

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN



**“ESTUDIO TRÁFICO VEHICULAR AVENIDA POTOSÍ
PROLONGACIÓN CALLE MÉNDEZ - AV. LOS MEMBRILLOS
MEDIANTE LOS PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE UN
ESTUDIO DE TRÁFICO”**

POR:

SOSA GORENA ADRIEL ALEJANDRO

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 – 2023

TARIJA - BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN

**“ESTUDIO TRÁFICO VEHICULAR AVENIDA POTOSÍ
PROLONGACIÓN CALLE MÉNDEZ - AV. LOS MEMBRILLOS
MEDIANTE LOS PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE UN
ESTUDIO DE TRÁFICO”**

POR:

SOSA GORENA ADRIEL ALEJANDRO

Semestre II – 2023

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

A mis padres: Alfonso Sosa M. y Graciela Gorena L., por el apoyo, la paciencia y confianza que siempre me dieron.

A mis hermanos que me apoyaron siempre en los malos momentos,

A mis padrinos Juan Carlos y María Artunduaga por todo lo que me brindaron.

ÍNDICE GENERAL
CAPITULO I
PERFIL DE LA INVESTIGACIÓN

	Página
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3.1 Situación problemática.....	3
1.3.2 Problema	4
1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 HIPÓTESIS.....	5
1.6 VARIABLES	6
1.6.1 Identificación de variables	6
1.6.2 Definición operacional.....	6
1.6.3 Cuadro de operación de variables	7
1.7 DISEÑO METODOLÓGICO.....	8
1.7.1 Unidades de estudio y decisión muestral	8
1.7.2 Métodos y técnicas empleadas.....	8
1.7.3 Procedimientos de aplicación.....	14
1.7.4 La desviación estándar o típica	17
1.8 ALCANCE DEL ESTUDIO DE APLICACIÓN	18

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

	Página
2.1 LA INGENIERÍA DE TRÁFICO.....	19
2.1.1 Definición.....	19
2.1.2 Que es la ingeniería de tráfico.....	20
2.1.3 Estudio de tráfico	20
2.1.4 Metodología de estudio de tráfico vehicular.....	20
2.1.5 Recopilación de datos	21
2.1.6 Procesamiento y análisis	21
2.1.7 Planteamiento de soluciones	21
2.1.8 Seguimiento y control de resultados	21
2.1.9 Magnitud del estudio de tráfico.....	21
2.2 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE UN ESTUDIO DE TRÁFICO	22
2.2.1 Volumen.....	22
2.2.2 Velocidad	31
2.2.3 Densidad.....	36
2.2.4 Capacidad.....	37
2.2.5 Nivel de servicio	38
2.3 ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL TRÁFICO	41
2.3.1 El peatón.....	42
2.3.2 El conductor	42
2.3.3 Vehículo	43
2.3.4 Camino o vía	46
2.4 PROBLEMAS DEL TRÁFICO VEHICULAR.....	48
2.4.1 Congestionamiento.....	49
2.4.2 Accidentes.....	51
2.4.3 Falta de señalización y semaforización.....	52
2.5 TIPOS DE SOLUCIONES AL PROBLEMA DE TRÁFICO	53

2.5.1 Solución integral	53
2.5.2 Solución parcial de alto costo	53
2.5.3 Solución parcial de bajo costo.....	54
2.6 BASES DE SOLUCIÓN.....	54
2.6.1 La ingeniería de tráfico	54
2.6.2 Educación vial.....	54
2.6.3 Normalización y reglamentación	55
2.6.4 Vigencia y control policial	55
2.7 SEMAFORIZACION	55
2.7.1 Ventajas y desventajas	55
2.7.2 Clasificación.....	57
2.7.3 Significado de los colores	57
2.7.4 Semáforos para tránsito de vehículos.....	58
2.7.5 Condiciones de instalación.....	59
2.7.6 Asignación de tiempos	61
2.8 SEÑALIZACION	64
2.8.1 Objetivo de las señalizaciones	64
2.8.2 Tipos de señalización	65
2.8.3 Señalización horizontal	68
2.9 ESTACIONAMIENTOS	71
2.9.1 Estudio de estacionamiento.....	72
2.9.2 Tipos de instalación de estacionamiento.....	72
2.9.3 Estacionamiento en calles urbanas.....	73
2.9.4 Metodología de estudio de estacionamiento	74
2.9.5 Recolección de datos de estacionamiento	74
2.9.6 Análisis de datos de estacionamiento.....	75

