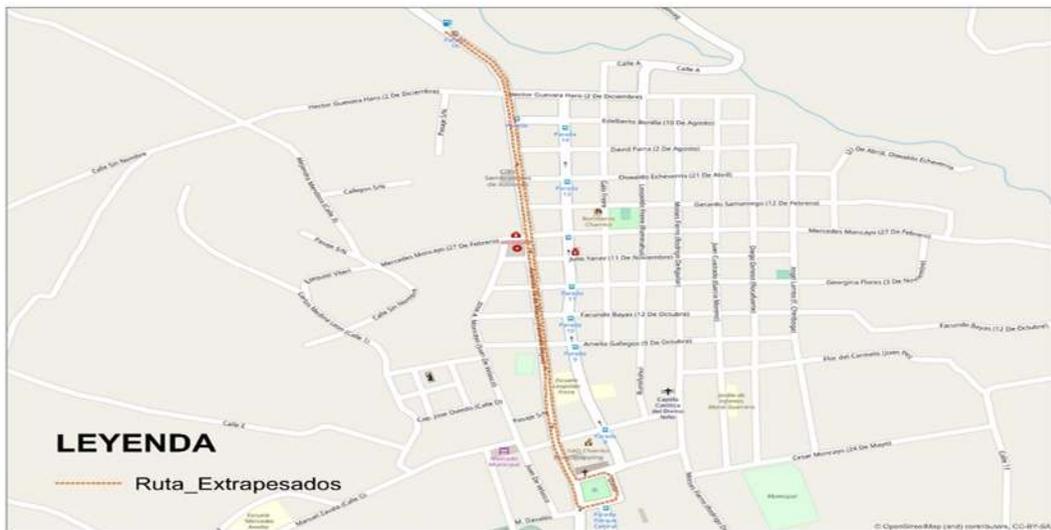


Figura 16-3: Ruta para el transporte extrapesado

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.5.1.3. *Horario de circulación para el transporte de carga pesada en el área urbana del cantón Chambo*

El horario estipulado para la circulación de los automotores habilitados para la carga pesada en el área urbana del cantón Chambo es el siguiente:

Tabla 55-3: Horario de circulación de transporte pesado

Tipo de vehículo de carga pesada	Tipo	Rango de capacidad	Tipo de red vial permitida	Horarios de circulación	Días de circulación permitido
Camión de 2 ejes pequeño	2D	De 3.5 a 7 toneladas	Vía Arterial Vía Local Anillo vial	Sin restricciones	Todos los Días
De 2 ejes medianos	2DA	De 7 a 10 toneladas	Vía Arterial Vía Local Anillo vial	Sin restricción	Todos los Días
De 2 ejes grande	2DB	De 10 a 18 toneladas	Vía Arterial Vía Local Anillo vial	Sin restricción	Todos los Días
De 3 ejes	3-A	De 18 a 27 toneladas	Vía Arterial Vía Local Anillo vial	Sin restricción	Todos los Días
Tracto camión de 4 ejes	4-C	Mayor de 27 toneladas	Vía Arterial Vía Local Anillo vial	De 9:00 a 12:00 De 15:00 a 17:00 De 21:00 a 4:00	Las empresas que trabajan con este tipo de transporte, coordinar su logística para que solicite el permiso de uso de vía pública, los días y horarios que van a utilizar este tipo de transporte.

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

3.5.2. *Semaforización de la intersección de las vías Carlos Cuadrado y Galo Freire*

La intersección de la vía Carlos Cuadrado representa un alto índice de siniestralidad, comprende por las calles Joaquín Gavilánez, Galo Freire y Carlos Cuadrado, su se busca plantear una alternativa de solución para el índice de siniestros de tránsito suscitados en dicha intersección.

