

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

***“ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR APLICADO EN LA ZONA DEL
DISTRITO 12 PARA EL CIRCUITO DE TRANSPORTE DE LA AV.
HÉROES DE LA INDEPENDENCIA, AV. LOS SAUCES, AV. LOS
CALLEJONES, AV. GENERAL MARTÍN MIGUEL DE GÜEMES Y CALLE
HERMANOS URIONDO”***

POR:

LEQUIPE CALDERÓN ALEJANDRA JAZMINE

Proyecto de grado, presentado a consideración de la **“UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado
académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE II-2024

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TOMO I

***“ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR APLICADO EN LA ZONA DEL
DISTRITO 12 PARA EL CIRCUITO DE TRANSPORTE DE LA AV. HÉROES
DE LA INDEPENDENCIA, AV. LOS SAUCES, AV. LOS CALLEJONES, AV.
GENERAL MARTÍN MIGUEL DE GÜEMES Y CALLE HERMANOS
URIONDO”***

Elaborado Por:

UNIV. LEQUIPE CALDERON ALEJANDRA JAZMINE

SEMESTRE II-2024

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

El resultado de este trabajo se lo dedico a mi familia. Principalmente a mi madre Roxana, que siempre ha sido mi mayor ejemplo de fortaleza, dedicación y amor incondicional. Gracias por cada sacrificio, por tu apoyo incansable y por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mis capacidades, por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder la cabeza.

A ti Papa, aunque no estás presente en este mundo, siento tu amor y tu guía en cada paso que doy. Este logro es también tuyo, porque tu recuerdo me ha dado la fuerza y la inspiración para seguir adelante cuando más lo necesitaba. Tu luz sigue iluminando mi camino, y sé que desde donde estés, celebras conmigo este momento. Te dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud, porque siempre serás mi mayor motivación y mi ángel guardián.

A mis queridos abuelos Alejandrina y Luis que con su sabiduría, amor y ejemplo de vida me han inspirado y guiado en este camino. Gracias por creer en mí y por ser una fuente constante de fortaleza y motivación. Este trabajo es también para ustedes, como una pequeña muestra del enorme agradecimiento que siento por todo lo que han hecho por mí.

A mi hermana Luciana, a mis tíos Jose Luis y Jacqueline por el apoyo y amor incondicional que me han brindado a lo largo de este camino. Su confianza en mí, sus consejos y palabras de aliento me ayudaron a mantenerme firme en los momentos más difíciles.

A mi pareja, Javier por haberme estado a mi lado en cada paso de este camino. Gracias por estar siempre allí, por tu amor incondicional y por creer en mí, incluso cuando las dificultades parecían abrumadoras.

A mis amigos, en especial a Daniela, Gissel, Iris, Camila, Marisol, Kely, Isela, Adriel, Manuel, Ignacio, Jorge y Cristian, por sus palabras de aliento, por las risas compartidas en los momentos difíciles y por su apoyo incondicional, incluso en los días más largos y desafiantes.

ÍNDICE GENERAL

PENSAMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv

CAPÍTULO I

PERFIL DE LA INVESTIGACION

1. PERFIL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.3.1. Justificación Académica	3
1.3.2. Justificación sobre la aplicación Técnica – Practica.....	3
1.3.3. Justificación e importancia social	4
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.4.1. Situación problemática	5
1.4.2. Delimitación temporal y espacial	6
1.4.2.1. Delimitación temporal	6
1.4.2.2. Delimitación espacial	6
1.4.3. Problema	7
1.5. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.5.1. Objetivo general.....	7
1.5.2. Objetivos Específicos	7

1.6. HIPÓTESIS	7
1.7. VARIABLES.....	8
1.7.1. Identificación de variables.....	8
1.7.2. Definición operacional.....	8
1.8. ALCANCE DEL ESTUDIO DE APLICACIÓN.....	8

CAPÍTULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

2. ESTADO DEL CONOCIMIENTO.....	11
2.1.1. Estudio de tráfico.....	11
2.1.2. Metodología de estudio de tráfico vehicular.....	11
2.1.2.1. Recopilación de datos.....	11
2.1.2.2. Procesamiento y análisis.....	11
2.1.2.3. Planteamiento de soluciones.....	12
2.1.2.4. Seguimiento y control de resultados.....	12
2.1.3. Parámetros fundamentales de un estudio de tráfico.....	12
2.1.3.1. Volumen	12
2.1.3.2. Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	12
2.1.3.3. Tráfico promedio diario (TPH)	13
2.1.3.4. Composición de un volumen de tráfico.....	13
2.1.3.5. Clasificación de vehículos según norma de diseño	14
2.1.3.6. Recuento de volumen de tráfico	14
2.1.3.7. Periodo de aforo	16
2.1.3.8. Velocidad.....	17
2.1.3.9. Velocidad de proyecto.....	18

2.1.3.10.	Velocidad de punto	19
2.1.3.11.	Velocidad de cruceo	20
2.1.3.12.	Velocidad de recorrido total	20
2.1.3.13.	Densidad	22
2.1.3.14.	Capacidad.....	22
2.1.3.15.	Nivel de servicio	23
2.1.3.16.	Relación de la capacidad y el nivel de servicio	24
2.1.4.	Elementos fundamentales del trafico.....	25
2.1.4.1.	El peatón.....	26
2.1.4.2.	El conductor.....	26
2.1.4.3.	Vehículo	27
2.1.4.4.	Composición vehicular.....	27
2.1.4.5.	Camino	29
2.1.4.6.	Clasificación de la transitabilidad	29
2.1.4.7.	Elemento Vía.....	29
2.1.4.8.	Características geométricas	30
2.1.4.9.	Características de circulación	32
2.1.5.	Problemas del tráfico vehicular	33
2.1.5.1.	Congestionamiento.....	33
2.1.5.2.	Métodos de medición	34
2.1.5.3.	Falta de señalización y semaforización	35
2.1.6.	Tipos de solución al problema de trafico.....	36
2.1.6.1.	Solución integral.....	36
2.1.6.2.	Solución parcial de alto costo.....	36

2.1.6.3.	Solución parcial de bajo costo.....	36
2.1.7.	Bases de solución.....	37
2.1.7.1.	La ingeniería de tráfico.....	37
2.1.7.2.	Educación vial	37
2.1.7.3.	Normalización y reglamentación.....	37
2.1.7.4.	Vigencia y control policial	38
2.1.8.	Semaforización	38
2.1.8.1.	Ventajas y desventajas.....	38
2.1.8.2.	Ventajas	38
2.1.8.3.	Desventajas.....	39
2.1.8.4.	Significado de los colores.....	39
2.1.8.5.	Semáforos para tránsito de vehículos	40
2.1.8.6.	Condiciones de instalación	41
2.1.8.7.	Asignación de tiempos	44
2.1.8.8.	Asignación tiempo de ciclo	44
2.1.8.9.	Asignación fase amarilla	44
2.1.8.10.	Asignación de tiempo rojo y verde	44
2.1.9.	Señalización	46
2.1.9.1.	Objetivo de las señalizaciones.....	47
2.1.9.2.	Tipos de señalización	47
2.1.9.3.	Significado de las formas y colores.....	50
2.1.10.	Estacionamientos.....	52
2.1.10.1.	Estudio de estacionamiento	52
2.1.10.2.	Estacionamiento en calles urbanas	52

2.1.10.3.	Metodología de estudio de estacionamiento	53
2.1.10.4.	Recolección de datos de estacionamiento.....	53
2.1.10.5.	Análisis de los datos de estacionamiento.....	54
2.1.11.	Constitución política del estado	56
2.1.12.	Ley N° 031 marco de autonomías "Andrés Báñez"	56
2.1.13.	Ley N° 482 de gobiernos autónomos y municipalidades	57
2.1.14.	Ley N° 165 general de transporte.....	58
2.1.15.	Ley municipal N° 144 de movilidad urbana y transporte	59
2.1.16.	La ley municipal N° 144 ley de modificaciones a la ley municipal N° 117 de movilidad urbana y transporte.....	59
2.1.17.	Código de Transito.....	60
2.1.18.	Criterios de Selección y Categoría de Importancia.....	62
2.1.18.1.	Relevancia Académica y Científica.....	62
2.1.18.2.	Aplicabilidad Práctica y Contextualización.....	62
2.1.19.	Selección de Normativas.....	63