CAPITULO III

APLICACIÓN METODOLÓGICA DE UN ESTUDIO DE TRÁFICO

	Página
3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	77
3.1.1 Características de la Av. Potosí.....	77
3.1.2 Cronograma de ejecución de actividades.....	78
3.2 RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN.....	79
3.2.1 Aforo para determinar horas pico en el día.....	84
3.2.2 Aforo de vehículos en horas pico por accesos.....	98
3.2.3 Velocidades de circulación vehicular.....	111
3.2.4 Aforo para determinar oferta y demanda de estacionamientos.....	124
3.3 TRABAJO DE GABINETE.....	128
3.3.1 Determinación parámetro volumen.....	128
3.3.2 Determinación parámetro velocidad.....	142
3.3.3 Determinación parámetro densidad.....	152
3.3.4 Determinación de la capacidad y nivel de servicio.....	155
3.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	194
3.4.1 Resultados parámetro volumen.....	195
3.4.2 Resultados parámetro velocidad.....	196
3.4.3 Resultados capacidad y nivel de servicio.....	200
3.5 SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR....	211
3.5.1 Diseño de semaforización.....	212
3.5.2 Diseño de señalización.....	229
3.5.3 Diseño de oferta de estacionamientos.....	239
3.5.4 Modificaciones e implementaciones.....	242
3.6 COSTOS Y PRESUPUESTOS.....	245

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 CONCLUSIONES	249
4.2 RECOMENDACIONES	253

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE ANEXO

ANEXO 1 REPORTE FOTOGRÁFICO

ANEXO 2 AFORO PARA DETERMINAR HORAS PICO DEL DÍA

ANEXO 3 AFORO VEHICULAR EN HORAS PICO POR INTERSECCIONES

ANEXO 4 AFORO DE VELOCIDAD

ANEXO 5 AFORO DE PLACAS PARA ESTUDIO DE ESTACIONAMIENTOS

ANEXO 6 CÁLCULO DE SEMAFORIZACIÓN

ANEXO 7 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO

ANEXO 8 SIMULACIÓN DE TRÁFICO VEHICULAR MEDIANTE EL

PROGRAMA SYNCHRO 11

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Metodología para recolección de datos.....	11
Tabla 2: Tabla tipo de aforo vehicular	12
Tabla 3: Clasificación vehicular según S.N.C	25
Tabla 4: Tabla tipo de aforo manual	28
Tabla 5: Aplicación parámetro volumen.....	31
Tabla 6: Velocidad de proyecto para tipo de carretera	32
Tabla 7: Nivel de servicio	41
Tabla 8: Dimensiones de vehículo tipo.....	46
Tabla 9: Cuantificación de accidentes en Tarija	52
Tabla 10: Condición uno de semaforización.....	59
Tabla 11: Condición dos de semaforización	60
Tabla 12: Condición tres de semaforización.....	60
Tabla 13: Referencia de tiempo fase amarilla.....	62
Tabla 14: Dimensiones de estacionamiento	75
Tabla 15: Cronograma de ejecución de estudio	79
Tabla 16: Resultados de horas pico Avenida Potosí.	84
Tabla 17: Volumen vehicular Av. Potosí – C. Méndez	86
Tabla 18: Volumen vehicular Av. Potosí – C. Cochabamba	87
Tabla 19: Volumen vehicular Av. Potosí – C. Delgadillo	88
Tabla 20: Volumen vehicular Av. Potosí – C. Junín.....	89
Tabla 21: Volumen vehicular Av. Potosí – C. Segundino Ug.	90
Tabla 22: Volumen vehicular Av. Potosí – C. O’Connor	91
Tabla 23: Volumen vehicular Av. Potosí – C. Ejercito.....	92
Tabla 24: Volumen vehicular Av. Potosí – Pje. Carlos Paz.....	93
Tabla 25: Volumen vehicular Av. Potosí – Av. La Paz	94
Tabla 26: Volumen vehicular Av. Potosí – Pje. Güemes.....	95
Tabla 27: Volumen vehicular Av. Potosí – Pje. Las Rosas	96
Tabla 28: Volumen vehicular Av. Potosí – Av. Los Membrillos	97
Tabla 29: Hoja de aforo de volumen intersección I.....	99