3.5.2.1. *Ubicación geográfica y localización*

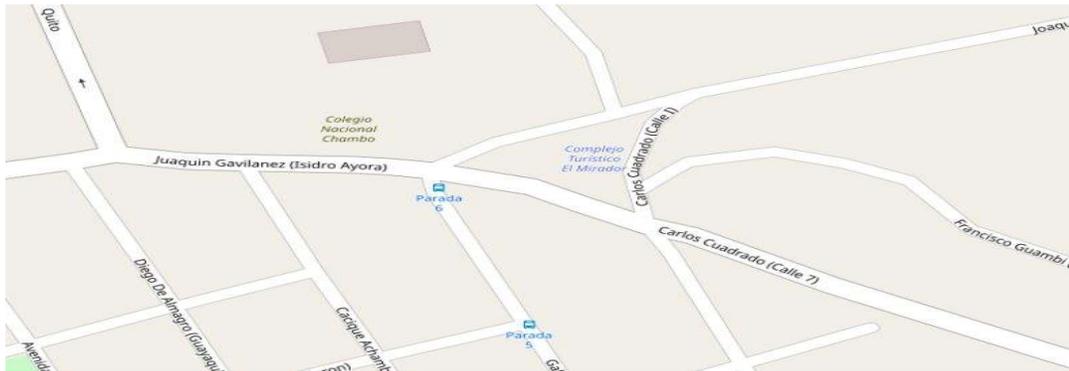


Figura 17-3: Ubicación geográfica de la intersección Carlos Cuadrado y Galo Freire

Realizado por: Villavicencio L. 2021



Figura 18-3: Localización de la intersección Carlos Cuadrado y Galo Freire

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.5.2.2. Levantamiento de datos de circulación vehicular por sentidos

El levantamiento de información se realizó durante las 06:00 a 18:00

Brazo 1 vía Carlos Cuadrado sentido Este – Oeste

Tabla 56-3: Conteo vehicular en intersección de la vía Carlos Cuadrado sentido Este – Oeste

Vía Carlos Cuadrado sentido Este - Oeste						
Hora	Recto			Derecha		
	A	B	C	A	B	C
6:00-6:15	0	0	0			
6:15-6:30	5	0	4			
6:30-6:45	8	0	6			1
6:45-7:00	6	0	3			
7:00-7:15	11	0	2			
7:15-7:30	7	0	1			2
7:30-7:45	7	0	1			
7:45-8:00	13	1	2			
8:00-8:15	10	0	4			1
8:15-8:30	9	0	4			
8:30-8:45	11	0	1			
8:45-9:00	11	1	3			1
9:00-9:15	9	1	1			1
9:15-9:30	12	0	3			
9:30-9:45	9	0	3	2		
9:45-10:00	14	0	0	1		1
10:00-10:15	15	0	2	2		
10:15-10:30	17	0	5	2		1
10:30-10:45	18	1	5	1		
10:45-11:00	13	0	5			2
11:00-11:15	6	0	6	1		
11:15-11:30	9	1	3			
11:30-11:45	12	1	1	1		
11:45-12:00	10	1	3			1
12:00-12:15	9	0	7	2		
12:15-12:30	9	0	2			1
12:30-12:45	7	0	1	1		
12:45-13:00	8	0	1			
13:00-13:15	9	0	3	1		1
13:15-13:30	11	1	0			
13:30-13:45	9	0	4	1		
13:45-14:00	8	0	2	1		1
14:00-14:15	14	1	2			
14:15-14:30	12	0	6			

14:30-14:45	13	0	5	2		
14:45-15:00	10	0	0			1
15:00-15:15	15	1	9			
15:15-15:30	13	0	4			1
15:30-15:45	8	0	4	1		
15:45-16:00	7	0	7			
16:00-16:15	12	1	2			
16:15-16:30	13	0	0	1		1
16:30-16:45	13	0	6			
16:45-17:00	7	1	1			
17:00-17:15	8	0	4	2		
17:15-17:30	8	0	4			
17:30-17:45	11	0	3	1		
17:45-18:00	6	1	0			
Total			640			40

Fuente: Fichas de conteo volumétrico

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

Brazo 2 vía Joaquín Gavilánez sentido Oeste – Este

Tabla 57-3: Conteo vehicular en intersección Joaquín Gavilánez sentido Oeste – Este

Vía Joaquín Gavilánez sentido Oeste - Este						
Hora	Recto (Carlos Cuadrado)			Izquierda (Joaquín Gavilánez)		
	A	B	C	A	B	C
6:00-6:15	9	0	6			
6:15-6:30	7	0	3	2		1
6:30-6:45	8	0	4	1		
6:45-7:00	12	1	2			
7:00-7:15	9	0	3	1		
7:15-7:30	9	0	2	2		
7:30-7:45	12	0	2	3		2
7:45-8:00	11	0	3	2		
8:00-8:15	10	0	2			
8:15-8:30	8	0	2	2		2
8:30-8:45	11	0	0	3		
8:45-9:00	12	0	6			
9:00-9:15	8	0	3	2		
9:15-9:30	8	0	1			
9:30-9:45	11	0	0	2		1
9:45-10:00	19	1	3	1		
10:00-10:15	13	0	0	2		
10:15-10:30	15	0	8	4		1
10:30-10:45	13	0	2	2		
10:45-11:00	5	0	1	2		2
11:00-11:15	9	0	2			