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLOGICO Y RELEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.	APLICACIÓN METODOLÓGICA DE UN ESTUDIO DE TRÁFICO.....	64
3.1.	DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	64
3.1.1.	Unidad De Muestra; Población Y Muestra.....	64
3.1.2.	Muestra	64
3.1.3.	Método y técnicas empleadas	64
3.2.	ZONA DE ESTUDIO	68
3.2.1.	Características del área de estudio	70

3.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	72
3.3.1. Aforo para determinar horas pico en el día.....	78
3.3.2. Aforo de vehículos en horas pico por accesos	84
3.2.3 Velocidades de circulación vehicular.....	88
3.4. TRABAJO DE GABINETE	89
3.4.1. Determinación parámetro volumen	89
3.4.1.1. Porcentaje de vehículos que realiza maniobras por acceso	95
3.4.1.2. Composición vehicular.....	104
3.4.2. Determinación de parámetro velocidad	106
3.4.2.1. Análisis de la velocidad de punto.....	106
3.4.2.2. Análisis de la velocidad de recorrido total y cruceo	110
3.4.2.3. Resumen de estudio de velocidades	111
3.4.3. Determinación parámetro densidad	111
3.4.4. Determinación de la capacidad y nivel de servicio.....	114
3.4.4.1. Cálculos de capacidad vehicular	117
3.4.5. Estudio de transporte publico	120

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y ANÁLISIS

4. DISEÑO Y ANÁLISIS	124
4.1. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	124
4.1.1. Resultados parámetro volumen.....	125
4.1.2. Resultados del parámetro velocidad de punto	125
4.1.3. Resultados de capacidad y nivel de servicio.....	127
4.2. SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR.128	

4.2.1.	Diseño de semaforización.....	129
4.2.2.	Diseño de señalización.....	141
4.2.2.1.	Señalización vertical.....	141
4.2.2.2.	Señalización horizontal	143
4.2.3.	Diseño de oferta de estacionamientos.....	145
4.2.3.1.	Análisis Técnico	146
4.2.3.2.	Análisis de estacionamientos en el tramo I	147
4.2.3.3.	Análisis de estacionamientos en el tramo II	153
4.3.	ESTUDIO DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	156
4.3.1.	Mercado de Transporte	157
4.3.2.	Población	157
4.3.3.1.	Líneas de Micros	158
4.3.3.2.	Líneas de Taxi Trufis (Banderitas).....	159
4.3.3.3.	Demanda de Transporte Público	160
4.3.3.4.	Desempeño del Sistema.....	161
4.3.3.5.	Vehículos de Servicio Público.....	162
4.4.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	163
4.5.	COSTO Y PRESUPUESTO	167

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES	172
5.2.	RECOMENDACIONES	180

