

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



ESTUDIO DE TRÁFICO EN EL ANGOSTO DE VILLA MONTES

Por:

UNIV. ARACELY MAGDALENA RUIZ ROBLES

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

SEMESTRE II – 2025

Tarija –Bolivia

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

ESTUDIO DE TRÁFICO EN EL ANGOSTO DE VILLA MONTES

Por:

UNIV. ARACELY MAGDALENA RUIZ ROBLES

SEMESTRE II – 2025

Tarija –Bolivia

DEDICATORIA

A mi abuela querida Gladys Magdalena Villa Castillo (+), que siempre me apoyó y aconsejó, estuvo a mi lado desde el primer hasta el último día de mi carrera, siempre fue mi pilar para no dejar de luchar por mis sueños y ser mejor persona cada día. A tí mamita querida te dedico este gran logro en mi vida, “nuestro gran logro”.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.	3
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1 Situación problemática.....	4
1.3.2 Formulación de problema.....	4
1.4 OBJETIVOS DE PROYECTO DE APLICACIÓN	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 HIPÓTESIS.....	5
1.6 DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES.	5
1.6.1 Variables independientes.....	6
1.6.2 Variables dependientes.....	7
1.7 DISEÑO METODOLÓGICO	7
1.7.1 Componentes	7
1.7.1.1 Unidades de estudio y decisión muestral	7
1.7.1.2 Población.....	7
1.7.1.3 Muestra	7
1.7.1.4 Muestreo	7
1.7.2 Método y técnicas empleadas.....	8
1.7.3 Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.....	8
1.7.3.1 Distribución de Series de Tiempo	8
1.7.3.2 Distribuciones Espaciales.....	8
1.7.3.3 Estadística aplicada	8
1.7.3.4 Estadísticas Descriptivas	9

1.7.3.5	Tendencia Central.....	9
1.7.3.6	Variabilidad.....	10
1.7.4	Alcance del estudio de aplicación	11

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

	Página
2.1	ESTUDIO DE INGENIERÍA DE TRÁFICO 13
2.1.1	Características del tránsito..... 13
2.1.2	Categorías de tráfico..... 14
2.1.3	Reglamentación del tránsito 14
2.1.4	Señales y aparatos de control 14
2.1.5	Planificación vial..... 15
2.1.6	Administración 15
2.1.7	Análisis y definición de la consistencia vehicular..... 16
2.2	FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA DEL TRÁNSITO. 16
2.2.1	Diferentes tipos de vehículos en la misma ruta 17
2.2.2	Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas..... 17
2.2.3	Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario..... 17
2.3	CONFIGURACIÓN VEHICULAR POR TIPO DE EJES..... 17
2.4	VEHÍCULO..... 18
2.4.1	Tipos de vehículos..... 18
2.5	PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE ESTUDIO 21
2.5.1	Volumen e intensidad de tráfico..... 21
2.5.1.1	Medición de volúmenes de tráfico 23
2.5.1.2	Composición del volumen..... 24
2.5.1.3	Periodo de recuento 25
2.5.2	Velocidad..... 26
2.5.2.1	Velocidad de punto..... 27
2.5.2.2	Velocidad de recorrido total 27
2.5.2.3	Velocidad de crucero..... 28

2.5.2.4	Velocidad de proyecto.....	28
2.5.2.5	Métodos de medición de velocidades.....	28
2.5.3	Densidad.....	30
2.5.4	Capacidad.....	31
2.5.4.1	Condiciones prevalecientes que influyen en la capacidad	32
2.5.5	Niveles de servicio	35
2.5.5.1	Condiciones prevalecientes que incluyen en el Nivel de Servicio.....	37
2.6	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	43
2.7	RELACIÓN DE PARÁMETROS FUNDAMENTALES.....	44
2.7.1	Relación entre velocidad-volumen.....	44
2.7.2	Relación entre velocidad-densidad.....	44
2.7.3	Relación entre volumen-densidad	45
2.8	SEÑALIZACIÓN	46
2.8.1	Señalización vertical.....	46
2.8.1.1	Señales Preventivas	47
2.8.1.2	Señales Reglamentarias.....	48
2.8.1.3	Señales Informativas	48
2.8.2	Dispositivos de seguridad vial.....	49
2.8.3	Espejos convexos	49
2.9	SEMÁFOROS LED SOLAR.....	50
2.10	TIPOS DE SOLUCIÓN.....	50
2.10.1	Solución integral.....	51
2.10.2	Solución parcial de alto costo.....	51
2.10.3	Solución parcial de bajo costo.....	51

CAPÍTULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

		Página
3.1	UBICACIÓN.....	52
3.1.1	Coordenadas	54
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO DE ESTUDIO	54

3.3	INFORMACIÓN BÁSICA DEL ESTUDIO.....	55
3.3.1	Aforo vehicular.....	55
3.3.1.1	Determinación de las horas picos.....	55
3.3.1.2	Formulario de aforo.....	57
3.3.1.3	Aforo de Volúmenes y Depuración.....	58
3.3.1.4	Validación de volúmenes	60
3.4	CAPACIDAD	60
3.4.1	Capacidad en vías ininterrumpidas.....	61
3.4.2	Resultados de la capacidad.....	65
3.5	NIVEL DE SERVICIO	65
3.5.1	Resultado del nivel de servicio.....	70
3.6	DENSIDAD	70
3.6.1	Resultado de la densidad	71
3.7	VELOCIDAD.....	71
3.7.1	Velocidad de recorrido total	71
3.7.2	Velocidad de cruce.....	71
3.7.3	Velocidad de punto.....	72
3.8	RELACIÓN ENTRE VELOCIDAD-VOLUMEN	73
3.9	RELACIÓN ENTRE VELOCIDAD-DENSIDAD.....	74
3.10	RELACIÓN ENTRE VOLUMEN-DENSIDAD	74
3.11	SEÑALIZACIÓN	75
3.11.1	Señales verticales	75
3.11.2	Propuesta de Solución de Señalización	81
3.12	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	85
3.12.1	Primera propuesta.....	85
3.12.1.1	Semáforos inteligentes en ambos extremos de cada punto crítico	85
3.12.1.2	Sensores de movimiento y presencia vehicular.....	85
3.12.1.3	Ciclo de operación adaptativo	85
3.12.1.4	Soporte visual e informativo	86
3.12.1.5	Ventajas.....	86
3.12.1.6	Recomendaciones técnicas	86

3.12.2	Segunda propuesta.....	86
3.12.2.1	Establecimiento de horarios de circulación alternada por sentido:	87
3.12.2.2	Control semafórico en horario de cruce simultáneo:.....	87
3.12.2.3	Instalación de espejos convexos:.....	87
3.12.2.4	Campañas de concientización y coordinación institucional:.....	87
3.12.2.5	Ventajas de la propuesta.....	87
3.12.2.6	Evaluación de impacto	87
3.12.3	Tercera propuesta	87
3.12.3.1	Asignación horaria por tipo de vehículo:	88
3.12.3.2	Coordinación con puntos de control:.....	88
3.12.3.3	Instalación de espejos convexos:.....	88
3.12.3.4	Ventajas de la segmentación horaria:	88
3.12.3.5	Monitoreo y evaluación periódica:.....	89
3.12.4	Presupuesto de las alternativas de solución.....	89
3.13	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	89

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 CONCLUSIONES	1
4.2 RECOMENDACIÓN.....	3
BIBLIOGRAFÍA	4
ANEXOS	
Anexo 1. Determinación de horas pico	
Anexo 2. Planilla de conteo vehicular	
Anexo 3. Parámetros fundamentales de tráfico	
Anexo 4. Señalización	
Anexo 5. Relación de parámetros fundamentales	
Anexo 6. Presupuesto	
Anexo 7. Reporte fotográfico	
Planos	