11:15-11:30	8	0	1			
11:30-11:45	7	0	1	2	1	
11:45-12:00	9	0	2	3		
12:00-12:15	12	0	2	4		
12:15-12:30	11	0	2	3	1	
12:30-12:45	8	0	1	5		
12:45-13:00	9	1	0	3		
13:00-13:15	12	0	1	2	1	
13:15-13:30	13	0	2	3		
13:30-13:45	11	0	5	1		
13:45-14:00	10	0	3	1		
14:00-14:15	11	0	1	1	1	
14:15-14:30	14	0	5	2		
14:30-14:45	8	0	0	2		
14:45-15:00	9	1	2	2	1	
15:00-15:15	7	0	5	1		
15:15-15:30	9	0	2	4		
15:30-15:45	9	0	4	2		
15:45-16:00	11	0	4	1	1	
16:00-16:15	12	0	4	2		
16:15-16:30	9	0	5	2		
16:30-16:45	8	1	1		1	
16:45-17:00	7	0	4	2		
17:00-17:15	8	0	2	2		
17:15-17:30	8	0	3	1		
17:30-17:45	9	0	2			
17:45-18:00	8	0	0	2		
Total	600			100		

Fuente: Fichas de conteo volumétrico

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

Brazo 3 vía Galo Freire sentido Sur – Norte

Tabla 58-3: Conteo vehicular en la intersección de la Galo Freire sentido Sur – Norte

Vía Galo Freire sentido Sur - Norte									
Hora	Recto			Derecha			Izquierdo		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
6:00-6:15							1		
6:15-6:30							3		
6:30-6:45	2					1		1	
6:45-7:00							2		
7:00-7:15	1						3		
7:15-7:30				1		1		1	
7:30-7:45			1				3		
7:45-8:00	1						4		

8:00-8:15			1			5	1	
8:15-8:30					1	7		
8:30-8:45	1					5	1	
8:45-9:00			1	2		8		
9:00-9:15						6	1	
9:15-9:30	1			1		7		
9:30-9:45						8		
9:45-10:00	2			1	1	7	1	
10:00-10:15	2		1			6		
10:15-10:30				2		6		2
10:30-10:45	1			1		7		1
10:45-11:00						8	1	
11:00-11:15	1			1		8		
11:15-11:30						9		
11:30-11:45	2			1	1	5	1	
11:45-12:00	1					8		
12:00-12:15	2			3		5		
12:15-12:30			1			7	1	
12:30-12:45	1			1		8		
12:45-13:00						9		2
13:00-13:15	1			1		9	1	
13:15-13:30					1	5		
13:30-13:45	1			1		6		
13:45-14:00	1					7	1	
14:00-14:15				2		6		1
14:15-14:30	1			1		4		
14:30-14:45	2			3		3	1	
14:45-15:00				1		6		
15:00-15:15						7		
15:15-15:30	1		1		1	8	1	1
15:30-15:45	2			1		8		
15:45-16:00						9		1
16:00-16:15			1	1		6	1	
16:15-16:30	1					8		
16:30-16:45				1		8		
16:45-17:00	1			2	1	6	1	
17:00-17:15	3		1	2		8		1
17:15-17:30	1			1		8		
17:30-17:45						7	1	
17:45-18:00						9		2
Total			40		40			320

Fuente: Fichas de conteo volumétrico

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

Brazo 4 vía Joaquín Gavilánez sentido Este – Oeste

Tabla 59-3: Conteo vehicular en intersección de la Joaquín Gavilánez sentido Este – Oeste

Vía Joaquín Gavilánez sentido Este - Oeste			
Hora	DERECHA		
	A	B	C
6:00-6:15	1		
6:15-6:30			
6:30-6:45	1		
6:45-7:00	2		
7:00-7:15			1
7:15-7:30	2		
7:30-7:45	1		
7:45-8:00			
8:00-8:15	2		
8:15-8:30			
8:30-8:45			1
8:45-9:00	1		
9:00-9:15			
9:15-9:30	2		
9:30-9:45			1
9:45-10:00	3		
10:00-10:15	1		
10:15-10:30	3		
10:30-10:45	2		1
10:45-11:00	1		
11:00-11:15	1		
11:15-11:30			
11:30-11:45	1		
11:45-12:00	2		
12:00-12:15	1		
12:15-12:30	2		
12:30-12:45	1		
12:45-13:00	1		
13:00-13:15	1		1
13:15-13:30			
13:30-13:45	2		
13:45-14:00			
14:00-14:15	2		
14:15-14:30	3		
14:30-14:45	1		
14:45-15:00	1		1
15:00-15:15	2		
15:15-15:30			