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: Reporte fotográfico

ANEXO II: Aforo para determinar horas pico del día

ANEXO III: Aforo vehicular en horas pico por interseccion

ANEXO IV: Aforo de velocidades

ANEXO V: Porcentaje de maniobras

ANEXO VI: Aforo de velocidad de punto

ANEXO VII: Análisis de capacidad y nivel de servicio

ANEXO VIII: Señalización horizontal y vertical

ANEXO IX: Aforo de placas para estudio de estacionamientos

ANEXO X: Análisis de precios unitarios

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1.	Velocidad de punto o instantánea.....	19
Imagen 2.	Factores que intervienen en la velocidad	21
Imagen 3.	Parámetros densidad de tráfico	22
Imagen 4.	Clasificación de niveles de servicio	24
Imagen 5.	Tipo de rodadura en cartografía	29
Imagen 6.	Sección transversal de una carretera	31
Imagen 7.	Ejemplo de intersección	32
Imagen 8.	Características de circulación.....	32
Imagen 9.	Congestionamiento vehicular en la ciudad de Tarija	34
Imagen 10.	Señalización en mal estado	35
Imagen 11.	Semáforos defectuosos.....	35
Imagen 12.	Semáforos 1C/3L	40
Imagen 13.	Señal restrictiva.....	48
Imagen 14.	Cuadro de señal preventiva	48
Imagen 15.	Señales informativas	48
Imagen 16.	Señales de prohibición e informativas	49
Imagen 17.	Señales de precaución	49
Imagen 18.	Señalización horizontal	51
Imagen 19.	Estacionamiento en vía urbana.....	53
Imagen 20.	Representación gráfica de máxima demanda	54
Imagen 21.	Área de estudio.....	68
Imagen 22.	Intersecciones críticas	69
Imagen 23.	Estación de Servicios Tarija S.R.L.....	70

Imagen 24.	Universidad Privada Domingo Savio.....	71
Imagen 25.	Mercado San Martin.....	72
Imagen 26.	Horas pico por punto designado.....	80
Imagen 27.	Histograma de volumen Punto 1.....	81
Imagen 28.	Histograma de volumen Punto 2.....	82
Imagen 29.	Histograma de volumen Punto 3.....	83
Imagen 30.	Histograma de volumen Punto 4.....	84
Imagen 31.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección I.....	98
Imagen 32.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección II.....	99
Imagen 33.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección III.....	99
Imagen 34.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección IV.....	100
Imagen 35.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección V.....	100
Imagen 36.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección VI.....	101
Imagen 37.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección VII.....	101
Imagen 38.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección VIII.....	102
Imagen 39.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección IX.....	102
Imagen 40.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección X.....	103
Imagen 41.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección XI.....	103
Imagen 42.	Resumen de volumen por acceso y % de giros Intersección XII.....	104
Imagen 43.	Resumen de resultados de la velocidad de punto.....	108
Imagen 44.	Velocidad de punto.....	109
Imagen 45.	Comparación de velocidades analizadas.....	111
Imagen 46.	Histograma de la densidad vehicular.....	114
Imagen 47.	Abaco de capacidad posible, vía urbana.....	117

Imagen 48.	Tramo 1 Av. General Martin Miguel de Güemes	126
Imagen 49.	Tramo 2 Av. Los sauces- Av. Héroes de la independencia	126
Imagen 50.	Esquema de semaforización intersección I	134
Imagen 51.	Esquema de semaforizacion intersección III.....	137
Imagen 52.	Altura mínima para señales verticales.....	142
Imagen 53.	Dimensiones de señaléticas horizontales	143
Imagen 54.	Señalización horizontal y vertical de la intersección I.....	144
Imagen 55.	Dimensiones de estacionamiento	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Delimitación temporal.....	6
Tabla 2.	Definición operacional.....	8
Tabla 3.	Clasificación vehicular según S.N.C.....	14
Tabla 4.	Tabla para tipo de aforo manual.....	15
Tabla 5.	Aplicación parámetro volumen.....	17
Tabla 6.	Velocidad de proyecto para tipo de carretera	18
Tabla 7.	Nivel de servicio	25
Tabla 8.	Clasificación de los vehículos.....	27
Tabla 9.	Dimensiones de vehículo tipo	28
Tabla 10.	Anchos de carril	30
Tabla 11.	Anchos de calzada.....	30
Tabla 12.	Condición uno de semaforización.....	41
Tabla 13.	Condición dos de semaforización	42
Tabla 14.	Condición tres de semaforización.....	43
Tabla 15.	Dimensiones de estacionamiento	55
Tabla 16.	Resultado de horas pico del circuito de estudio	79
Tabla 17.	Volumen vehicular Av. G. M. Miguel De Güemes – Av. Los Callejones	80
Tabla 18.	Volumen vehicular Av. Héroes de la Independencia	81
Tabla 19.	Volumen vehicular Av. Los Sauces	82
Tabla 20.	Volumen vehicular Av. Los Sauces – UPDS	83
Tabla 21.	Cronograma de aforamiento.....	85
Tabla 22.	Hoja de aforo de volumen Intersección I.....	86