Tabla 30: Hoja de aforo de volumen intersección II.....	100
Tabla 31: Hoja de aforo de volumen intersección III	101
Tabla 32: Hoja de aforo de volumen intersección IV	102
Tabla 33: Hoja de aforo de volumen intersección V.....	103
Tabla 34: Hoja de aforo de volumen intersección VI	104
Tabla 35: Hoja de aforo de volumen intersección VII.....	105
Tabla 36: Hoja de Aforo de Volumen intersección VIII.....	106
Tabla 37: Hoja de aforo de volumen intersección IX	107
Tabla 38: Hoja de aforo de volumen intersección X.....	108
Tabla 39: Hoja de aforo de volumen intersección XI	109
Tabla 40: Hoja de aforo de volumen intersección XII.....	110
Tabla 41: Aforo de velocidad de punto intersección I.....	112
Tabla 42: Aforo de velocidad de punto intersección II.....	113
Tabla 43: Aforo de velocidad de punto intersección III	114
Tabla 44: Aforo de velocidad de punto intersección IV	115
Tabla 45: Aforo de velocidad de punto intersección V.....	116
Tabla 46: Aforo de velocidad de punto intersección VI	117
Tabla 47: Aforo de velocidad de punto intersección VII.....	118
Tabla 48: Aforo de velocidad de punto intersección VIII.....	119
Tabla 49: Aforo de velocidad de punto intersección IX	120
Tabla 50: Aforo de velocidad de punto intersección X.....	121
Tabla 51: Aforo de velocidad de punto intersección XI	122
Tabla 52: Aforo de velocidad de punto intersección XII.....	123
Tabla 53: Aforo de placas para estudio de estacionamiento	124
Tabla 54: Aforo de placas para estudio de estacionamiento	125
Tabla 55: Aforo de placas para estudio de estacionamiento	125
Tabla 56: Aforo de placas para estudio de estacionamiento	126
Tabla 57: Aforo de placas para estudio de estacionamiento	127
Tabla 58: Aforo de placas para estudio de estacionamiento	127
Tabla 59: Análisis y depurado de volumen por intersección	129
Tabla 60: Análisis y depurado de volumen por intersección	130

Tabla 61: Análisis y depurado de volumen por intersección	131
Tabla 62: Análisis y depurado de volumen por intersección	132
Tabla 63: Análisis de giros por accesos	133
Tabla 64: Análisis de giros por accesos	134
Tabla 65: Análisis de giros por accesos	135
Tabla 66: Análisis de la composición vehicular	136
Tabla 67: Análisis de la composición vehicular	137
Tabla 68: Análisis y depurado de velocidad de punto intersección I.....	143
Tabla 69: Análisis y depurado de velocidad de punto Intersección I	145
Tabla 70: Velocidad de punto calles secundarias	149
Tabla 71: Análisis y resultados de velocidad de crucero y recorrido total	150
Tabla 72: Resumen de estudio de velocidad de crucero y recorrido total	151
Tabla 73: Densidad vehicular en relación al volumen y velocidad	152
Tabla 74: Densidad vehicular en relación al volumen y velocidad	153
Tabla 75: Resumen de densidad vehicular por intersección	154
Tabla 76: Nivel de servicio en función al índice de congestión	157
Tabla 77: Resultados del parámetro volumen	195
Tabla 78: Resultados del parámetro velocidad	196
Tabla 79: Resultados de velocidad de recorrido total	198
Tabla 80: Resultados de capacidad vehicular	200
Tabla 81: Resultados de nivel de servicio vehicular	200
Tabla 82: Estadística de parque automotor 2003-2021	201
Tabla 83: Índice de crecimiento	202
Tabla 84: Proyección de volumen a T-5, T-10, T-20años	203
Tabla 85: Proyección de volumen a T-5,T-10,T-20años	204
Tabla 86: Volumen vehicular para diseño semaforización	226
Tabla 87: Instalación de semáforo calle Méndez	226
Tabla 88: Resumen de estudio de semaforización	227
Tabla 89: Reducción de la capacidad por semáforo.....	228
Tabla 90: Zona de estacionamiento permitido	240
Tabla 91: Análisis y resultados de estacionamientos	241

Tabla 92: Análisis y resultados de estacionamientos	242
Tabla 93: Lista de ítems elementos de control de tráfico.....	247
Tabla 94: Presupuesto general por alternativas de solución	248

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página
Imagen 1: Cronometro digital	13
Imagen 2: Equipo de seguridad vial.....	13
Imagen 3: Computadora portátil	14
Imagen 4: Parámetros fundamentales del tráfico	22
Imagen 5: Clasificación vehicular según la ABC	26
Imagen 6: Velocidad de punto o instantánea	33
Imagen 7: Factores que intervienen en la velocidad	36
Imagen 8: Parámetro densidad de tráfico.....	36
Imagen 9: Clasificación de niveles de servicio	40
Imagen 10: Relación habitantes/vehículo	43
Imagen 11: Vehículo liviano.....	44
Imagen 12: Vehículo mediano	45
Imagen 13: Vehículo pesado.....	45
Imagen 14: Vehículo pesado.....	45
Imagen 15: Tipo de rodadura en cartografía.....	47
Imagen 16: Parte de una vía urbana	47
Imagen 17: Parte de una carretera.....	48
Imagen 18: Congestión vía de Tarija	50
Imagen 19: Señalización en mal estado	52
Imagen 20: Semáforos defectuosos.....	53
Imagen 21: Semáforo 1C/3L.....	57
Imagen 22: Semáforo en intersección simple	58
Imagen 23: Señal restrictiva.....	66
Imagen 24: Cuadro de señal preventiva	66