15:30-15:45	3		
15:45-16:00			
16:00-16:15	2		
16:15-16:30	1		
16:30-16:45			1
16:45-17:00	1		
17:00-17:15			
17:15-17:30	1		
17:30-17:45	1		
17:45-18:00	1		
Total			60

Fuente: Fichas de conteo volumétrico

Realizado por: Villavicencio, L. 2021

3.5.2.3. Simulación de la intersección de las vías Carlos Cuadrado y Galo Freire

Se busca por medio del software Synchro 9.0 representar de forma gráfica la construcción de un modelo real con la finalidad de realizar experimentaciones, análisis, evaluaciones del comportamiento del sistema en las condiciones actuales y proponer alternativas de solución, modificación, cambio y mejoras para poder dinamizar esta situación en un punto conflictivo del área urbana del cantón Chambo.

Proceso de la simulación

1. Identificación del sistema

Conocer las características geométricas de la vía, el número de brazos.

2. Construcción del modelo

Se construye el modelo de la red vial.

3. Configuración

Una vez que la construcción del modelo esta lista, se inserta el volumen vehicular en cada brazo y se asigna el número de carriles y el tipo de intersección a ser utilizada.

4. Ajustes y validación

Se ajusta el tiempo de ámbar, lo mínimo es 3 segundos y si es aplazada es posible aumentar a 4 segundos.

Velocidad máxima es de 40 km/h.

5. Experimentar y calibrar

Se ejecuta y se calibra la simulación hasta que no salga ningún error.

6. Obtención de resultados

Los resultados se obtendrán de forma gráfica, virtual y analítica por medio de hojas de reportes.

7. Implementación

El proceso se representa a través de un diagrama de flujo.



Figura 19-3: Construcción y calibración del modelo real de la intersección de la vía Carlos Cuadrado

Realizado por: Villavicencio L. 2021

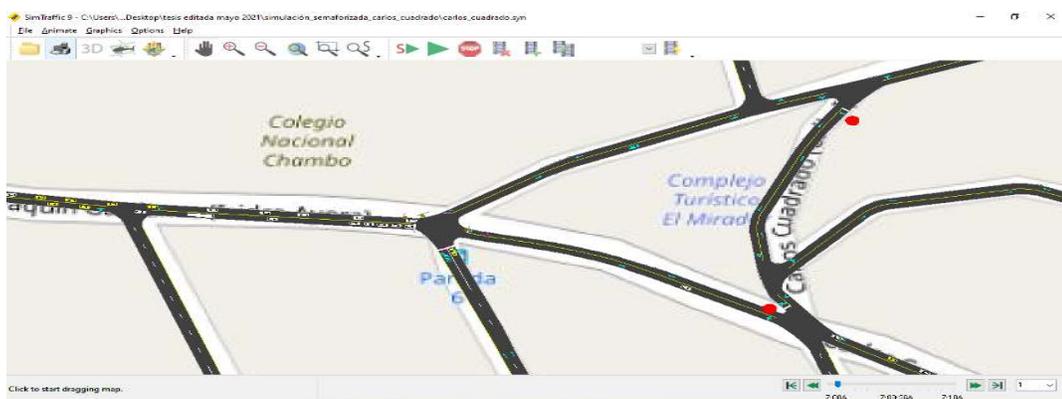


Figura 20-3: Simulación en 2D del modelo real de la intersección de la vía Carlos Cuadrado

Realizado por: Villavicencio L. 2021



Figura 21-3: Simulación en 3D de la construcción del modelo de la vía Carlos Cuadrado

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Ciclo semafórico de la vía Carlos Cuadrado

El software Synchro 9.0 tiene como función evaluar el funcionamiento y proponer en base al criterio técnico alternativas, modificaciones y mejoras para dinamizar la situación actual de la intersección de la vía Carlos Cuadrado.