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla1: Variable independiente	6
Tabla 2: Variable dependiente	7
Tabla 3: Vehículo tipo.....	18
Tabla 4: Clasificación vehicular según el tipo de vehículo.....	21
Tabla 5: Factores de corrección a la capacidad por pendiente.....	32
.....	32
Tabla 6: Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos.....	33
Tabla 7: Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma	33
Tabla 8: Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes.....	34
Tabla 9: Velocidad media ideal de automóviles a flujo libre en pendientes ascendentes	38
.....	38
Tabla 10: Factor de corrección al nivel de servicio por el efecto de la utilización de la capacidad.....	39
Tabla 11: Factores de corrección al nivel de servicio por el estado de la rodadura.....	40
Tabla 12: Factores de corrección al nivel de servicio por efecto combinado del ancho de carril y berma.....	40
Tabla 13. Factores de corrección al nivel de servicio por presencia de vehículos pesados en pendiente ascendente	41
Tabla 14. Factores de corrección por la presencia de vehículos pesados	42
Tabla 15: Velocidades en km/h que determinan los niveles de servicio por tipo de terreno	42
Tabla 16. Ubicación transversal de señales verticales distancia y altura	47
Tabla 17: Coordenadas utm	54
Tabla 18: Formulario de campo para conteo de clasificación de vehículos -simple ...	57
Tabla 19: Volúmenes tarija-villa montes	58
Tabla 20: Volúmenes villa montes-tarija	59
Tabla 21: Validación de volúmenes obtenidos	60

Tabla 22. Factores de corrección a la capacidad por pendiente fpe	61
Tabla 23. Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos fd.....	62
Tabla 24. Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma fcb	63
Tabla 25. Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes fp	64
.....	64
Tabla 26. Resultado de la capacidad	65
Tabla 27. Velocidad media ideal de automóviles a flujo libre en pendientes ascendentes vi.....	66
Tabla 28. Factor de corrección al nivel de servicio por el efecto de la utilización de la capacidad (fu).....	67
Tabla 29. Factores de corrección al nivel de servicio por el estado de la rodadura (fsr)	67
.....	67
Tabla 30. Factores de corrección al nivel de servicio por efecto combinado del ancho de carril y berma (fcd).....	68
Tabla 31. Factores de corrección al nivel de servicio por presencia de vehículos pesados en pendiente ascendente (fp1)	69
Tabla 32. Factores de corrección por la presencia de vehículos pesados (fp2)	69
Tabla 33. Velocidades en km/h que determinan los niveles de servicio por tipo de terreno	70
Tabla 34. Resultado de nivel de servicio	70
Tabla 35: Velocidad de punto (mañana)	72
Tabla 36: Velocidad de punto (tarde).....	72
Tabla 37: Velocidad de punto (noche)	73
Tabla 38: Señalización actual de la zona	76
Tabla 39: Señalización propuesta.....	81
Tabla 40: Resumen de capacidad y nivel de servicio	90
Tabla 41: Resumen de capacidad y nivel de servicio	91

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Figura 1: Clasificación de la flota vehicular	17
Figura 2: Cronometro.....	29
Figura 3: Radar.....	30
Figura 4. Ubicación transversal de señales verticales	47
Figura 5. Señales verticales preventivas	48
Figura 6. Señales verticales reglamentarias	48
Figura 7. Señales verticales informativas.....	49
Figura 8. Dispositivos de seguridad vial	49
Figura 9. Espejos convexos.....	50
Figura 10. Semáforos led solar.....	50
Figura 11: Mapa	52
Figura 12: Mapa de tarija	53
Figura 13: Carretera tarija-villa montes tramo el angosto	53
Figura 14: Puntos críticos del tramo de estudio	54
Figura 15: Horas picos de villa montes -tarija	56
Figura 16: Horas picos de tarija-villa montes	56
Figura 17: Relación velocidad-volumen	73
Figura 18: Relación velocidad-densidad.....	74
Figura 19: Relación volumen-densidad	74