Tabla 23.	Hoja de aforo de volumen Intersección II.....	87
Tabla 24.	Análisis y depurado de volumen de la intersección I.....	91
Tabla 25.	Análisis y depurado de volumen de la intersección I.....	92
Tabla 26.	Análisis y depurado de volumen de la intersección I.....	93
Tabla 27.	Análisis y depurado de volumen de la intersección I.....	94
Tabla 28.	Análisis de maniobras por acceso, Intersección I	95
Tabla 29.	Análisis de maniobras por acceso, Intersección I	96
Tabla 30.	Análisis de maniobras por acceso, Intersección I	97
Tabla 31.	Promedio finales de % de maniobras (G.I, Frente, G.D)	98
Tabla 32.	Composición vehicular.....	105
Tabla 33.	Análisis y depurado de velocidad de punto intersección I.....	107
Tabla 34.	Análisis y resultados de la velocidad de crucero y recorrido total E-O	110
Tabla 35.	Análisis y resultados de la velocidad de crucero y recorrido total O- E	110
Tabla 36.	Resumen de estudio de velocidad de crucero, velocidad de punto y velocidad de recorrido total.....	111
Tabla 37.	Densidad vehicular en relación al volumen y velocidad.....	112
Tabla 38.	Resumen de la densidad vehicular por intersección	114
Tabla 39.	Nivel de servicio en función al índice de congestionamiento.....	116
Tabla 40.	Resultados de capacidad y nivel de servicio de la intersección I.....	119
Tabla 41.	Transporte público micro luis de fuentes	120
Tabla 42.	Transporte público cantonal	121
Tabla 43.	Transporte público taxitrufi 26 de marzo	121

Tabla 44.	Transporte público línea de micros	122
Tabla 45.	Transporte público contruvel vecinal.....	122
Tabla 46.	Transporte público taxitrufi full sin fronteras	123
Tabla 47.	Resultados del parámetro volumen	125
Tabla 48.	Resultados del parámetro velocidad.....	125
Tabla 49.	Resultados de velocidad de recorrido total	127
Tabla 50.	Resultados de capacidad vehicular.....	127
Tabla 51.	Resultados de nivel de servicio	128
Tabla 52.	Resumen de ciclos de semáforos.....	138
Tabla 53.	Volumen vehicular para diseño de semaforización.....	138
Tabla 54.	Instalación de semáforo para intersección I A1/A4	138
Tabla 55.	Instalación de semáforo para intersección I A3/A2	139
Tabla 56.	Instalación de semáforo para intersección III A1/A4.....	139
Tabla 57.	Instalación de semáforo para intersección III A3/A2.....	140
Tabla 58.	Resumen de estudio de semaforización	140
Tabla 59.	Resumen de numero de semáforos por intersección.....	140
Tabla 60.	Aforo de placas para estudio de estacionamiento carril de vuelta	147
Tabla 61.	Aforo de placas para estudio de estacionamiento carril de ida	148
Tabla 62.	Análisis y resultados de estacionamientos	149
Tabla 63.	Aforo de placas para estudio de estacionamiento carril de ida	153
Tabla 64.	Aforo de placas para estudio de estacionamientos carril de vuelta	154
Tabla 65.	Análisis y resultados de estacionamientos	155
Tabla 66.	Niveles de Servicio	163

Tabla 67.	Niveles de Servicio	165
Tabla 68.	Niveles de Servicio	166
Tabla 69.	Cálculo de la Prueba.....	166
Tabla 70.	Ítems Requerido	168
Tabla 71.	Computo métrico.....	169
Tabla 72.	Presupuesto General.....	170
Tabla 73.	Resultados de datos obtenidos INT 2 – INT 9	173
Tabla 74.	Resultados de datos obtenidos INT 1 – INT 7	174
Tabla 75.	Resultados de datos obtenidos INT 5 – INT 12	175
Tabla 76.	Resultados de velocidades.....	177