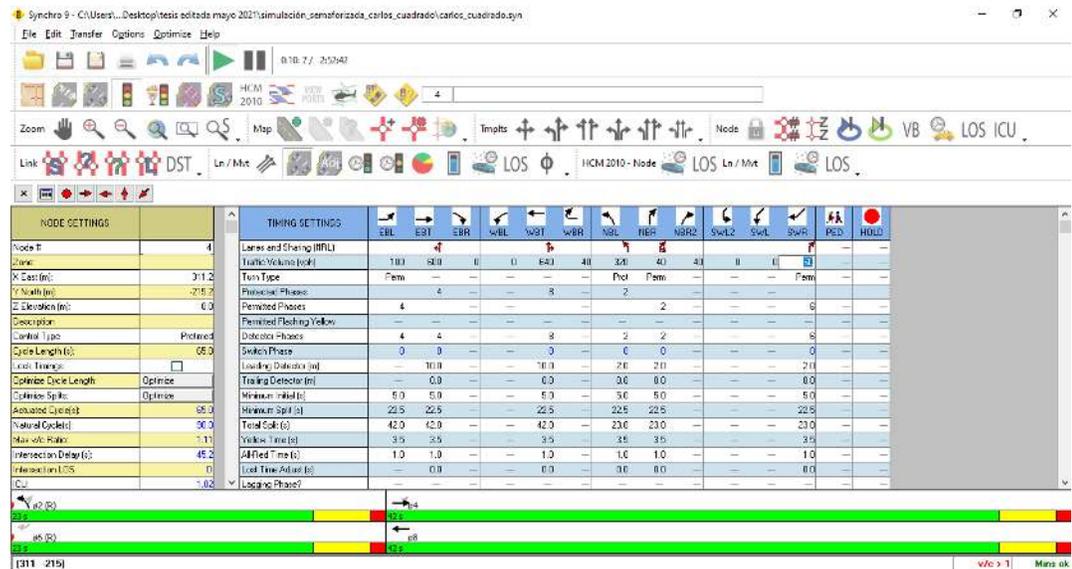


Figura 22-3: Ciclo semafórico de la vía Carlos Cuadrado

Realizado por: Villavicencio L. 2021

El ciclo semafórico es el siguiente:

Ciclo óptimo = 65 segundos

Número de fases = 2

Fase 1

Vía Galo Freire sentido Sur – Norte

Vía Joaquín Gavilánez sentido Este – Oeste

Tiempo en verde = 20 segundos

Tiempo en ámbar = 3 segundos

Tiempo en rojo = 42 segundos

Fase 2

Vía Carlos Cuadrado sentido Este – Oeste

Vía Joaquín Gavilánez sentido Oeste – Este

Tiempo de la fase

Tiempo en verde = 39 segundos

Tiempo en ámbar = 3 segundos

Tiempo en rojo = 23 segundos

3.5.2.4. Señalización horizontal y vertical en el área urbana del cantón Chambo

La señalética horizontal y vertical es imprescindible cuando se habla de seguridad vial, por tal razón se plantea un mantenimiento en señalética vertical y horizontal en vista de que presentan deterioro y pérdida de visibilidad en la remarcación de pasos cebra.

Los puntos asignados para realizar trabajos de mantenimiento se encuentran detallados en la figura 22-3.

Mantenimiento en señalética horizontal y en señalética vertical



Figura 23-3: Señalética horizontal y vertical en el área urbana del cantón Chambo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

3.5.2.5. Vías de ingreso al cantón Chambo

En base a los resultados obtenidos en la vía de estudio, se plantea las siguientes propuestas de solución para los diferentes niveles de servicio. Se plantean diversas propuestas de solución para niveles de servicio D y E, en vista de que estos niveles de servicio representan un flujo inestable a forzado intermitente y así evitar siniestros de tránsito:

- ✓ Para la vía de entrada del cantón Chambo modificar el ancho de berma de 0,8 m. a 1,60 m. con carriles que tengan un ancho de 3,65 m. que dará como resultado la facilidad para realizar maniobras de adelantamiento y mejorando un nivel de servicio.

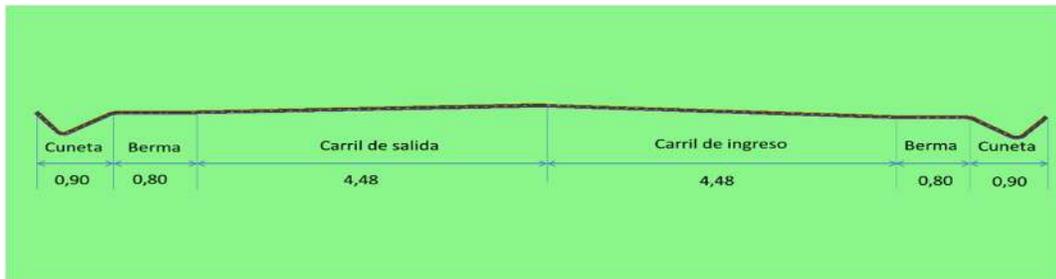


Figura 24-3: Características geométricas actuales de la vía Chambo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