Imagen 25: Señales informativas	67
Imagen 26: Señales de prohibición e informativas	67
Imagen 27: Señales de precaución	68
Imagen 28: Señalización horizontal	71
Imagen 29: Estacionamiento en vía urbana	73
Imagen 30: Representación gráfica máxima demanda.....	74
Imagen 31: Área de estudio.....	77
Imagen 32: Edificio del SEDES.....	78
Imagen 33: Fuente parque Bolívar	78
Imagen 34: Horas pico por intersección.....	85
Imagen 35: Histograma de volumen Av. Potosí – C. Méndez.....	86
Imagen 36: Histograma de volumen Av. Potosí – C. Cbba	87
Imagen 37: Histograma de volumen Av. Potosí – C. Delgadillo.....	88
Imagen 38: Histograma de volumen Av. Potosí – C. Junín.....	89
Imagen 39: Histograma de volumen Av. Potosí – C. Segundino Ugarte.....	90
Imagen 40: Histograma de volumen Av. Potosí – C. O'Connor	91
Imagen 41: Histograma de volumen Av. Potosí – C. Ejercito.....	92
Imagen 42: Histograma de volumen Av. Potosí – Pje. Carlos Paz.....	93
Imagen 43: Histograma de volumen Av. Potosí – Av. La Paz	94
Imagen 44: Histograma de volumen Av. Potosí – Pje. Güemes	95
Imagen 45: Histograma de volumen Av. Potosí – Pje. Las Rosas	96
Imagen 46: Histograma de volumen Av. Potosí – Av. Los Membrillos.....	97
Imagen 47: Composición vehicular que se presentan en las intersecciones	138
Imagen 48: Composición vehicular que se presentan en las intersecciones	139
Imagen 49: Resumen de volumen por acceso y % giros.....	140
Imagen 50: Resumen de volumen por acceso y % giros.....	141
Imagen 51: Resumen de resultados de la velocidad de punto.....	147
Imagen 52: Velocidad de punto Avenida Potosí carril de ida.....	148
Imagen 53: Velocidad de punto Avenida Potosí carril de vuelta.....	148
Imagen 54: Histograma de velocidad de punto calles secundarias	149
Imagen 55: Comparación de velocidades estudiadas.....	151

Imagen 56: Histograma de densidad vehicular	154
Imagen 57: Ábaco de capacidad posible, via urbana	157
Imagen 58: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección I.	160
Imagen 59: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección II	163
Imagen 60: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección III.....	166
Imagen 61: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección IV	169
Imagen 62: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección V.....	172
Imagen 63: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección VI.	175
Imagen 64: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección VII.....	178
Imagen 65: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección VIII.....	181
Imagen 66: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección IX	184
Imagen 67: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección X.....	187
Imagen 68: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección XI	190
Imagen 69: Resultados de capacidad y nivel de servicio intersección XII	193
Imagen 70: Histograma de volumen vehicular final	195
Imagen 71: Velocidad de circulación carril de ida (W-E)	197
Imagen 72: Velocidad de circulación carril de vuelta (E-W)	197
Imagen 73: Señalización vertical	230
Imagen 74: Altura mínima para para señales verticales.....	231
Imagen 75: Dimensiones de señaléticas horizontales	232
Imagen 76: Señalización horizontal intersección I	233
Imagen 77: Señalización horizontal intersección II	233
Imagen 78: Señalización horizontal intersección III.....	234
Imagen 79: Señalización horizontal intersección IV	234
Imagen 80: Señalización horizontal intersección V.....	235
Imagen 81: Señalización horizontal intersección VI	235
Imagen 82: Señalización horizontal intersección VII	236
Imagen 83: Señalización horizontal intersección VIII.....	236
Imagen 84: Señalización horizontal intersección IX	237
Imagen 85: Señalización horizontal intersección X.....	237
Imagen 86: Señalización horizontal intersección XI	238

Imagen 87: Señalización horizontal intersección XII	238
Imagen 88: Dimensiones de estacionamiento	240
Imagen 89: Flujo antes y después en pasajes	243
Imagen 90: Tachón vial Avenida los Membrillos.....	244
Imagen 91: Tachón vial Calle O'Connor	244
Imagen 92: Costo por alternativa	246
Imagen 93: Volumen por intersección	249
Imagen 94: Velocidad de circulación.....	250
Imagen 95: Densidad de interseccion	251