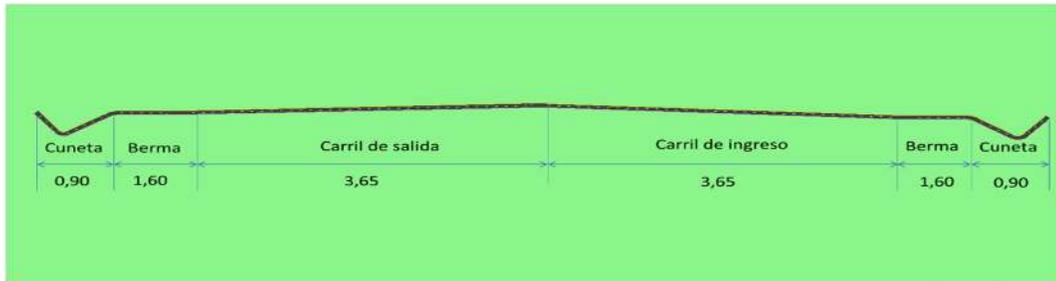


Figura 25-3: Características geométricas propuestas de la vía Chambo

Realizado por: Villavicencio L. 2021

Se busca mejorar el nivel de servicio de la vía, permitir maniobras de adelantamiento y dotar de un espacio ideal para realizar paradas técnicas durante el trayecto de la vía. Esto se plantea en trayectos de la vía que tengan el espacio necesario para su implementación, en el tramo de la vía analizado, como se detalla en la Figura 25-3.

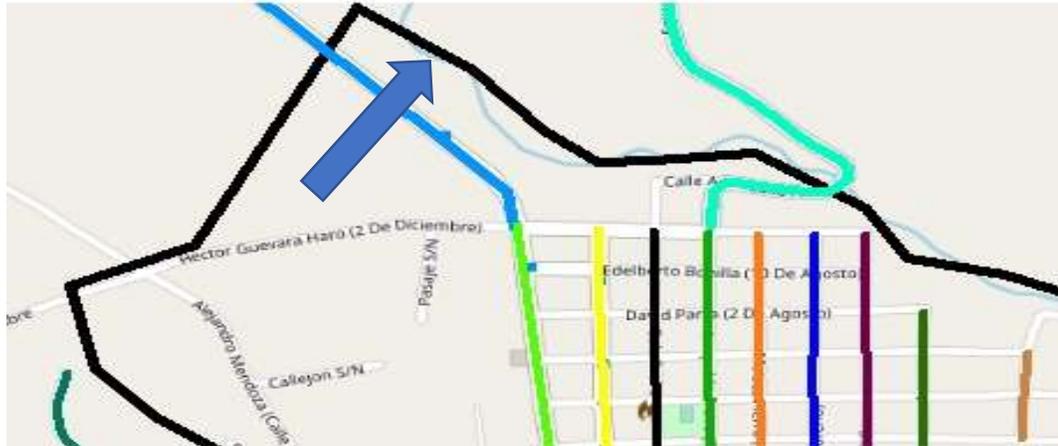


Figura 26-3: Zona de propuesta del ancho de carril, ancho de berma y doble línea continua

Realizado por: Villavicencio L. 2021

- ✓ Para este tramo de la vía Riobamba – Chambo se plantea como solución para evitar siniestros de tránsito una señalización horizontal de Doble Línea continua.

Para vías que no cuenten con el espacio necesario para realizar estas adecuaciones en la vía se plantea lo siguiente:

- ✓ Retirar elementos que obstaculicen la visibilidad durante el trayecto.

CONCLUSIONES

- ✓ En base a la información del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Chambo, la red vial urbana se clasifica en vías colectoras con el 4,08 %, locales preferenciales con el 30,61 % y secundarias con el 65,30 %. Con una longitud de 32,47 Km de infraestructura vial, existen 15 vías locales preferenciales con una longitud de 18,93 Km. y 32 vías secundarias con una longitud de 13,54 km. El ancho de carril máximo es de 3,70 m. el mínimo de 2,75 m. La velocidad de circulación máxima obtenida en campo es de 45 Km/h. y la mínima es de 21 Km/h. La capa de rodadura de asfalto representa el 8,71 %, de hormigón (adoquín) el 75,70 % y lastradas el 15,58 %.
- ✓ La evaluación de parámetros ideales de circulación en base al HCM de la red vial urbana refleja lo siguiente: el 100% de las vías de estudio se encuentra en terreno llano. De igual forma, el 64,70% cumple con el ancho de carril ideal de 3,60 m., el 35,30% no cumple con esta condición. Así mismo, el 11,76% tiene una capa de rodadura de asfalto y el 88,24% de hormigón (adoquín). Además, la velocidad de circulación en el área urbana promedio es de 36 Km/h. Así mismo, las vías de estudio 18 de marzo, Carlos Cuadrado y Cacique Achamba en sus dos tramos tienen un nivel de servicio A, con una capacidad vehicular por hora máxima de 1203, 980, 1278 y 1238 y un volumen de máxima demanda de 254, 203, 178 y 132 veh/h. respectivamente. Además, las tres vías de ingreso Ulpán-Julquis, Chambo-Quimiag y Riobamba-Chambo tienen un nivel de servicio A, B y D respectivamente.
- ✓ Se propone en la vía 18 de marzo la restricción de circulación de transporte pesado en horarios de 09:00 a 12:00, de 15:00 a 17:00 y de 21:00 a 06:30, además en la intersección de la vía Carlos Cuadrado y Galo Freire se plantea la colocación de un semáforo, con un ciclo semafórico de 65 segundos que comprende dos fases, además, implementar señalética vertical como: indicación de resaltos y de prohibición de ingreso de vehículos pesados en una cantidad de tres y de una unidad respectivamente, asimismo de señalética horizontal con la colocación de pasos cebras en las intersecciones y en zonas escolares.

RECOMENDACIONES

- ✓ El presente trabajo investigativo puede ser tomado en cuenta por las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo para resolver los problemas identificados en el área urbana del cantón, tratando de mejorar la seguridad vial entorno a la capacidad y nivel de servicio según el manual de capacidad de carreteras HCM y brindar las condiciones óptimas de circulación.
- ✓ Se recomienda realizar los conteos volumétricos una vez superada la emergencia sanitaria y estos valores remplazar en cada cálculo respectivo, dado que la información levantada refleja una circulación con restricciones de movilidad, por lo que esta situación representa la nueva normalidad de circulación y que la metodología utilizada en este trabajo investigativo proporciona toda la información necesaria para realizar los respectivos cálculos. La única información a ser remplazada es el volumen vehicular en la hora pico, el porcentaje de buses y de camiones para realizar el cálculo.
- ✓ Realizar un mantenimiento de la señalética horizontal y vertical existente en el área urbana del cantón Chambo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (2012). *Tipos y diseño de la investigación*. Recuperado de: [blogspot.com: http://planificaciondeproyectoseminarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html](http://planificaciondeproyectoseminarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html)
- Asamblea Nacional Constituyente. (2018, 05 de Febrero). *Código Organico Integral Penal, COIP*. Recuperado de: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/COIP_feb2018.pdf
- Asamblea Constituyente. (2011). *Ley Organica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*. Recuperado de: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/9.-Ley-Orga%CC%81nica-de-Transporte-Terrestre-Tra%CC%81nsito-y-Seguridad-Vial.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2012, 25 de Junio). *Reglamento a la ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial. Decreto Ejecutivo 1196*. Recuperado de: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>
- Balladares, T., & Tapia, P. (2012). *Estudio de tráfico y señalización vial para la ciudadela universitaria*. (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Recuperado de: [www.dspace.uce.edu.ec: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/362](http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/362)
- Bañón, L., & Beviá García, J. F. (2000). *Manual de carreteras (vol. 1 ed.)*. Recuperado de: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1788>
- Burga, A. (2018). Modelación de sistema vial en campus UDEP, incluyendo ciclovía. Recuperado de: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3475>
- Cabrera, G., Velásquez, N., & Valladares, M. (2009). Seguridad vial, un desafío de salud pública en la Colombia del XXI. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública, Vol. 27(Núm. 2), 218-225*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/120/12011791013.pdf>
- Cal, R., Reyes, M., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de tránsito*. Recuperado de: <https://www.udocz.com/read/9245/ingenier-a-de-tr-nsito-fundamentos-y-aplicaciones-rafael-cal-y-mayor>
- Cerquera, F. (2007). Capacidad y niveles de servicio vial de la infraestructura vial. Ingeniería de Transporte y Vías. (Tesis de pregrado, Universidad pedagógica y tecnológica de

- Colombia). Recuperado de: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1222/1/RED-1.pdf>
- Consejo Nacional de Competencias. (2012). *RESOLUCION 006-CNC-2012*. Recuperado de: <https://www.emov.gob.ec/sites/default/files/2014%20s2.%29%20cnc.pdf>
- Constitución de la Republica del Ecuador. (2008, 20 de Octubre). *Decreto Legislativo 0*. Recuperado de: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Dalen, D. V., & Meyer, W. (2006). *La investigación descriptiva*. [Entrada de blog] Recuperado de: <https://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigaci-n-descriptiva.php>
- Esplugues, E. (2011). *Modelización de los niveles de servicio en autopistas en tiempo presente para la gestión dinámica del tránsito*. (Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia). Recuperado de: <https://docplayer.es/38866128-Modelizacion-de-los-niveles-de-servicio-en-autopistas-en-tiempo-presente-para-la-gestion-dinamica-del-trafico.html>
- García, P. (2016). *Aplicación del manual de capacidad de carreteras HCM, para la evaluación del nivel de servicio en el tram de carretera rural de dos carriles Santa Clara-Universidad*. (Diplomado en Ingeniería Civil, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas). Recuperado de: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/6893>
- González, J., & Ordóñez, J. (Abril de 2014). *Estudio de los factores que intervienen en los accidentes e infracciones de tránsito ocasionados por los buses de transporte público de pasajeros tipo urbano en la ciudad de Cuenca y planteamiento de la propuesta para disminuirlos*. (Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6633/1/UPS-CT003269.pdf>
- Gigena, G. (2008). *Capacidad vial*. Recuperado de: <https://studylib.es:https://studylib.es/doc/110815/capacidad-vial---facultad-de-ingenier%C3%ADa>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *RTE INEN 004-1:2011 Reglamento Técnico Ecuatoriano*. Recuperado de: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf
- López, N. (2017). Cultura de violencia y accidentes de tránsito. *La Prensa*. Recuperado de: <http://www.laprensa.com.ni/2017/01/11/opinion/2163411-cultura-de-violenciay-accidentes-de-tránsito>
- Martínez, D. (2014). *Análisis de la capacidad y nivel de servicio de la vía Loja - Vilcabamba (tramo de estudio Loja - Landangui) aplicando la metodología del HCM*. (Tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja). Recuperado de:

<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/8461/1/Martinez%20Aldean%20Diego%20-%20Ing.%20Civil.pdf>

Ministerio De Salud. (2010). *Accidentes de tránsito -clasificación*. Recuperado de: https://www.minsa.gob.pe/portada/Especiales/2009/accidentes_tránsito/presentacion.html

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP*. Recuperado de: <https://www.obraspublicas.gob.ec/biblioteca/>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (01 de 12 de 2013). VOLUMEN N° 3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES. Quito, Ecuador. Recuperado de: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). *Norma Ecuatorina Vial NEVI-12-MTOP. Volumen N° 2-Libro A Norma para estudios y diseños viales*. Recuperado de: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

Molinero, Á., & Sánchez, L. (2005). *Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación Y Administración*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/174341864/Transporte-Publico-Molinero-molinero-Sanchez-Arellano>

Mozo, J. (2011). Análisis de nivel de servicio y capacidad de segmentos básicos de autopistas, segmentos trenzados y rampas de acuerdo al manual de capacidad de carreteras HCM2000 aplicando MATHCAD. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/417?show=full>

Ordóñez, G. (2009). *Aplicación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras multicarriles*. (Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3023_C.pdf

Palella, S., & Martins, F. (2010). *Tipos y deiseño de la investigación*. Recuperado de: http://planificaciondeproyectoseminarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html

Palma, R. (2006). *Aplicación del manual de capacidad de carreteras HCM versión 2000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles*. (Tesis de pregrado,

Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2614_C.pdf

Remolina, E. (2014). *Investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito*. Recuperado de:
<http://investigacionyreconstruccion.blogspot.com/>

Roess, R., Prassas, E., & McShane, W. (2018). *Traffic-Engineering 5ª. ed.* Estados Unidos: Pearson.

Romana, M., Nuñez, M., Martínez, J. M., & Arizaleta, R. (2010). *Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010*. Madrid, España: FUNDACIÓN CONFEMETAL.

Salinas, M. E., & Vele, L. H. (2014). *Estudio científico de la accidentabilidad de tránsito en el cantón Cuenca*. (Tesis de pregrado, Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca, Ecuador). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7209>

Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual 2000*. Recuperado de:
https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf

Vega, Z. (2018). *Análisis de la capacidad y niveles de servicio de las vías de ingreso a la ciudad de Cajamarca perteneciente a la red vial nacional*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Recuperado de:
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1834/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>